

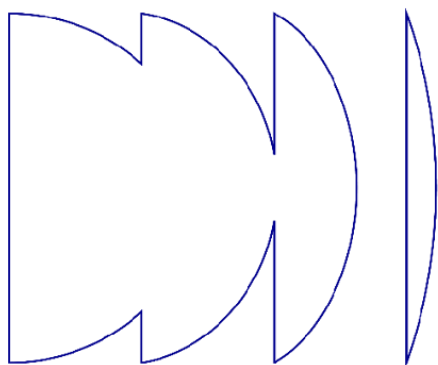
SANTÉ, CLIMAT, RÉSILIENCE :

DÉCARBONONS LES INDUSTRIES DU MÉDICAMENT

Rapport final – Juin 2025

DANS LE CADRE DU PROGRAMME
DÉCARBONONS LA FRANCE !





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), du Haut Conseil pour l'Avenir de l'Assurance Maladie (HCAAM) au sein de conventions de recherche, ainsi que le soutien de MGEN.

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 avaient estimé les émissions de GES des médicaments et des dispositifs médicaux (DM) consommés en France à l'aide de facteurs d'émissions dits "monétaires", dont l'utilisation présente de fortes incertitudes. Ces résultats devaient être affinés par une analyse physique de la chaîne de valeur, qui permet en plus de mieux déterminer le potentiel réel de décarbonation de leur production : c'est chose faite avec ce nouveau rapport.

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 ainsi qu'une traduction de ces flux en émissions de gaz à effet de serre. Vous trouverez également des modélisations permettant d'estimer le potentiel de décarbonation de la filière ainsi qu'un ensemble de leviers pour y parvenir. Des résultats similaires sur les dispositifs médicaux (DM) sont disponibles dans le [rapport dédié aux DM](#) qui accompagne cette publication.

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

² Le rapport [Décarboner la Santé pour soigner durablement \(2023\)](#) estimait 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 MtCO₂e que représente le système de santé.

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

Ce rapport 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.



Les équipes Santé & Industrie du *Shift Project*

EDITO



Dans un contexte de crise environnementale qui fragilise le fonctionnement du système de santé et sa capacité à protéger et soigner durablement, l'Assurance Maladie entend jouer pleinement son rôle en faveur de la transition écologique et assumer sa responsabilité en tant qu'acteur clé du système pour assurer la pérennité de l'accès aux soins et la bonne affectation des ressources.

Dans son schéma directeur de la transition écologique 2024-2027 publié en avril 2025, l'Assurance Maladie porte une double ambition : d'une part, transformer le système de santé pour le rendre plus résilient, plus sobre, et plus protecteur face aux crises environnementales et, d'autre part, décarboner son propre fonctionnement.

Nous pouvons pour cela nous appuyer sur des données scientifiques robustes et des travaux de recherche comme ceux menés par The Shift Project, dont le 1^{er} rapport sur le secteur de la santé a permis une prise de conscience de l'ensemble des acteurs du système et un passage à l'action.

Ces deux nouveaux rapports du Shift Project permettent de préciser l'impact carbone de la production des médicaments et dispositifs médicaux, production dont la transformation représente un enjeu clé pour la décarbonation du système de santé. La volonté de l'Assurance maladie est qu'à terme la prise en compte des émissions de CO2 soit pleinement intégrée dans l'écosystème de prise en charge des produits de santé. Aussi, ces travaux répondent au besoin d'identifier les leviers de décarbonation à actionner collectivement, au bon rythme, en cohérence avec les objectifs de la feuille de route Planification écologique du système de santé et en mobilisant l'ensemble des acteurs : décideurs publics, professionnels de santé, établissements de soins, et bien sûr industries de santé.

Thomas Fatôme, Directeur Général
Caisse Nationale de l'Assurance Maladie



EDITO



Dans le cadre de son programme de travail, le Haut Conseil pour l'avenir de l'assurance maladie (Hcaam) a souhaité donner une place importante aux travaux sur les nouvelles approches des politiques de santé face aux enjeux écologiques, dans et hors du système de santé. Depuis 2023, le Hcaam s'intéresse aux méthodes permettant de mesurer les co-bénéfices des politiques en matière de santé et d'environnement. En effet, le retour sur investissement de ces politiques est difficile à démontrer et fait l'objet de peu de travaux de recherche. C'est donc tout naturellement que le Hcaam soutient depuis 2024 le Shift Project qui a développé une expertise macroscopique et systémique en matière d'évaluation de l'impact carbone des politiques publiques, en particulier dans le domaine de la santé.

Ce présent rapport qui porte sur les industries de production des médicaments et des dispositifs médicaux permet de compléter de manière cohérente et originale les résultats des évaluations des politiques de santé habituellement formulées en termes d'efficacité (amélioration de l'état de santé) et de coût (dépenses de santé). Il contribuera fort utilement à la réflexion du Hcaam sur les co-bénéfices des politiques de santé et de transition écologique et, conformément à ses missions, à des propositions d'évolution du système de santé et d'assurance maladie pour garantir sa soutenabilité.

Yann-Gaël Amghar, Président
Haut Conseil pour l'Avenir de l'Assurance Maladie



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 de ce 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 de médicaments produits pour répondre à la consommation et les émissions carbone associées. Description de la méthodologie suivie pour identifier des leviers de décarbonation et leurs potentiels.
- **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 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. Nous présentons également les principaux leviers permettant de décarboner les industries du médicament ainsi que le potentiel de baisse des émissions associé.
- **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 et quantifier leur potentiel de décarbonation.
- **Une cinquième partie sur les limites et perspectives de notre travail**

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](#).

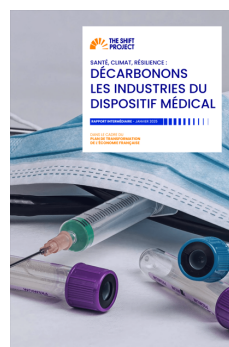


Table des matières

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
1. Introduction	12
A) Pourquoi s'intéresser aux industries de santé ?	13
1) Un secteur essentiel	13
2) Un secteur qui contribue fortement au changement climatique	13
3) Les industries de santé face à la double contrainte carbone	19
4) Les interactions avec les autres secteurs	27
B) Les initiatives françaises en cours	27
2. Méthodologie générale	29
A) Périmètre	31
1) Définitions générales	31
2) Chaîne de valeur des industries du médicament	33
3) Produits analysés	35
B) Estimation des consommations en France	36
C) Evaluation énergie-carbone	40
1) Méthodologie générale : émissions de production des médicaments	40
2) Méthodologie générale : activités corporatives et de R&D	42
3) Périmètre d'évaluation	43
4) Sources de données	43
D) Identification et quantification des leviers de décarbonation	45
1) Méthodologie générale	45
2) Une approche par scénario pour estimer l'évolution des émissions d'ici 2050	48
3. Résultats généraux	50
A) Périmètre couvert	51
B) Quel est le volume de médicaments nécessaires pour répondre à la consommation française ?	54
C) Quelles sont les émissions de gaz à effet de serre des industries du médicament ?	57
1) Résultats généraux	58
2) D'où proviennent concrètement les émissions des industries du médicament ?	59
D) Comment décarboner la chaîne de valeur du médicament ?	65
1) Sans décarbonation, les industries du médicament pourraient aggraver leur empreinte carbone tout en augmentant leur vulnérabilité	67
2) Comment l'industrie du médicament peut-elle baisser significativement ses émissions ?	69

4. Résultats détaillés	88
A) Estimation des quantités de médicaments produits pour répondre à la consommation française	89
1) Périmètre	90
2) Chiffres clés	90
3) Résultats détaillés	90
B) Principes actifs	92
1) Estimation des volumes de principes actifs produits	92
2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre	94
3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?	99
C) Excipients	104
1) Estimation du volume d'excipients	104
2) Émissions de gaz à effets de serre	105
3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?	107
D) Production des emballages	109
1) Estimation des volumes d'emballages produits	109
2) Quels impacts sur les émissions ?	113
3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?	115
E) Formulation et conditionnement	118
1) Estimation des volumes formulés et conditionnés	118
2) Quels impacts sur les émissions ?	118
3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?	120
F) Stockage	123
1) Estimation du volume	123
2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre	123
3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?	125
G) Transport	127
1) Estimation du volume	127
2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre	128
3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?	134
H) Gaz médicaux	136
1) Estimation du volume des gaz médicaux	137
2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre	138
3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?	139
I) Fin de vie	142
1) Estimation du volume des déchets	142
2) Quels impacts sur les émissions ?	143
3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?	144
J) R&D et activités corporatives	147
1) R&D - Estimation des émissions de gaz à effet de serre	147
2) Corporatives - Estimation des émissions de gaz à effet de serre	150
3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?	151
K) Etudes de cas	158
1) Dispensation à l'unité : le cas des antibiotiques	160
2) Rôle des industriels dans la consommation des médicaments : réflexion sur le maintien et l'adaptation des traitements au long cours.	164

5. Limites et besoins	166
A) Les données, un enjeu crucial et une difficulté majeure pour ce projet	167
B) Les principales limites de nos travaux	167
Équipe du projet	172
Personnes référentes	174
Soutiens à l'équipe	175



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. Il a déjà donné lieu à des rapports sectoriels et un livre⁴.

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-compétences, filières clés, résilience des territoires, cohérence climatique et énergétique.

Entre 2020 et 2022, nos travaux de fond et l'embarquement d'un grand nombre d'acteurs ont été menés selon la méthodologie du Plan de transformation de l'économie française (PTEF). Nous avons publié la synthèse « Crises, climat : le Plan de transformation de l'économie française » aux éditions Odile Jacob en 2022, pour plus de 120 000 exemplaires vendus.

Désormais, avec 2027 en perspective, nous avons initié une nouvelle démarche de travail : **Décarbonons la France !** Plus vaste, plus profonde, elle est mieux adaptée à un monde en crise et vise à embarquer encore davantage de monde, notamment par de grandes consultations (comme celle des Agriculteurs ou du monde du sport).

⁴ Climat, crises : Le plan de transformation de l'économie française, The Shift Project, Odile Jacob, janvier 2022



À propos du think tank *The Shift Project*

The Shift Project est un groupe de réflexion qui vise à éclairer et influencer le débat sur les défis climat-énergie. Association d'intérêt général, nous sommes guidés par l'exigence de rigueur scientifique et technique, et notre regard sur l'économie est avant tout physique et systémique.

Nous réalisons des études sur les enjeux clés de la décarbonation. Nous constituons des groupes de travail qui produisent des analyses robustes, quantitatives et qualitatives, ainsi que des propositions pragmatiques. Notre démarche de recherche est ouverte, itérative et collaborative. Nos publications sont librement accessibles à toute personne intéressée. Nous les diffusons auprès des professionnels, dirigeants et corps intermédiaires des secteurs et enjeux concernés. Ce réseau d'experts est mobilisé constamment, pour consolider nos travaux, et nous aider à les faire connaître. Nous favorisons les discussions entre parties prenantes, de manière apaisée.

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 dizaines de **PME**, d'**ETI** et de fondations. Plus rarement il fait appel, comme en ce moment avec la [campagne de financement participatif](#), à des particuliers.

Depuis sa création, le Shift Project a initié plus de **50 projets d'étude**, participé à l'émergence de nombreuses initiatives et organisé plusieurs centaines d'événements.

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

Ce travail a été 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**) et plus récemment de **MGEN**.

Il a été conduit par **Mathis Egnell** (Ingénieur pilote Industries de Santé au *Shift*), **Baptiste Verneuil** (Ingénieur de projet pilote dispositifs médicaux au *Shift*), **Erwan Proto** (ingénieur de projet au *Shift*), **Robin Henocque** (Pharmacien, *Shifter* et chargé de Décarbonation des industries de santé au *Shift*), **Margot Aubusson de Cavarlay** (chargée de projet Industries de santé), **Clara Mourgues** (pharmacienne, anciennement chargée de projet au *Shift*), **Thomas Rambaud** (conseiller technique et copilote Industries de Santé au *Shift*, consultant dans une entreprise de service en santé, et *Shifter*) et **David Grimaldi** (conseiller scientifique et copilote Industries de Santé au *Shift*, réanimateur et *Shifter*).

Il a bénéficié du soutien de **Marguerite Cazeneuve** (Directrice déléguée à la gestion et l'organisation des soins, CNAM), **Claire Traon** (Directrice de mission Transition écologique et santé environnementale, CNAM) et **Bertrand Paradis** (Responsable adjoint du Département des Produits de Santé, CNAM) ainsi que de **Laurie Marraud** (initiatrice du Programme de recherche Santé-Climat-Résilience au *Shift*, 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*), **Héloïse Lesimple** (responsable adjointe affaires publiques au *Shift*) et **Mona Poulain** (chargée de communication au *Shift*).

Ce projet a bénéficié de la contribution bénévole de nombreux professionnels. 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** (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) **Camille Taupy** (Cercle Thématique Santé des *Shifters*), **Quentin Le Masne** (Cercle Thématique Santé des *Shifters*), **Stéphane Renard** (Cercle Thématique Santé des *Shifters*), **Xavier Perret du Cray** (Cercle Thématique Santé des *Shifters*), **Gwennaëlle Guindeuil** (consultante transition écologique et santé durable, membre des *Shifters*).

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 partagé données terrain essentielles et expertises précieuses, notamment :

- **ADELPHE**, Éco-organisme agréé pour la filière Emballage Ménagers et Papiers Graphiques, notamment dans le secteur de la santé
- **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)
- **Olivier Chetanneau**, Directeur Conduite du Changement & RSE, ainsi que toutes les équipes de PHOENIX OCP
- **Valentin Clot-Vaussier**, Chargé de Projet RSE, AstraZeneca France
- **Benjamin Crepe**, Pharmacien, Expert en production pharmaceutique
- **Jérôme David**, Pharmacien, Expert en production pharmaceutique
- **Cécilia de Foucaucourt**, Directrice RSE GSK France
- **Vincent Diebolt**, Directeur de F-CRIN (French Clinical Research Infrastructure Network)
- **Anne-Laure Dreno**, Présidente, AstraZeneca France
- **Lucie Lewden**, Chef de projet sénior, pôle essais cliniques de la coordination F-CRIN
- **Pr Laura Richert**, PU-PH en Santé Publique, CHU et Université de Bordeaux
- **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 (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**. Et nos partenaires sur l'ensemble des travaux la **CNAM** (Caisse Nationale de l'Assurance Maladie) et le **HCAAM** (Haut Conseil pour l'Avenir de l'Assurance Maladie) ainsi que **MGEN** pour son soutien.



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€ 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 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, etc. 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

Le secteur de la santé ne fait pas intuitivement partie des secteurs que l'on associe aux enjeux climatiques et à la nécessité de se décarboner.

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 les 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 ses chaînes d'approvisionnement. En témoignent les effets de la crise énergétique de 2022 qui

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'un%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

s'est traduite par une forte augmentation des importations, des pénuries de certains produits¹⁰ 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 Paris¹¹ 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 climat¹² 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 et de dispositifs médicaux au sein du secteur (Figure 1), les deux principaux postes d'émissions du secteur**. 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 Tensions et ruptures de stock de médicaments déclarées par les industriels : quelle ampleur, quelles conséquences sur les ventes aux officines ?, DREES
https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2025-03/ER%201335%20Rupture%20de%20stock%20de%20m%C3%A9dicaments_Embargo.pdf

¹¹ Adopté par 195 nations le 12 décembre à Paris le 12 décembre 2015. <https://www.economie.gouv.fr/laccord-de-paris>

¹² 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.

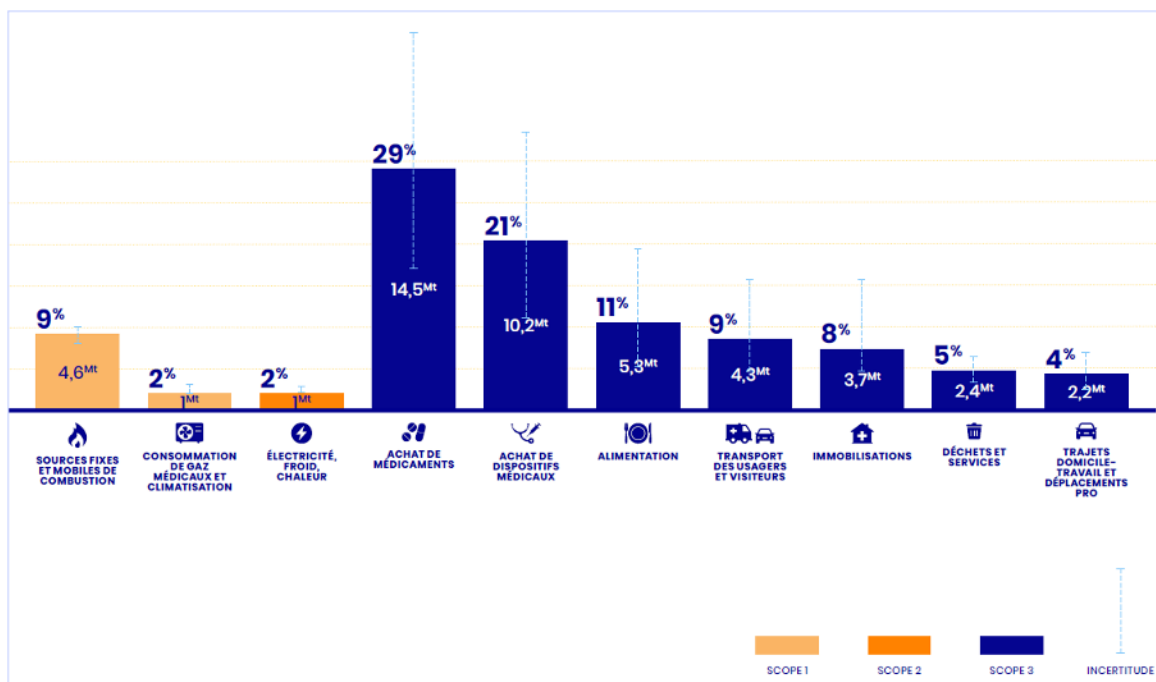


Figure 1 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé français issu du rapport "Décarbonons la santé pour soigner durablement" de 2023 (MtCO₂e)¹³

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 2023, nous avons estimé les consommations françaises de DM à **32,4 milliards d'euros** (calculs détaillés dans le rapport technique¹⁴). Toutefois, la Feuille de Route Décarbonation de la filière Industries et Technologies de Santé¹⁵ a pointé que ces consommations s'élèvent en réalité à **21 milliards d'euros pour notre année de référence** (23,6 milliards d'euros aujourd'hui¹⁶).

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'ADEME¹⁷, cette empreinte carbone révisée serait désormais de **6,6 MtCO₂e**, soit une baisse de 35%.

Cette rectification, bien qu'elle ajuste nos estimations quantitatives, **ne remet en cause ni les conclusions principales de notre étude, ni l'importance de la part des dispositifs médicaux dans le total des émissions de GES du secteur**. Les enjeux et recommandations concernant la décarbonation des dispositifs médicaux restent pleinement pertinents et justifiés.

¹³ Cela tient compte des hôpitaux qu'ils soient publics ou privés, de la médecine de ville, du médico-social et des industries de santé.

¹⁴ 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

¹⁵ 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>

¹⁶ Le cabinet Randeau 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.

¹⁷ 315 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 britannique¹⁸, chinois¹⁹, australien²⁰ ou encore autrichien²¹. 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 France²².



b) 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, le marché du médicament en ville remboursable et à l’hôpital s’élève à 36,1 Mds €²³ (brut). Certaines études montrent que 80% des consultations se concluent par une ordonnance de médicaments. Un chiffre nettement supérieur à celui observé dans les pays européens voisins (entre un tiers et près de la moitié)²⁴. 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 européenne²⁵. Enfin, en 2023, 8 500 tonnes de médicaments non utilisés ont été récoltés par Cyclamed (autour de 3% de la masse des médicaments²⁶).

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.

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

¹⁸ 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/>

¹⁹ 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>

²⁰ Malik et al, The carbon footprint of Australian health care <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2817%2930180-8>

²¹ Weisz et al, Carbon emission trends and sustainability options in Austrian health care, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920301828>

²² 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>

²³ <https://www.leem.org/733-milliards-d-euros-de-ca-du-medicament-en-2023#:~:text=Le%20chiffre%20d'affaires%20total,1%20%25%20%C3%A0%20l'exportation>

²⁴ Chiffres-clés du médicament en France : panorama global, CNAM, 2024

²⁵ Consommation d’antibiotiques en secteur de ville en France : tendance à la baisse en 2023 <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2024/consommation-d-antibiotiques-en-secteur-de-ville-en-france-tendance-a-la-baisse-en-2023>

²⁶ Selon les chiffres qui 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.

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 Disoproxil²⁷) d'autres, de la consommation du médicament (ex : gaz anesthésiants²⁸) et pour d'autres de l'emballage (ex : morphine²⁹). 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 : ibuprofène³⁰), parfois elles sont essentiellement liées à l'électricité directement consommée (ex : anticorps monoclonaux³¹).



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**³². The Shift Project y a consacré [une note méthodologique entière](#).

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. 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](#).

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 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 soins³³ devrait réduire de 30 % afin

²⁷ Yanqiu et al, ACS Sustainable Chem, 2023

²⁸ Sherman et al Anesth Analg, 2012

²⁹ McAlister et al, BMJ Open, 2016

³⁰ Ecovamed, Ibuprofen carbon footprint,

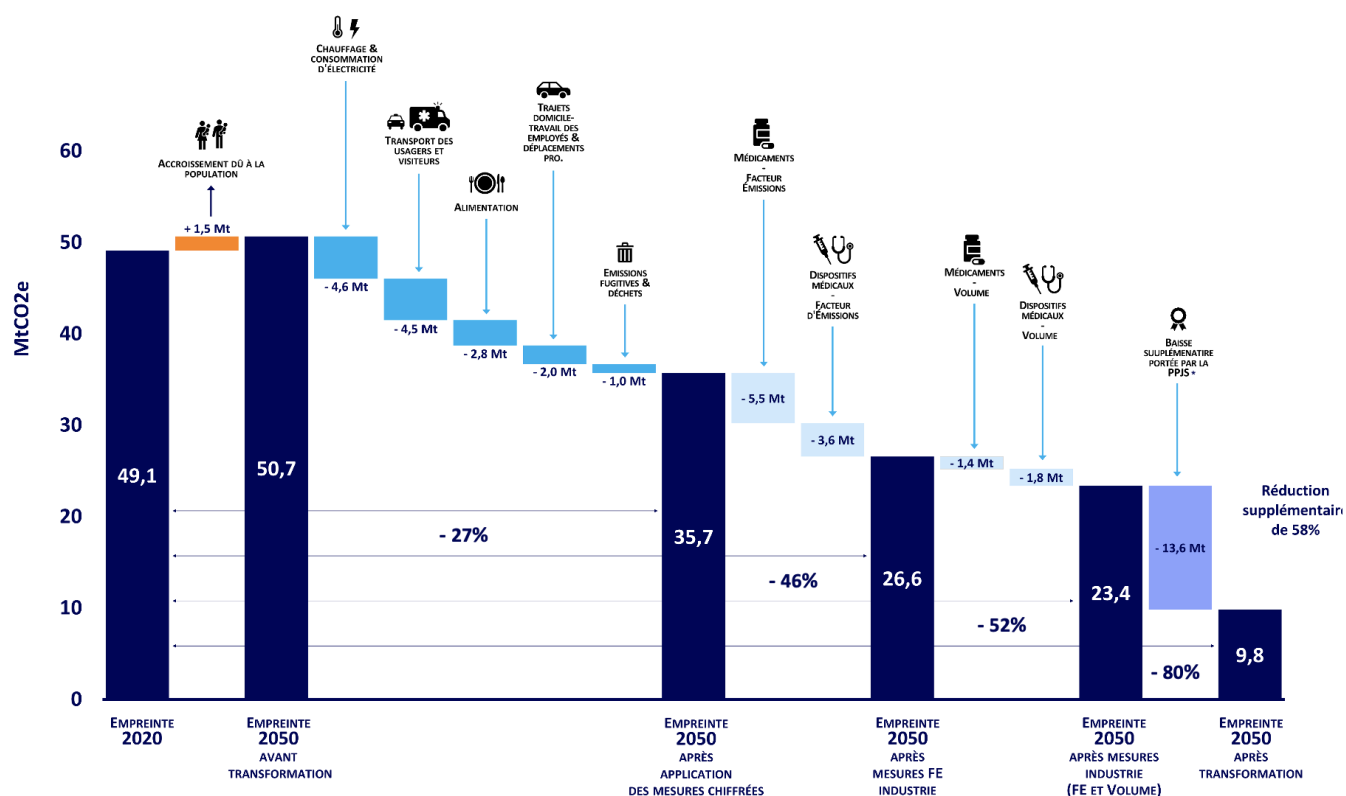
https://cdn.prod.website-files.com/6151b650ce4cd9198b1fd7e8/6176e0cb1ac57152bc572efd_Ibuprofen_Carbon_footprint_Ecovamed_May_2021.pdf

³¹ Budzinski et al, Streamlined life cycle assessment of single use technologies in biopharmaceutical manufacture, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35007778/>

³² ADEME, Base Empreinte, Service/Produits pharmaceutiques, 2018. <https://base-empreinte.ademe.fr/>

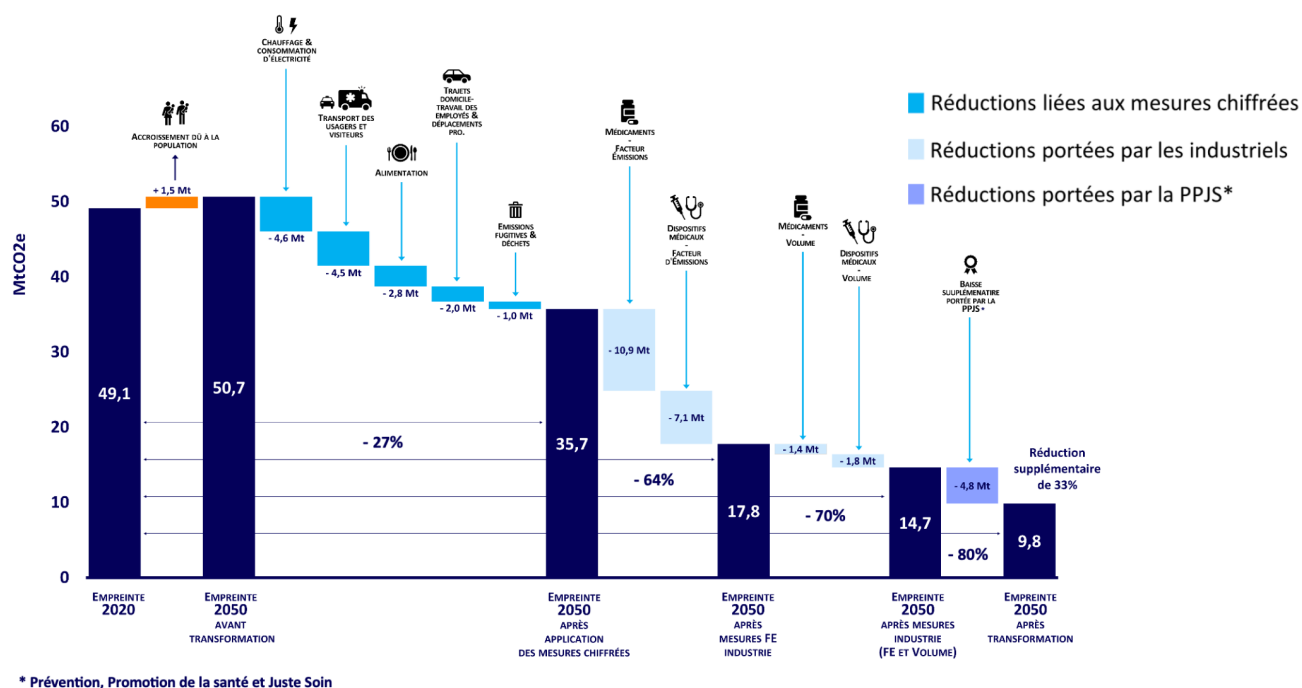
³³ Définie comme les sollicitations du système de soins par les individus

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.



* Prévention, Promotion de la santé et Juste Soins

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



* Prévention, Promotion de la santé et Juste Soins

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)



Dans ce rapport, qui se concentre précisément sur les médicaments, **nous précisons les émissions de GES liées à la production des médicaments sur la base de flux physiques, et objectivons les hypothèses de décarbonation des industries de santé.**

L'objectif est de **déterminer de quelle manière l'objectif de réduction de 80% des émissions de carbone du secteur de la santé peut être atteint et à quel point et comment les industries du médicament peuvent y contribuer en décarbonant leurs activités.** Quelle part de cette décarbonation sera laissée à la sobriété des soins (prévention, la promotion de la santé et le juste soin) ? Pour cela, nous :

- **Chiffrons** l'empreinte carbone des consommations de médicaments **grâce à des données physiques et non monétaires** (masse de médicaments, distances pour la logistique, kWh d'électricité pour la production, etc) ;
- **Mettons 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 ;
- **Décrivons et chiffrons le potentiel des différents leviers de décarbonation.**

3) Les industries de santé face à la double contrainte carbone

Les produits issus des industries de santé et notamment du médicament 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 stocks³⁴. 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, il y a 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). **Le changement**

³⁴ Rapport IGAS N°2021-058R, Les vulnérabilités d'approvisionnement en produits de santé, 2021. https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/produits-sante.pdf

climatique est principalement dû aux émissions liées à l'utilisation d'énergies fossiles et aux procédés industriels. 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 ciment³⁵). 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 2030³⁶ au plus tard.

L'épuisement des énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz) nous expose à un risque sur leur approvisionnement, particulièrement pour le pétrole en Europe. 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 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.**

b) Les industries du médicament 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

³⁵ Inclus l'absorption de CO₂ provenant du processus de carbonatation du ciment.

³⁶ 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>



dispositifs médicaux, les emballages³⁷ et comme matière première dans la chimie pharmaceutique^{38 39}, comme nous le confirmerons plus loin dans notre rapport. L'ensemble des plastiques médicaux représentent environ 2% de la consommation totale de plastique mondiale⁴⁰.

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**⁴¹.

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 médicaments⁴².

- **Logistique et chaîne d'approvisionnement**

Comme nous le montrons dans ce rapport, les consommations françaises de médicaments 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 actif⁴³.

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.

³⁷ Health Care Without Harm. Measuring and reducing plastics in the healthcare sector. 2021 Sep p. 72. <https://noharm-europe.org/>

³⁸ 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

³⁹ 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.

⁴⁰ 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/>

⁴¹ Glenn DH. The hidden energy crisis: oil and gas raw materials in medicine. Tex Med. 1976. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1006556/>

⁴² 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>

⁴³ 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>



La vulnérabilité des produits de santé à l'égard du pétrole a d'ailleurs été identifiée dès 1973 à la suite du premier choc pétrolier ⁴⁴.

Or 99% du pétrole consommé en France est importé⁴⁵, 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 français⁴⁶. 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. La forte corrélation entre le prix de certaines matières premières et le prix du pétrole reflète leur dépendance étroite, comme le montre la Figure 4.

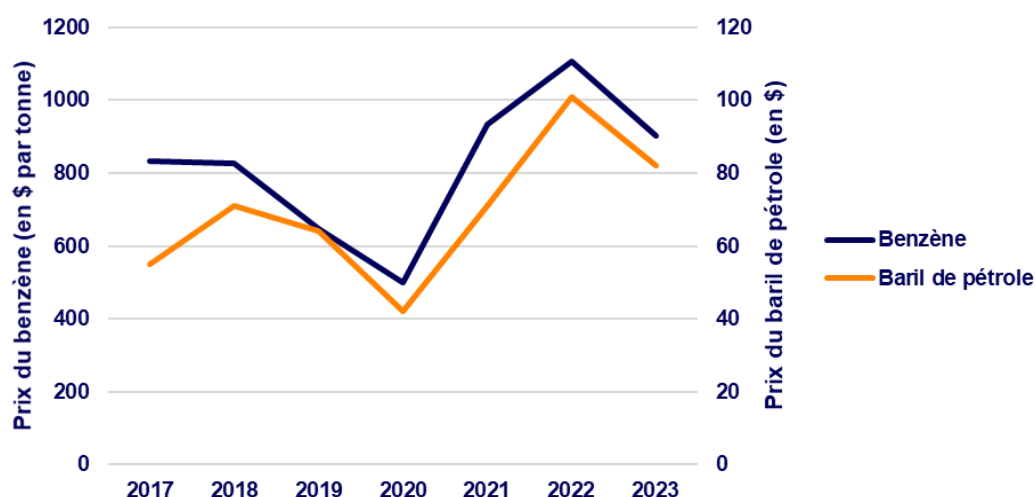


Figure 4 : Evolution du prix du benzène et du baril de pétrole

Source : D'après données INSEE⁴⁷ et Statista⁴⁸

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

⁴⁴ Clark GB, Kline B. Impact of oil shortage on plastic medical supplies. *Public Health Rep.* 1981. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1423862/>

⁴⁵ Ministères Aménagement du territoire et transition écologique, Ressources en hydrocarbures de la France, 2025. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/ressources-hydrocarbures-france>

⁴⁶ 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

⁴⁷ 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>

⁴⁸ Statista, Price of benzene worldwide from 2017 to 2023, 2024. <https://www.statista.com/statistics/1171072/price-benzene-forecast-globally/>

vertes exacerbe la pression sur son approvisionnement⁴⁹, 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 globale⁵⁰. 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 production⁵¹. Les restrictions sur les exportations de certains métaux de terres rares moyens et lourds, y compris le gadolinium, annoncées par Pékin en 2025⁵² pourraient ainsi limiter la disponibilité en équipements d'imagerie fonctionnels.
- **L'hélium**, utilisé pour le refroidissement des aimants supraconducteurs dans les IRM, ressource non renouvelable dont les réserves mondiales sont en déclin. Les pénuries d'hélium, déjà observées ces dernières années⁵³, 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 intervenant 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 menacée⁵⁴. 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 vie⁵⁵.

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

⁴⁹ 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>

⁵⁰ Future Market Insight, Gadolinium Market Outlook from 2024 to 2034. 2024.

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

⁵¹ Zhao G. et al., Assessing gadolinium resource efficiency and criticality in China. 2023.

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

⁵²

https://www.huffingtonpost.fr/international/article/apres-les-droits-de-douane-de-trump-la-chine-va-imposer-une-surtaxe-de-34-sur-les-importations-americaines_248409.html

⁵³ DG Trésor, Le Qatar et l'hélium, 2023. <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2023/04/18/le-qatar-et-l-helium>

⁵⁴ Aurora, <https://www.aurora-sterilisation.com/industries/>

⁵⁵ Commission canadienne de sûreté nucléaire, 2017.

<https://www.cnsccs.gc.ca/fra/resources/research/technical-papers-and-articles/2017/candu-reactors-long-term-operation-and-refurbishment/>



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 semaines⁵⁶. Rappelons que l'île, particulièrement exposée aux dérèglements climatiques, abrite 116 sites de production dédiés aux industries de santé⁵⁷. 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 monde⁵⁸.

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^{59, 60}. 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 catastrophe⁶¹. 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 pays⁶².

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. Les sites de production français sont également exposés aux risques climatiques.** D'après les données du site Géorisque, 45% des sites de production pharmaceutique français se situent dans des territoires à risque important d'inondation. D'autre part, 87% des sites de production français sont concernés par le phénomène de retrait-gonflement des argiles. En effet, les terrains argileux peuvent voir leur volume varier si leur teneur en eau varie, par exemple après de fortes pluies ou une période de sécheresse. Ces variations de volume

⁵⁶ 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/>

⁵⁷ Elizabeth Plaza, Top Entrepreneurial Sectors: Manufacturing and Pharmaceutical Sector. 2020. <https://camarapr.org/PRC2020/speakers/PP/14-PP-Elizabeth-Plaza.pdf>

⁵⁸ Invest Puerto Rico, BioScience Industry in Puerto Rico. 2021. https://www.investpr.org/wp-content/uploads/2021/11/IPR_BioscienceSectorProfile_11.20.2021_FINAL.pdf

⁵⁹ 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>

⁶⁰ CNBCTV18.com, Chennai Floods: Natco Pharma temporarily shuts down API plant in Manali Industrial area, 2023. <https://www.cnbctv18.com/business/chennai-floods-natco-pharma-temporarily-shuts-down-api-plant-in-manali-industrial-area-18512511.htm>

⁶¹ 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/>

⁶² Chris Newmarker, Baxter among medtech companies affected by Hurricane Helene, 2024. <https://www.medicaldesignandoutsourcing.com/baxter-among-medtech-companies-affected-by-hurricane-helene/>

peuvent atteindre une amplitude assez importante pour endommager les infrastructures localisées sur ces terrains (Figure 5).

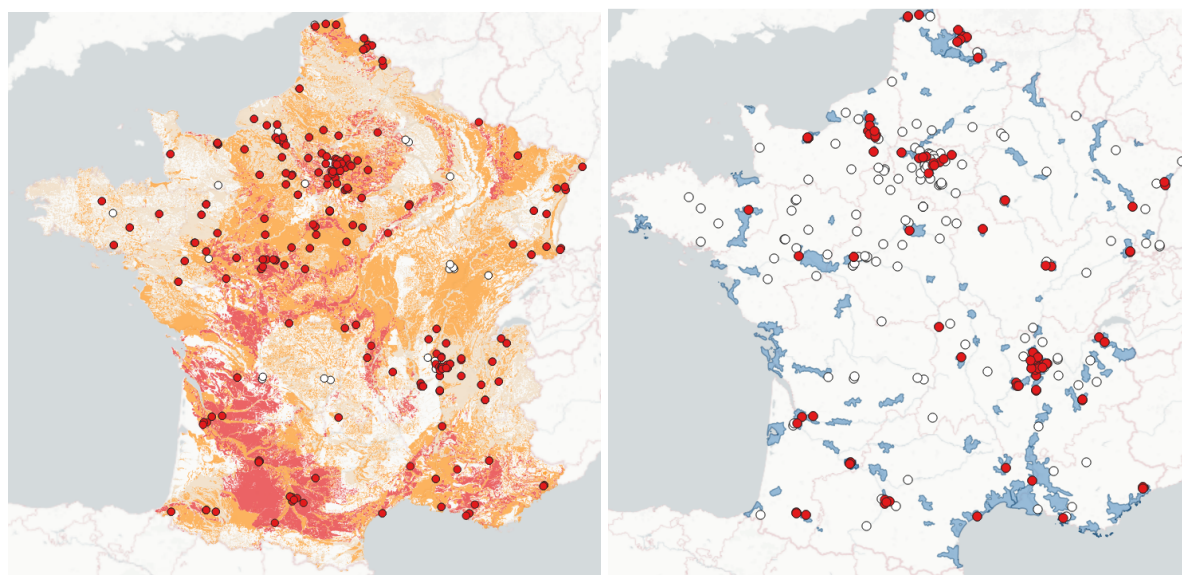


Figure 5 : Sites de production pharmaceutique français (points rouges) exposés à deux risques climatiques : retrait-gonflement des argiles (à gauche) et inondation (à droite).

Sources : The Shift Project 2025 avec données Géo Risque.gouv

De la même manière, une étude de l'Assistant Secretary for Planning and Evaluation américain a montré que plus de **27% des sites de productions de dispositifs médicaux aux Etats-Unis étaient situés dans des zones à risque “très élevé” ou “relativement élevé” face aux catastrophes naturelles**⁶³. Ainsi, peu de régions semblent totalement épargnées par les événements climatiques.

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”*.

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%⁶⁴. **La vulnérabilité de l'approvisionnement en produits de santé, déjà réelle, sera amenée à s'accroître sans mesures d'adaptation et d'atténuation concrètes.**

⁶³ 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>

⁶⁴ 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/>

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 eaux⁶⁵. Les inondations et tempêtes vont endommager les centres de stockage ou ralentir les approvisionnements 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**⁶⁶, qui va impacter la demande en produits de santé ;
- Les vagues de chaleur qui impliquent notamment une baisse de productivité⁶⁷, et une augmentation du recours au système de soins⁶⁸.

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"^{69 70},

⁶⁵ 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>

⁶⁶ 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>.

⁶⁷ 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/>

⁶⁸ Santé Publique France. Bilan canicule et santé : un été 2023 marqué par 4 épisodes de canicule, avec un impact sanitaire important

https://www.google.com/url?q=https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2024/bilan-canicule-et-sante-un-ete-2023-marque-par-4-episodes-de-canicule-avec-un-impact-sanitaire-important&sa=D&source=docs&ust=1749559745668808&usq=AOvVaw3PN0usXscC6AT_9kuh6RhM

⁶⁹ 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>

⁷⁰ 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/>

phénomène brutal qui provoque des centaines de crises d'asthme graves, déjà observé en Île-de-France en juin 2023).

Ces conséquences mettent en évidence la dépendance du secteur des industries de santé à un ensemble d'autres secteurs.

4) Les interactions avec les autres secteurs

La décarbonation des industries de santé dépend des autres secteurs : 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", les industries de santé ne peuvent pas être pensées isolément et dépendent d'autres secteurs, qu'ils soient médicaux ou non. Par exemple :



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.



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 et de la pêche 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, dans les usines (chauffage, appareils, machines-outils, etc.) ou en dehors, et véhicules 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 françaises 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.

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)⁷¹ 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-économique⁷².

Notre objectif ici n'est pas de faire une liste exhaustive de ces différentes initiatives mais de présenter celles ayant de fortes similitudes avec ce rapport :

- **La méthode d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments portée par l'État⁷³** : Celle-ci prend la forme d'un guide méthodologique et d'une matrice de calcul de l'empreinte carbone. Tout comme ce rapport du Shift, cette méthodologie vise à mettre la lumière sur des catégories d'émissions amont concernant la chaîne de valeur du 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" des industries du médicament tandis que le projet présenté ici s'intéresse aux émissions produit par produit. Autrement dit, l'un vise à estimer les émissions des industries du médicament et l'autre vise à proposer des analyses de cycle de vie des médicaments. Cependant, ces travaux nous ont fourni des données précises pour évaluer l'empreinte carbone des industries du médicament.
- **Feuille de route de décarbonation de la filière des industries de santé, comité stratégique de filière (CSF) Industries et technologies de santé⁷⁴** : Cette feuille de route pour l'ensemble de la filière des industries de santé identifie les moyens et les dispositifs à mettre en œuvre pour la décarbonation de la production et de la logistique des produits de santé. 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. Cependant, cette feuille de route nous a permis d'identifier des leviers de décarbonation.

⁷¹ La 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](#)

⁷² [Feuille de route santé-environnement](#)

⁷³ <https://www.entreprises.gouv.fr/la-dge/publications/methodologie-devaluation-de-lempreinte-carbone-des-medicaments>

⁷⁴ <https://www.entreprises.gouv.fr/secteurs-dactivite/industrie/les-comites-strategiques-de-filiere/la-filiere-sante>

- **Plan de décarbonation du Leem⁷⁵** : En 2022, le Leem a réalisé une étude⁷⁶ 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 2023⁷⁷ 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 durable⁷⁸ orchestre la mise en œuvre de ce plan de décarbonation au sein des entreprises du secteur.

Ce plan se distingue de notre projet par son périmètre, ses leviers et ses cibles. Notre projet intègre l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement des médicaments, de la production à la fin de vie, afin d'identifier l'origine complète des émissions. Par ailleurs, certains leviers proposés par ce plan visent à inciter les fournisseurs à décarboner. Le Shift vise quant à lui, à identifier les leviers physiques de décarbonation sur toute la chaîne de valeur. Cependant, ces travaux nous ont permis d'identifier des leviers de décarbonation.

- **Travaux réalisés par Ecovamed⁷⁹** : Ecovamed est une Jeune Entreprise Innovante (JEI) dont l'objectif est de contribuer 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'émissions⁸⁰ de plusieurs milliers de médicaments sous forme orale solide. L'entreprise 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. Leurs travaux ainsi qu'un partenariat en nature réalisé dans le cadre de ce projet nous ont permis d'affiner nos hypothèses et d'évaluer l'empreinte carbone associée à la production des principes actifs.
- **Outil Carebone de l'AP-HP⁸¹** : L'AP-HP a voulu donner plus de clés aux soignants pour aider à la décarbonation de ses hôpitaux. Elle a créé un outil⁸² 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.

L'outil est encore une fois complémentaire à notre rapport et il nous a permis d'affiner nos hypothèses de modélisation.

⁷⁵ <https://www.leem.org/publication/transition-ecologique-decarbonation-emballages-en-plastique-usage-unique-le-secteur>

⁷⁶ <https://www.Leem.org/publication/transition-ecologique-decarbonation-emballages-en-plastique-usage-unique-le-secteur>

⁷⁷ Plan de décarbonation du Leem,

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

⁷⁸ https://www.legifrance.gouv.fr/conv_coll/id/KALITEXT000048953805/?idConteneur=KALICONT000005635184

⁷⁹ <https://www.ecovamed.com/>

⁸⁰ Database, <https://www.ecovamed.com/#pricing>

⁸¹ <https://www.aphp.fr/professionnel-de-sante/careboner-un-outil-pour-decarboner-le-soin-mis-la-disposition-de-tous-les>

⁸² <https://www.aphp.fr/professionnel-de-sante/careboner-un-outil-pour-decarboner-le-soin-mis-la-disposition-de-tous-les>

En plus de celles citées précédemment, de nombreuses autres initiatives et publications ont alimenté nos travaux. Ces dernières sont citées tout au long de ce rapport. Notons cependant que certaines études ont particulièrement servi dans le cadre de ce rapport pour identifier des actions concrètes de décarbonation. C'est le cas par exemple :

- D'une étude produite par le Leem avec le cabinet PwC intitulée « **Agir pour se décarboner et économiser l'énergie** ». Un site internet est d'ailleurs dédiée à cette étude⁸³,
- Du rapport “**Decarbonization Playbook for the Pharmaceutical Industry**” d'Accenture et PSCI⁸⁴,
- Du rapport “**Decarbonising healthcare supply chains**” de la sustainable market initiative⁸⁵.

⁸³ <https://www.opti-energie-leem.org/>

⁸⁴ <https://pscinitiative.org/resource?resource=2573>

⁸⁵ <https://a.storyblok.com/f/109506/x/c8d17852a1/smi-hstf-supply-chains-whitepaper.pdf>





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 quelle est l'importance des différents postes d'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, nous étudions chaque étape du cycle de vie du médicament que nous complétons avec l'ensemble des activités jouant un rôle plus ou moins direct dans sa production : R&D, activités siège, activités terrain, etc.

Aussi, la première étape de notre projet consiste à **estimer le volume de médicaments produits pour être consommés en France** ainsi que l'ensemble des intrants nécessaires à cette production (Étape 1). Cela permet ainsi de préciser un élément essentiel concernant notre périmètre : **nous excluons de notre analyse les médicaments produits en France mais ensuite exportés.**

Cette section présente en détail la méthodologie adoptée pour réaliser les 3 étapes décrites. 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 ;
- La méthode suivie pour quantifier le potentiel de décarbonation des industries du médicament et identifier des leviers pour y parvenir ;
- Les différents scénarios de modélisation explorés.

A) Périmètre

D'un point de vue temporel, nous utilisons des données de consommation de médicaments de 2023 pour estimer les émissions de gaz à effet de serre. Aussi, **même si notre rapport est publié en 2025, nous prenons comme année de référence 2023.**

1) Définitions générales

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 pharmacologique⁸⁶, immunologique⁸⁷ ou métabolique⁸⁸".*

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 actif⁸⁹

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 goût⁹⁰.

⁸⁶ 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.

⁸⁷ Le mécanisme d'action du médicament interagit avec le système immunitaire.

⁸⁸ 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.

⁸⁹ On utilise souvent le terme d'API (active pharmaceutical ingredient) pour parler du principe actif.

⁹⁰ 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.

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 médicament⁹¹.

D'après une étude publiée dans le *British Journal of Anaesthesia*⁹², 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. Ses rôles sont nombreux : stabilité et efficacité du produit, sa traçabilité, l'information consommateur, etc. En effet, 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** constituent la grande majorité des matériaux de conditionnement primaire. Il en existe une grande diversité (PET, PP, PE, PVC, 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

-
- 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.
 - 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).

⁹¹ Ministère de la Santé, Soins et maladies, Médicaments, Glossaire, [Forme pharmaceutique](#)

⁹² 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

plusieurs tubes), et la notice, placée dans l'étui. Il est essentiellement composé de **papier et de carton**.

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 primaire⁹³.

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 (2023)**.

Par conséquent, dans notre quantification, **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 impliqués dans la production de produits 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 :

⁹³ [Article R5143-4 - Code de la santé publique - Légifrance](#)

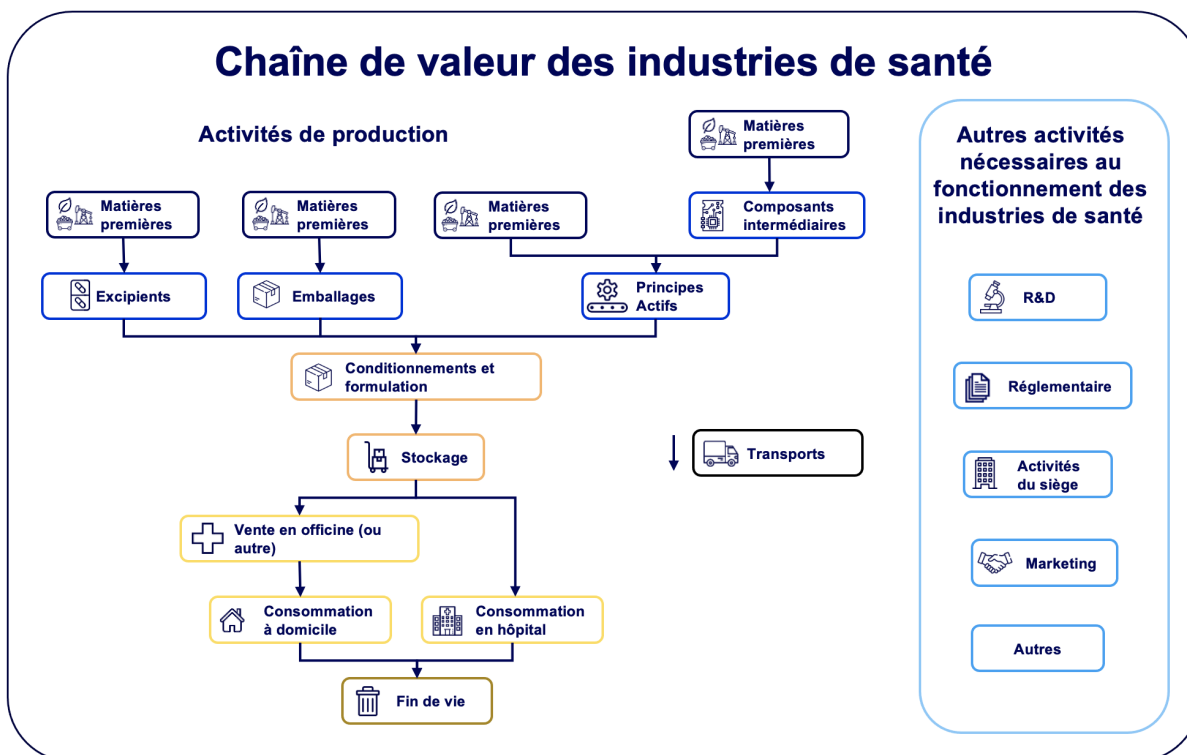


Figure 6 : Schéma simplifié de la chaîne de valeur des industries du médicament.

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 (principes actifs, 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 propres⁹⁴ donnant alors lieu à un surplus d'émissions en raison des consommations énergétiques associées⁹⁵. 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). Par exemple, cette méthode de travail, qui pourtant serait très précise

⁹⁴ Environnement à contamination contrôlée. L'objectif de la salle propre 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.

⁹⁵ La consommation d'électricité des salles propres dédiés à la production pharmaceutique en France est estimée à 3,29 TWh par an, soit 260 ktCO₂e.. Source "Performance énergétique en ambiances propres", ASPEC. Le facteur d'émissions "Électricité/mix moyen" de l'ADEME a été utilisé pour estimer les émissions.

dans le cadre de notre projet, nécessiterait d'avoir accès aux ACV des quelques 100 000 produits chimiques disponibles à la vente⁹⁶ pour les médicaments chimiques.

Enfin, il est important de noter que les industries du médicament **s'appuient sur un écosystème d'activités corporatives** (fonctions sièges et terrain)⁹⁷ **et de R&D** 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&D⁹⁸.
- **Les fonctions siège** englobent une grande diversité de métiers, tels que les activités médicales, l'accès au marché, le marketing, les affaires réglementaires, la pharmacovigilance, etc. Elles jouent un rôle crucial dans le cycle de vie du médicament en contribuant notamment à la mise sur le marché, à la conformité réglementaire, à la sécurité ou encore la promotion. A titre d'exemple, les industries de santé consacrent en moyenne un budget de 2,2% de leur chiffre d'affaires au marketing digital⁹⁹.
- **Les fonctions terrain comprennent** notamment les forces de ventes, les MSLs (Medical Science Liaison) ou encore les responsables grands comptes. Elles contribuent également au cycle de vie du médicament.

Ainsi, notre périmètre vise à tenir 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 corporatives et de R&D**.

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 produits pour être consommés en France sur une année (médicaments chimiques¹⁰⁰, médicaments biologiques¹⁰¹, etc).

⁹⁶ Jiménez-González et al, The evolution of life cycle assessment in pharmaceutical and chemical applications—a perspective, Green Chem., 2014, 16, 3392

⁹⁷ Dans la suite du rapport, la terminologie d'activités corporatives fera référence aux activités sièges et terrains des industries du médicament qui ne sont pas directement impliqués dans les activités de production et de R&D des médicaments.

⁹⁸ 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>

⁹⁹ Gartner 2013

¹⁰⁰ Les médicaments chimiques sont des médicaments dont les principes actifs sont généralement produits par synthèse chimique via des procédés de chimie organique industriels. 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.

¹⁰¹ 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.

B) Estimation des consommations en France

Comme détaillé dans la section précédente, notre étude se concentre sur la production des médicaments destinée à la **consommation humaine 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")¹⁰², et les masses de principes actifs, d'excipients et d'emballages associées. Les sources de consommations intégrées à l'étude sont détaillées ci-dessous.

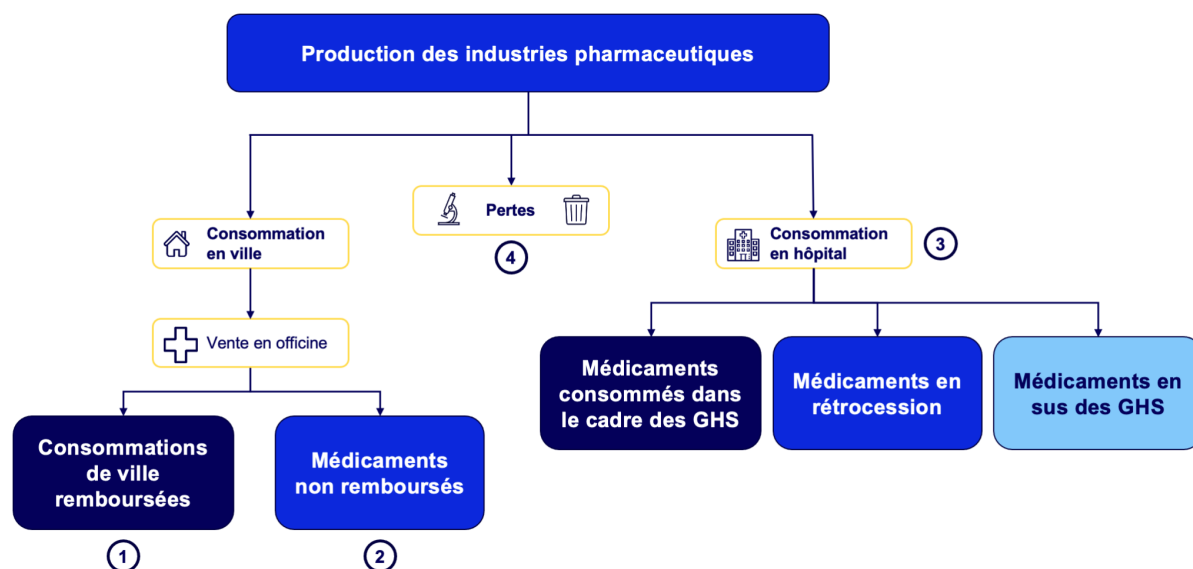


Figure 7 : Les différents modes de consommation des médicaments en France¹⁰³
Source : The Shift Project

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'euros¹⁰⁴. Les données détaillées du nombre de boîtes vendues en 2023 ont été utilisées et sont disponibles dans la base de données "Open Medic" de la CNAM¹⁰⁵.

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

¹⁰²Une présentation est définie par les éléments suivants : sa dénomination, sa forme pharmaceutique, son dosage, son conditionnement et la contenance de son conditionnement

¹⁰³ Nous tenons compte des consommations de médicaments dans les structures médico-sociales. En outre, il s'agit d'une représentation simplifiée. La rétrocession n'est par exemple pas vraiment une consommation hospitalière.

¹⁰⁴ 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>

¹⁰⁵ 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>

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'euros¹⁰⁶. 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

Cette catégorie comprend les médicaments dispensés à l'hôpital dans le cadre des GHS¹⁰⁷, au titre de la liste en sus¹⁰⁸ et les médicaments de rétrocession¹⁰⁹. Ces médicaments représentaient en 2018 un chiffre d'affaire d'environ 7,6 milliards d'euros¹¹⁰. Les données détaillées du nombre de boîtes vendues en 2023 ont été estimées à l'aide de l'enquête "Achat et consommation de médicaments à l'hôpital - Edition 2023" 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 consommation¹¹¹ et ce, pour de multiples raisons : production non conforme, échantillons réservés au contrôle de la qualité ou la mise en stabilité, péremption, pertes, 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**

¹⁰⁶ 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>

¹⁰⁷ "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>

¹⁰⁸ 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.

¹⁰⁹ Les médicaments en "rétrocession" désignent des produits de santé délivrés par les pharmacies hospitalières directement aux patients en dehors de leur hospitalisation.

¹¹⁰ DREES, Les dépenses de santé en 2018, éd. 2019. <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2021-03/13-16.pdf>

¹¹¹ Donc était produite mais pas autorisée à être vendue

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.

Nous fixons une valeur 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%¹¹² pour les principes actifs (issues d'entretiens auprès de professionnels du secteur) et pour les excipients.

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 avons ensuite multiplié les quantités de boîtes produites par les quantités de médicaments par boîte. Puis, sur la base des masses unitaires, nous en avons déduit les masses de principes actifs, d'emballages et d'excipients associés.

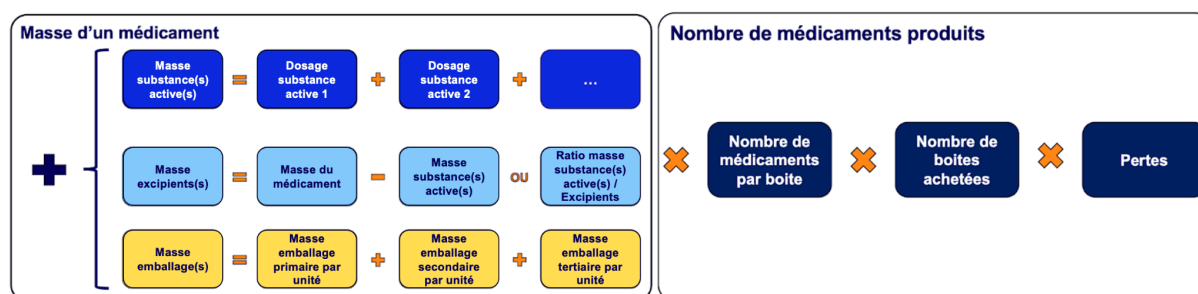


Figure 8 : Schéma simplifié de la méthodologie suivie pour estimer les masses de médicaments produits pour répondre à la consommation française¹¹³

Source : The Shift Project 2025

Plus de détails concernant les méthodologies, les hypothèses et les sources utilisées sont disponibles en [annexe](#). Mais, pour résumer, nous avons suivi la méthodologie illustrée en Figure 8 pour en déduire les masses d'excipients, de principes actifs, d'emballages et de déchets produits et traités.

Encadré 3 : Un exemple ?

Nombre de boîtes et d'unités : En 2023, 58 388 555 boîtes de doliprane 1000 mg ont été vendues en France, que ce soit en ville ou à l'hôpital. Chaque boîte contient 8 gélules. Aussi 467 108 440 gélules ont été vendues. Enfin, en tenant compte de 5% de pertes de boîtes tout au long de la chaîne de valeurs, nous considérons que 490 463 862 gélules ont été produites pour répondre à la consommation française.

Masse de principe actif : Chaque gélule contient 1000 mg de paracétamol. En tenant compte de 5% de pertes lors de la production de principes actifs, nous considérons que 515 tonnes de paracétamol ont été produits

¹¹² Ces ordres de grandeur ont pu être validés au cours d'entretiens réalisés avec des industriels ainsi que pendant les ateliers organisés lors de la publication intermédiaire le 16 janvier 2025.

¹¹³ La masse d'emballage primaire par unité correspond par exemple à la masse d'un blister divisé par la quantité de comprimés contenus dans ce blister.

Masse d'excipients : Pour ce cas précis, les données du CHRU de Nancy¹¹⁴ nous donnent une masse totale par gélule de 1156 mg soit une masse d'excipient de 156 mg par unité. Toujours en prenant 5% de pertes, cela nous donne une production d'excipients de 77 tonnes d'excipients.

Masse d'emballages : D'après la base de données publique des médicaments de l'ANSM¹¹⁵, l'emballage de cette spécialité est "plaquette(s) thermoformée(s) PVC-Aluminium de 8 gélule(s)". Pour les plaquettes, nous considérons une notice de 2,4 g, une masse d'emballage secondaire de 320 mg par gélule et une masse d'emballage primaire de 275 mg par gélule.

Nous considérons 2% de pertes au cours de la production des notices et des emballages secondaires et 25 % de pertes pour la production des plaquettes. Au total, 466 tonnes d'emballages sont produits.

Enfin, les sources utilisées pour cette méthodologie et le format de la base de données sont décrits dans la Figure 9.

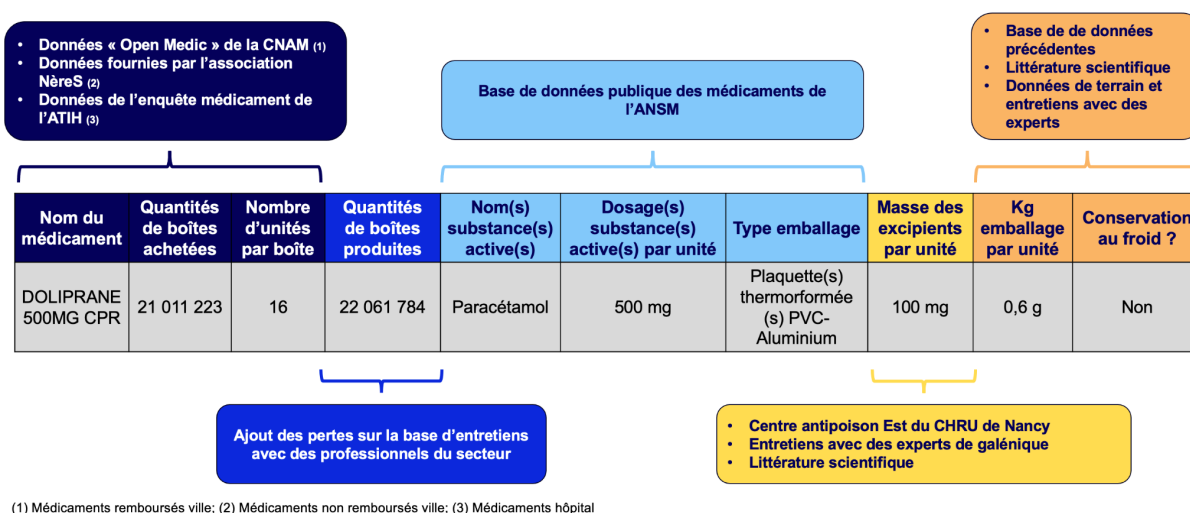


Figure 9 : Schéma simplifié des données essentielles structurées dans notre base de données et explicitation des sources principales permettant sa construction - illustration avec l'exemple du Doliprane 500 mg sous forme de comprimé¹¹⁶

Source : The Shift Project 2025

Pour des raisons de confidentialité de certaines données, la base de données brute n'a pas pu être publiée. Nous avons tout de même produit une version agrégée de cette base qui est disponible en [annexe de ce rapport](#).

Encadré 4 : Notions de nomenclature

¹¹⁴ 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 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.

¹¹⁵ Ministère de la Santé, [Base de données publique des médicaments](#)

¹¹⁶ "Emballage" fait ici référence aux emballages primaires et secondaires.

Dans notre étude, nous avons exploité plusieurs sources de données sur la consommation de médicaments, en nous appuyant sur des codes standardisés pour croiser les informations. Les médicaments y sont identifiés à différents niveaux : la spécialité pharmaceutique, définie par un principe actif, un dosage, une forme galénique et un fabricant, est identifiée par un code CIS. Chaque spécialité peut se décliner en plusieurs présentations (variantes de conditionnement), chacune repérée par un code CIP, initialement en version 7 chiffres (CIP7), aujourd'hui remplacée par le CIP13. En parallèle, la classification ATC organise les médicaments selon une hiérarchie allant de l'organe ciblé (niveau 1) à la substance chimique (niveau 5), permettant de regrouper des médicaments selon leurs usages thérapeutiques, leurs propriétés pharmacologiques ou chimiques. Un même principe actif peut ainsi être associé à plusieurs codes ATC, selon les usages cliniques qui en sont faits. Plus de précisions sur ces nomenclatures sont disponibles en [annexe](#).

C) Evaluation énergie-carbone

Nous détaillons ci-dessous la méthodologie utilisée afin d'estimer l'empreinte carbone des processus de production des industries du médicament ainsi que la méthodologie suivie pour les émissions induites par les activités corporatives et de R&D. Nous distinguons ces deux sources d'émissions car la prise en compte de ces activités nécessite une approche méthodologique spécifique.

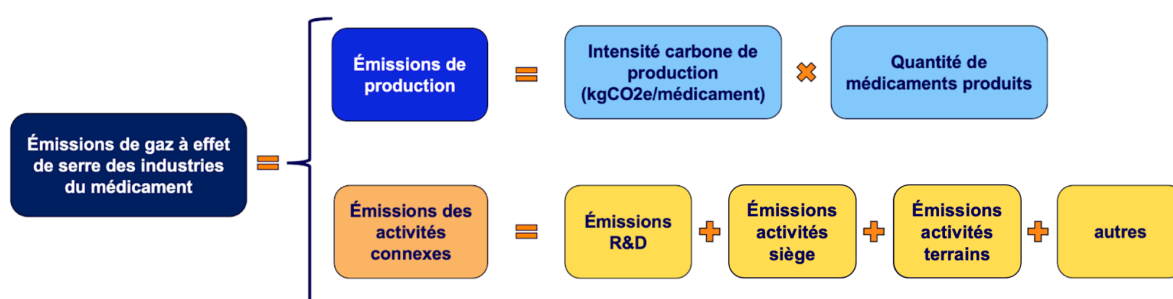


Figure 10 : Schéma simplifié de la méthodologie suivie

Source : The Shift Project 2025

1) Méthodologie générale : émissions de production des médicaments

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



Les **données d'activités** se réfèrent aux quantités physiques (masses de principes actifs, nombre de kilomètres parcourus pour la logistique, kWh consommés pour la production, etc) des processus impliqués tout au long de la chaîne de valeur du médicament, tandis que les

facteurs d'émissions permettent de convertir ces données en équivalents CO₂ sur la base notamment des quantités de combustibles fossiles consommés. En somme c'est le nombre d'unités observées multiplié par l'intensité carbone (ou la quantité de carbone dépensé) par unité produite.

Encadré 5 : Un exemple ?

Lors de l'étape de formulation et de conditionnement des médicaments sous forme orale solide, nous retenons une consommation d'électricité de 0,186 kWh/boîte¹¹⁷. Nous faisons également l'hypothèse que 75 % de la formulation a lieu en Europe, 16% en Asie et 9% en Amérique du Nord. Cela donne alors un facteur d'émission moyen de l'électricité de 475 gCO₂e/kWh et donc des émissions par boîte de 88 gCO₂e/boîte. Il ne nous reste plus qu'à multiplier les émissions par boîte par les quantités de boîtes de médicaments sous forme orale solide.

Pour chaque étape de production de la chaîne de valeur, nous avons défini le périmètre des données d'activité à prendre en compte afin d'être exhaustif sans réaliser de doubles comptes.

Encadré 6 : Un exemple ?

Toujours pour l'étape de formulation et de conditionnement, si nous prenons en compte, par exemple, les émissions liées à l'énergie, à la construction de l'usine, aux déplacements domicile travail et aux fuites de fluides frigorigènes, nous excluons volontairement une partie de la matière première. En effet, nous considérons que les matières premières de la formulation correspondent en large partie aux principes actifs et aux excipients dont les émissions sont déjà prises en compte à d'autres étapes de la chaîne.

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 (principes actifs, 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 de vie 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

¹¹⁷ Les sources, méthodologies et hypothèses utilisées sont détaillées dans le [rapport technique Annexe](#).

- **Des émissions liées à l'usage des gaz médicaux** : émissions provenant par exemple des gaz propulseurs utilisés dans certains inhalateurs.

2) Méthodologie générale : activités corporatives et de R&D

Contrairement aux autres étapes de la production des médicaments, la méthodologie utilisée pour estimer les émissions liées à la R&D et aux activités corporatives s'appuie en partie sur l'utilisation de facteurs d'émissions monétaires et les rapports RSE des industries de santé. Notez qu'il s'agit des seules étapes pour lesquelles des facteurs d'émissions monétaires ont été utilisés pour estimer certaines émissions de gaz à effet de serre.

Plus précisément, concernant les activités R&D, nous n'avons pas été en mesure de réaliser une analyse détaillée en raison de la diversité des activités qu'elle représente. Nous avons donc retenu un facteur d'émission monétaire de 0,066 kgCO₂e/€, issu de la publication de Piffoux et al. (2024)¹¹⁸, qui couvre les émissions associées aux activités de recherche et développement ainsi qu'aux frais de vente, généraux et administratifs (SG&A). Cette estimation repose sur l'analyse de 24 rapports CDP (Carbon Disclosure Project) publiés par des laboratoires pharmaceutiques.

De plus, grâce à une collaboration avec les équipes d'Ecovamed, il a été possible d'estimer que les activités de R&D représentent entre la moitié et les deux tiers¹¹⁹ de ce facteur, soit 0,038 kgCO₂e/€. Ce ratio nous a permis de calculer les émissions de gaz à effet de serre liées à la R&D en appliquant ce facteur au chiffre d'affaires annuel 2023 des industries du médicament en France (hors exportations). Cette méthode permet d'estimer les émissions globales liées à la R&D mais ne permet pas de comprendre d'où elles proviennent exactement (des équipements ? des essais cliniques ? de l'informatique ? Des déplacements, etc). Aussi, il serait intéressant de mener par la suite une étude détaillée de ces activités.

S'agissant des activités corporatives, nous avons utilisés plusieurs méthodologies pour estimer les émissions carbone :

- **Émissions des scopes 1,2 et 3 (uniquement pour les déplacements domicile travail et les déplacements professionnels)** liées aux activités corporatives via l'analyse des rapports RSE de 12 laboratoires pharmaceutiques représentant 25 % du chiffre d'affaires mondial du secteur. Nous avons donc pu réaliser une d'extrapolation des résultats à l'échelle de l'ensemble du marché mondial.
- **Émissions en lien avec la construction des bâtiments et fuites frigorigènes** à partir du nombre d'employés en France et d'une surface moyenne par employé¹²⁰.
- **Concernant les achats de biens et services en lien avec les activités corporatives**, les données issues de la base INSEE 2021 pour l'industrie pharmaceutique ont été mobilisées. Ces dépenses ont ensuite été converties en émissions de gaz à effet de serre à l'aide des facteurs d'émission monétaires définis dans la Méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments de l'État¹²¹.

¹¹⁸ Piffoux et al. Journal of Cleaner Production 475 (2024) 143576

¹¹⁹ Nous avons retenu 58 %.

¹²⁰ Piffoux et al. Journal of Cleaner Production 475 (2024) 143576

¹²¹ DGE, Méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments.

<https://www.entreprises.gouv.fr/la-dge/publications/methodologie-devaluation-de-lempreinte-carbone-des-medicaments>



Ces émissions ont ensuite été ramenées au périmètre national en utilisant le chiffre d'affaire national de l'industrie pharmaceutique versus le chiffre d'affaire mondial, soit 2,9% en 2023.¹²²

3) Périmètre d'évaluation

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

Catégorie d'émissions	Détail des activités associées
 Matières premières	Extraction et transformation des matières premières utilisées pour la production des principes actifs, des excipients et des emballages
 Production des API, des excipients et des emballages	- Consommations d'énergie sur les sites de production (fabrication, assemblage, salles propres, etc.). - Émissions de procédés - Immobilisations nécessaires à la production
 Formulation et conditionnement	- Consommations d'énergie sur les sites de production (fabrication, assemblage, salles propres, etc.). - Émissions de procédés - Immobilisations nécessaires à la production
 Usage	Émissions des inhalateurs et des gaz médicaux anesthésiants
 Fin de vie	Incinération, enfouissement et recyclage des déchets (emballages et médicaments non utilisés).
 Logistique	Élimination ou recyclage des déchets (emballages, médicaments non-utilisés, etc)
 Autres activités non liées à la production	Émissions corporatives, émissions de R&D, etc

Figure 11 : Tableau récapitulatif des postes d'émissions étudiés

Source : The Shift Project

Autrement dit, 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 de principes actifs, 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 données d'activités (km parcourus pour la logistique, kWh d'électricité consommés pour la production et le stockage ou encore pour la recherche et développement, tonnes de déchets produits par type de déchets, mètres carrés d'usines construites, etc.).

¹²² Leem. (2024). Le marché pharmaceutique. <https://www.leem.org/le-marche-pharmaceutique>



Pour y parvenir, 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*¹²³).
- **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 contribution ont enrichi 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, masses d'emballages, 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 la composition 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 françaises¹²⁴, des données de parts modales des importations d'*Eurostat*¹²⁵, ainsi que des données de consommation d'énergie d'*Open Data Grd*¹²⁶.
- **Les initiatives** : existantes décrites dans la partie 1 de ce rapport.

b) Facteurs d'émissions

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

- **Ecoinvent®**¹²⁷ : référence internationale en matière de données ACV, offrant des FE détaillés, concernant notamment les matières premières et les procédés industriels.
- **Base Empreinte**¹²⁸ : 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 d'énergies fossiles utilisées et des émissions des autres gaz à effet de serre, en tenant compte des spécificités techniques et géographiques des procédés analysés.

¹²³ Drew J & Rizan C., HealthcareLCA Database, 2022. healthcarelca.com/database

¹²⁴ Douanes françaises, Données publiques, 2024. <https://www.douane.gouv.fr/la-douane/opendata>

¹²⁵ Eurostat, Extra-EU trade since 2000 by mode of transport, by HS2-4-6, 2024, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/>

¹²⁶ 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-agregee-commune/table/>

¹²⁷ Ecoinvent®, <https://ecoinvent.org/>

¹²⁸ ADEME, Base Empreinte. <https://base-empreinte.ademe.fr/>

D) Identification et quantification des leviers de décarbonation

L'objectif final de notre projet est d'identifier un ensemble de leviers et d'actions concrètes à mettre en place par le secteur et de quantifier leur potentiel de décarbonation.

Dans la sémantique du Plan de Transformation de l'Économie Française du Shift, un "levier" fait appel à une grandeur physique sur laquelle on peut jouer pour la décarbonation. Il s'agit généralement d'un concept assez large. Par exemple : "électrification des moyens de production des principes actifs".

Dans cette partie, nous allons développer la méthode utilisée pour identifier les leviers de décarbonation et chiffrer leur potentiel.

1) Méthodologie générale

a) Identification des leviers et actions concrètes

Pour chaque étape de la chaîne de valeur du médicament ainsi que pour les activités corporatives et de R&D, nous avons identifié les différentes sources d'émissions de gaz à effet de serre (consommations d'électricité, de vapeur, émissions de procédés, transports, construction des usines, etc). Puis, sur la base de ces résultats, nous en avons déduit les leviers à activer pour décarboner l'étape en question. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur les feuilles de route existants (France Chimie, LEEM, filière pharmaceutique avec le CSF), sur les précédents travaux du Shift concernant l'industrie, sur les ateliers organisés lors de la diffusion du rapport intermédiaire du 16 janvier 2025, sur des entretiens réalisés avec les acteurs du secteur ainsi que sur une revue précise de la littérature (grise et scientifique).

Enfin, sur la base d'entretiens avec des acteurs du secteur et de revues de la littérature (grise, scientifique), nous avons identifié pour chaque levier des actions concrètes à déployer ainsi que les freins potentiels à leur mise en œuvre. Cela nous a également permis d'identifier des actions "transverses", lesquelles ne concernent pas spécifiquement une étape de la chaîne de valeur mais peuvent s'appliquer à l'ensemble de la filière et ainsi faciliter sa décarbonation.

Par ailleurs, il est important de noter que les leviers explorés peuvent être à la main des industries pharmaceutiques mais aussi à celle des autres filières indirectement impliquées dans la production du médicament (que nous considérons faire partie de notre périmètre). C'est par exemple le cas des leviers concernant le mix électrique d'un pays. C'est également le cas de la décarbonation du plastique pour les emballages où les leviers identifiés concernant la production des résines de plastique (dans de nombreux cas, le levier identifié est alors "décarboner les achats de matières premières pour les emballages").

Ainsi, certains leviers peuvent paraître éloignés du périmètre d'action des producteurs de médicaments mais restent pourtant cohérents avec le périmètre étudié et les objectifs de ce rapport. En effet, examiner comment décarboner la production des médicaments revient à étudier ce que l'ensemble des acteurs impliqués peuvent mettre en place, des industries

elles-mêmes à leurs fournisseurs. Cela souligne l'intérêt d'impliquer l'ensemble des fournisseurs dans ces enjeux.

● Identification des leviers de décarbonation

Par exemple, notre modélisation des émissions de gaz à effet de serre liées à la formulation et au conditionnement nous permet de constater qu'une large part des émissions provient des consommations d'électricité et de gaz. Aussi, baisser l'intensité carbone de l'énergie et réduire le volume d'énergie consommé apparaissent comme d'importants leviers de décarbonation.

Les principaux leviers étudiés dans ce rapport sont :

Étapes	Principaux leviers
 Étapes de production en dehors des emballages	• Efficacité énergétique, • Électrification des moyens de production et décarbonation de l'électricité, • Relocalisation des usines en Europe, • Optimisation des intrants, • Décarbonation des usines : construction, fuites de fluides frigorigènes, déplacements domicile-travail.
 Production des emballages et leur fin de vie	• Ecoconception, • Décarbonation des matières premières (verre, plastique, aluminium, etc) • Augmentation des taux de recyclabilité et de recyclage
 Logistique	• Optimisation des distances (taux de remplissage, etc) • Diminution du recours à l'aérien, • Électrification des camions.
 Usage	• Décarbonation des inhalateurs (poudres sèches, usages de gaz propulseurs à plus faible PRG, etc), • Arrêt de l'utilisation des réseaux de N2O
 Autres activités non liées à la production	• Efficacité énergétique, • Remplacement des chaudières fioul et gaz par des moyens de production moins carbonés, • Décarbonation des transports (visiteurs médicaux et déplacements pour des congrès) • Décarbonation de la R&D et notamment des essais cliniques • Décarbonation des achats de biens et services

Figure 12 : Tableau récapitulant les principaux leviers explorés par étape de la chaîne de valeur du médicament
Source : The Shift Project 2025

● Traduction des leviers en actions concrètes

De nombreuses actions concrètes et les freins associés ont déjà été identifiés dans la littérature ou mis en place par des acteurs du secteur. Par exemple, des feuilles de route de décarbonation comme celle de France Chimie¹²⁹, du LEEM¹³⁰ ou encore de la filière pharmaceutique avec le CSF¹³¹ ont déjà proposé un ensemble d'actions pour décarboner le secteur.

Nous avons ainsi pu décliner les différents leviers proposés en un ensemble d'actions concrètes et, lorsque l'information était disponible dans la littérature, le gain carbone associé.

Encadré 7 : Un exemple ?

Pour compléter le levier "Augmentation des taux de recyclabilité et de recyclage des emballages", nous avons identifié l'action concrète "Substituer 100% des blisters mono PVC/Aluminium par des blister recyclables" dans la feuille de route 3R du LEEM.

¹²⁹ La Chimie réhausse son ambition en matière de décarbonation, France Chimie, <https://www.francechimie.fr/la-chimie-rehausse-son-ambition-en-matiere-de-decarbonation>

¹³⁰ Transition écologique - Décarbonation, emballages en plastique à usage unique : le secteur pharmaceutique s'engage, LEEM, <https://www.leem.org/publication/transition-ecologique-decarbonation-emballages-en-plastique-usage-unique-le-secteur>

¹³¹ Feuille de route de la filière pharmaceutique, volet 1, <https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/Entites/CNI/2023-12-feuille-de-route-decarbonation-pharma.pdf>

b) Quantification du potentiel de décarbonation des leviers à 2050

Après avoir identifié des leviers de décarbonation pertinents et adaptés aux contraintes des industries de santé, nous avons quantifié leur potentiel global de décarbonation sur toute la chaîne de valeur de production des médicaments.

Un levier peut généralement agir à deux niveaux :

- Réduire l'intensité carbone d'un paramètre (par exemple, pour une consommation d'énergie, en réduisant les émissions de GES induites par unité d'énergie consommée) ;
- Diminuer le volume consommé pour un paramètre (par exemple, en diminuant une quantité d'énergie consommée).

Certains leviers peuvent également agir sur les deux aspects.

Encadré 8 : Un exemple ?

Par exemple, pour chiffrer le levier "Électrification des moyens de production", nous avons quantifié les changements engendrés à la fois sur l'**intensité carbone** de l'énergie et sur le **volume** de l'énergie.

Concernant l'**intensité carbone**, cela permet de passer d'un facteur d'émissions du gaz, du pétrole ou du charbon à un facteur d'émissions de l'électricité. Sur le **volume** d'énergie, remplacer une production de vapeur au gaz par une production de vapeur avec une pompe à chaleur électrique permet de bénéficier d'un bien meilleur rendement. En effet, pour produire 1 kWh de chaleur, là où il fallait consommer 1,1 kWh de gaz, une pompe à chaleur ne nécessite plus que 0,33 kWh d'électricité¹³².

Aussi, pour chacun des leviers décrits dans la Figure 12, nous avons estimé leurs effets sur les différents paramètres de notre modélisation des émissions, d'ici 2050. Puis nous avons calculé le bilan carbone des industries avec ces nouvelles données.

La mise en œuvre de cette méthodologie repose avant tout sur la précision de l'estimation des émissions du poste analysé (et donc de nos résultats sur l'empreinte carbone). Par exemple, une estimation basée sur une distance totale et un facteur d'émission moyen ne permettra pas d'identifier et de quantifier les leviers de décarbonation avec autant de finesse qu'une analyse détaillée par zone géographique, mode de transport et taux de remplissage.

Par exemple, si nous savons qu'un produit est transporté sur 6700 km entre l'Inde et l'Allemagne en avion, puis transporté entre l'Allemagne et la France par camion pendant 1000 km avec un taux de remplissage à 80%, cela nous permettra d'évaluer plus précisément les sources de GES et d'identifier plus efficacement les sources de décarbonation.

La méthodologie pose alors la question du degré d'activation de chaque levier.

¹³² Avec un rendement moyen de 90% pour le gaz et un coefficient de performance de 3 pour la pompe à chaleur.

Dans un monde sans contraintes physiques, tout pourrait être neutre en carbone (par exemple avec une production d'énergie très bas carbone et des systèmes de capture et séquestration du carbone résiduel conséquents). Aussi, il est important d'intégrer les enjeux de faisabilité technologique et de capacités des filières à développer d'ici 2050 de telles transformations. Il est également important de tenir compte des enjeux spécifiques aux industries du médicament (respect des normes sanitaires, garantie de la sécurité du médicament, etc). Le tout en tenant compte des compétitions d'usage sur les ressources (tous les secteurs vont chercher à utiliser de l'énergie bas carbone) et des spécificités technologiques de chaque filière (il est techniquement plus compliqué d'électrifier les besoins en chaleur supérieure à 1000 °C que des besoins en chaleur inférieure à 500 °C.)

Pour identifier le potentiel d'activation de chaque levier, nous avons adopté une approche pragmatique en nous basant sur des entretiens avec des acteurs, de la littérature scientifique ou encore des rapports gouvernementaux tout en tenant compte des limites du secteur et des contraintes économiques, humaines et techniques.

Cependant, en l'absence de données précises sur certains aspects, il a parfois été nécessaire de formuler plusieurs hypothèses. C'est pourquoi il est important de rappeler que les résultats présentés ne constituent pas une prédiction : **un scénario n'a pas vocation à décrire l'avenir avec certitude, mais à explorer les effets possibles de l'activation de certains leviers, dans un cadre donné.** Il s'agit d'un outil d'aide à la décision, qui permet de réfléchir aux marges de manœuvre disponibles et aux conditions nécessaires à la transition.

Cela nous a donc amené à proposer une approche par scénario qui nous semble plus transparente et plus informative.

2) Une approche par scénario pour estimer l'évolution des émissions d'ici 2050

a) Description des scénarios

Pour certains leviers, le potentiel de décarbonation dépend de choix stratégiques de la filière ou encore de changements sociétaux. C'est notamment le cas des enjeux de relocalisation ou encore de la décarbonation des mix électriques. En effet, la différence entre une baisse de 40 % ou de 90 % des émissions liées à la production d'électricité en Chine entraîne des impacts très différents sur l'empreinte carbone du secteur.

C'est pour cette raison que nous avons choisi d'explorer plusieurs scénarios, allant d'hypothèses très optimistes à des hypothèses plus prudentes.

Ainsi, nous avons étudié trois scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre entre 2025 et 2050 :

- **Scénario “Sans relocalisation”** : Évolution des émissions de la chaîne de valeur du médicament sans relocalisation et avec une décarbonation avancée de l'électricité¹³³ ;
- **Scénario “Avec relocalisation” - Notre scénario central** : Évolution des émissions de la chaîne de valeur du médicament avec relocalisation partielle et avec une décarbonation avancée de l'électricité ;
- **Scénario “Avec relocalisation et décarbonation très forte de l'électricité”** : Évolution des émissions de la chaîne de valeur du médicament avec relocalisation partielle et avec une décarbonation très forte de l'électricité¹³⁴.

Quels que soient les scénarios envisagés, une large majorité des leviers de décarbonation sont activés de manière similaire.

La figure 13 résume plus précisément les différences entre les scénarios et rappelle, à titre de comparaison, nos hypothèses initiales pour chiffrer l'empreinte carbone.

Nom	Activation des leviers de décarbonation ?	Évolution de l'intensité carbone de l'électricité	Lieu de production des API	Lieu de production des Excipients	Lieu de formulation et de conditionnement
Bilan carbone initial	Non	Aucune	33% Europe 62% Asie 9% Amérique du Nord	67% Europe 33% Asie	75% Europe 16% Asie 9% Amérique du Nord
Scénario “Sans relocalisation”	Oui	Décarbonation avancée	33% Europe 62% Asie 9% Amérique du Nord	67% Europe 33% Asie	75% Europe 16% Asie 9% Amérique du Nord
Scénario central “Avec relocalisation”	Oui	Décarbonation avancée	57% Europe 40% Asie 3% Amérique du Nord	100% Europe	92% Europe 4% Asie 4% Amérique du Nord
Scénario optimiste “Avec relocalisation”	Oui	Décarbonation très forte	57% Europe 40% Asie 3% Amérique du Nord	100% Europe	92% Europe 4% Asie 4% Amérique du Nord

Figure 13 : Tableau récapitulant les différents scénarios de décarbonation étudiés et explicitant les hypothèses principales

Source : The Shift Project, 2025

b) Une modélisation sans projection de l'évolution de la demande

L'évolution des émissions de gaz à effet de serre entre 2025 et 2050 ne dépend pas uniquement de la décarbonation des productions existantes. Elle dépend également de l'évolution :

- **Des médicaments produits** : croissances des médicaments biologiques, des thérapies ciblées, etc. ;
- **De la demande de médicaments** : vieillissement de la population, évolution des maladies chroniques, réduction des sur-prescriptions, etc. ;
- De l'usage du numérique et de l'intelligence artificielle ;

¹³³ L'évolution des émissions associées à la production d'électricité se base sur des projections réalisées par les pays étudiés concernant leur mix électrique d'ici 2050. La décarbonation avancée de l'électricité correspond dans la majorité des cas aux projections des tendances actuelles de décarbonation de l'électricité. Par exemple, pour la Chine, ce scénario correspond à une baisse de 57% de l'intensité carbone de l'électricité et se base sur le scénario BLS suivant :

https://usercontent.one/wp/www.cet.energy/wp-content/uploads/2023/12/CET_CETO2023_Full-report-20231203.pdf

¹³⁴ La décarbonation très forte de l'électricité correspond dans la majorité des cas à des mix électriques 100% renouvelables et nucléaires (donc sans charbon et autres ressources fossiles). Par exemple, pour la Chine, ce scénario correspond à une baisse très ambitieuse de 95% de l'intensité carbone de l'électricité.

https://usercontent.one/wp/www.cet.energy/wp-content/uploads/2023/12/CET_CETO2023_Full-report-20231203.pdf

- Etc.

En raison des difficultés liées aux prévisions de ces évolutions, ce rapport examine comment réduire les émissions de gaz à effet de serre à **production constante**. Cela invite à un suivi et une mise à jour de nos conclusions en cas d'accroissement ou de modification significative des consommations même si le volume reste stable mais avec des types de médicaments consommés différents.



03

RÉSULTATS GÉNÉRAUX

A) Périmètre couvert

L'objectif de nos calculs est d'obtenir l'empreinte carbone des industries du médicament en France¹³⁵, avec le plus de précision possible. Rappelons que d'un point de vue temporel, nous utilisons des données de consommation de médicaments de 2023 pour estimer les émissions de gaz à effet de serre. Aussi, **même si notre rapport est publié en 2025, nous prenons 2023 comme année de référence.**

Dans ce rapport, nous sommes parvenus à couvrir l'ensemble de notre périmètre tel que représenté en figure 14.

Postes d'émissions	Étapes	Rapport final
Volumes	Quantités de boîtes consommées	
	Prise en compte des pertes	
Principes actifs	Masses 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	
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 corporatives et de R&D	

Figure 14 : Récapitulatif du périmètre pris en compte dans notre étude

En vert (■) prise en compte totale, en rouge (■) non pris en compte à ce jour.

Source : The Shift Project 2025

Il est cependant important de noter que, si les grandes étapes de la chaîne de valeur du médicament ont été couvertes, la méthodologie suivie et les données récupérées tendent à sous-estimer les émissions de gaz à effet de serre.

¹³⁵ Encore une fois, nous adoptons une vision "empreinte" et nous tenons compte des médicaments importés et nous excluons les médicaments produits sur le territoire puis exportés.

En effet, cette méthode amène à modéliser la chaîne de valeur de façon simplifiée. Autrement dit, elle peut omettre certaines étapes importantes qui, bien que ne concernant pas tous les médicaments, pourraient avoir un poids non négligeable. C'est le cas par exemple des étapes d'analyse des médicaments, des étapes de stockage des produits intermédiaires (principes actifs, excipients, etc.), du transport des médicaments intra-hospitaliers, ou encore de l'ensemble des emballages permettant de transporter les produits semi-finis et les intermédiaires de synthèse.

Volume des médicaments consommés

Concernant l'estimation des volumes de médicaments consommés, entre 1 et 2 % des quantités des boîtes n'ont pas pu être prises en compte pour différentes raisons (impossibilité d'identifier le référencement du médicament, d'identifier le type d'emballage, la masse de principes actifs, etc.). Cela concerne principalement les médicaments biologiques. Nous le détaillerons par la suite mais, l'empreinte carbone des médicaments n'étant pas proportionnelle à leur masse, il se pourrait que ces 1 à 2 % de volume non pris en compte puissent correspondre en réalité à une part plus importante des émissions de gaz à effet de serre.

Émissions corporatives liées à la production des emballages et des excipients et à la logistique

Dans certains cas, l'étape de la chaîne de valeur est bien prise en compte, mais certains flux d'activités sont omis. Par exemple, les émissions corporatives associées aux emballages et excipients ainsi qu'à la logistique (achats biens et services, fuites de fluides frigorigènes, constructions usines, déplacements domicile-travail, etc.) n'ont pas pu être prises en compte. Or ces émissions peuvent être significatives. Par exemple, les fuites de HFC (hydrofluorocarbure), d'importants gaz à effet de serre, peuvent être significatives dans les usines utilisant des groupes froids.

Logistique des médicaments

Pour l'aspect logistique, des données moyennes construites sur la base de données du secteur sont utilisées. Ce type d'approche, basé sur des volumes représentatifs, peut toutefois masquer des cas minoritaires mais fortement émetteurs. Ainsi, la logistique est modélisée selon les pratiques les plus courantes, qui peuvent sembler optimisées dans 95 % des cas. Pourtant, des entretiens avec des acteurs du secteur suggèrent que des situations très inefficaces, bien que minoritaires, pourraient peser lourd dans le total des émissions (exemple : livraison en urgence de certains médicaments). Ce n'est pas parce que cela concernerait 5 % des volumes que cela représenterait uniquement 5 % d'émissions supplémentaires.

Site de formulation des médicaments et principes actifs

Enfin, dans certains cas, les hypothèses prises peuvent paraître assez conservatrices. Il est par exemple supposé que la formulation a systématiquement lieu au même endroit que le conditionnement. Il est également considéré que 62 % de la production des principes actifs a lieu en Asie, là où d'autres sources indiquent plutôt 80 %^{136 137}.

Pour l'ensemble de ces raisons, **les chiffres obtenus dans un premier temps représentaient une estimation basse des émissions de gaz à effet de serre.** Aussi,

¹³⁶ LEEM-DGE-SICOS-PIPAME-ANSM. Enjeux et perspectives des producteurs pour tiers de principes actifs et de médicaments. 2017. <https://www.leem.org/sites/default/files/2017-03-PIPAME-Faonnage-Pharma-RAPPORT-COMPLET.pdf>

¹³⁷ SENAT. Rapport de la commission d'enquête sur la pénurie de médicaments et les choix de l'industrie pharmaceutique française, 2023. <https://www.senat.fr/rap/r22-828-1/r22-828-11.pdf>



certaines étapes de la chaîne de valeur ont été réévaluées afin de tenir compte des flux non couverts et des hypothèses conservatrices prises, et ainsi être plus proche de la réalité. Ces extrapolations ne concernent pas toutes les étapes et vont de 1 % supplémentaire à 40 % en fonction des étapes et réévaluent de 18 % supplémentaires l'estimation des émissions totales¹³⁸.

Dans la suite du rapport, ce sont ces chiffres extrapolés qui sont présentés.

Notez que la production et l'utilisation des médicaments ont des impacts environnementaux significatifs au-delà des émissions de gaz à effet de serre. Parmi ces impacts nous pouvons citer la consommation de ressources telles que l'eau ainsi que la pollution des sols et des milieux aquatiques par les résidus pharmaceutiques, cette dernière étant particulièrement préoccupante¹³⁹. Ces substances, souvent qualifiées de micropolluants, proviennent principalement des excréments humaines et animales après consommation de médicaments, ainsi que de l'élimination inappropriée de médicaments non utilisés¹⁴⁰. La présence de résidus médicamenteux dans l'environnement aquatique peut avoir des effets néfastes sur la biodiversité. Par exemple, certains antibiotiques, même à faibles concentrations, peuvent perturber les communautés microbiennes aquatiques et favoriser le développement de résistances antimicrobiennes. Bien que ces enjeux environnementaux soient cruciaux, ce rapport se concentre spécifiquement sur les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités des industries de santé. Par conséquent, les impacts non liés au carbone ne seront pas abordés dans ce rapport.

¹³⁸ Autrement dit, l'application stricte de notre méthodologie nous a amené à estimer les émissions du périmètre considéré à 7,7 MtCO₂e. En tenant compte des incertitudes et des flux manquants, ce résultat a été réévalué à 9,1 MtCO₂e, avec les extrapolations suivantes : Principe actif : extrapolation réalisée par *Ecovamed* | Excipients : +40% | Emballages : +40% | Formulation et conditionnement : +30% | Stockage : +25% | Gaz médicaux : +1% | Logistique : +35% | Fin de vie : +10% | R&D : +0% | Corporatives : +10%

¹³⁹ Zuercher, B. (2022). Impact des médicaments sur l'environnement. *Revue Médicale Suisse*, 18(790-2), 1471-1473. <https://doi.org/10.53738/revmed.2022.18.790-2.1471>

¹⁴⁰ Les stations d'épuration conventionnelles ne sont généralement pas conçues pour éliminer efficacement ces composés, ce qui conduit à leur présence dans les cours d'eau et les nappes phréatiques.



B) Quel est le volume de médicaments nécessaires pour répondre à la consommation française ?

Messages clés :

- 3,3 milliards de boîtes sont produites annuellement pour répondre à la consommation française, soit 48 boîtes par français et par an.
- Pour cela, il a fallu produire 32 300 tonnes de principes actifs, plus de 185 000 tonnes d'excipients et plus de 120 000 tonnes d'emballages primaires et secondaires.
- Plus de 60% de la masse des principes actifs des médicaments consommés en France provient d'Asie.
- Sur environ 2 850 substances actives différentes, les 5 les plus produites en masse représentent 50% des masses de principes actifs. 80% du volume provient de seulement 26 substances actives différentes.
- 71% de la masse des emballages provient des emballages primaires, 19% des emballages secondaires et 10% des notices.

Nous estimons à **3,3 milliards le nombre de boîtes produites annuellement** pour répondre à la demande française, que ce soit pour contenir des blisters, des flacons, ou encore des sachets. 74% sont dédiées à la vente en ville et remboursées, 14% à l'hôpital et 12% à la vente en ville non remboursée. Cela donne une moyenne d'environ **48 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 précise par exemple qu'une personne entre 65 et 79 ans consomme en moyenne 75 boîtes de médicaments par an¹⁴¹.

¹⁴¹ L'Humanité. Trois chiffres pour comprendre la surconsommation de médicaments en France. 2024. <https://www.humanite.fr/societe/antibiotiques/sante-trois-chiffres-pour-comprendre-la-surconsommation-de-medicaments-en-france>



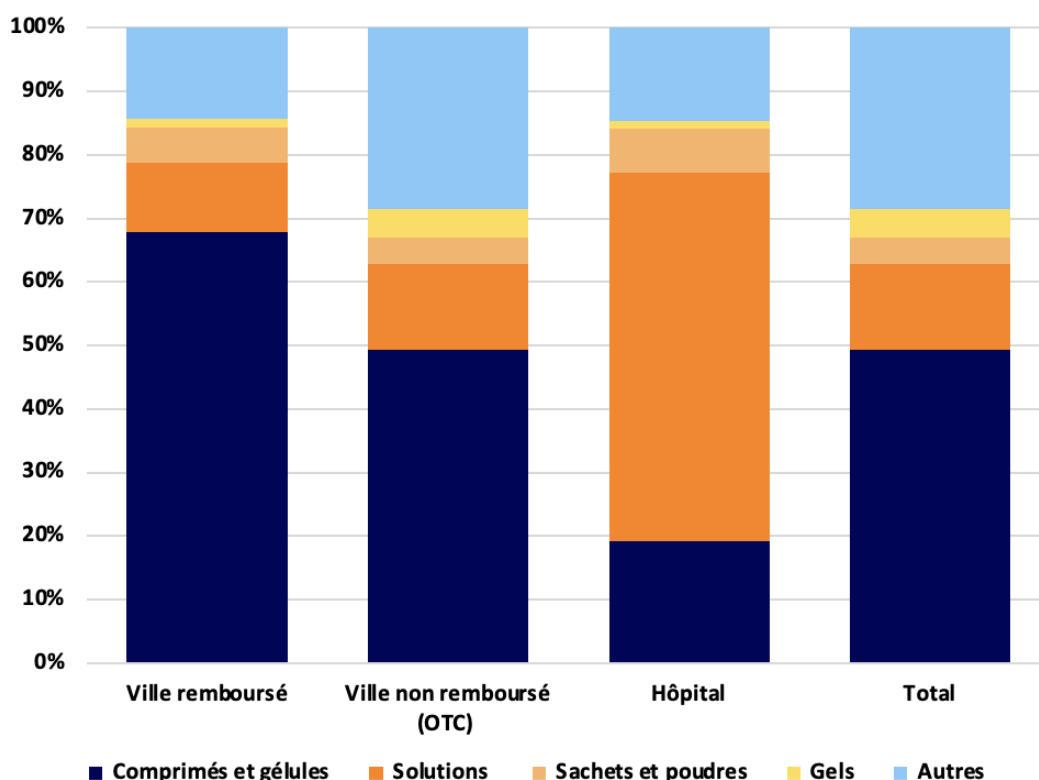


Figure 15: Répartition entre la ville et l'hôpital des consommations de médicaments en nombre de boîtes
Source : Calculs The Shift Project 2025¹⁴²

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

Comme le montre la Figure 15, 2/3 des médicaments consommés en ville (en nombre de boîtes) sont sous forme de comprimés et gélules (67% des boîtes), alors que les solutions représentent plus de la moitié des médicaments consommés à l'hôpital (58% des boîtes)¹⁴⁴.

Pour produire ces 3,3 milliards de boîtes, nous estimons qu'il a fallu produire **32 300 tonnes de principes actifs, plus de 185 000 tonnes d'excipients et plus de 120 000 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 et donc autant d'émissions de gaz à effet de serre associées. Environ 19 500 tonnes de ces volumes correspondent à des pertes au cours de la production, le stockage, le transport et l'achat des produits intermédiaires. 16 000 tonnes correspondent à des pertes de boîtes de médicaments¹⁴⁵.

En moyenne, une boîte vendue à l'hôpital a une masse de 260g, une boîte vendue en ville et remboursée de 120g et une boîte vendue en OTC de 65g.

¹⁴² "Autres" comprend notamment capsules, cartouches, crèmes, granules, pâtes, pastilles ou encore 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>

¹⁴⁴ En dehors des gaz médicaux

¹⁴⁵ Une partie de la production des médicaments n'est pas libérée pour la consommation et ce, pour de multiples raisons : production non conforme, échantillons réservés au contrôle de la qualité ou la mise en stabilité, péremption, pertes, etc. Ces chiffres ne tiennent pas compte des médicaments vendus mais non consommés (médicaments non utilisés).

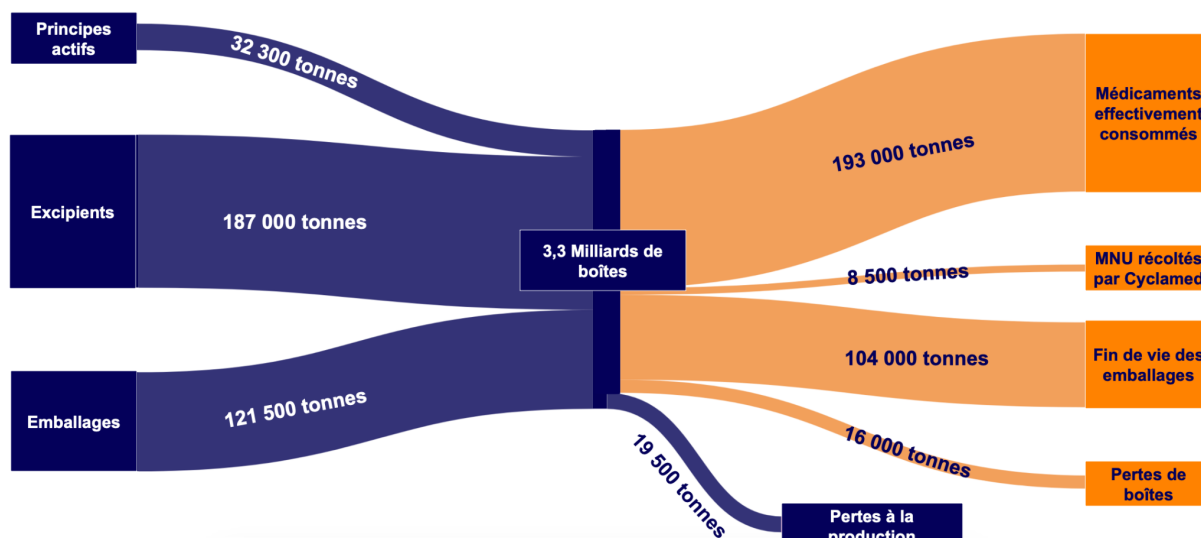
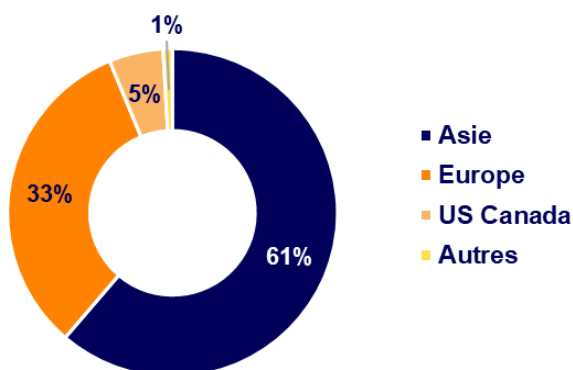


Figure 16 : Flux des 340 800 tonnes de matières mobilisées par la consommation française de médicaments¹⁴⁶

Source : Calculs The Shift Project 2025

Aide à la lecture : Pour répondre à la consommation française de médicaments, 32 300 tonnes de principes actifs ont été produits.

De plus, les masses de principes actifs produites pour répondre à la consommation française sont largement dominées par le paracétamol (5 600 tonnes), le macrogol 4000 (4 600 tonnes) et le macrogol 3350 (3 100 tonnes). Sur environ 2 850 substances actives différentes, les 5 les plus produites en masse représentent 50% du volume de principes actifs¹⁴⁷. 80% du volume provient de seulement 26 substances actives différentes.



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

Figure 17 : Répartition des provenances des principes actifs (proportions en masses)

Source : Calculs The Shift Project 2025

Concernant les **excipients**, autour de 60% de la masse correspond à de l'eau purifiée, notamment utilisée pour les solutions. La répartition des 187 000 tonnes d'excipients est disponible dans la [partie dédiée aux excipients](#). Enfin, concernant les emballages, **71% des masses proviennent des emballages primaires¹⁴⁸, 19% des emballages secondaires¹⁴⁹ et 10% des notices**.

¹⁴⁶ "Emballages" désigne les emballages primaires et secondaires ainsi que les notices nécessaires à la production des boîtes de médicaments

¹⁴⁷ Paracétamol (17%), macrogol 4000 (14%), macrogol 3350 (10%), Lactulose (7%) et Metformine (4%)

¹⁴⁸ Il s'agit des éléments en contact direct avec le médicament. Il s'agit par exemple du blister pour les formes solides (comprimés, gélules, ovules), du flacon pour les formes liquides, des tubes pour les formes pâteuses ou encore des poches pour les formes injectables.

¹⁴⁹ 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 de la notice placée dans l'étui. Essentiellement composé de papier et de carton.

C) Quelles sont les émissions de gaz à effet de serre des industries du médicament ?

Messages clés :

- **Nous estimons à 9,1 MtCO₂e** les émissions de gaz à effet de serre relatives à la production des médicaments pour la consommation humaine en France en 2023. Ce résultat est comparable **aux émissions liées à la production des 2 millions de voitures thermiques achetées chaque année en France**¹⁵⁰.
- La fabrication des médicaments nécessite beaucoup d' énergies fossiles lors de ses processus de production. Celles-ci sont principalement utilisées pour produire de l'électricité (beaucoup de pays asiatiques comme l'Inde ou la Chine produisent leur électricité à partir de charbon) et de la vapeur industrielle lors de ses processus de production. À titre d'exemple, il faut environ 1,3 kg de pétrole pour produire 1 kg de paracétamol.
- Les principaux postes d'émissions sont **dominés par la production des principes actifs** (25%), les émissions corporatives (17%), les émissions liées à la R&D (13%) et celles liées à la formulation et au conditionnement des médicaments (11%).
- L'empreinte carbone moyenne d'un principe actif est estimée à 65 kgCO₂e/kg. C'est près de 105 fois supérieur à l'intensité carbone du ciment¹⁵¹.
- **Ce n'est pas parce qu'un médicament est fortement consommé qu'il représente une part importante des émissions.** Au contraire. Les 3 premiers principes actifs consommés en France, qui représentent plus de 40% de la masse totale consommée, contribuent à moins de 6% des émissions totales.
- **7% des émissions, soit 650 ktCO₂e, proviennent de l'utilisation des gaz médicaux.** Cela correspond aux émissions d'une voiture faisant plus de 75 000 fois le tour de notre planète.

1) Résultats généraux

Nous estimons à 9,1 MtCO₂e¹⁵² les émissions de gaz à effet de serre relatives à la production des médicaments pour la consommation humaine en France en 2023 (Figure 18), soit 1,4% de l'empreinte carbone de la France¹⁵³. Ainsi, l'empreinte carbone de la production

¹⁵⁰ Estimé à 11 MtCO₂e pour l'année 2019 pour 2 214 279 unités vendues,

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/23064_feuille-de-route-decarbonation-auto_BATweb.pdf

¹⁵¹ "les 16 Mt de ciment fabriquées annuellement en France émettent un peu plus de 10 Mt CO₂e" The Shift Project, https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/01/PTEF-Decarboner-lindustrie_-Ciment_-Rapport-final.pdf

¹⁵² Nos calculs nous amènent à estimer les émissions à 7,8 MtCO₂e que nous ré-évaluons à 9,2 MtCO₂e pour tenir compte des limites évoquées plus haut dans la partie dédiée au périmètre couvert.

¹⁵³ L'empreinte carbone de la France s'élève à 644 Mt CO₂, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/8278305?sommaire=8071406>

des médicaments est significative et est comparable **aux émissions liées à la production des 2 millions de voitures thermiques achetées chaque année en France**¹⁵⁴.

Ce résultat inclut les émissions des médicaments importés et exclut celles liées aux productions nationales destinées à l'exportation. Cela représente une moyenne de 140 kgCO₂e par français par an ou encore une moyenne de 2,9 kgCO₂e par boîte vendue¹⁵⁵.

Par ailleurs, nous estimons que la production des médicaments (émissions de production de principes actifs, d'excipients et de formulation et conditionnement) **émet 16 kgCO₂e/kg**.

Ce résultat rappelle la **très forte dépendance de cette chaîne de valeur aux ressources fossiles** pour des besoins énergétiques ou non. Il faut du pétrole pour transporter les produits finis et semi-finis, du gaz pour produire la vapeur industrielle ou encore du charbon pour produire l'électricité. Il faut également du gaz, du pétrole et du charbon comme matière première pour produire les principes actifs, les excipients ou encore les emballages (qui reposent en grande partie sur du plastique, produit à base de pétrole). À titre d'exemple il faut environ 1,3 kg de pétrole pour produire 1 kg de paracétamol¹⁵⁶. En d'autres termes, sans évolution du secteur, la chaîne du médicament pourrait être fortement menacée par la contraction des énergies fossiles.

2) D'où proviennent concrètement les émissions des industries du médicament ?

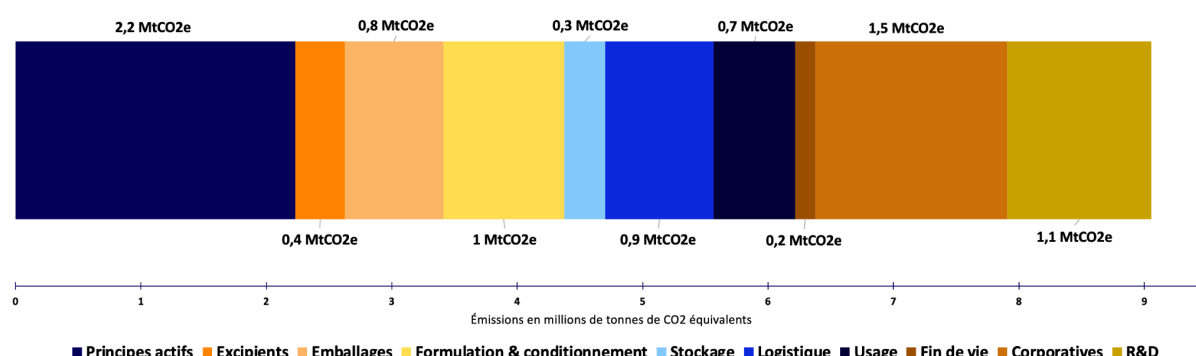


Figure 18 : Répartitions des émissions de gaz à effet de serre de la chaîne de valeur du médicament selon les différentes étapes pour l'année 2023

Source : Calculs The Shift Project 2025

Production de principes actifs (2200 ktCO₂, soit 25% des émissions)

Les émissions sont **dominées par celles liées à la production des principes actifs qui représente à elle seule 25% des émissions du secteur**. L'importance de ce poste peut s'expliquer par les volumes en jeu (décrits Figure 16), mais surtout par la très forte intensité carbone de production des principes actifs estimée autour de 65 kgCO₂e/kg. C'est près de 105 fois plus que l'intensité carbone de la fabrication du ciment¹⁵⁷.

¹⁵⁴ Estimé à 11 MtCO₂e pour l'année 2019 pour 2 214 279 unités vendues,

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/23064_feuille-de-route-decarbonation-auto_BATweb.pdf

¹⁵⁵ Cela tient compte des 5% de boîtes qui correspondent à des pertes et qui sont donc produites mais pas vendues.

¹⁵⁶ Pour plus de détails, vous pouvez vous référer à l'[annexe](#).

¹⁵⁷ "les 16 Mt de ciment fabriquées annuellement en France émettent un peu plus de 10 Mt CO₂e" The Shift Project. https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/01/PTEF-Decarboner-lindustrie_-Ciment_-Rapport-final.pdf

Cette intensité est notamment liée à la localisation des usines de production des principes actifs, principalement en Asie où les mix énergétiques sont fortement carbonés¹⁵⁸, ainsi qu'à l'intensité énergétique (électricité et vapeur) et à la complexité des étapes de production. Plus précisément, 83% des émissions des principes actifs proviennent de la consommation d'électricité et de vapeur. À titre d'exemple, la production d'un kilogramme de principe actif nécessite en moyenne 30 kWh d'électricité, bien que ce chiffre puisse varier fortement selon les substances. En effet, la fabrication d'un kilogramme d'héparine requiert environ 5 600 kWh, soit l'équivalent de l'énergie utilisée pour produire près de 40 smartphones¹⁵⁹. Le facteur d'émission de 65 kgCO₂e/kg de principes actifs masque donc une très forte disparité entre les principes actifs.

Là où produire un kilogramme de paracétamol émet autour de 20 kgCO₂e, produire un kilogramme d'énoxaparine sodique émet 10 000 kgCO₂e et produire un kilogramme d'anticorps monoclonaux émet 21 000 kgCO₂e¹⁶⁰

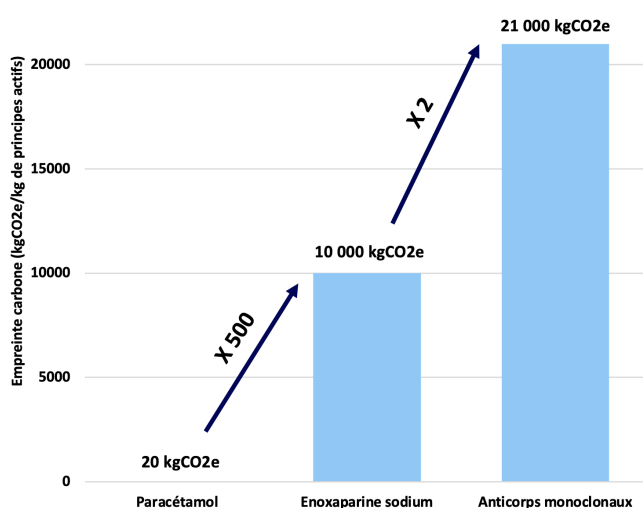


Figure 19 : Différences d'intensité carbone de production de différents principes actifs

Source : Calculs The Shift Project et Ecovamed 2025

Aussi, même si le volume produit compte évidemment, ce n'est pas parce qu'un médicament est fortement consommé qu'il représente automatiquement une part importante des émissions.

Les 3 premiers principes actifs consommés en France en tonnes, qui représentent plus de 40 % de la masse totale consommée, contribuent à moins de 6 % des émissions totales. Autrement dit, chaque fabricant doit faire sa part, quel que soit le volume en jeu.

Émissions corporatives et de R&D (1500 ktCO₂ et 1 150 ktCO₂, soit respectivement 17 % et 13 % des émissions)

Les émissions sont **également fortement déterminées par les activités corporatives (17 %) et les activités de R&D (13 %) des industries pharmaceutiques (30 % des émissions au total)**. Elles sont notamment liées aux essais cliniques, aux achats de biens et services (achats de matériels informatiques, de services juridiques, etc.), aux consommations énergétiques des bureaux, et aux déplacements professionnels des collaborateurs terrains (dont les déplacements pour les congrès médicaux). Ce résultat souligne le fait que les émissions ne sont pas uniquement liées aux activités directes de production.

¹⁵⁸ Par exemple, d'après l'ADEME, 1 kWh d'électricité produit en Chine émet environ 15 fois plus qu'1kWh produit en France.

¹⁵⁹ <https://www.ecoconso.be/fr/content/les-smartphones-pointes-du-doigt-par-une-etude-de-greenpeace>

¹⁶⁰ Voir les détails en [annexe](#).

Par ailleurs, nous estimons que les déplacements annuels en voiture des collaborateurs terrains de l'industrie pharmaceutique induisent des émissions de l'ordre de **120 ktCO₂e**¹⁶¹ en cas d'utilisation de SUV thermiques (représentant environ 8% des émissions corporatives).

Enfin, concernant les congrès médicaux, des données de la littérature¹⁶² permettent d'estimer à **1,9 tCO₂ les émissions moyennes par personne et par congrès international**.

Formulation et conditionnement (960 ktCO₂, soit 11% des émissions)

Les émissions liées à la formulation et au conditionnement des médicaments représentent une moyenne de 220 gCO₂e/boîte, dont plus de 65% provenant de la consommation d'électricité, de gaz et de vapeur industrielle.

Logistique (865 ktCO₂, soit 9% des émissions)

Les émissions de la logistique représentent les émissions associées aux transports mobilisés tout au long de la chaîne de valeur. Cela va du transport des matières premières pour produire les principes actifs à la livraison des boîtes en pharmacie par les grossistes-répartiteurs, qu'elles nécessitent ou non des conditions spécifiques de transport comme le maintien au froid. 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. Avec des activités de production mondialisées, des contraintes de stockage (froid) et de stabilité des produits, cette **logistique repose encore fortement sur l'usage de l'aérien qui représente autour de 45 % des émissions**.

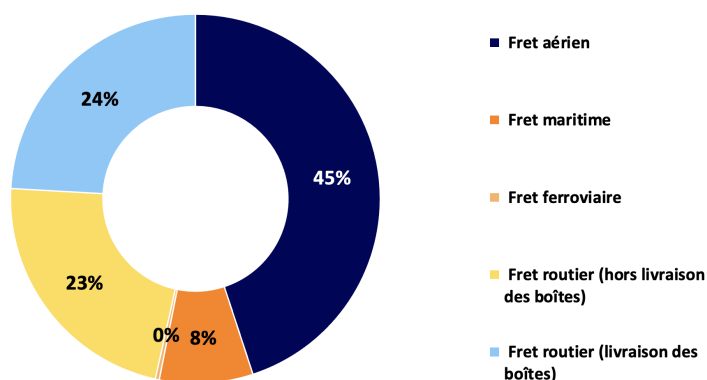


Figure 20 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre de la logistique impliquée tout au long de la chaîne de valeur en fonction du mode de transport

Source : Calculs The Shift Project 2025

Aide à la lecture : 24% des émissions de la logistique sont liées à la distribution des boîtes de médicaments aux pharmacies à l'aide de camions transport

Usage (650 ktCO₂e, soit 7% des émissions)

Nous retrouvons également un résultat très spécifique à la chaîne de valeur du médicament : **7% des émissions, soit 650 ktCO₂e, proviennent de l'usage des gaz médicaux**. C'est équivalent aux émissions générées par plus de 75 000 tours de la Terre en voiture thermique. **Elles correspondent au relâchement des gaz médicaux** (inhalateurs, gaz halogénés utilisés en anesthésie et protoxyde d'azote) après leur usage.

¹⁶¹ Déplacements réalisés en SUV thermiques.

¹⁶² 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.

Ces gaz médicaux sont de puissants gaz à effet de serre. Dans le cas par exemple du Desflurane, 1 kg de ce gaz relâché dans l'atmosphère est équivalent à 2 500 kg de CO₂ émis¹⁶³. 55% des émissions sont liées aux inhalateurs, 40% au protoxyde d'azote et le reste aux gaz halogénés utilisés en anesthésie (desflurane, sévoflurane et l'isoflurane).

Autres activités de production des matières premières et des produits semi-finis (9% pour la production des emballages et 4% des émissions pour la production des excipients)

Tout comme pour les principes actifs, ces productions sont mondialisées et reposent fortement sur des matières premières fossiles. Concernant la production des emballages primaires et secondaires, nous estimons que plus de 45 % des matériaux utilisés correspondent à des plastiques¹⁶⁴. De plus, 70% des émissions proviennent de la production des blisters, des sachets et des flacons (Figure 21). Les notices qui constituent 10% de la masse des emballages représentent quant à elles seulement 6% des émissions.

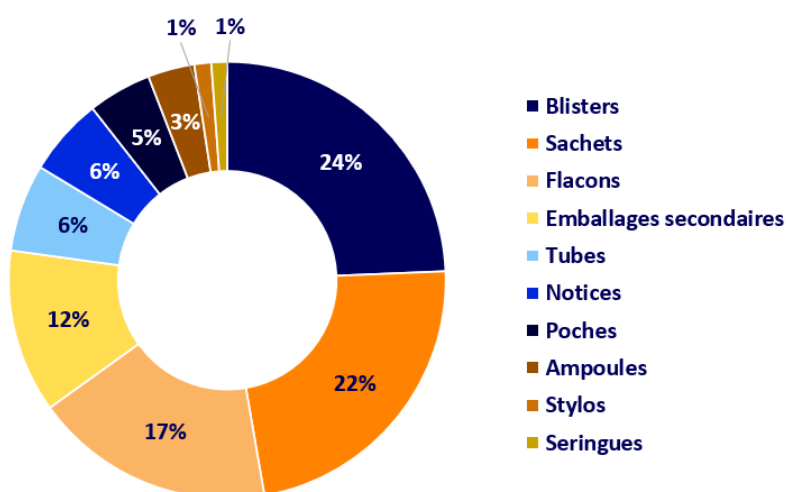


Figure 21 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre des emballages primaires et secondaires des médicaments

Source : Calculs The Shift Project 2025

Étapes plus faiblement contributrices aux émissions globales

Il s'agit notamment du **stockage** des médicaments dans les entrepôts des industriels, chez les dépositaires, chez les grossistes répartiteurs ou encore en pharmacie directement et également de la **fin de vie des emballages** primaires et secondaires.

Dans le cas de la fin de vie, la faible part des émissions ne doit cependant pas occulter les autres pollutions associées, et notamment les pollutions de l'air, des sols et de l'eau.

De plus, si les émissions sont faibles, ce poste a un rôle crucial à jouer dans l'économie circulaire via le recyclage des matériaux. Nous approfondirons ce point dans la partie dédiée aux leviers.

¹⁶³ Le pouvoir réchauffant global du Desflurane est de 2540.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352580021000034>

¹⁶⁴ 45% de la masse totale.

Empreinte carbone des industries du médicament estimée à **9,1 MtCO₂eq**

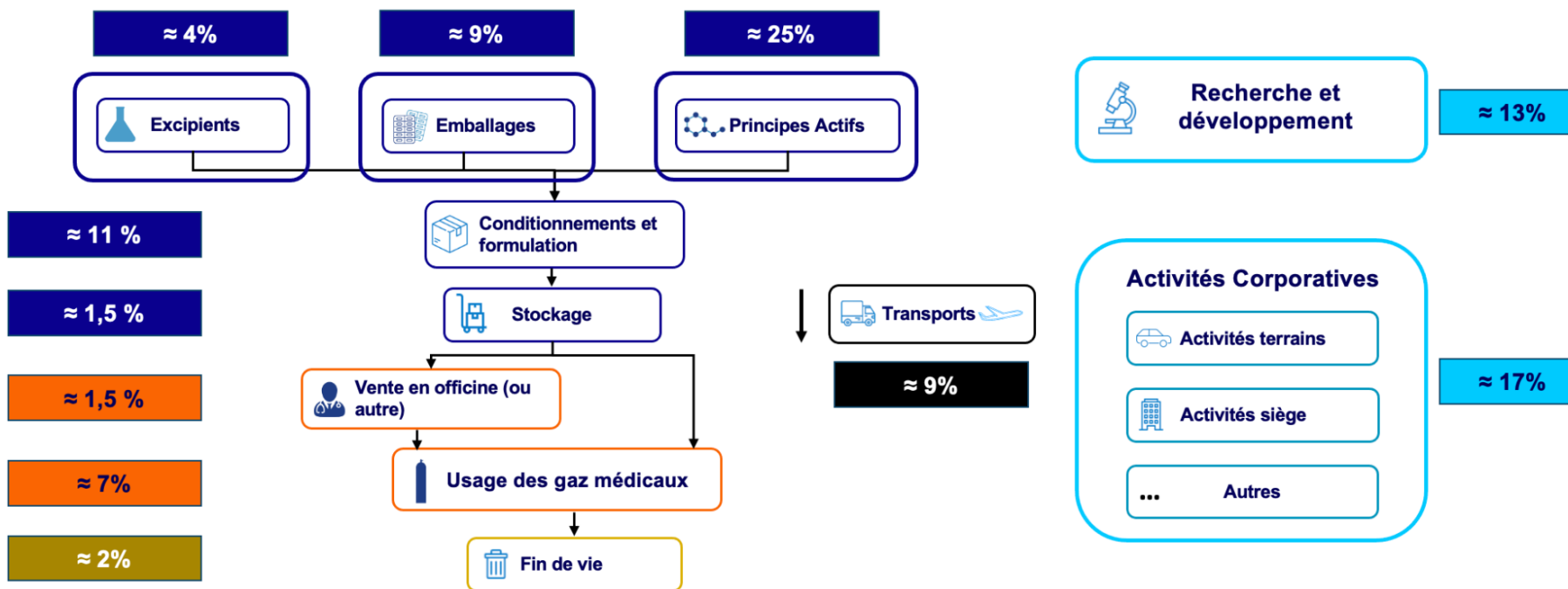


Figure 22 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre de 2023 des industries du médicament selon les différentes étapes de la chaîne de valeur
Source : Calculs The Shift Project 2025

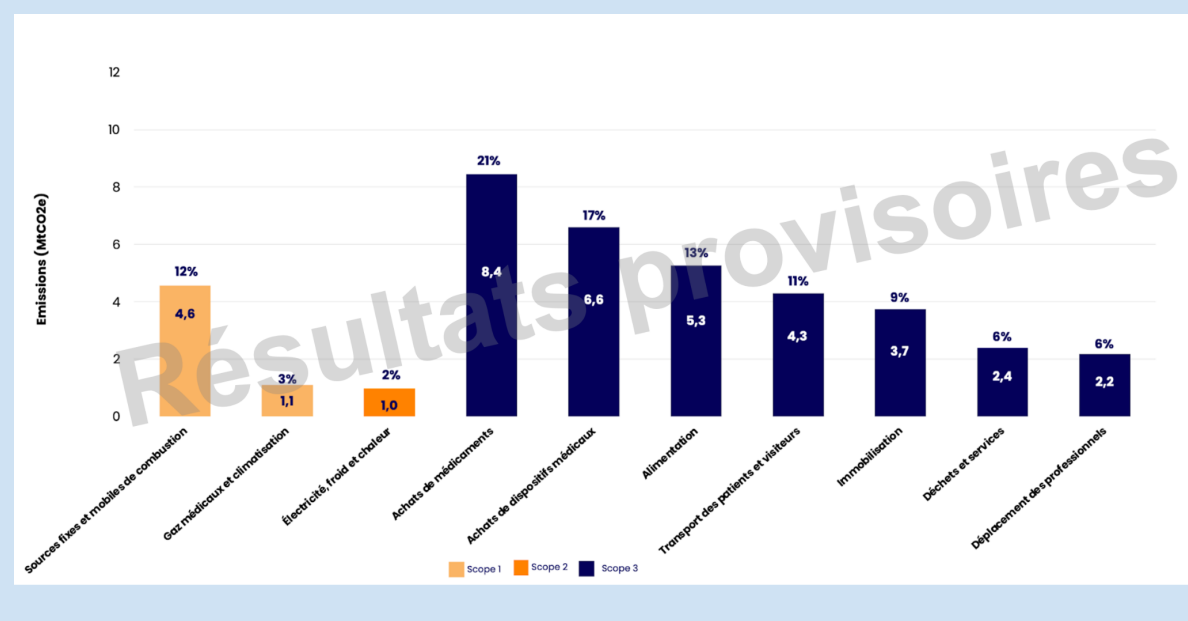


Encadré 9 : Vers une mise à jour de l'estimation du total des émissions de gaz à effet de serre du système de santé français par le Shift Project

Le lecteur avisé aura noté que les résultats présentés dans ce rapport sont inférieurs à l'estimation faite dans le rapport sur la [décarbonation du système de santé français](#), dont les calculs découlaient d'un facteur d'émissions monétaire présentant de fortes incertitudes.

En effet, en 2023 nous estimions les émissions liées à la consommation des médicaments par le système de santé Français entre 11,9 et 17,7 MtCO₂e avec une valeur retenue de 14,5 MtCO₂e. Aujourd'hui cette estimation est réévaluée à 9,2 MtCO₂. Ce nouveau chiffre est obtenu avec une méthode plus précise que celle utilisée en 2023. Elle est basée sur les flux physiques permettant d'identifier l'origine des émissions, et non plus sur des flux monétaires agrégés. Il est important de noter que ce chiffre semble cohérent avec les résultats obtenus avec les nouveaux facteurs d'émissions monétaires mis à jour par l'ADEME en 2025¹⁶⁵.

Nous proposons dans cet encadré une mise à jour du graphique des émissions du système de santé basé sur nos nouveaux résultats sur les industries de santé (médicament et dispositifs médicaux dont les modifications ont été expliquées dans l'encadré 1). Cette mise à jour n'est **qu'indicative et temporaire**. En effet, nous chercherons dans les prochains mois à mettre à jour ces résultats de manière plus précise, en y intégrant notamment nos nouvelles modélisations faites sur le [secteur de l'Autonomie](#).



¹⁶⁵ Pour l'année 2019, année de référence du bilan carbone du système de santé réalisé dans le rapport "Décarbonons la santé pour soigner durablement", nous avons pris un facteur d'émission de 500 kgCO₂e/k€. Le nouveau chiffre disponible sur la base empreinte de l'ADEME pour "Produits pharmaceutiques de base et préparations pharmaceutiques - 2019" est de 219 kgCO₂e/k€. Notez cependant que nous ignorons au 17 juin 2025 comment ce chiffre a été mis à jour et que nous souhaitons approfondir cela dans les mois à venir.

Figure 23 - PROVISOIRE : Répartition mise à jour des émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé français (MtCO₂e)¹⁶⁶ - Année de référence : 2019

Source : Calculs The Shift Project 2025

Si ces nouvelles estimations mettent à jour nos résultats obtenus dans le rapport sur la décarbonation du système de santé français, il est primordial de retenir deux éléments :

- 1) La part des émissions liées à la chaîne de valeur du médicament est inférieure, suite à une modélisation physique des émissions (elle passe de 29% à 21%). Cela correspond à une réévaluation des émissions de 2019, année de référence du rapport de 2023, et non à une évolution dans le temps des émissions des industries du médicament¹⁶⁷. Autrement dit, ce résultat ne traduit pas une baisse physique des émissions mais uniquement une baisse de leur estimation.
- 2) Les conclusions demeurent inchangées : **la consommation des médicaments et celle des dispositifs médicaux restent les deux premiers postes d'émissions du secteur représentant à eux deux un total de 40% des émissions**. Pour décarboner le système de santé, il faut mettre en place les nombreuses actions de décarbonation recommandées dans le rapport de 2023 sur l'ensemble des postes d'émissions du secteur (médicaments, dispositifs médicaux, alimentation, transports, énergie, etc).

D) Comment décarboner la chaîne de valeur du médicament ?

Messages clés :

- Si rien n'est fait, **les émissions annuelles des industries du médicament pourraient augmenter** en raison :
 - de la consommation accrue de médicaments due notamment au vieillissement de la population et à l'augmentation des maladies chroniques
 - de l'évolution des médicaments proposés (augmentation du développement de biothérapies, de thérapies géniques, développement de la médecine personnalisée où les traitements sont adaptés aux profils des patients).
- **La décarbonation des industries du médicament est possible** et permet de renforcer la résilience du système de santé, la souveraineté énergétique et dans certains cas la souveraineté sanitaire de la France.

¹⁶⁶ Ici, les émissions liées à l'usage des gaz médicaux apparaissent dans le scope 1 "Gaz médicaux et climatisation"

¹⁶⁷ Si la nouvelle estimation se base sur des données de consommation de 2023, les deux méthodes utilisées pour estimer les émissions sont incomparables (l'une se basant sur des flux physiques et l'autre sur des données monétaires)

- **La décarbonation doit être rapide et proactive.** Pour limiter sa contribution au changement climatique, le secteur doit baisser ses émissions annuelles d'ici 2050 et ce rapidement pour limiter le cumul de ces émissions entre 2023 et 2050.
- Pour une production bas-carbone, **la décarbonation doit être intégrée en amont de la création de nouvelles usines ou le développement de nouvelles thérapies**, dès la phase de recherche et développement et de conception du médicament.
- **Nous estimons, dans notre scénario de décarbonation central, que les industries peuvent baisser de 68 % les émissions de leur production actuelle** entre 2023 et 2050. Ce chiffre ne tient pas compte de l'évolution de la demande des médicaments sur cette même période.
- **Relocaliser** une partie de la production des principes actifs, des excipients et des emballages en Europe joue un rôle clé dans la décarbonation de l'industrie. Cela renforce également notre maîtrise de la chaîne de valeur, donc la souveraineté du système de soin.
- En moyenne, **si les médicaments produits en Chine l'étaient en Europe, leurs émissions de production seraient réduites de 40%. Cette réduction atteindrait même 50% s'ils étaient produits en France.**
- Plus de 50% **de la baisse des émissions provient** des étapes de production du médicament, le reste vient de la décarbonation de la logistique, des gaz médicaux, de la fin de vie, de la R&D et des émissions des activités corporatives.
- Pour faciliter et encourager la décarbonation de la chaîne de valeur du médicament, **de multiples leviers doivent être mis en place** : réalisation d'analyses de cycle de vie des produits, prise en compte des critères carbone dans les achats, engagement des fournisseurs, etc.
- La décarbonation doit porter sur **l'ensemble des étapes de la chaîne de valeur et l'ensemble des acteurs** impliqués doivent agir rapidement et fortement en mobilisant tous les leviers.
- Nos résultats permettent d'identifier **les leviers à prioriser**, et qui présentent le plus fort potentiel de réduction d'émissions. Tous sont cependant nécessaires et peuvent être actionnables plus ou moins rapidement.

La partie précédente a posé le constat de la forte contribution des industries du médicament aux émissions de gaz à effet de serre et de leur dépendance aux ressources énergétiques fossiles. Son utilité est de permettre le passage à l'action. Autrement dit, elle doit être utilisée pour comprendre comment décarboner ces industries.

Aussi, cette section présente les principaux leviers identifiés ainsi que leur potentiel de réduction des émissions d'ici 2050.

Compte tenu de la complexité des chaînes de valeur, mondialisées et impliquant de nombreux acteurs, ces leviers couvrent l'ensemble du cycle de production : certains sont spécifiques à une étape ou à un acteur donné (industrie pharmaceutique, fournisseurs directs ou indirects), tandis que d'autres sont transversaux et visent à faciliter ou accélérer la transition à l'échelle de la chaîne dans son ensemble.

1) Sans décarbonation, les industries du médicament pourraient aggraver leur empreinte carbone tout en augmentant leur vulnérabilité

Réalisée sur la base de données de consommation de 2023, l'empreinte carbone présentée dans ce rapport est représentative de la situation actuelle. Or, évaluer l'évolution potentielle des émissions de GES des industries du médicament d'ici 2050 implique de tenir compte de l'évolution de nombreux paramètres : évolution de la demande, modes de production, mix électriques des pays producteurs, types de médicaments produits, etc.

En effet, les quantités et types de médicaments nécessaires pour répondre à la consommation en France (et les émissions de gaz à effet de serre associées) pourraient évoluer. Plusieurs phénomènes y concourent, notamment :

- **Viellissement de la population** : En 2050, plus du tiers de la population française sera âgée de plus de 60 ans, contre une personne sur cinq en 2000¹⁶⁸. Le nombre de résidents en EHPAD pourrait augmenter de 50%¹⁶⁹. Avec une consommation annuelle moyenne de 75 boîtes de médicaments par an pour une personne entre 65 et 79 ans contre 21 boîtes pour une personne entre 18 et 44 ans¹⁷⁰, cela pourrait entraîner une hausse significative de la consommation de médicaments.
- **Augmentation de la prévalence de certaines pathologies** en cas d'échec des politiques de prévention : par exemple, l'incidence des cancers en France a augmenté de manière significative ces dernières années pour atteindre une estimation de plus de 433 000 nouveaux cas en 2023¹⁷¹. Un autre exemple est celui du diabète. Selon une série d'études publiées dans *The Lancet*, plus de 1,3 milliard de personnes seront diabétiques en 2050, contre 529 millions en 2021¹⁷². Asthme, allergies et nouvelles pathologies infectieuses sont également amenées à croître avec le dérèglement climatique.
- **Évolution des médicaments proposés avec notamment la croissance des biothérapies et des médicaments de thérapies innovantes** : Aujourd'hui, un médicament anticancéreux sur trois est une thérapie ciblée¹⁷³ et environ 60% des médicaments en développement dans le monde sont des biothérapies dont 2 886 sont en cours de développement en Europe¹⁷⁴. Or, nos estimations montrent que des médicaments comme les anticorps monoclonaux peuvent émettre jusqu'à 21 000

¹⁶⁸ INSEE. La population de la France métropolitaine en 2050 : un vieillissement inéluctable.

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/1375921?sommaire=1375935>

¹⁶⁹ The Shift project, calcul basé sur le modèle Livia de la DREES.

<https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/01/240404-Rapport-Decarbonons-lAutonomie-The-Shift-Project-1-1.pdf>

¹⁷⁰ CNAM. Communiqué de presse : Le bon traitement, c'est pas forcément un médicament. 2024.

https://www.assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/2024/11/14_DP%20m%C3%A9dicaments.pdf

¹⁷¹ Institut national du cancer. Dernières données en cancérologie dans son Panorama édition 2024

<https://www.cancer.fr/presse/l-institut-national-du-cancer-publie-les-dernieres-donnees-en-cancerologie-dans-son-panorama-edition-2024>

¹⁷² The Lancet. Global inequity in diabetes. 2023. <https://www.thelancet.com/series/global-inequity-diabetes>

¹⁷³ Institut Curie, Les thérapies ciblées à l'Institut Curie. Consulté juin 2025 : <https://curie.fr/les-therapies-ciblees-linstitut-curie>

¹⁷⁴ MEF. France 2030 : Point d'étape après deux ans d'actions menées par la stratégie française en « Biothérapie et Bioproduction de Thérapies innovantes »

<https://presse.economie.gouv.fr/france-2030-point-detape-apres-deux-ans-dactions-menees-par-la-strategie-francaise-en-biotherapie-et-bioproduction-de-therapies-innovantes/>

kgCO₂e¹⁷⁵ par kg de principe actif contre 20 kgCO₂e pour un kilogramme de paracétamol¹⁷⁶.

- **Conséquences du dérèglement climatique** : L'évolution des concentrations de gaz à effet de serre et donc des températures moyennes aura des conséquences significatives sur la santé des populations via : l'augmentation des canicules et donc du taux de mortalité associé¹⁷⁷, les événements climatiques extrêmes, la propagation accrue des maladies vectorielles, l'augmentation des maladies cardio-vasculaires, des maladies respiratoires etc.
- **Cette augmentation pourrait néanmoins être contenue par la mise en place d'actions de juste soin, de prévention, de promotion de la santé et le développement de thérapies non médicamenteuses** : Par exemple, agir en faveur du bon usage des médicaments peut donner lieu à une baisse des consommations. La prévention primaire peut jouer un rôle important pour limiter le risque de survenue de cancer¹⁷⁸. En outre, plusieurs études montrent que certaines thérapies non médicamenteuses semblent avoir des effets significatifs sur les consommations de médicaments : par exemple, l'activité physique¹⁷⁹ ou le recours à la musicothérapie induirait "une baisse de la consommation des benzodiazépines très significative et une tendance à la diminution du recours aux autres traitements psychotropes"¹⁸⁰.

Ces exemples suggèrent que, si rien n'est fait pour décarboner, les émissions de gaz à effet de serre des industries du médicament pourraient fortement augmenter d'ici 2050, et contribuer à augmenter leur propre vulnérabilité face aux approvisionnements en énergie fossile et aux conséquences du changement climatique¹⁸¹. Cette industrie a donc tout intérêt à se décarboner pour éviter cette augmentation et limiter sa dépendance aux ressources énergétiques.

Dans ce rapport, **nous ne sommes pas en mesure de tenir compte quantitativement de ces évolutions d'ici 2050 tant elles sont difficiles à prévoir précisément**. Cependant, ce constat nous invite à la prudence et à anticiper la nécessité de baisser les émissions de gaz à effet de serre.

La décarbonation doit donc être intégrée en amont de la création de nouvelles usines ou le développement de nouvelles thérapies, dès la phase de recherche et développement, afin qu'une fois sur le marché, le médicament soit produit de la manière la plus décarbonée possible. Cela est d'autant plus essentiel qu'un médicament reste souvent sur le marché pendant plusieurs décennies, et que ses procédés de fabrication sont ensuite

¹⁷⁵ Voir les détails en [annexe](#).

¹⁷⁶ Voir [l'annexe technique](#) réalisée par Ecovamed

¹⁷⁷ Une augmentation moyenne de la température de 2 degrés entraîne une multiplication par 5,6 de la fréquence d'un événement de température extrême qui se produit une fois tous les 10 ans dans un climat sans influence humaine. (6ème Rapport d'évaluation du GIEC (2021)). En France métropolitaine, entre 2014 et 2022, près de 33 000 décès sont attribuables à la chaleur, dont 23 000 décès de personnes âgées de 75 ans et plus (santé publique France).

¹⁷⁸ Institut national du cancer. Dernières données en cancérologie dans son Panorama édition 2024

<https://www.cancer.fr/presse/l-institut-national-du-cancer-publie-les-dernieres-donnees-en-cancerologie-dans-son-panorama-edition-2024>

¹⁷⁹ OMS. Activité physique. Consulté en juin 2025 : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

¹⁸⁰ Brahmi, R. et al. (2019) Intérêt de la musicothérapie dans les troubles du comportement chez des patients déments hospitalisés, NPG Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie, Volume 19, Issue 111, Pages 162-168, ISSN 1627-4830. <https://doi.org/10.1016/j.npg.2019.01.001>.

¹⁸¹ 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>

difficiles à modifier. C'est donc en amont que se joue une large partie de sa performance environnementale.

2) Comment l'industrie du médicament peut-elle baisser significativement ses émissions ?

Cette partie vise à explorer **les leviers à la main des industriels du médicament** pour décarboner leurs émissions. Aussi, les leviers qui concernent les professionnels du système de santé comme le juste soin, la prévention et la promotion de la santé ne sont pas abordés dans ce rapport mais feront l'objet d'un prochain travail qui débutera fin 2025.

Enfin, **même si notre rapport est publié en 2025, nous prenons 2023 comme année de référence.**

a) Plusieurs scénarios explorés

Plusieurs scénarios ont été explorés, chacun tenant compte de la mise en place de nombreux leviers de décarbonation et se différenciant en fonction du degré d'activation du levier "relocalisation" et du levier "décarbonation de l'électricité". Comme expliqué précédemment, aucun ne prend en compte l'évolution de la demande de médicaments.

Le **premier scénario, appelé Scénario "Sans relocalisation"** garde inchangés les pays de production des médicaments actuels. Dans ce cas, notre estimation est qu'il serait possible de décarboner de 65% les émissions annuelles de gaz à effet de serre de l'industrie pharmaceutique d'ici 2050.

Dans **notre deuxième scénario, appelé scénario central "Avec relocalisation"**, une baisse totale de 68% des émissions annuelles, soit un gain supplémentaire de 5% par rapport au premier scénario, pourrait être obtenue avec une relocalisation partielle de la production des principes actifs en Europe¹⁸² et un approvisionnement 100% européen des excipients et des emballages (figure 24).

Si, entre ces deux scénarios, les potentiels de décarbonation annuelle en 2050 sont proches, ils peuvent être très **différents dans leur vitesse de décarbonation et donc, in fine, au niveau des émissions cumulées sur la période 2023 et 2050** (encadré 12). En effet, si on ne regarde que l'image finale, la relocalisation de la production dans un pays au mix électrique peu carboné comme la France¹⁸³, la Suisse¹⁸⁴ ou encore la Suède¹⁸⁵ peut paraître équivalente à une décarbonation forte de la production d'électricité de pays comme la Chine¹⁸⁶. Cependant, dans un cas, la baisse des émissions est au rythme du choix d'un nouveau fournisseur ou de la construction d'une nouvelle usine et dans l'autre, elle prend le rythme de la décarbonation de l'électricité d'un pays entier et fait le pari d'une décarbonation effective de cette électricité.

¹⁸² On passe de 62% de la production en Chine et en Inde, 5% en Amérique du Nord et 33% en Europe à 40% en Chine et en Inde, 3% en Amérique du Nord et 57% en Europe.

¹⁸³ 79 gCO₂e/kWh selon la base empreinte de l'ADEME

¹⁸⁴ 27 gCO₂e/kWh selon la base empreinte de l'ADEME

¹⁸⁵ 29 gCO₂e/kWh selon la base empreinte de l'ADEME

¹⁸⁶ 766 gCO₂e/kWh selon la base empreinte de l'ADEME et qui avec une décarbonation très forte et ambitieuse de 90% d'ici 2050 aurait un mix électrique aussi carboné que le mix électrique français actuel

Dans **notre troisième scénario, appelé optimiste “Avec relocalisation”**, avec une décarbonation très forte de la production d’électricité, les émissions annuelles de l’industrie pharmaceutique pourraient baisser de 75 %.

Dans chacun de ces scénarios, pour atteindre ces objectifs, la décarbonation doit porter sur l’ensemble des étapes de la chaîne de valeur. Autrement dit, tous les leviers identifiés doivent être activés en parallèle. Les acteurs impliqués dans la chaîne de valeur du médicament doivent agir rapidement et fortement en mobilisant tous les leviers de front : **aucun levier n’est optionnel, tous sont nécessaires.**

Cependant, cela ne signifie pas que tous les leviers auront le même impact. **Aussi, la décarbonation de cette chaîne de valeur doit être planifiée de telle sorte à prioriser les moyens sur les leviers qui présentent le plus fort potentiel de réduction d’émissions**, et donc, ceux qui concernent logiquement les étapes les plus émissives. En effet, la décarbonation de 10% d’une étape responsable de la moitié de l’empreinte carbone aura plus d’impact que concentrer 90 % des efforts sur une étape qui ne représente que 5 % des émissions. Notre rapport permet d’identifier ces leviers de décarbonation.

Cette décarbonation doit également être planifiée de telle sorte à cibler rapidement les mesures “faciles” à mettre en place (“*quick wins*”), ne nécessitant pas une réorganisation forte de la production et pouvant par exemple permettre des gains économiques. Si ces “*quick wins*” peuvent avoir un faible impact direct sur le climat, ces mesures peuvent permettre d’embarquer le secteur plus rapidement.

Enfin, l’organisation qui est ici décrite doit être pensée sur le court, le moyen et le long terme. Le long terme pour les actions nécessitant une réorganisation de la chaîne de valeur et de forts investissements permettant des gains climatiques et une rentabilité à une échelle de temps plus longue. Le court terme, principalement notamment pour les mesures “faciles” et symboliques.

b) De nombreux leviers pour décarboner

Dans la suite de ce rapport, l’ensemble des chiffres présentés correspondent à notre scénario central : un scénario avec une décarbonation avancée de l’électricité et une relocalisation partielle de certaines étapes de production¹⁸⁷. Dans ce scénario, le potentiel de décarbonation de l’industrie du médicament est de 68 % d’ici 2050¹⁸⁸.

¹⁸⁷ Les hypothèses principales sont détaillées dans le figure 13 page 49.

¹⁸⁸ Sans tenir compte de l’évolution de la demande de médicaments.

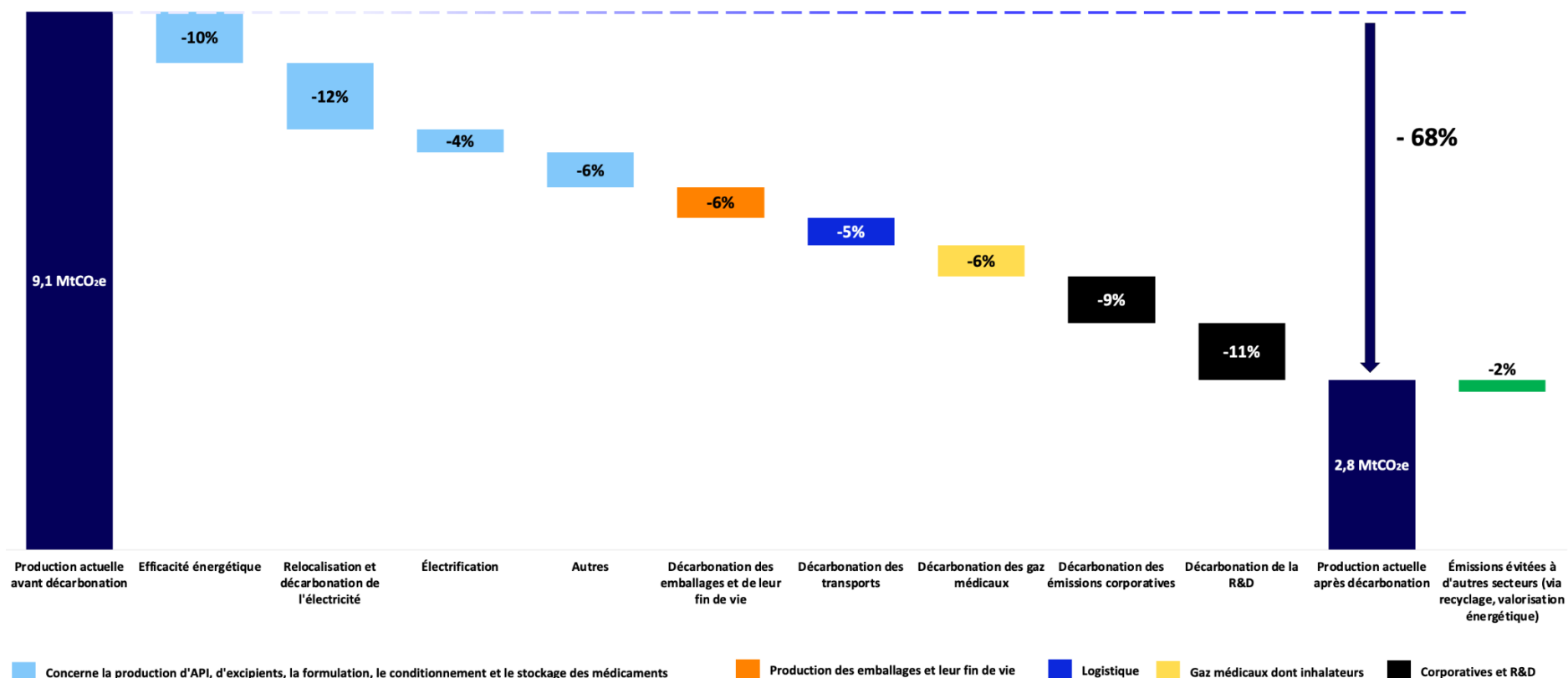


Figure 24 : Potentiel de baisse des émissions annuelles de gaz à effet de serre de la production de médicament en 2023 par levier de décarbonation dans le scénario central "Avec relocalisation" - À volume de médicaments constant entre 2023 et 2050

Source : Calculs The Shift Project 2025

Aide à la lecture : L'électrification des procédés de production des principes actifs, des emballages, des excipients, de la formulation et du conditionnement permet de baisser de 4% les émissions annuelles totales des industries de santé entre 2023 et 2050



a. Décarboner la production

Les étapes de production des principes actifs, des excipients, des emballages ainsi que la formulation, le conditionnement et le stockage des médicaments représentent autour de 47% des émissions des industries du médicament. **Nous estimons que leur décarbonation réduirait les émissions de l'ensemble de la chaîne de valeur du médicament de 38 %.**

Cette baisse s'obtient par une **baisse des quantités consommées (d'énergie et d'intrants non-énergétiques)** et par une **baisse de l'intensité carbone de l'énergie et des matières premières pour les emballages au niveau de chacune des étapes décrites plus haut.**

La **baisse des volumes d'énergie consommée est rendue possible grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des usines** (au niveau des salles propres, de la consommation de vapeur industrielle, etc). Ici, nous faisons référence à l'efficacité énergétique en dehors de celle obtenue *de facto* par l'électrification. Nous estimons qu'elle permettrait par exemple de baisser de 25 % les émissions associées à la production des principes actifs et des excipients et de 10 % les émissions de toute la chaîne de valeur. Pour cela, des actions comme un meilleur contrôle des consommations d'énergie, la **récupération de chaleur ou encore l'optimisation des groupes froids** doivent être privilégiés.

Encadré 10 : L'exemple de l'efficacité énergétique des salles propres

Les salles propres sont des environnements contrôlés où la concentration de particules dans l'air est maintenue à un niveau très bas. La production en salle propre induit des émissions de GES significatives, notamment via une **consommation d'énergie** très importante pour répondre aux exigences de ventilation, de climatisation, de gestion de l'humidité et de chauffage des espaces.

Plusieurs actions sont recensées¹⁸⁹ afin d'aboutir à des économies d'énergie très significatives, et notamment :

- Isolation des réseaux pour éviter les déperditions thermiques
- Redimensionner filtres et conduits d'air afin de diminuer les pertes de charge et la puissance nécessaire aux ventilateurs
- Mettre en place de systèmes de veille automatique ou manuelle pour abaisser le débit d'air en dehors des périodes de production
- Contrôler l'étanchéité et maîtriser les fuites.

Par exemple, sur un site pharmaceutique doté de 240 m² de salle propre, la mise en œuvre conjointe de plusieurs actions (optimisation des ventilateurs, de la climatisation, du chauffage et de l'humidification) a permis d'atteindre une réduction de 49 % de la consommation énergétique annuelle. Notons que le retour sur investissement de ces mesures est souvent atteint en moins de 3 ans voire en moins d'un an dans certains cas.

Elle est également permise par **l'électrification des procédés industriels, notamment de la production de vapeur**. En effet, l'électrification permet, lorsque le mix électrique est

¹⁸⁹ ASPEC, EDF, ADEME, Performances énergétiques en ambiances propres, 2016.

décarboné, de baisser les émissions de GES par unité d'énergie consommée¹⁹⁰, ainsi que **d'importants gains énergétiques**. Par exemple, les rendements des pompes à chaleur pour produire la vapeur peuvent être 3 à 4 fois meilleurs que ceux des chaudières au gaz. Au total, l'électrification permettrait à elle seule une diminution de 4% des émissions de la chaîne de valeur.

La **baisse des volumes de matières premières consommées pour les excipients et les principes actifs** contribuerait, quant à elle, à baisser les émissions totales du secteur de 6% supplémentaires. Des actions très concrètes comme **le recyclage des solvants**, peuvent permettre cette baisse. En effet, un solvant recyclé a une empreinte carbone entre 2 et 10 fois plus faible qu'un solvant vierge¹⁹¹.

La **baisse de l'intensité carbone de l'énergie** s'explique principalement par la **décarbonation de l'électricité consommée permettant ainsi de réduire de 12% les émissions totales du secteur**. Ce levier permet des gains encore plus significatifs lorsqu'il est combiné avec l'électrification des procédés.

Nous considérons que ce levier sera efficace s'il passe par une **décarbonation effective de la production d'électricité** des pays dans lesquels sont situées les usines et pas uniquement par l'achat de garanties d'origine, d'énergie verte ou via une comptabilité en "market-based" des consommations.

Encadré 11 : L'achat d'énergie verte, une fausse bonne idée ?

L'achat d'énergie verte est souvent présenté comme un levier de décarbonation accessible pour les entreprises. Il consiste à souscrire un contrat d'électricité auprès d'un fournisseur garantissant que l'équivalent de la consommation achetée est produit à partir de sources renouvelables via un système de garanties d'origine.

Cependant, **cette approche présente des limites importantes**. En effet, l'achat d'énergie verte est censé constituer un signal économique en faveur des filières renouvelables, mais **il ne permet pas, à lui seul, de financer de nouvelles capacités de production à la hauteur des besoins**¹⁹². Les garanties d'origine sont souvent peu coûteuses et dissociées des investissements réels dans les infrastructures. Le mécanisme ne permet donc pas de générer d'impact significatif sur le développement de nouvelles installations.

De plus, l'achat d'une garantie d'origine ne garantit pas que la quantité d'électricité décarbonée sera produite au moment de la consommation effective d'électricité par l'entreprise. Physiquement, si l'entreprise consomme de l'énergie à un moment où l'électricité renouvelable et nucléaire ne suffisent pas à répondre à la demande, l'électricité

¹⁹⁰ 1 kWh de chaleur produit à base de gaz aura un impact plus fort qu'un même kWh produit à base d'électricité reposant par exemple majoritairement sur du renouvelable et du nucléaire.

¹⁹¹ Carbon Footprints of Recycled Solvents Study for the European Solvent Recycler Group (ESRG), 2013
https://esrg.de/media/PDF/Study_print_090514.pdf

¹⁹² Institut Montaigne. Décarbonation : corriger le système des garanties d'origine électriques, 2024.
<https://www.institutmontaigne.org/expressions/decarbonation-corriger-le-systeme-des-garanties-dorigine-electriques>

viendra de l'activation de moyens de production fossiles, quand bien même l'entreprise aurait acheté des garanties d'origine¹⁹³.

Pour décarboner effectivement, l'achat d'énergie verte reste donc insuffisant : il est pertinent de concentrer les efforts sur l'efficacité énergétique, et, lorsque cela est possible, le recours direct à une énergie décarbonée produite localement (autoconsommation photovoltaïque, production de chaleur renouvelable, etc.).

Si la décarbonation de l'électricité peut être en partie considéré comme exogène aux industries du médicament (car sera principalement porté par des secteurs et acteurs qui n'appartiennent pas directement à ces industries), il n'en reste pas moins que le secteur joue un rôle important dans son activation.biomasse

En effet :

1. En **relocalisant** une usine ou en choisissant un fournisseur dans un pays où le mix électrique est moins carboné, ces industries ont une influence sur le mix électrique de production. Elles font jouer la concurrence, et donnent un signal important aux pays pour décarboner leur électricité afin d'être attractif industriellement.
2. Les industries peuvent **s'engager dans la production directe** d'énergie décarbonée sur leurs propres sites. L'autoconsommation photovoltaïque, la production de chaleur renouvelable (biomasse, géothermie, solaire thermique), ou encore la récupération de chaleur fatale favorisent l'autonomie et la résilience des sites industriels en plus de la maîtrise de leur empreinte environnementale à long terme. Cela permet également de contribuer aux efforts nationaux d'augmentation de la production électrique.
3. En **diminuant leurs besoins**, ces industries énergivores facilitent la décarbonation du système électrique des pays dans lesquels elles sont implantées. En effet, plus des efforts d'efficacité et de sobriété sont faits, plus vite la part d'électricité décarbonée est élevée. Une demande électrique globale très élevée sera plus difficile et mettra plus longtemps à être entièrement couverte par des sources bas carbone.

La baisse de l'intensité carbone de l'énergie passe également par l'usage de biomasse et de biogaz, notamment pour la production de vapeur ne pouvant être électrifiée. Ce levier permet de réduire les consommations de gaz et de charbon. Le facteur d'émission de la biomasse étant de l'ordre de 15 à 30 gCO₂e/kWh¹⁹⁴, contre 240 gCO₂e/kWh pour le gaz¹⁹⁵. Cependant, il faut garder en tête que l'usage de la biomasse pour produire de l'énergie soulève des **conflits d'usage**, car les mêmes ressources sont convoitées pour l'alimentation, l'élevage, la construction ou encore la préservation des sols. À cela s'ajoute une pression croissante : dans un contexte de décarbonation, **tous les secteurs (industrie, transport, bâtiment, etc.) revendiquent une part de la biomasse** pour couvrir leurs besoins énergétiques, accentuant les tensions sur une ressource limitée.

¹⁹³ Carbone 4. Electricité verte : outil pour les entreprises ? https://www.carbone4.com/files/Publication_Electricite_verte.pdf

¹⁹⁴ Base empreinte de l'ADEME, Vapeur à partir de biomasse (mix de technologies de combustion et d'épuration des effluents gazeux[en sortie de chaudière]> 10MW), <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>

¹⁹⁵ Base empreinte de l'ADEME, Vapeur à partir de gaz naturel (mix de technologies de combustion et d'épuration des effluents gazeux[en sortie de chaudière][Puissance non spécifiée]), <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>

Aussi, dans cette étude, nous privilégions les leviers visant à électrifier et à décarboner l'électricité.

Concernant maintenant les emballages primaires et secondaires : la décarbonation de leur production permettrait une baisse de 6% des émissions de la chaîne de valeur. Cela passe notamment par l'utilisation de matières premières plus bas carbone, ce qui implique de mobiliser les fournisseurs en amont pour qu'ils adoptent des procédés de production décarbonés et intègrent davantage de matières recyclées. Par ailleurs, l'écoconception permet de réduire la quantité de matières premières nécessaire en limitant les volumes d'emballage. Les médicaments essentiels ne sont pas contraints aux mêmes exigences marketing que les produits de grande consommation et ne nécessitent pas des emballages "attrayants" (papier ou carton blanchi par exemple) .

Enfin, des leviers à plus faibles impacts comme **l'utilisation de fluides frigorigènes à plus faible empreinte carbone** (CO₂, NH₃, R717, eau, hydrocarbures...), une meilleure détection de ces fuites (notamment en mettant en place des réglementations strictes pour la fréquence des contrôles d'étanchéité des circuits) ou encore la réduction de l'impact carbone de la construction sont également à mettre en place.

b. Décarboner la logistique

Nous estimons qu'il est possible de baisser de 80% les émissions liées à la logistique des intrants, des produits semi-finis et des boîtes de médicaments, et ainsi par ce levier de baisser de plus de 5% les émissions globales de la chaîne de valeur.

Encore une fois, cela passe par des actions portant à la fois sur les volumes et les intensités carbone (kgCO₂e/km) et concerne toutes les étapes de la logistique : du transport des intrants pour produire les principes actifs à la livraison des pharmacies de ville par les grossistes-répartiteurs.

La réduction des "volumes" correspond ici à la diminution des distances parcourues. Elle permet de diminuer d'environ 20 % les émissions liées au transport et provient principalement :

- De **l'optimisation de la logistique**, à travers notamment l'optimisation des taux de remplissage, la centralisation de la distribution sur le dernier kilomètre, ainsi qu'une réflexion portant sur une diminution des fréquences de livraisons des officines et des établissements de santé.
- De **la relocalisation**, permettant de rapprocher les fournisseurs des lieux de production et de consommation¹⁹⁶. Cette relocalisation, permet également une baisse de l'usage du fret aérien au profit du fret routier, et donc une baisse de l'intensité carbone du transport.

Pour réduire l'intensité carbone des transports, les principaux leviers reposent sur :

¹⁹⁶ Il faut noter cependant que la relocalisation peut donner lieu à une hausse des distances parcourues pour d'autres pays consommateurs. En effet, rapprocher la production de la France c'est par exemple aussi l'éloigner de pays en Asie. Notre périmètre étant la production pour la consommation française, nous ne tenons pas compte de la hausse de ces flux. Cependant, la logistique représentant une faible part des émissions de la chaîne de valeur du médicament devant la production, une augmentation des distances est très certainement compensée par une baisse des émissions liées à la production.

- le **transfert du transport aérien vers le fret routier et maritime**¹⁹⁷,
- **l'électrification progressive des camions**, en particulier ceux assurant les livraisons vers les pharmacies de ville ou les établissements hospitaliers.

¹⁹⁷ Cela tendra à augmenter les distances totales parcourues mais sera largement compensé par les gains liés à l'usage de transports moins émissifs.



c. Décarboner les gaz médicaux

The Shift Project n'a pas vocation à formuler des recommandations médicales. Cette partie touchant directement aux pratiques de soin, les éléments vise uniquement à mettre en avant des éléments relus par des professionnels de santé et principalement issus des recommandations portées par la SFAR¹⁹⁸.

Les émissions des gaz médicaux viennent des inhalateurs et des gaz utilisés en anesthésies (protoxyde d'azote, sous forme pure ou mélangée à de l'oxygène, desflurane, isoflurane, sevoflurane).

Concernant les inhalateurs, les émissions de gaz à effet de serre sont liées aux gaz propulseurs des **aérosols-doseurs pressurisés**. Les gaz utilisés contiennent des hydrofluorocarbures (HFC) comme le HFA-134a ou HFA-227ea, qui ont un potentiel de réchauffement global (PRG) 1 300 à 3 350 fois supérieur à celui du CO₂¹⁹⁹. **Nous estimons qu'il est possible de décarboner de 90% les émissions des inhalateurs en remplaçant les gaz propulseurs par d'autres gaz à plus faible empreinte carbone ou en utilisant des inhalateurs à poudre sèche.** Cela permettrait d'économiser 360 000 tonnes de CO₂e, soit l'équivalent des émissions de 41 000 tours de la Terre en voiture thermique. L'évolution dépendra bien entendu des besoins médicaux des patients pris en charge. En effet, le choix d'un dispositif doit relever d'une décision médicale partagée entre le patient et son médecin et doit être adapté aux capacités respiratoires et besoins spécifiques de chaque patient.

Concernant maintenant les gaz utilisés en anesthésie, **une très large part de la baisse des émissions en 2050 vient de l'arrêt de la distribution du protoxyde d'azote par les réseaux de distribution²⁰⁰.** En effet, 90% du protoxyde d'azote distribué dans les réseaux fuit²⁰¹. Autrement dit, il faut produire 10 fois plus de protoxyde d'azote que ce qui est consommé.

L'arrêt de cette forme de distribution permettrait d'économiser 115 000 tonnes de CO₂e, soit l'équivalent des émissions de 13 000 tours de la Terre en voiture.

Il est également possible de baisser les émissions de gaz à effet de serre de la consommation de protoxyde d'azote sous forme de bouteilles pré-remplies d'un mélange O₂-Proto²⁰² **en utilisant des valves pour passer d'une distribution en continu à une distribution à la demande**, uniquement lors des phases inspiratoires du patient. Cela permettrait d'économiser 25 000 tonnes de CO₂e supplémentaires.

Enfin, **la réduction de l'usage de gaz halogénés et notamment du desflurane et de l'isoflurane** permettrait de baisser de 16 000 tonnes de CO₂e les émissions de la chaîne de valeur du médicament.

¹⁹⁸ Société française d'anesthésie et de réanimation (SFAR)

¹⁹⁹ Environmental impact of inhaler devices on respiratory care: a narrative review, 2022, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9747156/>

²⁰⁰ Depuis 2024, la SFAR appelle à l'arrêt définitif de l'utilisation des réseaux de N₂O en arrêtant leur approvisionnement, <https://sfar.org/la-sfar-appelle-a-larret-definitif-de-lutilisation-des-reseaux-de-n-2o-en-arretant-leur-approvisionnement/>

²⁰¹ Mitigating the systemic loss of nitrous oxide: a narrative review and data-driven practice analysis, BJA, 2024

²⁰² Mélange 50% protoxyde d'azote et 50% oxygène



d. Décarboner la fin de vie des emballages

La décarbonation de la fin de vie des emballages est un enjeu qui se pose dès la production de l'emballage lui-même. En effet, le choix de matériaux plus ou moins recyclables ou encore la réduction de la masse des emballages auront des impacts importants sur la fin de vie des déchets.

En outre, elle implique de tenir compte de la “seconde vie” donnée aux déchets, au-delà du secteur des médicaments. En effet, pris isolément, la fin de vie a seulement un coût carbone : enfouir, incinérer ou recycler un emballage demande de la matière et de l'énergie et donc émet des gaz à effet de serre. Cependant, l'incinération peut donner lieu à une valorisation énergétique. En effet, lorsque la chaleur produite est transformée en vapeur, cela peut permettre de substituer l'énergie produite à celle qui aurait été générée à partir de combustibles fossiles (gaz, charbon, pétrole). En outre, le recyclage des matériaux permet d'éviter la production d'un matériau vierge et peut donc être compté comme des émissions évitées au reste de la société.

Aussi, la décarbonation des emballages est permise par **leur écoconception** (réduire le volume d'emballages et faciliter leur tri dès la conception), par **l'augmentation de la recyclabilité** (adapter les matériaux utilisés pour qu'ils soient compatibles avec les filières de recyclage existantes) et par **l'augmentation des taux de recyclage effectif** (renforcer la collecte et le tri pour maximiser les quantités réellement recyclées).

Cela permettrait de baisser de 2% supplémentaires les émissions de la chaîne de valeur et ainsi d'éviter 125 000 tonnes de CO₂e par le recyclage et la valorisation énergétique.

e. Décarboner les émissions corporatives

Les émissions corporatives comprennent l'ensemble des émissions liées aux activités siège et terrain des entreprises du médicament (excluant la production et la R&D). Les leviers de décarbonation sont donc nombreux et concernent essentiellement les achats de biens et services, ainsi que les déplacements professionnels. Par ailleurs, à la différence des modifications de procédés industriels, ces leviers paraissent plus rapides à mettre en œuvre et relèvent directement des laboratoires.

Notez cependant que nous ne sommes pas en mesure d'estimer précisément le potentiel de baisse des émissions liées aux activités corporatives. En effet, pour la décarbonation des achats de biens et de services (premier poste d'émissions des activités corporatives), nous fixons un objectif de décarbonation. Il ne s'agit pas d'un potentiel réellement estimé sur la base de l'activation de différents leviers. Aussi, le résultat présenté ici doit être pris comme un objectif à atteindre et pour lequel nous listons des exemples d'actions à mettre en place. En baissant notamment de 70% les émissions liées aux achats de biens et services, nous estimons que la décarbonation des émissions corporatives permettrait de baisser de 9% les émissions de la chaîne de valeur du médicament.

La réduction des volumes d'achats est un levier majeur de décarbonation : acheter ou produire moins permet de limiter les émissions à la source. Cela implique sobriété, lutte contre le gaspillage, réemploi et allongement de la durée de vie des équipements. A titre



d'exemple, prolonger la durée de vie des ordinateurs portables de 3 à 5 ans permettrait de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre de 37 %, tandis qu'une extension de la durée d'usage des téléphones de 2,5 à 3,5 ans entraînerait une baisse des émissions de 27 %²⁰³. L'alimentation collective illustre aussi un fort potentiel, via la végétalisation des repas, la réduction du gaspillage, la diminution des emballages et l'électrification des transports.

Le second levier repose sur l'amélioration de la durabilité des achats et vise à intégrer l'empreinte carbone dès la définition des besoins. Cela passe par l'éco-conception, c'est-à-dire la réduction des intrants, comme la quantité de matières premières (plastiques, métaux) utilisées, et l'allègement des emballages. Il s'appuie également sur l'utilisation de matériaux recyclés ou biosourcés, c'est-à-dire issus de ressources renouvelables comme le bois, le coton ou certains bioplastiques. Enfin, l'adoption de modèles "as a service", où l'on privilégie la location ou l'usage d'un équipement plutôt que son achat, permet de limiter l'impact des équipements. Ce levier permet de concilier performance et responsabilité environnementale.

Enfin, la décarbonation passe par une **coopération renforcée avec les fournisseurs**. Cela implique la co-construction de plans de réduction des émissions, l'intégration de critères carbone dans les appels d'offres, et l'utilisation d'outils de reporting ESG. **L'objectif est d'aligner l'ensemble des acteurs sur une trajectoire climatique commune.**

Par ailleurs, trois leviers permettent de réduire fortement les émissions liées aux déplacements. D'abord, électrifier la flotte de véhicules et réduire de moitié les distances parcourues permettrait de baisser de **80 % les émissions des collaborateurs terrain en France aujourd'hui estimés à 124 000 tCO₂e/an**. De plus, une réduction de **60 % des émissions des trajets domicile-travail** est atteignable grâce à des alternatives incitatives (vélo, train, rendez-vous à distance). Enfin, **les déplacements internationaux peuvent être limités** via des politiques strictes favorisant le train et le distanciel (jusqu'à 100 fois moins émetteur que l'avion). A titre d'exemple, certains laboratoires ont déjà mis en place des budgets carbones et des objectifs de réduction pour les déplacements des collaborateurs. Par ailleurs, la campagne mondiale menée par Transport & Environment (T&E) abonde en ce sens en fixant comme objectif de réduire les émissions du transport aérien d'entreprise de 50% ou plus d'ici 2030 par rapport à 2019²⁰⁴. Trois laboratoires pharmaceutiques (Astrazeneca, Novo Nordisk, Pfizer Inc) ont obtenu une note A dans le 2025 Travel Smart Ranking²⁰⁵.

f. Décarboner la R&D

Concernant la R&D, il est important de noter que les données disponibles à ce jour ne permettent pas précisément de comprendre la provenance des émissions. Aussi, **il serait important de mener une étude plus approfondie sur ce domaine en général pour identifier au mieux les leviers de décarbonation**. Ceci est d'autant plus crucial que la R&D joue un rôle déterminant dans l'avenir industriel des produits et devrait donc intégrer en amont les enjeux de décarbonation.

²⁰³<https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/02/Rapport-final-v8-WEB.pdf>

²⁰⁴ T&E. Travel Smart. <https://travelsmartcampaign.org/fr/sur/>

²⁰⁵ T&E. Travel Smart. <https://travelsmartcampaign.org/fr/ranking/>



En outre, à l'instar des achats de biens et services des émissions corporatives, il faut noter que nous ne sommes pas en mesure d'estimer précisément le potentiel de baisse des émissions liées aux activités R&D. Aussi, le résultat présenté ici doit être pris comme un objectif à atteindre. En baissant de 60% les émissions, nous estimons que la décarbonation des émissions R&D permettrait de baisser de 11% les émissions de la chaîne de valeur du médicament.

Cela s'explique principalement par la réduction du gaspillage de médicaments dans les essais cliniques, une optimisation des cohortes (groupes témoins synthétiques, jumeaux numériques, données réelles ou historiques d'essais similaires), réduisant ainsi les visites et déplacements, un recours à la collecte de données à distance et une amélioration du stockage des données. Ces leviers ciblent l'optimisation du recrutement, de la logistique, et du stockage des données, avec par exemple des solutions numériques, qui doivent cependant être utilisées de manière pertinente²⁰⁶.

Le gaspillage de médicaments dans les essais cliniques est estimé entre **50 % et 70 %**²⁰⁷, dû à la surproduction, au non-recrutement des patients, au non-respect des traitements, aux pertes de suivi, et à une conservation souvent inadaptée, notamment avec des ruptures de la chaîne du froid. Les conditionnements standardisés, souvent en grandes quantités, génèrent des restes inutilisés. Pour réduire ce gaspillage, plusieurs leviers existent : adapter les conditionnements aux besoins individuels, automatiser la gestion des stocks via des outils avancés, suivre en temps réel les conditions de transport avec des capteurs, optimiser les approvisionnements par analyse prédictive, et former les équipes aux outils numériques pour améliorer la traçabilité et réduire les erreurs.

Tout en garantissant la qualité et la robustesse des études cliniques, la réduction de la taille des cohortes grâce à des groupes témoins synthétiques peut atteindre **20 à 50 %**, tandis que la collecte de données à distance permet de diminuer les visites de **25 à 50 %**, entraînant ainsi une baisse globale des émissions des essais de **20 % à 30 %**, principalement grâce à la diminution des émissions liées aux transports. **Le stockage des données**, important dans les essais hybrides, peut voir ses émissions réduites de **50 à 70 %**²⁰⁸, par des mesures d'optimisation.

c) La relocalisation pour une décarbonation plus forte de la chaîne de valeur du médicament

D'un point de vue qualitatif, la production d'un médicament nécessitant une forte consommation d'électricité et de vapeur industrielle, **ses émissions dépendent très fortement du mix énergétique et donc du pays de production**. Produire de l'électricité à partir du charbon n'aura pas le même impact que de la produire majoritairement à l'aide de

²⁰⁶ Le groupe Industry Low Carbon Clinical Trials a par exemple développé un **calculateur carbone pour estimer les émissions des essais et guider leur décarbonation**. Cet outil, accompagné d'un guide méthodologique, est recommandé pour intégrer la durabilité dès la conception des essais : <https://clinicaltrialcarbon.org/>

²⁰⁷ Sustainable Markets Initiative Health Systems Task Force & BCG. THE DIGITAL SOLUTION FOR SUSTAINABILITY IN CLINICAL RESEARCH. 2022. <https://a.storyblok.com/f/109506/x/42119be232/smi-hstf-digital-health-whitepaper.pdf>

²⁰⁸ Ibid.



nucléaire et de renouvelable. Aussi, relocaliser la production dans des pays où le mix énergétique est moins carboné permettrait de baisser les émissions de gaz à effet de serre.

En outre, relocaliser implique également une **baisse des distances parcourues pour la logistique** et un plus faible recours au fret aérien au profit du fret routier, donc de plus faibles émissions de GES.

D'un point de vue quantitatif maintenant, il y a effectivement de fortes variabilités dans les émissions d'un médicament en fonction de son lieu de production (figure 25). Nous estimons qu'en moyenne, **les médicaments produits intégralement en Chine auraient des émissions de production²⁰⁹ 40% plus faibles s'ils étaient produits en Europe et 50% s'ils étaient produits en France.**

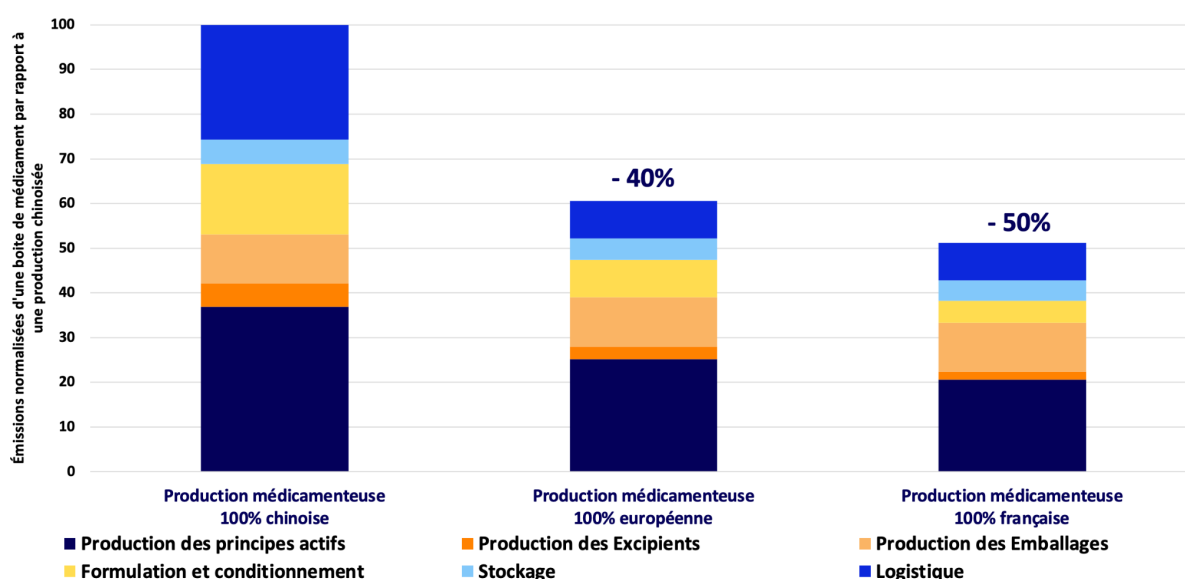


Figure 25 : Comparaison de l'empreinte carbone de production médicamenteuse en 2023 (de l'extraction des matières premières à la livraison en hôpital ou pharmacie) en fonction du pays de production. Les émissions ont été normalisées par rapport aux émissions induites par une production chinoise

Source : Calculs The Shift Project 2025

Aide à la lecture : Les médicaments produits actuellement en Chine seraient produits avec 40% d'émissions en moins s'ils étaient produits en Europe. Cette baisse passerait à 50% si produit en France.

Ce résultat est également confirmé par notre étude de cas sur les anticorps monoclonaux, médicament dont la production consomme de très grandes quantités d'énergie : nous estimons que la production d'un kilo d'anticorps monoclonaux en France a une empreinte carbone 56% plus faible qu'une production intégralement réalisée en Chine²¹⁰. Ainsi, **la décarbonation est un co-bénéfice des enjeux de souveraineté sanitaire associés à la relocalisation.**

Cependant, la comparaison des deux premiers scénarios (Figure 25) suggère que la relocalisation en Europe des usines de production d'intrants pharmaceutiques (principes actifs, excipients, emballages) et de production de médicaments (formulation et conditionnement) entraînerait une baisse supplémentaire de seulement 5% des émissions.

²⁰⁹ Nous comparons ici les émissions de production des principes actifs, des excipients, des emballages, de formulation, de conditionnement, de stockage et de logistique en fonction des pays où ces étapes ont lieu. Ce chiffre ne tient donc pas compte des émissions liées à l'usage du médicament, à sa fin de vie et à la R&D ou encore aux activités corporatives.

²¹⁰ Les détails se trouvent dans la note intermédiaire sur la relocalisation qui accompagne ce rapport.



Cela peut paraître peu au regard des freins humains et économiques à lever pour la relocalisation. D'autant plus qu'une décarbonation très forte et ambitieuse de l'électricité des pays producteurs actuels peut laisser penser que la relocalisation ne serait pas forcément nécessaire et qu'attendre que les pays comme la Chine ou l'Inde décarbonent leur électricité suffirait.

Plusieurs éléments doivent tempérer ce raisonnement :

1. Il repose sur la décarbonation effective de la Chine et de l'Inde.

Cela reste donc **un pari industriel avec de fortes inconnues** concernant la croissance de leur production énergétique²¹¹.

2. Nous ne modélisons pas une relocalisation à 100% de la production en Europe.

En effet, nous faisons l'hypothèse d'une production Européenne des principes actifs qui passerait de 33% à 57% et une production Asiatique qui passerait de 62% à 40%²¹².

Nous avons exploré le cas très théorique où le seul levier de décarbonation mis en place serait une relocalisation à 100% de la production (Principes actifs compris) dans des pays européen où le mix électrique est en moyenne de 150 gCO₂e/kWh²¹³. Cela entraînerait une baisse des émissions de toute la chaîne de valeur du médicament de 16%²¹⁴.

3. Comparer uniquement le potentiel de décarbonation des scénarios à 2050 masque un message crucial : l'évolution du climat ne dépend pas des émissions annuelles en 2050 mais des émissions cumulées entre 2025 et 2050 (donc du budget carbone).

Autrement dit, baisser ses émissions de gaz à effet de serre de 80% en 2050 ne suffit pas, il faut que cela soit fait à un rythme soutenu de façon à limiter les émissions cumulées sur la même période (Encadré 12).

Or, il faut entre 3 à 5 ans pour construire une usine de forme sèche²¹⁵ et environ 10 ans pour la construction d'une usine de vaccins²¹⁶.

Ainsi, **la relocalisation des productions** dans des pays où le mix électrique est peu carboné permettrait de baisser **significativement et rapidement** les émissions liées à la production des médicaments²¹⁷.

²¹¹ Par exemple, actuellement, environ 100 GW de nouvelles capacités électriques au charbon sont en construction en Chine et 142 GW supplémentaires sont proposés (dont 42 GW sont déjà approuvés).

²¹² Ceci a été explicité dans la partie dédiée à la méthodologie générale.

²¹³ Nous précisons cela car, la relocalisation, si elle est faite en Europe, doit se faire dans des pays où le mix électrique est le plus décarboné possible. Aujourd'hui, le facteur d'émission moyen de l'électricité en Europe est de 350 kgCO₂e/kWh. Relocaliser une usine en Suède (avec un facteur d'émission de 29 kgCO₂e/kWh) ou en Pologne (avec un facteur d'émission de 781 kgCO₂e/kWh) ne donnera pas lieu aux mêmes gains carbone.

²¹⁴ Cette baisse serait significative, d'autant plus qu'elle impacte uniquement les émissions de production et de transport (et pas les émissions corporatives, les émissions de R&D, les émissions liées à l'usage des gaz médicaux et les émissions liées à la fin de vie des emballages). En ne regardant que les émissions de production et de transport, une production 100% Européenne des médicaments et de leurs intrants les réduirait de 26%.

²¹⁵ 24 mois pour la construction de l'usine, le reste étant pour les homologations nécessaires et la formation sur site du personnel : <https://www.leem.org/sites/default/files/2020-11/Dossier%20de%20presse%20consolide.pdf>

²¹⁶ 5 à 7 ans pour la construction, le reste étant pour les homologations nécessaires et la formation sur site du personnel : <https://www.leem.org/sites/default/files/2020-11/Dossier%20de%20presse%20consolide.pdf>

²¹⁷ Il est important de noter que, d'après les données d'Ecoinvent, la production d'électricité européenne est dès aujourd'hui 60% moins émissive que la production chinoise. Or, ce pourcentage de baisse correspond à la baisse des émissions de



En effet, dans un cas, la baisse des émissions est au rythme du choix d'un nouveau fournisseur ou de la construction d'une nouvelle usine et dans l'autre, elle prend le rythme de la décarbonation de l'électricité d'un pays entier et fait le pari d'une décarbonation effective de cette électricité.

Encadré 12 : L'importance du budget carbone pour appréhender les enjeux de relocalisation

Le graphique ci-dessous illustre deux trajectoires de réduction des émissions de gaz à effet de serre qui aboutissent à un même objectif en 2050 : une baisse de 80 %. Si l'on ne regarde que cette échéance finale, les deux courbes semblent équivalentes. Pourtant, elles diffèrent profondément par leur impact climatique. En effet, ce qui compte pour limiter le réchauffement global, ce ne sont pas seulement les émissions en 2050, mais bien la somme des émissions entre aujourd'hui et 2050 (ce qu'on appelle le **budget carbone**). Ce budget représente la quantité totale de gaz à effet de serre que nous pouvons encore émettre tout en respectant les objectifs climatiques, notamment celui de limiter le réchauffement à +1,5 °C ou +2 °C.

Dans cet exemple, la trajectoire bleue, plus lente au départ, génère plus d'émissions cumulées sur la période 2023–2050 que la trajectoire jaune, qui engage une baisse plus rapide. Ce différentiel d'émissions cumulées peut suffire à faire dépasser le seuil de réchauffement souhaité, même si les deux trajectoires convergent vers le même point final.

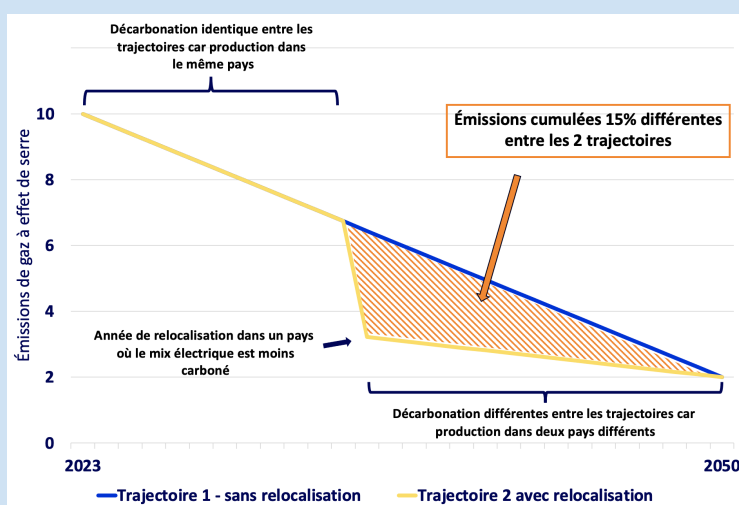


Figure 26 : Deux trajectoires de décarbonation théoriques entre 2023 et 2050 - Graphique pour illustrer la différence entre objectif climatique et trajectoire de décarbonation

Source : Schéma The Shift Project 2025

Ce principe est fondamental : **retarder la réduction des émissions alourdit mécaniquement le bilan carbone mondial**. Il rappelle que les stratégies qui permettent d'agir rapidement, même si elles n'aboutissent qu'à un gain marginal à long terme, peuvent être climatiquement plus pertinentes que des transformations profondes mais lentes. Ce raisonnement s'applique à de nombreux secteurs, dont celui du médicament,

l'électricité de la Chine d'ici 2050 dans notre scénario de "**décarbonation avancée**" de l'électricité. Le mix Français est quant à lui 90% moins émissif que le mix électrique Chinois. Cela correspond à la baisse des émissions de l'électricité de la Chine d'ici 2050 dans notre scénario de "**décarbonation très forte**" de l'électricité.



lorsqu'il s'agit d'arbitrer entre relocalisation immédiate dans des zones à électricité décarbonée, et maintien de la production dans des pays où la transition énergétique reste à construire.

d) Des leviers transverses pour faciliter la décarbonation des industries du médicament

a. La décarbonation des industries du médicament : une transformation complexe à réaliser

Si les leviers identifiés permettent de baisser de 68% les émissions annuelles des industries impliquées dans la chaîne de valeur du médicament entre 2023 et 2050, ils ne doivent pas masquer la complexité de ce sujet.

En effet, nous identifions plusieurs freins à la décarbonation de ce secteur. Dans un premier temps, rappelons que **l'objectif premier reste l'approvisionnement en médicaments** des populations. Si la décarbonation peut dans certain cas être un co-bénéfice d'une meilleure souveraineté sanitaire (via la relocalisation par exemple²¹⁸), il est nécessaire de s'assurer que la mise en place d'actions pour baisser les émissions de gaz à effet de serre garantisse cet objectif.

Par ailleurs, l'industrie pharmaceutique est soumise à un **cadre réglementaire strict** pour garantir la sécurité et l'efficacité des produits. Cela peut alors limiter la rapidité de mise en œuvre de certains leviers de décarbonation.

La **complexité de la chaîne de valeur** constitue un autre obstacle majeur : elle est mondialisée et mobilise une très grande quantité de fournisseurs, pouvant rendre difficile la coordination des efforts de décarbonation.

Enfin, des freins économiques, culturels, organisationnels, ainsi que des enjeux relatifs à l'emploi et aux compétences (notamment concernant les sujets de relocalisation), viennent s'ajouter à ces contraintes.

Cependant, ces freins ne doivent pas inviter à l'inaction. Bien au contraire, ils soulignent l'importance de se préoccuper de ce sujet dès aujourd'hui, afin **d'anticiper et de planifier** la transition de la chaîne de valeur du médicament vers un modèle moins carboné, tout en prenant pleinement en compte les spécificités du secteur.

b. L'importance des leviers transverses

Pour surmonter les freins précédemment énumérés, plusieurs leviers peuvent être actionnés. Nous les qualifions de "leviers transverses" car ils ne se concentrent pas sur une étape de la chaîne de valeur en particulier mais sur son organisation globale et visent à soutenir et accompagner une décarbonation plus active du secteur.

²¹⁸ <https://www.entreprises.gouv.fr/la-dge/actualites/france-2030-accelerer-la-relocalisation-des-medicaments-essentiels>



Ces leviers nous paraissent d'autant plus nécessaires que les industries pharmaceutiques sous-traitent une partie de leur production (notamment les principes actifs)²¹⁹. Ces fournisseurs font aussi parti des industries du médicament. Aussi, il faut également trouver des leviers pour **inciter l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur** (industriel, fournisseur matières premières, sous-traitants) à s'impliquer dans un projet commun de décarbonation.

Ce constat se retrouve dans les bilans carbone des grands groupes : entre 85% et 90% des émissions sont indirectes (scope 3), et proviennent en particulier des achats de produits finis et semi-finis auprès de fournisseurs. Autrement dit, seulement 10 à 15% des émissions sont liées aux consommations d'énergie dans les usines, sur lesquelles l'industrie pharmaceutique²²⁰ a directement la main (scopes 1 et 2).

- **Établir une méthodologie commune et transparente d'évaluation de l'impact carbone du médicament**

Nous ré-insistons ici sur la nécessité d'établir une méthodologie commune et transparente d'évaluation de l'impact carbone du médicament, levier que nous préconisons déjà en 2023, même si celui-ci a officiellement vu le jour en février 2025 avec la publication de la Méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments de l'État²²¹. En effet, il est nécessaire d'avoir une totale **transparence** sur l'origine des émissions de gaz à effet de serre des industries du médicament et de leurs produits via une méthodologie de calcul commune.

Cela pourra :

- Permettre un meilleur contrôle et suivi des émissions de production ainsi qu'une meilleure compréhension des leviers de décarbonation à mettre en place,
- Servir de base à la mise en place d'autres leviers transverses comme : l'inclusion de critères environnementaux dans l'évaluation des médicaments (AMM, remboursement, prix), ainsi que dans les appels d'offres.
- Permettre aux professionnels de santé de favoriser la prescription des produits les moins carbonés lorsque plusieurs ont des bénéfices thérapeutiques équivalents.

L'idéal serait d'étendre la création d'une telle méthodologie commune et transparente à l'échelle de l'Europe afin d'en faciliter l'utilisation et de disposer de moyens de comparaison plus homogènes.

- **Intégrer un critère carbone dans l'évaluation des médicaments**

Le critère carbone doit être intégré à chaque étape de l'évaluation des médicaments.

- **Dépôt d'autorisation de mise sur le marché**

Tout d'abord, lors de l'évaluation de l'autorisation de mise sur le marché réalisée par l'agence européenne du médicament (EMA) dans la très grande majorité des cas. A ce jour, une évaluation des risques environnementaux (ERA) est nécessaire lors du dépôt d'AMM,

²¹⁹ <https://www.leem.org/sites/default/files/2017-03-PIPAME-Faconnage-Pharma-RAPPORT-COMPLET.pdf>

²²⁰ Nous faisons ici référence aux entreprises qui in fine vendent les produits finis (les boîtes de médicaments) mais dont une partie de la production est externalisée.

²²¹ Méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments, <https://www.entreprises.gouv.fr/la-dge/publications/methodologie-devaluation-de-lempreinte-carbone-des-medicaments>



mais cette évaluation concerne essentiellement les impacts potentiels du médicament sur les écosystèmes aquatiques et terrestres et pas l'impact carbone.

- **Demande d'inscription au remboursement (incluant la réévaluation)**

Cette étape est réalisée par les organismes d'évaluation des technologies de santé (Health Technology Assessment body) de chaque pays. A l'échelle nationale, le critère carbone pourrait être intégré dans l'évaluation de **l'amélioration du service médical rendu (ASMR) par la Haute Autorité de Santé** selon des critères spécifiques. Un traitement dont l'empreinte carbone est inférieure à celle du comparateur ou qui permet, par exemple, de réduire les émissions en évitant certaines situations comme une hospitalisation, devrait être valorisé.

- **Fixation du prix**

En France, cette étape est réalisée par le **Comité Economique des Produits de Santé (CEPS)**. Le critère carbone devrait également être pris en compte dans la fixation du prix des produits de santé, avec un dispositif tarifaire prenant en compte l'empreinte carbone du produit.

Pour permettre l'intégration de ce critère carbone, il est nécessaire que celui-ci soit harmonisé et puisse être analysé de manière transparente. Comme précisé précédemment, la Méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments de l'État semble être le bon outil et devrait être étendue à l'échelle européenne.

- **Faire intervenir le critère carbone dans les appels d'offres des hôpitaux et les achats de médicaments des pharmacies de ville**

Les critères environnementaux doivent avoir un poids significatif dans les appels d'offres. En effet, si les décisions d'achat reposent exclusivement sur des considérations économiques, les productions plus décarbonées (en particulier les productions françaises ou européennes, aux émissions carbone plus faibles) restent fréquemment désavantagées face à des offres moins chères mais plus émissives. Les exemples passés des masques, blouses ou respirateurs pendant la crise sanitaire en sont une illustration²²².

Dans ce contexte, **nous proposons que les critères liés à l'empreinte carbone pèsent a minima 10 % dans la pondération des appels d'offres**, publics comme privés.

Cette recommandation s'inscrit dans le cadre des obligations légales existantes. Depuis la loi Climat et Résilience, les marchés publics doivent intégrer des clauses environnementales. Il conviendrait d'aller plus loin dans leur mise en œuvre effective dans le secteur hospitalier. Pour les établissements privés, des mesures spécifiques pourraient être envisagées afin de faciliter l'intégration de ces critères dans leurs pratiques d'achat.

- **Faciliter les demandes de variation du dossier d'AMM en faveur de la décarbonation**

²²² Polyvia, « Made in France » : le mauvais exemple des masques, des blouses et des respirateurs, 2023.
<https://www.polyvia.fr/fr/economie/made-france-le-mauvais-exemple-des-masques-des-blouses-et-des-respirateurs>



Nous soutenons ici une proposition faite par le comité stratégique de filière des produits de santé²²³ afin de faciliter les demandes de variation du dossier d'AMM en lien avec les changements de packaging sans changement de procédé ou les améliorations environnementales de procédés n'impactant pas le produit de santé.

- **Impliquer tous les professionnels des industries du médicament dans les projets de décarbonation**

La décarbonation du secteur des médicaments ne saurait reposer uniquement sur les départements RSE des entreprises. Pour être réellement structurante, la transition doit être portée par l'ensemble des fonctions clés de l'entreprise et intégrée à sa stratégie globale.

D'abord, il est essentiel que les responsables RSE siègent au comité de direction, afin de peser dans les décisions structurantes. De même, les objectifs environnementaux doivent être intégrés aux feuilles de route de l'ensemble des dirigeants, au même titre que les objectifs économiques²²⁴.

Sur le plan opérationnel, toutes les fonctions ont un rôle à jouer :

- **Les activités de production** : par exemple en optimisant les équipements et leurs consommations d'énergie ;
- **Les politiques d'achats** : en sélectionnant des fournisseurs engagés dans une trajectoire bas-carbone ;
- **La supply chain** : par exemple en réfléchissant à des méthodes afin de diminuer le recours au fret aérien ;
- **La recherche et développement** : par exemple en concevant des médicaments moins carbonés ;
- **Etc.**

Enfin, ces transformations devront s'accompagner d'une montée en compétences des professionnels sur les sujets environnementaux. Ainsi, *“la transformation profonde des activités économiques n'aura pas lieu sans une évolution des compétences. Tous types de métiers sont concernés, de tous les niveaux de qualification et dans tous les secteurs”*²²⁵.

e) Explorer d'autres leviers pour une décarbonation plus forte du secteur

Retenons comme conclusion de la partie suivante que peu importe les scénarios, les leviers de décarbonation sont nombreux et permettent de baisser significativement les émissions du secteur, tant que le secteur mobilise rapidement, fortement et proactivement ces leviers.

²²³ <https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/Entites/CNI/2023/2023-12-feuille-de-route-decarbonation-pharma.pdf>

²²⁴ D'après la norme ISO 14001, l'engagement des dirigeants constitue une condition sine qua non au succès du management environnemental (Boiral, 2007b). Les comités de directions doivent donc intégrer ces enjeux de durabilité dans leurs activités de pilotage des établissements. Le comité de direction peut augmenter la visibilité des enjeux de soutenabilité, favoriser les situations expérientielles d'apprentissage et de test, valoriser les initiatives gagnantes, voire lancer des défis aux équipes dans un cadre de travail favorable. Boiral, O. (2007b), « Corporate greening through ISO 14001 : A rational myth ?

²²⁵ The Shift Project, Former les actifs pour la transition écologique, 2025.

<https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/04/Former-les-actifs-pour-la-transition-ecologique-Synthese.pdf>



Pour aller plus loin, le secteur pourrait explorer d'autres pistes non couvertes dans ce rapport.

Dans un premier temps, le potentiel réel de décarbonation de la R&D et des achats de biens et services liés aux émissions corporatives devrait être estimé afin de vérifier si ces derniers ne peuvent pas baisser de manière plus importante les émissions du secteur.

En outre, **ce rapport ne prend en compte que partiellement les leviers de la chimie verte**²²⁶ visant à baisser l'empreinte environnementale des médicaments en agissant sur les intrants par l'intégration de matières premières "renouvelables" et par la modification de certaines méthodes de production (en passant par exemple d'une production en lot à une production en continu^{227 228 229}). Ces derniers pourraient avoir un fort impact sur les émissions liées à la production des excipients et des principes actifs.

Enfin, d'autres leviers abordés dans la suite de ce rapport mais non quantifiés pourraient être mis en place. C'est le cas par exemple des leviers concernant :

- la dispensation à l'unité des médicaments,
- la durée des traitements,
- etc.

Ces leviers, s'ils impliquent les industries du médicament, doivent être explorés en concertation avec des professionnels de santé afin qu'ils ne compromettent pas la qualité de la prise en charge des patients.

Ces conclusions nous invitent également à travailler sur les leviers à la main des professionnels de santé et des politiques publiques pour baisser le besoin en médicaments. La prévention, la promotion de la santé et le juste soin feront l'objet de notre prochain travail qui débutera en septembre 2025.

²²⁶ En 1991, l'EPA (Environment Protection Agency) définissait la chimie verte, dont les 12 principes sont énumérés ci-contre, comme « la conception de produits et de procédés chimiques permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses pour l'homme comme pour l'environnement »

²²⁷ <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/decarbonizing-api-manufacturing-unpacking-the-cost-and-regulatory-requirements>

²²⁸ Le développement d'un nouveau procédé de production en chimie en flux continu du paracétamol a permis à Seqens de réduire de près de 80% les émissions liées à la production de ce principe actif. : https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/dp_pess.pdf
Note de notre part : nous imaginons ici que c'est aussi via l'utilisation d'une électricité peu carbonée française que la baisse de 80% a pu être atteinte.

²²⁹ la production continue permet généralement de réduire l'empreinte carbone de 10 à 30 % selon les procédés, et parfois beaucoup plus (jusqu'à 70-80 %) dans des cas optimisés ou sur des installations de nouvelle génération, <https://pscinitiative.org/resource?resource=2573>





04

RÉSULTATS DÉTAILLÉS

Dans ce rapport, la méthodologie que nous suivons se scinde en trois 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, de principes actifs, 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**.
- (3) Nous identifions **des leviers et actions concrètes** permettant de baisser les émissions de gaz à effet de serre et **quantifions leurs potentiels de décarbonation**.

Dans cette partie, nous détaillons les résultats obtenus pour les trois grandes phases pour chaque étape du périmètre couvert par ce rapport intermédiaire

Aussi, la suite du rapport s'organise de la manière suivante : nous commençons par présenter nos 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 formulation et le conditionnement, le stockage, la logistique, l'usage des gaz médicaux et la fin de vie. Nous présentons également nos résultats concernant les émissions corporatives. Enfin, nous terminons cette partie par un approfondissement du sujet de la relocalisation des industries du médicament et de la dispensation à l'unité des médicaments.

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 des 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 **3,3 milliards le nombre de boîtes produites annuellement** pour répondre à la demande française, que ce soit pour contenir des blisters, des flacons ou encore des sachets. Cela représente une production de **48 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 an²³⁰. 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, plus de **30% des boîtes produites** correspondent à des médicaments inscrits sur la liste des **médicaments critiques** de l'EMA²³¹.

3) Résultats détaillés

La combinaison de 3 bases de données sur les consommations de médicaments en ville et à l'hôpital avec les pertes nous permet d'estimer les quantités de boîtes et d'unités (nombre de blisters, de solutions, de gel, etc) produites pour répondre à la consommation française^{232 233 234}.

Nous estimons le nombre de boîtes produites à **3,3 milliards par an** avec 74% dédiées à la vente en ville et remboursés, 14% à l'hôpital et 12% à la ville non remboursée. Cela donne une moyenne d'environ **48 boîtes par français par an**. La présentation la plus consommée en nombre de boîtes est le doliprane 1000mg comprimé avec plus de 6% du total.

²³⁰<https://www.humanite.fr/societe/antibiotiques/sante-trois-chiffres-pour-comprendre-la-surconsommation-de-medicaments-en-france>

²³¹ 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>

²³² 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.

²³³ Pour estimer les quantités de médicaments remboursés distribués dans les pharmacies de ville, nous nous sommes basés sur la base de données "Open Medic"

²³⁴ Pour estimer les quantités de médicaments produites puis délivrées à l'hôpital, nous avons utilisé les données de l'enquête médicament de l'ATIH pour l'année 2023.

Toujours en nombre de boîtes, les médicaments sont principalement disponibles sous forme de **comprimés et gélules** (58% des formes), de **solutions** (18% des formes) et de **sachets et poudres** (6% des formes). La répartition des boîtes par formes et par sources de ventes est disponible Figure 27. 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).

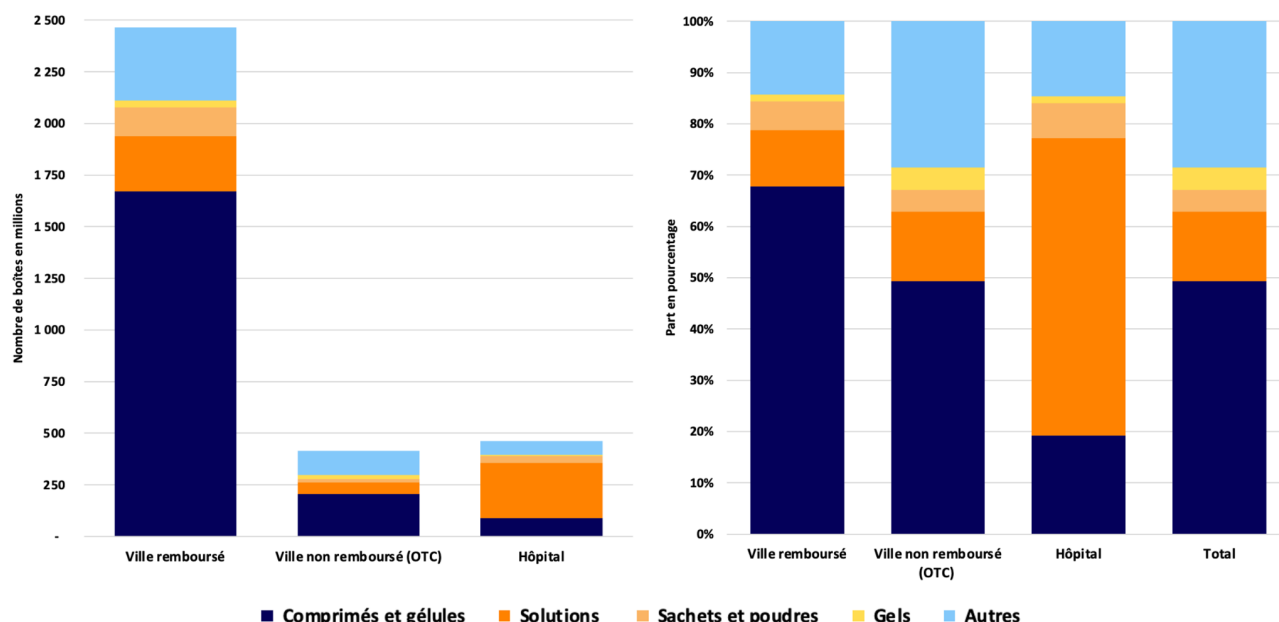


Figure 27 : Répartition entre la ville et l'hôpital des consommations de médicaments en nombre de boîtes - version absolue et normalisée

Source : Calculs The Shift Project 2025²³⁵

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 du principe actif, de procédés de production, de technologies ou encore de stabilité du médicament (et donc sa durée de conservation)²³⁶. Ces différences traduisent in fine des variabilités qui peuvent être significatives dans l'empreinte carbone des procédés industriels et donc des produits²³⁷.

Enfin, du point de vue des unités (UCD), 40 milliards de comprimés, 2,6 milliards de flacons ou encore 225 millions de seringues préremplies sont produites annuellement pour répondre à la consommation française. 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.

²³⁵ "Autres" comprend notamment les capsules, les cartouches, les crèmes, les granules, les pâtes, les pastilles ou encore les lotions.

²³⁶ STABILITE ET CONSERVATION DES MEDICAMENTS, 2005, https://www.hug.ch/sites/interhug/files/structures/pharmacie/ens/conferences/lzk_stabilite_formation_hug05.pdf

²³⁷ 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)

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 principes actifs 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 de principes actifs produits pour répondre à cette consommation. 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 **32 300 tonnes la masse totale de principes actifs produits chaque année pour répondre à la consommation française**. 21% 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.

c) Résultats détaillés

Nous estimons à un peu plus de **32 300 tonnes la masse totale de principes actifs produits chaque année pour répondre à la consommation française**.

Comme le suggère la Figure 28, ces quantités sont largement dominées par le paracétamol (5 600 tonnes), le macrogol 4000 (4 600 tonnes), le macrogol 3350 (3 000 tonnes), le lactulose (2 200 tonnes) et la metformine (1 300 tonnes).

Sur environ 2 900 substances actives différentes, les 5 les plus produites en masse représentent plus de 50% du volume. 80% du volume provient de seulement 26 substances actives différentes.

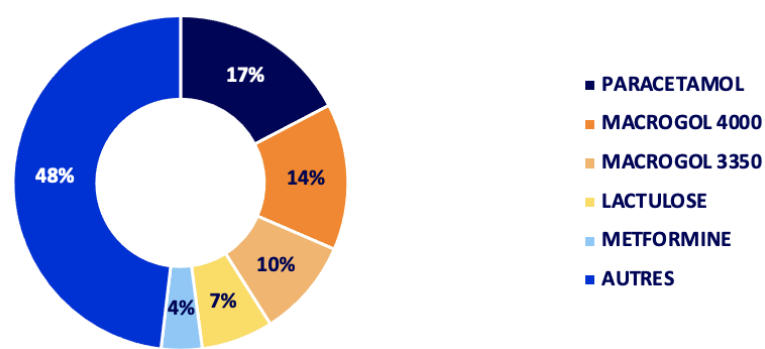


Figure 28 : Répartition des productions de principes actifs produits pour répondre à la consommation en 2023
Source : Calculs The Shift Project 2025

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

21% 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.

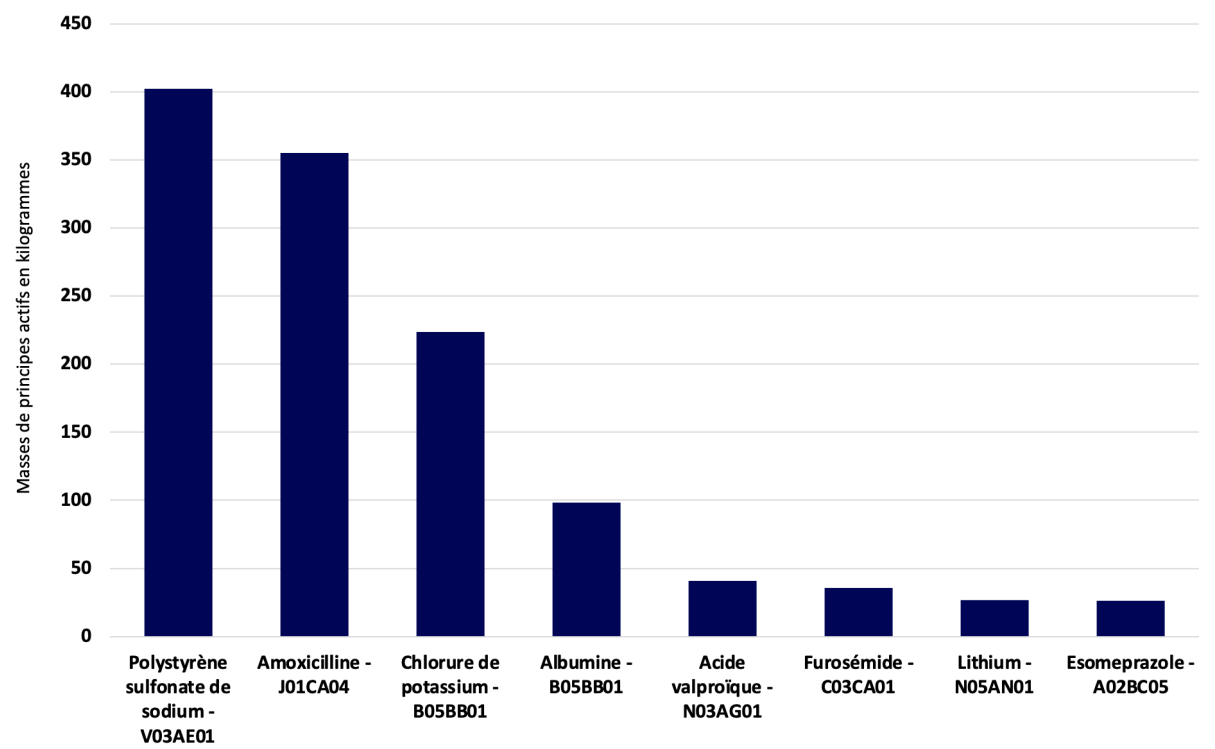


Figure 29 : Répartition des productions de principes actifs en 2023, associés à leur classe ATC5, inscrits sur la liste des médicaments critiques de l'EMA
Source : Calculs The Shift Project 2025

Enfin, nous estimons à 210 tonnes la masse des substances actives des médicaments biologiques, soit moins de 1% du total. 50% de cette masse provient de l'albumine humaine²³⁸.

Si ce calcul est légèrement 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 principes actifs varie très fortement d'une substance à l'autre. Par exemple, ramené à un kilogramme de principe actif, l'intensité carbone des anticorps monoclonaux²³⁹ peut être jusqu'à 2000 fois plus importante que l'intensité carbone de l'ibuprofène²⁴⁰. Aussi, un principe actif qui représente 50% de la consommation en masse ne signifie pas que ce même principe actif 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.

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 (principes actifs),

²³⁸ Ces chiffres sont à prendre avec précaution car, comme expliqué dans la partie sur la méthodologie générale, pour certains médicaments, et notamment les médicaments biologiques, nous ne sommes pas parvenus à identifier un dosage en principe actif. Leurs masses ne sont donc pas prises en compte.

²³⁹ Bunnak et al, Life-Cycle and Cost of Goods Assessment of Fed-Batch and Perfusion-Based Manufacturing Processes for mAbs, 2016

²⁴⁰ Ibuprofen carbon footprint, Ecovamed, , 2021,

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

- 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)²⁴¹, 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 émissions liées à la production des principes actifs ont été estimées par la société *Ecovamed*, dans le cadre d'un mécénat en nature noué avec le *Shift Project* spécifiquement pour ce projet.

Elles sont estimées à **2,2 MtCO₂e, soit 25% des émissions du secteur**. L'importance de ce poste peut s'expliquer par les volumes en jeu (décrits Figure 16), mais surtout par la très forte intensité carbone de production des principes actifs estimée autour de 65 kgCO₂e/kg. C'est près de 105 fois plus que l'intensité carbone de la fabrication du ciment²⁴².

c) Résultats détaillés

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 de principes actifs 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) :

²⁴¹ Jiménez-González et al, The evolution of life cycle assessment in pharmaceutical and chemical applications—a perspective, *Green Chem.*, 2014, 16, 3392

²⁴² "les 16 Mt de ciment fabriquées annuellement en France émettent un peu plus de 10 Mt CO₂e" The Shift Project, https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/01/PTEF-Decarboner-lindustrie_-Ciment_-Rapport-final.pdf



- pour la production de 5 principes actifs différents, obtenue de manière précise,
- pour la production de l'ensemble des principes actifs, 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 principes actifs produits (tableau 1).

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 »²⁴³ qui ne nécessitent qu'énergie / émissions directes / transport / matières fossiles pour leur fabrication.
- 2) Pour chaque brique, **collecté les flux nécessaires à leur fabrication** selon les inventaires présents 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.

Enfin, une extrapolation de ces résultats, corrigée des limites identifiées, a été réalisée pour estimer l'empreinte carbone totale des 32 300 tonnes de principes actifs.

Les résultats obtenus permettent d'estimer **les émissions du paracétamol à environ 20 kgCO₂e/kg d'API, soit un total de 110 ktCO₂e/an** (tableau 1).

Pour le macrogol, les émissions annuelles seraient de 30 ktCO₂e, 33 ktCO₂e pour la L-Alanine et 32 ktCO₂e pour l'énoxaparine.

Valeurs données par kg d'API	Paracétamol	Macrogol	Metformine	L-Alanine	Enoxaparine sodium	Principe actif moyen
Émissions de GES	18-20 kgCO ₂ e	3-4 kgCO ₂ e	20-26 kgCO ₂ e	22-27 kgCO ₂ e	8 000 -10 000 kgCO ₂ e	60-65 kgCO ₂ e
Électricité	10,5 kWh	1,6 kWh	10,6 kWh	15,9 kWh	5 600 kWh	30 kWh
Vapeur	51,7 MJ	2,2 MJ	71,2 MJ	84,5 MJ	17 600 MJ	180 MJ
Émissions directes	3 kgCO ₂ e	0,9 kgCO ₂ e	6,9 kgCO ₂ e	1,7 kgCO ₂ e	1 900 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	2 945 tonnes.km de transport	15 tonnes.km de transport
Pétrole à usage non énergétique	1,3 kg	0,8 kg	0,7 kg	-	58 kg	2 kg
Charbon à usage non énergétique	1,2 kg	-	2,3 kg	0,1 kg	308 kg	1 kg
Gaz à usage non énergétique	0,6 m ³	0,4 m ³	0,3 m ³	-	14 m ³	0,4 m ³

Tableau 1 : Émissions 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.

²⁴³ Un exemple précis est donné dans l'annexe technique qui accompagne ce rapport

L'empreinte carbone moyenne par kg de principes actifs se situerait entre 60 et 65 kgCO₂e²⁴⁴. Et au total, les émissions de gaz à effet de serre associées à la production des principes actifs pour répondre à la consommation française se situeraient autour de 2 200 ktCO₂e (soit 2,2 MtCO₂e).

Les émissions sont principalement liées aux consommations d'électricité (45%) et de vapeurs (38%) (Figure 30). Ce résultat est notamment liée à la localisation des usines de production des principes actifs, principalement en Asie où les mix énergétiques sont fortement carbonés²⁴⁵.

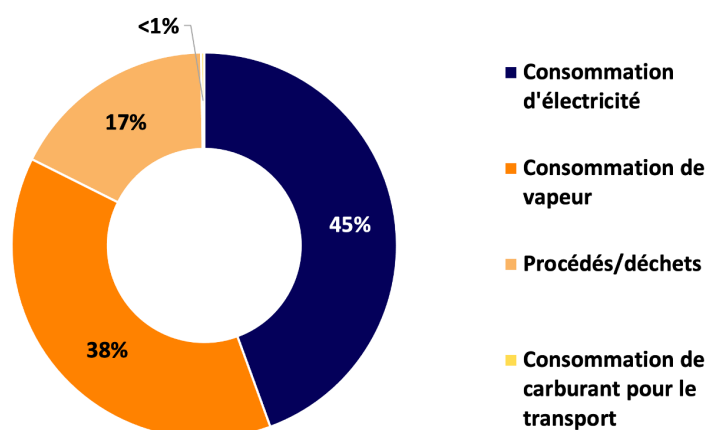


Figure 30 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre des principes actifs par source d'émissions

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

Il est intéressant de noter que ce résultat traduit une forte dépendance aux ressources énergétiques et notamment fossile avec une consommation annuelle d'électricité de 1 020 GWh/an. **Cela représente la consommation annuelle d'électricité de 210 000 foyers²⁴⁶.** 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 principes actifs dédiés à la consommation annuelle de médicament en France, il faudrait environ 68 000 tonnes de pétrole, 34 000 tonnes de charbon et 13 600 m³ de gaz²⁴⁷. Ces consommations traduisent une dépendance à des ressources finies fortes et soulignent encore plus le lien entre industrie et double contrainte carbone.

Enfin, les émissions liées aux procédés²⁴⁸ 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 leur sont spécifiques. L'optimisation énergétique ou la décarbonation des mix énergétiques ne seront par exemple pas suffisants pour décarboner ces postes d'émissions.

Vous trouverez plus de détails sur les résultats dans le document ["Annexe technique :](#)

²⁴⁴ Basé sur 32% Paracétamol + 25% Macrogol + 28% Metformine + 14,95% L-Alanine + 0,05% Enoxaparine sodique

²⁴⁵ Par exemple, d'après l'ADEME, 1 kWh d'électricité produit en Chine émet environ 15 fois plus qu'1kWh produit en France.

²⁴⁶ Consommation d'électricité moyenne par logement de 4 792 kWh,

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

²⁴⁷ gaz naturel/éthane/propane/butane

²⁴⁸ En raison par exemple de la production d'ammoniac, de la culture de céréales pour le glucose et du traitement déchets

Estimation des émissions de gaz à effet de serre des principes actifs” qui accompagne ce rapport.

d) Une forte variabilité au niveau de l’empreinte carbone des principes actifs

Le facteur d’émission de 65 kgCO₂e/kg est une moyenne et masque une très forte disparité entre les principes actifs. Là où produire un kilogramme de macrogol émet 3 kgCO₂e, produire un kilogramme de paracétamol émet autour de 20 kgCO₂e, produire un kilogramme d’enoxaparine sodique émet jusqu’à 10 000 kgCO₂e et produire un kilogramme d’anticorps monoclonaux émet 21 000 kgCO₂e²⁴⁹. L’empreinte carbone des médicaments **n’est donc pas proportionnelle aux quantités consommées**. Autrement dit, ce n’est pas parce qu’un médicament est fortement consommé qu’il représente une part importante des émissions. Au contraire. Les 3 premiers principes actifs consommés en France, qui représentent plus de 40% de la masse totale consommée, contribuent à moins de 6% des émissions totales.

Le tableau 2 propose une revue de la littérature de différents principes actifs et souligne cette variabilité.

Principe actif	Facteur d’émissions	Principe actif	Facteur d’émissions
Desflurane*	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	600 kgCO ₂ e/kg
Ibuprofène - USA	14,9 kgCO ₂ e/kg	Ibuprofène - Inde ketal route	35,5 kgCO ₂ e/kg
Ibuprofène - Inde Darzen route	29,9 kgCO ₂ e/kg	Ibuprofène - Chine	31,4 kgCO ₂ e/kg
Metformine- Chine	21 kgCO ₂ e/kg	Metformine- Inde	22,3 kgCO ₂ e/kg
Metformine- Inde	19,7 kgCO ₂ e/kg	Metformine- Norvège	13,2 kgCO ₂ e/kg
Metformine- Inde	17,2 kgCO ₂ e/kg	Metformine- Espagne	12,9 kgCO ₂ e/kg
Metformine- France	12,6 kgCO ₂ e/kg	Acétate d’abiraterone - Chine	1035 kgCO ₂ e/kg
Acétate d’abiraterone -	843 kgCO ₂ e/kg	Sugammadex	14 kgCO ₂ e/kg

²⁴⁹ Calcul The Shift Project 2025. Le détail des calculs est disponible en annexe.



Europe			
Neostigmine methylsulfate	24 kgCO ₂ e/kg	Chlorhydrate de bupivacaïne anhydre	25 kgCO ₂ e/kg
Lidocaïne	31 kgCO ₂ e/kg	Ropicaïne HCl	38 kgCO ₂ e/kg
Ondansetron	39 kgCO ₂ e/kg	Fentanyl	91 kgCO ₂ e/kg
Remifentanyl	97 kgCO ₂ e/kg	Ketamine	128 kgCO ₂ e/kg
Rocuronium Bromide	132 kgCO ₂ e/kg	Phenylephrine HCl	154 kgCO ₂ e/kg
Midazolam	364 kgCO ₂ e/kg	Hydromorphone	620 kgCO ₂ e/kg
Morphine	1098 kgCO ₂ e/kg	Dexmedetomidine	2052 kgCO ₂ e/kg
Vancomycin HCl	59 kgCO ₂ e/kg	Sertraline	2090 kgCO ₂ e/kg
Eau PPI - France	0,08 kgCO ₂ e/kg	Infliximab	31 000 kgCO ₂ e/kg

Tableau 2 : Intensités carbone de production de principes actifs issues de la littérature^{250 251 252 253 254 255}

Source : Mise en page 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.

3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?

a) Potentiel de décarbonation pour la production des principes actifs

Dans notre scénario central "Avec relocalisation"²⁵⁶ le potentiel de décarbonation de la production actuelle des principes actifs est estimé à 65% d'ici 2050²⁵⁷.

²⁵⁰ Sherman et al, Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Anesthetic Drugs, 2012

²⁵¹ Tao et al, Environmental sustainability of the globalized pharmaceutical supply chains: The case of tenofovir disoproxil fumarate, 2023

²⁵² Ecovamed, <https://www.ecovamed.com/>

²⁵³ 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

²⁵⁴ Cataldo et al, Water related impact of energy- Cost and carbon footprint analysis of water for biopharmaceuticals from tap to waste, 2020

²⁵⁵ Renteria Gamiz et al, Environmental sustainability assessment of the manufacturing process of a biological active pharmaceutical ingredient, 2019

²⁵⁶ Scénario avec activation de nombreux leviers de décarbonation, une relocalisation partielle de la production en Europe (autrement dit, un approvisionnement plus important qu'aujourd'hui des principes actifs en Europe) et une décarbonation avancée de l'électricité des pays de production.

²⁵⁷ Pour rappel, nous ne tenons pas compte de l'évolution de la demande de médicaments



Comme pour la majorité des postes, les émissions sont la conséquence du **volume de flux physiques mobilisés** (par exemple, la quantité de kWh d'électricité consommée pour produire un kilogramme de principe actif) et de **l'intensité carbone des émissions (combien de CO₂e j'émetts par kWh d'électricité produite)**.

Les leviers que nous identifions permettent d'agir sur ces deux aspects.

Concernant le volume de flux physiques mobilisés, les principaux leviers sont : une forte sobriété énergétique, une électrification des procédés et notamment de la production de vapeur industrielle permettant d'importants gains énergétiques²⁵⁸ et une optimisation des intrants. Dans notre scénario central "Avec relocalisation", ils permettent une baisse des émissions de production de 32%. Ici, nous ne proposons pas de leviers jouant sur la demande de principes actifs. Ce rapport explore les leviers à la main des industries du médicament et non à la main des professionnels de santé.

Concernant l'intensité carbone, la décarbonation de l'électricité permet de baisser les émissions de production de 23%. Cette baisse est d'autant plus nécessaire que le levier d'électrification qui vise à sortir de la dépendance d'énergie fossile comme le gaz et le charbon ne sera pertinent que si la production d'électricité est bas carbone et ne dépend pas elle-même d'énergies fossiles. Enfin, l'usage de biogaz et de biomasse pour remplacer le gaz des usages ne pouvant pas être électrifiés permet de baisser de 4% supplémentaire les émissions.

L'intégration des leviers de décarbonation dans nos modélisations d'évolution des émissions nous permettent d'estimer à **65% le potentiel de baisse des émissions de GES de la production actuelle de principes actifs d'ici 2050 par rapport à 2023**. Cette baisse pourrait atteindre 76% dans le cas d'une décarbonation très forte de l'électricité de pays comme l'Inde et la Chine.

Nous estimons que cette baisse des émissions est limitée par l'importance des émissions directes liées principalement aux émissions de procédés et à l'utilisation de matière première fossile à usage non énergétique (pétrole, gaz et charbon) comme intrants pour la production des principes actifs. En effet, une fois décarboné, ces émissions représentent 44% des émissions restantes (contre 17% avant transformation).

²⁵⁸ Remplacer une production de vapeur au gaz par une production de vapeur avec une pompe à chaleur électrique permet de bénéficier d'un bien meilleur rendement. En effet, pour produire 1 kWh de chaleur, là où il fallait consommer 1,1 kWh de gaz, une pompe à chaleur ne nécessite plus que 0,33 kWh d'électricité (Avec un rendement moyen de 90% pour le gaz et un coefficient de performance de 3 pour la pompe à chaleur.)

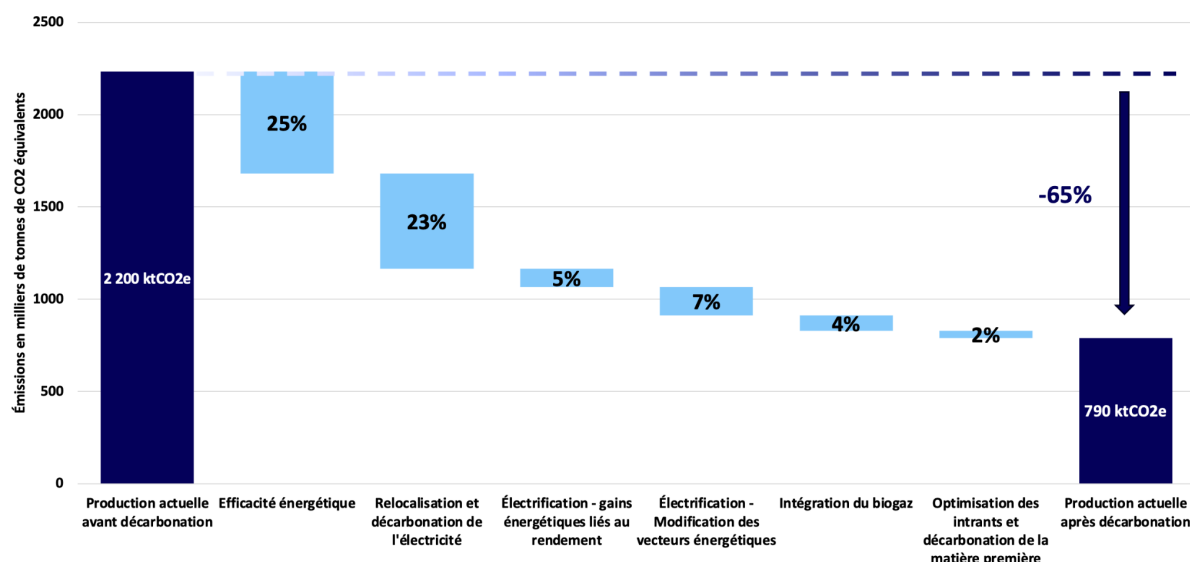


Figure 31 : Potentiel de décarbonation de la production actuelle de principes actifs entre 2023 et 2050 dans notre scénario central "Avec relocalisation" - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050

Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

Au vu de ces résultats, nous pouvons identifier des **critères structurants pour décarboner la production des principes actifs** :

- **Décarbonation de l'électricité**
- **Electrification des procédés et usage de biomasse**
- **Efficacité énergétique des sites de production**

b) Et quelles actions concrètes ?

Dans cette section, nous présentons quelques actions concrètes identifiées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à la production des principes actifs, en agissant à la fois sur le volume de principes actifs produits et sur leur intensité carbone.

L'efficacité énergétique vise à diminuer les quantités d'énergie consommées par unité produite. **Elle permet de baisser de 30% les émissions liées à la production des principes actifs.** Elle doit porter sur les différentes sources de consommation d'énergie : les systèmes de chaleur, les groupes froids, les salles propres, le chauffage de l'usine, l'éclairage, le fonctionnement des machines, etc. Ces actions nécessitent un suivi et un pilotage des consommations au niveau des différents usages afin d'identifier les sources potentielles d'optimisation (à travers par exemple la mise au ralenti ou à l'arrêt des zones inactives, l'optimisation du taux de renouvellement de l'air, etc²⁵⁹). Dans l'étude "Agir pour se décarboner" du LEEM réalisée par PwC²⁶⁰, de nombreuses actions concrètes ont été identifiées. Par exemple :

²⁵⁹ Actions identifiées par le comité stratégique de filière des produits de santé, <https://www.entreprises.gouv.fr/secteurs-dactivite/industrie/les-comites-strategiques-de-filiere/la-filiere-sante>

²⁶⁰ https://www.leem.org/sites/default/files/2025-03/Leem-Agir_pour_se_decarboner.pdf

- **Au niveau des systèmes de production de chaleur** : Installation d'un économiseur sur chaudière vapeur²⁶¹, l'inspection et la réparation des purgeurs de vapeur, récupération de chaleur fatale, etc
- **Au niveau des groupes froids** : Fermeture des vannes alimentant les équipements à l'arrêt en ajustant le débit du circuit

Plusieurs actions concrètes d'efficacité énergétique dans les salles propres ont été présentées dans l'encadré 10.

L'optimisation des intrants via la chimie verte²⁶² passe par exemple par le passage de production en lots à une production en continu^{263 264 265}, par le suivi de nouvelles routes de synthèse, par la réduction du nombre d'étapes de synthèse²⁶⁶, par la biocatalyse²⁶⁷ ou par le recyclage des solvants. En effet, un solvant recyclé a une empreinte carbone entre 2 et 10 fois plus faible qu'un solvant vierge²⁶⁸.

L'électrification des procédés combinée à l'usage d'une électricité bas carbone permet une baisse significative des émissions. Elle consiste essentiellement à électrifier la production de chaleur. Les possibilités technologiques pour électrifier la chaleur dépendent essentiellement des températures demandées. Pour des températures inférieures à 200 degrés, les pompes à chaleur électriques doivent être privilégiées, notamment car elles permettent de forts rendements²⁶⁹. Pour des températures plus importantes, des technologies comme le solaire thermique à concentration, les fours à résistances électriques et les fours à arcs électriques peuvent être envisagés. Si ces derniers présentent de moins bon rendement que les pompes à chaleur, ils permettent, lorsque l'électricité est bas carbone, de limiter la dépendance du secteur aux ressources fossiles. Enfin, pour les consommations ne pouvant pas être électrifiées, l'usage de biogaz et biomasse permet également de baisser les émissions de gaz à effet de serre (encadré 13).

Encadré 13 : La bio-énergie pour produire de la chaleur

²⁶¹ Selon PwC, l'énergie perdue dans la fumée de combustion représente la plus grande perte dans un système de chaudière, à hauteur de ~10% à 20% de la consommation totale d'énergie.

https://www.leem.org/sites/default/files/2025-03/Leem-Agir_pour_se_decarboner.pdf

²⁶² En 1991, l'EPA (Environment Protection Agency) définissait la chimie verte, dont les 12 principes sont énumérés ci-contre, comme « la conception de produits et de procédés chimiques permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses pour l'homme comme pour l'environnement »

²⁶³ <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/decarbonizing-api-manufacturing-unpacking-the-cost-and-regulatory-requirements>

²⁶⁴ Le développement d'un nouveau procédé de production en chimie en flux continu du paracétamol a permis à Seqens de réduire de près de 80% les émissions liées à la production de ce principe actif. : https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/dp_pess.pdf
Note de notre part : nous imaginons ici que c'est aussi via l'utilisation d'une électricité peu carbonée française que la baisse de 80% a pu être atteinte.

²⁶⁵ la production continue permet généralement de réduire l'empreinte carbone de 10 à 30 % selon les procédés, et parfois beaucoup plus (jusqu'à 70-80 %) dans des cas optimisés ou sur des installations de nouvelle génération, <https://pscinitiative.org/resource?resource=2573>

²⁶⁶ Ces leviers ont été identifiés par le comité stratégique de filière des produits de santé, <https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/Entites/CNI/2023/2023-12-feuille-de-route-decarbonation-pharma.pdf>

²⁶⁷ La biocatalyse permet une fabrication plus durable des principes actifs. En utilisant des enzymes comme catalyseurs naturels, elle permet de réaliser des réactions dans des conditions douces et en milieu aqueux, réduisant ainsi la consommation d'énergie, l'usage de solvants agressifs et les besoins en purification. Grâce à leur grande sélectivité, les enzymes génèrent moins de déchets et améliorent les rendements, avec un potentiel de réduction carbone pouvant atteindre 20 % sur cette étape de synthèse. Source : Accenture/PSCI rapport - page 33

²⁶⁸ Carbon Footprints of Recycled Solvents Study for the European Solvent Recycler Group (ESRG), 2013
https://esrg.de/media/PDF/Study_print_090514.pdf

²⁶⁹ https://www.leem.org/sites/default/files/2025-03/Leem-Agir_pour_se_decarboner.pdf

La biomasse et le biogaz sont fréquemment identifiés comme des moyens de décarboner la production de chaleur. En effet, cela permet de réduire les consommations de gaz et de charbon. Le facteur d'émission de la biomasse étant de l'ordre de 15 à 30 gCO₂e/kWh²⁷⁰, contre 240 gCO₂e/kWh pour le gaz²⁷¹, cela se traduit par une baisse de l'intensité carbone. En outre, dans certains pays comme l'Inde où l'électricité a une empreinte carbone de 912 gCO₂e/kWh²⁷², l'électrification de la chaleur apparaît comme contradictoire avec une décarbonation.

L'usage de chaudière à biomasse et à déchets ou de chaudière de biogaz / biométhane sont donc de bons moyens de baisser les émissions de GES de production²⁷³.

Cependant, il faut garder en tête que l'usage de la biomasse pour produire de l'énergie soulève des **conflits d'usage**, car les mêmes ressources sont convoitées pour l'alimentation, l'élevage, la construction ou encore la préservation des sols^{274 275}. À cela s'ajoute une pression croissante : dans un contexte de décarbonation, **tous les secteurs (industrie, transport, bâtiment, etc.) revendiquent une part de la biomasse** pour couvrir leurs besoins énergétiques, accentuant les tensions sur une ressource limitée.

Aussi, dans cette étude, nous privilégions les leviers visant à combiner l'électrification avec une décarbonation de l'électricité.

Enfin, pour **une production de principes actifs reposant sur une électricité bas carbone**, plusieurs actions peuvent être mises en place. Si ce levier peut être en partie considéré comme exogène aux industries du médicament (car sera principalement porté par des secteurs et acteurs qui n'appartiennent pas directement à ces industries), il n'en reste pas moins que le secteur joue un rôle important dans son activation.

En effet,

1/ en relocalisant une usine ou en choisissant un fournisseur dans un pays Européen où le mix électrique est moins carboné, comme la Suède, la Norvège, le Portugal ou la France, ces industries ont une influence sur le mix électrique de production. Elles font jouer la concurrence, et donnent un signal important aux pays pour décarboner leur électricité afin d'être attractif industriellement.

2/ Elles peuvent s'engager dans la production directe d'énergie décarbonée sur leurs propres sites. L'autoconsommation photovoltaïque, la production de chaleur renouvelable (biomasse, géothermie, solaire thermique), ou encore la récupération de chaleur fatale favorisent l'autonomie et la résilience des sites industriels en plus de la maîtrise de leur

²⁷⁰ Base empreinte de l'ADEME, Vapeur à partir de biomasse (mix de technologies de combustion et d'épuration des effluents gazeux|en sortie de chaudière|> 10MW), <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>

²⁷¹ Base empreinte de l'ADEME, Vapeur à partir de gaz naturel (mix de technologies de combustion et d'épuration des effluents gazeux|en sortie de chaudière|Puissance non spécifiée), <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>

²⁷² Base empreinte de l'ADEME

²⁷³ Leem - Agir pour se Décarboner, 2024,

https://www.leem.org/sites/default/files/2025-03/Leem-Agir_pour_se_decarboner.pdf

²⁷⁴ LE SOUTIEN AU DÉVELOPPEMENT DU BIOGAZ, cour des comptes,

<https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2025-03/20250306-Soutien-au-developpement-du-biogaz.pdf>

²⁷⁵ Bouclage biomasse : enjeux et orientations Juillet 2024,

<https://www.info.gouv.fr/upload/media/content/0001/10/00d496ed6c39499c18e94e799f0803c87649b3f5.pdf>

empreinte environnementale à long terme. Cela permet également de contribuer aux efforts nationaux d'augmentation de la production électrique.

3/ En diminuant leurs besoins, ces industries énergivores facilitent la décarbonation du système électrique des pays dans lesquels elles sont implantées. En effet, plus les efforts en matière d'efficacité énergétique et de sobriété sont importants, plus la part d'électricité décarbonée augmente rapidement. Une demande électrique globale très élevée sera plus difficile et mettra plus longtemps à être entièrement couverte par des sources bas carbone.

C) Excipients

Nous estimons ici les émissions de gaz à effet de associées à la production des Excipients utilisés dans la formulation des médicaments ainsi que leurs potentiels de décarbonation.

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 **185 000 tonnes**.
- Les formes liquides, gomme et les comprimés représentent respectivement **60%, 9% et 6% de ce total**.

c) Résultats détaillés

D'après nos calculs préliminaires, **nous estimons la masse d'excipients consommée annuellement à 185 000 tonnes**. La figure 32 résume la répartition par forme pharmaceutique. Cette première estimation sera ajustée dans le cadre du rapport final.

Les formes liquides, les gommes et les comprimés représentent respectivement 60 % (dont 3% pour les solutions injectables), 9% et 7% de la quantité totale d'excipients. La part importante des solutions dans le volume total des excipients provient principalement des

quantités d'eau purifiées utilisées.

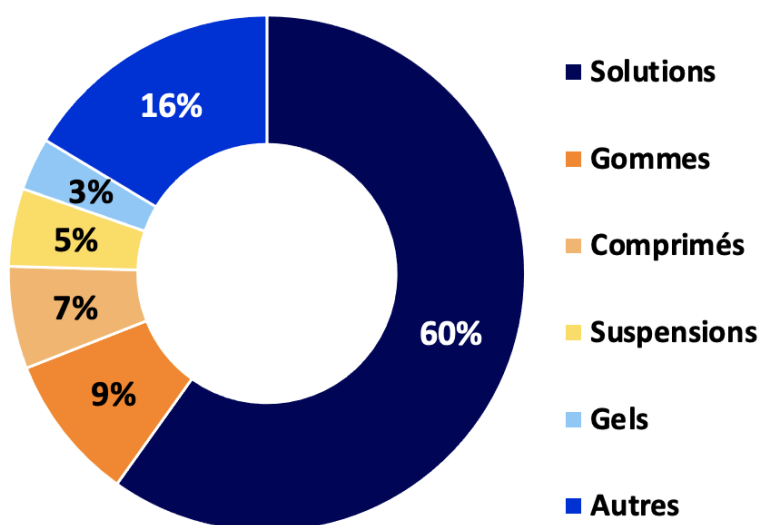


Figure 32 : Répartition du tonnage des excipients consommés annuellement en France par forme pharmaceutique.

Source : The Shift Project, calcul 2025

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, déplacements 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.**

Cette liste est relativement exhaustive et met en évidence la complexité du calcul des émissions associées à la production des excipients. 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)²⁷⁶, 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.

En outre, précisons deux éléments importants pour comprendre nos résultats :

- **Nous ne tenons qu'indirectement compte des émissions autres que celles liées à la production.** En effet, les données utilisées sont principalement issues de la base de données ecoinvent qui n'intègre pas les émissions liées aux fuites frigorigènes, aux achats de biens et services, aux immobilisations des bâtiments, aux déplacements domicile-travail. C'est pour cette raison que, comme expliqué partie "3. Résultats généraux", nous extrapolons les résultats initialement obtenus de 40%.
- **Nous excluons les émissions liées à l'eau purifiée** En effet, nous considérons que l'eau purifiée est produite sur les lieux de formulation et de conditionnement et donc que les émissions associées sont à prendre au niveau de cette étape. Nous estimons la masse des excipients, en dehors de l'eau purifiée, à 68 000 tonnes.

b) Chiffres clés

- Nous estimons les émissions de gaz à effet de serre liées à la production des excipients à **390 ktCO₂e par an**.
- Les trois formes pharmaceutiques ayant les contributions les plus importantes dans l'émission totale des excipients sont **les formes orales solides (70%), les formes cutanées (17%) et les formes liquides (8%)**²⁷⁷.

c) Résultats détaillés

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 3.

Formes pharmaceutiques	Facteur d'émissions moyen (kgCO ₂ e/kg)
Orales Solides	6,9
Orales Liquides	4,8
Injectables	7,0
Collyres	5,9
Cutanées	3,6

²⁷⁶ Jiménez-González et al, The evolution of life cycle assessment in pharmaceutical and chemical applications—a perspective, Green Chem., 2014, 16, 3392

²⁷⁷ Sans tenir compte de l'eau purifiée qui est prise en compte à l'étape de formulation et de conditionnement

Autres	5,6
---------------	-----

Tableau 3 : Facteurs d'émissions moyens et part dans l'émission totale des principales formes pharmaceutiques²⁷⁸

Source : The Shift Project

Nos résultats préliminaires estiment donc l'**empreinte carbone annuelle des excipients à 390 ktCO₂e**.

Par ailleurs, la figure 33 donne la répartition des émissions GES liées à la production des excipients par forme pharmaceutique. Les trois formes pharmaceutiques ayant les parts les plus importantes dans l'émission totale des excipients **sont les comprimés (75%), les formes cutanées (27%) et les formes liquides²⁷⁹ (8%)** alors qu'ils représentent respectivement **59%, 27% et 10%²⁸⁰** des volumes d'excipients.

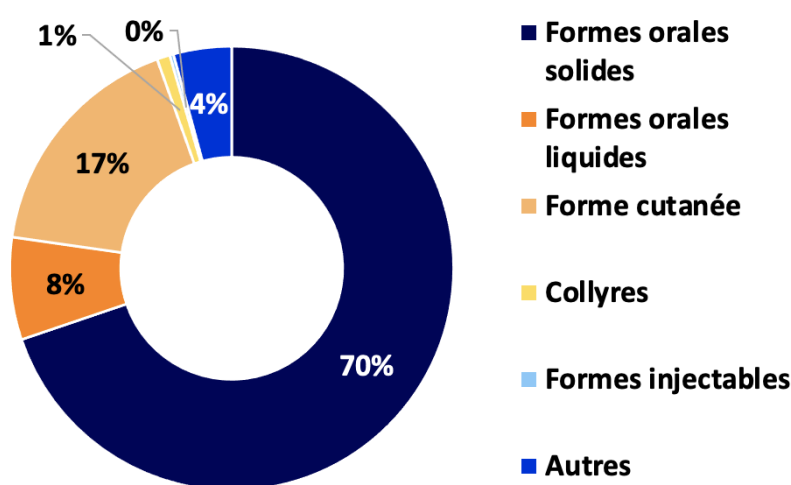


Figure 33 : Répartition des émissions de GES liées à la production d'excipients par forme pharmaceutique

Source : The Shift Project 2025

3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?

a) Potentiel de décarbonation pour la production des excipients

Dans notre scénario central "Avec relocalisation"²⁸¹ le **potentiel de décarbonation de la production actuelle des excipients est estimé à 74% d'ici 2050²⁸²**.

²⁷⁸ Ces chiffres tiennent compte de notre extrapolation de 40% pour tenir compte du périmètre non couvert

²⁷⁹ Sans tenir compte de l'eau purifiée qui est prise en compte à l'étape de formulation et de conditionnement

²⁸⁰ Sans tenir compte de l'eau purifiée qui est prise en compte à l'étape de formulation et de conditionnement

²⁸¹ Scénario avec activation de nombreux leviers de décarbonation, une relocalisation partielle de la production en Europe (autrement dit, un approvisionnement plus important qu'aujourd'hui des principes actifs en Europe) et une décarbonation avancée de l'électricité des pays de production.

²⁸² Pour rappel, nous ne tenons pas compte de l'évolution de la demande de médicaments

Comme pour la majorité des postes, les émissions sont la conséquence du **volume de flux physiques mobilisés** (par exemple, la quantité de kWh d'électricité consommée pour produire un kilogramme d'excipient) et de l'**intensité carbone des émissions** (combien de CO₂e j'émetts par kWh d'électricité produite).

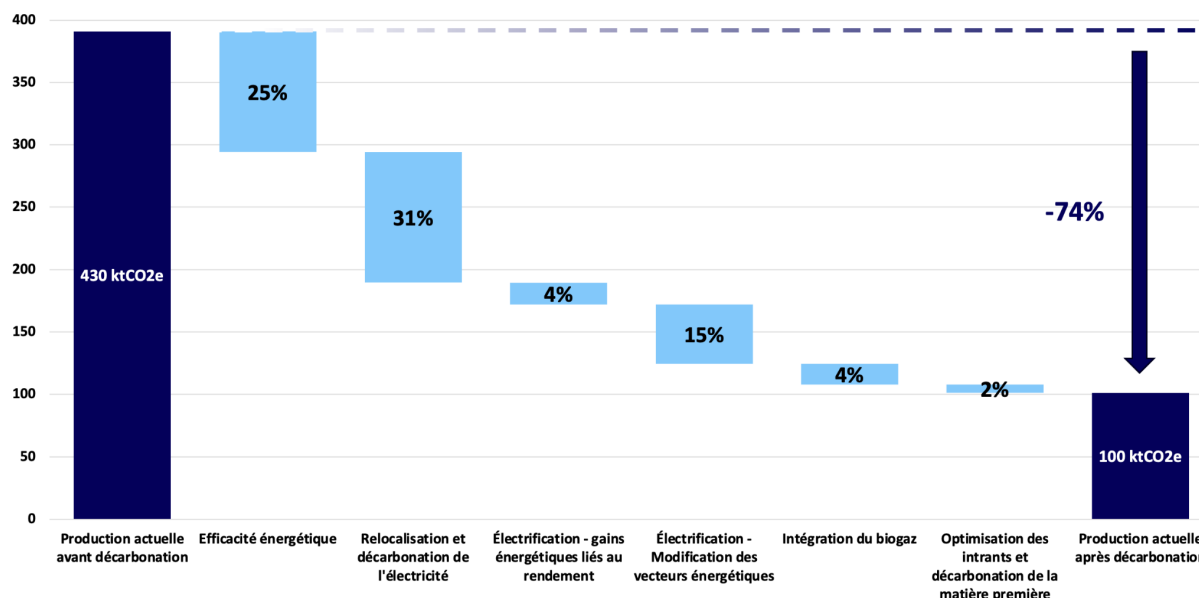
Les leviers que nous identifions permettent d'agir sur ces deux aspects.

Concernant le volume de flux physiques mobilisés, les principaux leviers sont : une forte sobriété énergétique, une électrification des procédés et notamment de la production de vapeur industrielle permettant d'importants gains énergétiques²⁸³ et une optimisation des intrants. Ici, nous ne proposons pas de leviers jouant sur la demande d'excipients ou sur le changement de types d'excipients.

Concernant l'intensité carbone, la décarbonation de l'électricité permet de baisser les émissions de la production des excipients de 31%. Cette baisse est d'autant plus nécessaire que le levier d'électrification qui vise à sortir de la dépendance d'énergie fossile comme le gaz et le charbon ne sera pertinent que si la production d'électricité est bas carbone et ne dépend pas elle-même d'énergies fossiles. Enfin, le recours au biogaz et à la biomasse pour substituer le gaz dans les usages non électrifiables permet de réduire les émissions de 5 % supplémentaires. »

L'intégration des leviers de décarbonation dans nos modélisations d'évolution des émissions nous permettent d'estimer à **74% le potentiel de baisse des émissions de GES de la production actuelle de principes actifs d'ici 2050 par rapport à 2023**. Cette baisse pourrait atteindre 81% dans le cas d'une décarbonation très forte de l'électricité de pays comme l'Inde et la Chine.

En raison des limites évoquées plus haut, nous ne sommes pas en mesure de quantifier le potentiel de décarbonation de leviers visant la décarbonation des fluides frigorigènes, de la construction des usines, des déplacements domicile travail ou encore des équipements.



²⁸³ Remplacer une production de vapeur au gaz par une production de vapeur avec une pompe à chaleur électrique permet de bénéficier d'un bien meilleur rendement. En effet, pour produire 1 kWh de chaleur, là où il fallait consommer 1,1 kWh de gaz, une pompe à chaleur ne nécessite plus que 0,33 kWh d'électricité (Avec un rendement moyen de 90% pour le gaz et un coefficient de performance de 3 pour la pompe à chaleur.)

Figure 34 : Potentiel de décarbonation de la production actuelle d'excipients entre 2023 et 2050 dans notre scénario central "Avec relocalisation" - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050

Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

Au vu de ces résultats, nous pouvons identifier des **critères structurants pour décarboner la production d'excipients** :

- **Décarbonation de l'électricité**
- **Electrification des procédés et usage de biomasse**
- **Efficacité énergétique des sites de production**

b) Et quelles actions concrètes ?

Les actions concrètes que nous identifions concernant la production des excipients sont identiques aux actions concrètes identifiées pour les principes actifs. Nous vous invitons donc à vous référer à [cette partie](#) pour plus d'informations.

D) Production des emballages

Cette partie du rapport vise à présenter nos résultats concernant les emballages primaires et secondaires utilisés comme conditionnement pour les boîtes de médicaments.

1) Estimation des volumes d'emballages 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 d'emballages nécessaires pour répondre à la demande annuelle française.

a) Périmètre

Dans ce rapport, nous intégrons les **emballages primaires** (flacons, blisters, seringues, etc.) et **secondaires** (et notamment le 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 pré-remplie*", nous avons pris en compte le flacon et la seringue pré-remplie).

Nous intégrons également les **notices et les étiquettes**, le cas échéant. Pour ce rapport, nous tenons compte uniquement des notices sous forme papier. Les notices dématérialisée, ou e-notice, ne sont pas considérées²⁸⁴.

²⁸⁴ Lancement d'une phase pilote proposant une notice dématérialisée et enrichie pour une meilleure information et un meilleur usage des médicaments,
<https://ansm.sante.fr/actualites/lancement-dune-phase-pilote-proposant-une-notice-dematerialisee-et-enrichie-pour-une-meilleur-e-information-et-un-meilleur-usage-des-medicaments>

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 pas compte des emballages utilisés pour transporter et stocker les matières premières, les intrants finis et semi-finis. Nous ne tenons également pas compte des emballages **tertiaires** des médicaments (cartons et palettes).

b) Chiffres clés

Nous estimons à environ 112 000 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 1,7 kg par Français par an. Si nous ajoutons les pertes de matières au niveau de la production et de la formulation, cela représente **121 000 tonnes d’emballages** pour répondre à la consommation française de médicaments. Cela équivaut au poids de plus de 6 000 poids lourds²⁸⁵. Sur cette masse, 8 % sont des pertes, tandis que 92 % correspondent in fine à des emballages primaires, secondaires et notices effectivement mis sur le marché.

c) Résultats détaillés

Le gros du volume d’emballage provient des emballages primaires avec 71% de la masse. Notre méthode détaillée [en annexe](#) distingue 12 grands types d’emballages primaires²⁸⁶. La figure suivante détaille la répartition par masse pour chaque type d’emballages primaires. **27% des masses correspondent à des flacons** (contenant, bouchons et étiquettes), 14% à des blisters et 8% à des sachets. Les seringues et les stylos représentent quant à eux moins de 5% des masses (Figure 35).

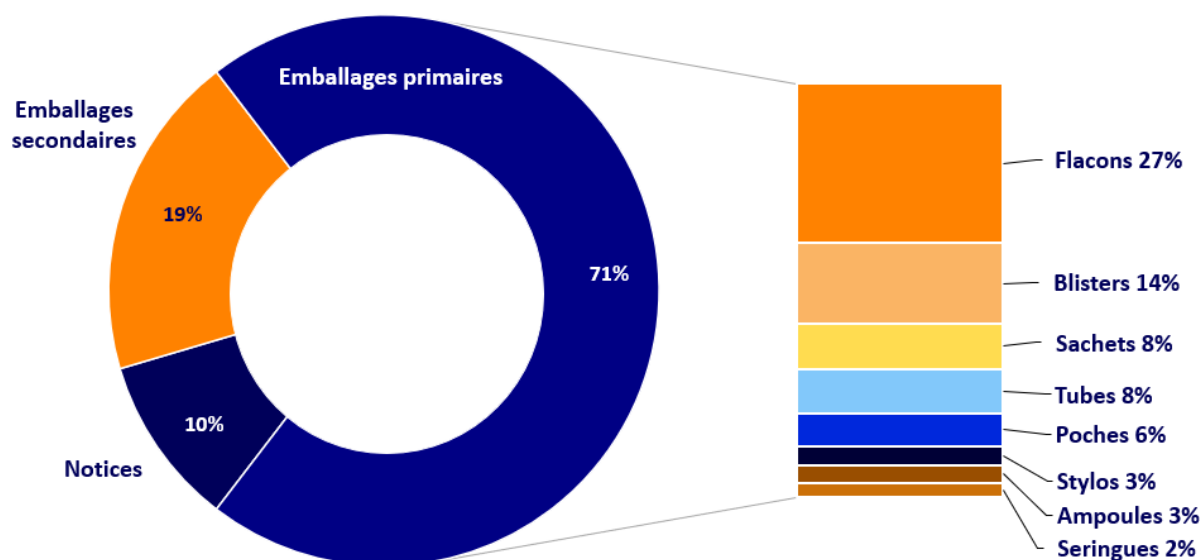


Figure 35 : Répartition des tonnes d’emballages produits par type d’emballage

²⁸⁵ Camions de 20 tonnes

²⁸⁶ Les catégories choisies sont les suivantes : blister, flacon + blister, autre flacon, sachet, seringue, stylo, ampoule, pot, tube, poche, film, récipient.f

Source : *Calculs The Shift Project 2025*

Notre estimation est supérieure à l'ordre de grandeur de 62 000 tonnes estimées par le LEEM²⁸⁷. Les différences peuvent s'expliquer par des périmètres et des hypothèses différents. A titre d'exemple, nous prenons en compte les pertes au niveau de la production. De plus, nous considérons un périmètre plus large que l'étude du LEEM en incluant notamment les seringues pré-remplies, les stylos, les unidoses ainsi que les ustensiles de dosage.

Enfin, nous estimons que 56 % de la matière première utilisée pour produire les emballages primaires est du plastique (principalement du polyéthylène et du polypropylène), 26 % du verre, 13% de l'aluminium et 4% du papier (Figure 36)

²⁸⁷ LEEM, Feuille de route 3R des emballages plastiques à usage unique. 2023.
<https://www.calameo.com/read/002049284a9ee8f58b652>



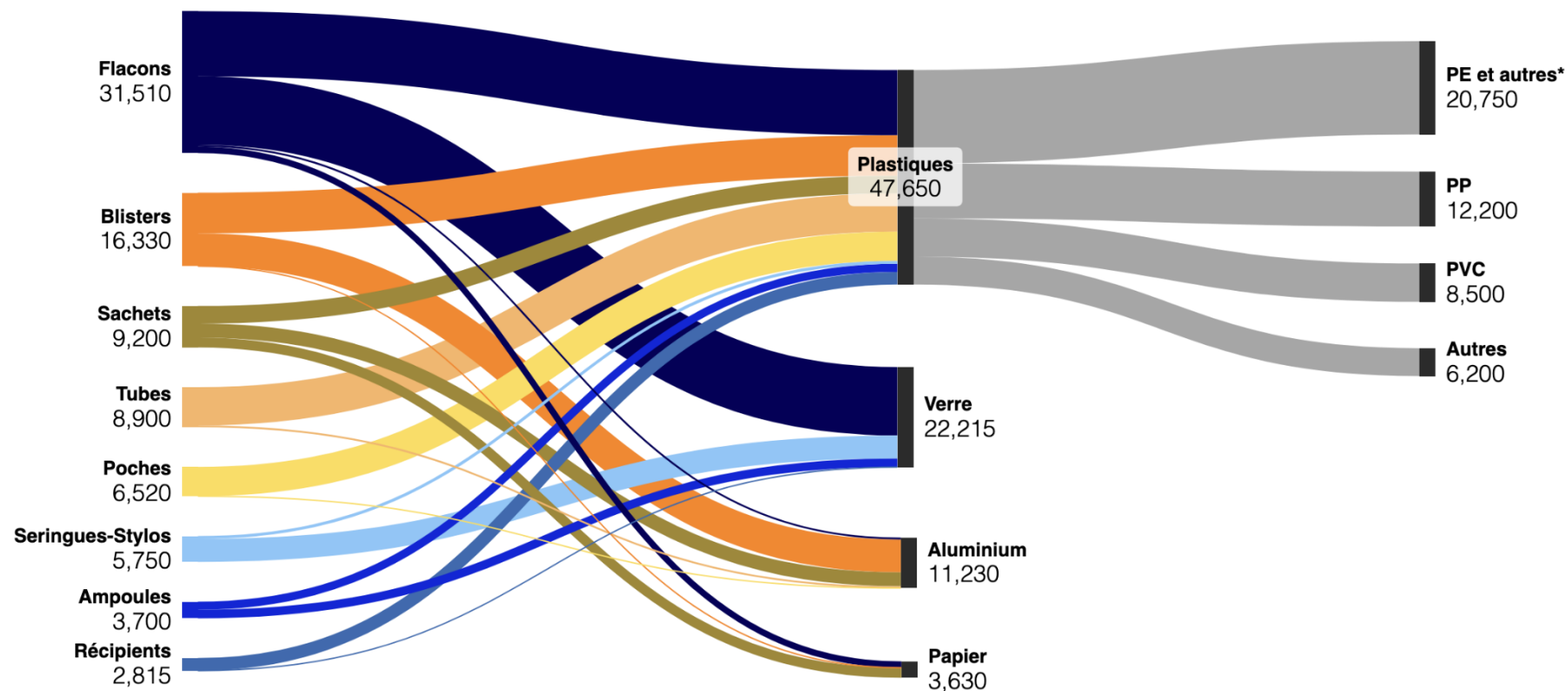


Figure 36 : Diagramme de Sankey (de flux) représentant les masses de matériaux utilisés pour produire les emballages primaires des médicaments. Les données sont exprimées en tonnes et ont volontairement été arrondies afin de faciliter la lecture du graphique²⁸⁸.

Source : Calcul The Shift Project 2025, obtenu avec le logiciel SankeyMatic.com

PE = Polyéthylène; PP = Polypropylène; PVC = Polychlorure de vinyle

* PEHD, PEBD, PEM

²⁸⁸ Le papier pour les flacons correspond aux étiquettes.



2) Quels impacts sur les émissions ?

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 **790 ktCO₂e** les émissions de gaz à effet de serre associées à la production des emballages²⁸⁹. **70% des émissions proviennent de la production des blisters, des sachets et des flacons.**

c) Résultats détaillés

La méthode décrite dans le rapport annexe permet d'estimer à **790 ktCO₂e** les émissions de gaz à effet de serre associées à la production des emballages.

70% des émissions proviennent de la production des blisters, des sachets et des flacons (figure 37).

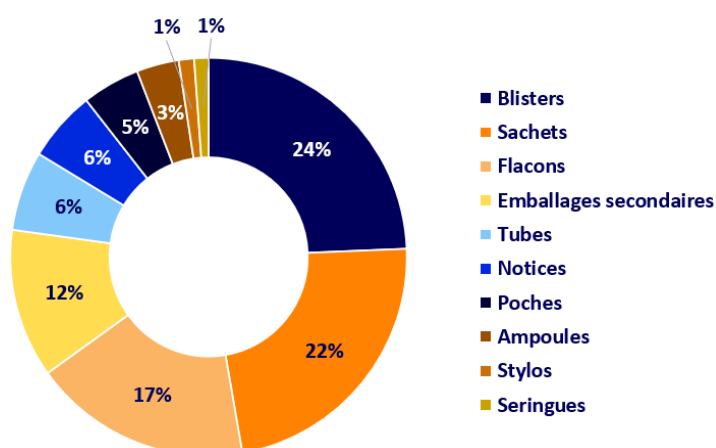


Figure 37 : Répartitions des émissions liées à la production des emballages primaires et secondaires des médicaments

Source : Calculs The Shift Project 2025

²⁸⁹Nous l'estimons réellement à 560 ktCO₂e. Mais en tenant compte des 20% d'émissions manquantes (telles que définies dans la partie sur les résultats) que nous répartissons équitablement entre chaque poste d'émissions, cela donne 790 ktCO₂e.

Les notices qui représentent 10% de la masse des emballages représentent 6% des émissions.

De plus, nous pouvons estimer l'**empreinte carbone moyenne par unité d'emballage**, et ce pour chaque type d'emballage (tableau 4). Une seringue a ainsi une empreinte carbone moyenne de 18 gCO₂e. Il s'agit d'une moyenne. Bien entendu, l'empreinte carbone de chaque seringue dépend du volume que contient réellement la seringue.

Type d'emballage	Émissions moyenne par unité	Type d'emballage	Émissions moyenne par unité
Seringue ²⁹⁰	18 gCO ₂ e/seringue	Flacon contenant une présentation liquide ²⁹¹	141 gCO ₂ e/flacon
Blisters	71 gCO ₂ e/blister	Flacon contenant des comprimés ²⁹²	198 gCO ₂ e/flacon
Comprimé - blister ²⁹³	3 gCO ₂ e/comprimé	Notice	9 gCO ₂ e/notice
Emballage secondaire (boîte en carton)		19 gCO ₂ e/unité	

Tableau 4 : Empreinte carbone moyenne (pondérée par le nombre de boîtes consommées) pour chaque catégorie d'emballage

Source : Calculs The Shift Project 2025

Nous pouvons également fournir des précisions sur la provenance des émissions en fonction du matériau de fabrication de l'emballage. Pour un emballage en plastique par exemple, 57% des émissions proviennent de la phase de production de résines (éthylène, propylène) qui nécessite de craquer des dérivés pétroliers (figure 38). 11% des émissions sont attribuables à l'étape de polymérisation, lors de laquelle les résines sont liées pour former des polymères. Les matériaux plastiques sont ensuite obtenus grâce à l'ajout d'additif et mis en forme par injection, extrusion ou moulage, étape qui représente 18% des émissions. Enfin, la production d'emballages médicaux en plastique est réalisée en salle propre, ce qui compte pour 14% des émissions.

²⁹⁰ Moyenne pondérée par le nombre de boîtes consommées sur des seringues allant de 0,15 à 20 mL. Ce résultat ne tient pas compte des émissions liées à la production de l'aiguille.

²⁹¹ Y compris bouchon, stopper et étiquette lorsqu'ils sont présents.

²⁹² Y compris bouchon, stopper et étiquette lorsqu'ils sont présents.

²⁹³ Pour chaque comprimé, les émissions liées à l'emballage primaire sont de 3gCO₂e.

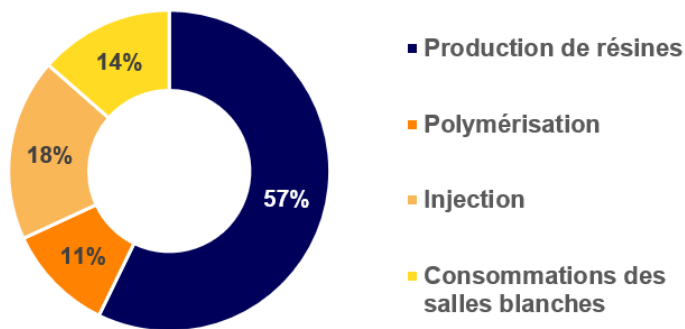


Figure 38 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre des emballages plastiques par étape de production

Source : The Shift Project 2025

3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?

c) Potentiel de décarbonation pour la production des emballages

Dans notre scénario central “Avec relocalisation”²⁹⁴, le **potentiel de décarbonation de la production des emballages primaires et secondaires est estimé à 79% d’ici 2050 par rapport à 2023**.

Avant d’explorer plus en détail les leviers de décarbonation, nous souhaitons souligner un point fondamental : la réduction de l’empreinte carbone des emballages repose en grande partie sur des **actions relevant des fournisseurs des producteurs d’emballages**. En effet, la production des matières premières (résine de plastique, silice, etc) constitue la principale source d’émissions dans l’empreinte carbone de la production des emballages. Ainsi, un emballage conçu à partir de matières premières plus décarbonées entraînera une baisse significative des émissions associées. C’est pourquoi les leviers présentés ici sont, pour la plupart, hors du champ d’action direct des industriels de santé. **En revanche, en exigeant des matières premières plus décarbonées, ces derniers peuvent inciter leurs fournisseurs à s’engager dans une trajectoire de décarbonation.**

Comme pour la majorité des postes, les émissions sont la conséquence du **volume de flux physiques mobilisés** (ici, du volume d’emballages) et de l’**intensité carbone des émissions**. Dans le cas de la production des emballages, les émissions de gaz à effet de serre dépendent principalement de la quantité d’emballages mobilisés et la manière dont ils sont produits. Les leviers que nous identifions permettent d’agir sur ces deux aspects. Par exemple, l’**écoconception** permet d’optimiser le design des emballages pour diminuer leur poids et la quantité de matière nécessaire à l’emballage. **Décarboner les procédés de transformation** des matières premières (extrusion, injection en salle propres) permet de diminuer l’intensité carbone des emballages produits.

L’intégration des leviers de décarbonation dans nos modélisations d’évolution des émissions de GES liées à la production des emballages nous permettent d’obtenir les résultats de la

²⁹⁴ Scénario avec activation de nombreux leviers de décarbonation, une relocalisation partielle de la production en Europe (autrement dit, un approvisionnement plus important qu’aujourd’hui des principes actifs en Europe) et une décarbonation avancée de l’électricité des pays de production.

figure 39. Ainsi, nous estimons à 79% le potentiel de baisse des émissions de GES du secteur d'ici 2050 par rapport à 2023.

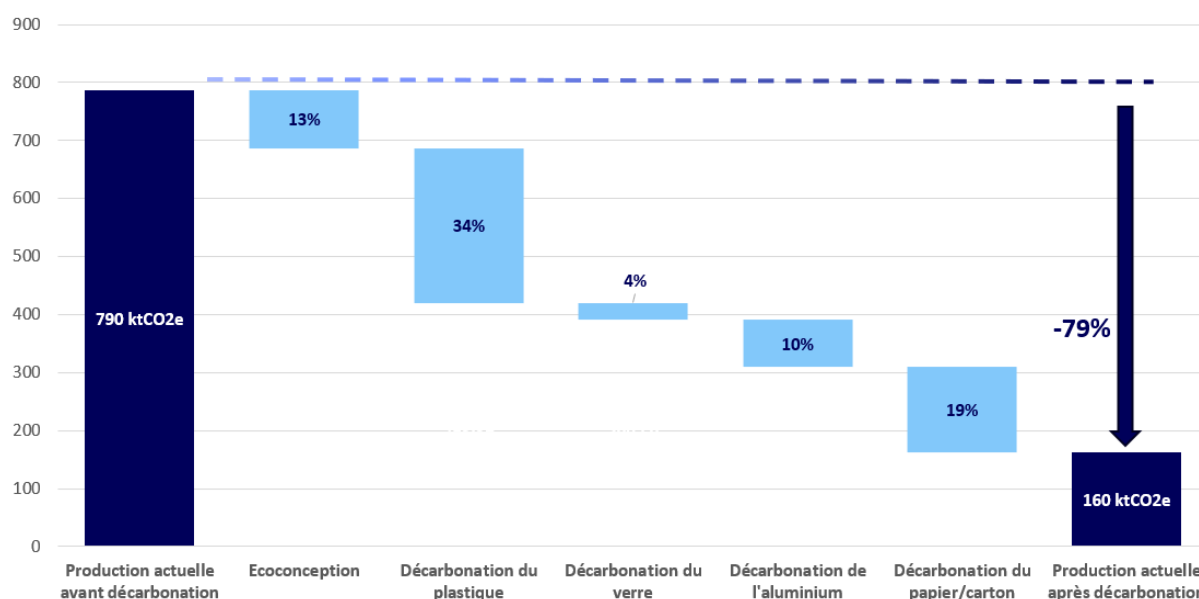


Figure 39 : Potentiel de décarbonation de la production des emballages entre 2023 et 2050 dans notre scénario optimiste - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050

Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

Au vu de ces résultats, nous pouvons identifier des **critères structurants pour décarboner la production des emballages** :

- **Écoconception** : Réduire la masse et le volume des emballages permet de limiter la consommation de matières premières et d'énergie en phase de production. Cela passe par des choix de design optimisés, adaptés aux contraintes des produits de santé.
- **Choix de matières premières moins carbonées** : Le recours à des fournisseurs engagés dans la réduction de l'empreinte carbone de leurs produits est essentiel et permet de réduire significativement l'intensité carbone des emballages.
- **Efficacité énergétique des sites de production** : Les sites de fabrication doivent avoir mis en place des mesures ambitieuses d'efficacité énergétique.

d) Et quelles actions concrètes ?

Dans cette section, nous présentons de manière concrète les actions identifiées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à la production des emballages, en agissant à la fois sur le volume d'emballages produits et sur leur intensité carbone.

L'**écoconception** permet de diminuer les besoins en matières premières et en énergie lors de la fabrication des emballages, en optimisant leur design. Cela se traduit notamment par une **réduction de la masse ou du volume des emballages**. Par exemple, il est possible de supprimer une unité d'emballage superflue, comme une boîte secondaire pour les produits ne nécessitant ni notice ni protection mécanique supplémentaire. Adelphe et Citeo ont ainsi mené une étude pilote visant à concevoir 17 formes de tubes, sans étui carton et allégés, démontrant la possibilité de réduire significativement les emballages tout en répondant aux

besoins de la chaîne de valeur²⁹⁵. De même, on peut **réduire les dimensions ou l'épaisseur des blisters** afin d'éviter les volumes non utilisés, tout en conservant leur fonctionnalité. Par exemple, utiliser un PVC d'une épaisseur de 230 µm au lieu de 250 µm permet de réduire de 8 % le poids du blister²⁹⁶. Ces optimisations permettent de limiter significativement l'impact environnemental dès la phase de conception et du transport.

L'autre levier majeur concerne le **choix de matières premières moins carbonées**. Il s'agit ici de privilégier des intrants plus décarbonés, donc issus de procédés de production décarbonés ou intégrant davantage de matières recyclées lorsque les réglementations le permettent. Dans le cas des plastiques, par exemple, plusieurs leviers spécifiques (présentés dans la figure 40) permettent de réduire jusqu'à 75 % les émissions liées à leur production dans un scénario optimiste. La phase de production des résines (comme l'éthylène) repose aujourd'hui sur des vapocraqueurs alimentés par des combustibles fossiles, ce qui constitue une source majeure d'émissions. L'**électrification partielle** de ces installations, couplée à une électricité bas-carbone, permettrait de réduire significativement ces émissions. Par ailleurs, l'amélioration de l'**efficacité énergétique** à chaque étape du processus industriel (production des monomères, polymérisation, transformation des granulés) permet également de diminuer la consommation énergétique globale et, par conséquent, l'empreinte carbone du plastique.

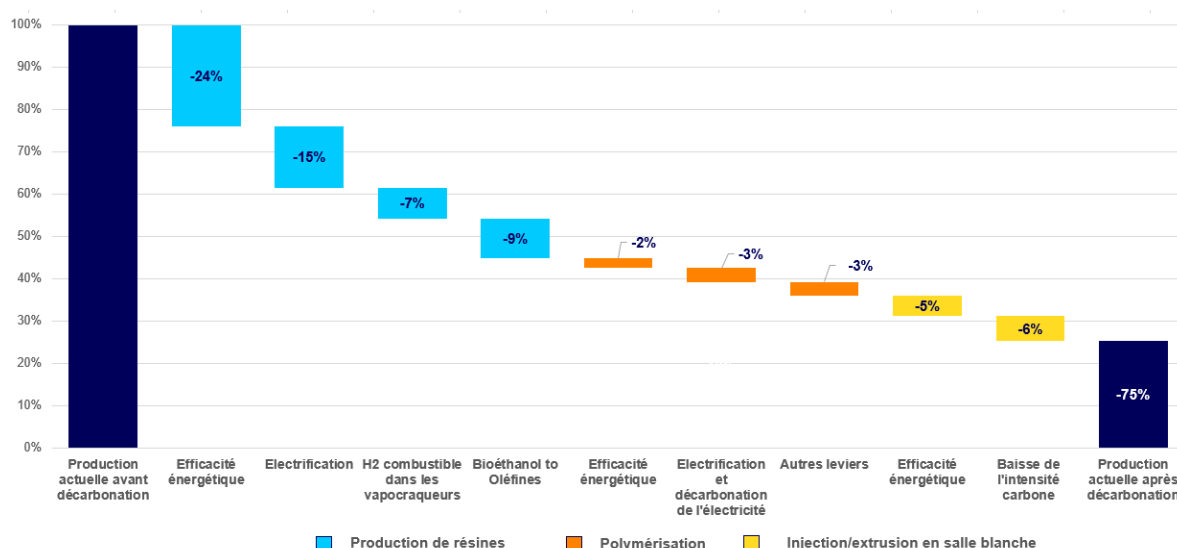


Figure 40 : Évolution des émissions de GES liées à la production des emballages en plastique entre 2023 et 2050 et contributions de chaque paramètre dans le cas d'un scénario optimiste. Les émissions ont été normalisées pour plus de clarté. - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050

Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025 avec données ADEME²⁹⁷

Des dynamiques similaires peuvent être appliquées aux autres matériaux utilisés pour les emballages (verre, aluminium, papier, carton) dont les leviers de décarbonation sont détaillés [en annexe](#) pour plus de lisibilité.

²⁹⁵ Première étude pilote réduction, Adelphi et Citeo

<https://www.citeo.com/le-mag/conduire-des-actions-decoconception-innovantes-et-efficaces-avec-les-pilotes-reduction-citeo>

²⁹⁶ Plan de prévention et d'écoconception pour la santé, Adelphi

<https://www.adelphi.fr/plans-prevention-decoconception-pour-sante>

²⁹⁷ Plan de transition sectoriel des industries du chlore et de l'éthylène, ADEME (utilisé pour l'étape Production de résines)

E) Formulation et conditionnement

1) Estimation des volumes formulés et conditionnés

Pour estimer les émissions de gaz à effet de serre liées à la formulation et au conditionnement des médicaments, nous sommes passés par les quantités de boîtes produites pour répondre à la consommation. Veuillez vous référer à la figure 27 pour connaître nos estimations concernant ces boîtes produites.

2) Quels impacts sur les émissions ?

a) Périmètre

Notre objectif est ici de quantifier les émissions associées à la formulation et au conditionnement des médicaments.

Nos quantifications visent à tenir compte notamment des émissions :

- De consommation d'énergie (électricité, gaz, pétrole, charbon, etc) pour l'ensemble des activités de production
- Indirectement impliquées dans la production : éclairage, salles propres (HVAC), chauffage, etc.
- Des équipements des usines,
- De construction des usines,
- De l'usage de fluides frigorigènes,
- Des déplacements des employés,
- Des achats de biens et services, en dehors de la production des principes actifs, des excipients et des emballages qui sont déjà pris en compte ailleurs,

Le périmètre est donc : **toutes les émissions induites par les activités de formulation et conditionnement, en dehors de celles déjà prises en compte au niveau des étapes de production des principes actifs, des excipients, des emballages et au niveau de la logistique.**

Précisons deux éléments importants pour comprendre nos résultats :

- 1) La méthodologie que nous avons suivie et que nous détaillons en [annexe](#) nous amène à prendre plusieurs hypothèses conservatrices : nous considérons que la formulation et le conditionnement ont systématiquement lieu sur un même site. Notre analyse repose sur un nombre limité de données de terrain, qui ne permet pas de refléter la diversité des méthodes de formulation et conditionnement en fonction des formes.

Par ailleurs, les données de consommation énergétique utilisées sont issues du contexte français et peuvent ne pas être représentatives de ce qu'il se passe à l'échelle internationale. Enfin, la production et le traitement des déchets ne sont pas pris en compte. Pour ces raisons, comme expliqué en partie "3. Résultats généraux", nous appliquons une majoration de 30 % aux résultats initiaux.

- 2) **Nous incluons les émissions liées à la production d'eau purifiée utilisée comme excipient.** En effet, nous considérons que l'eau purifiée est produite sur les lieux de formulation et de conditionnement et donc que les émissions associées sont à prendre au niveau de cette étape. Nous estimons que 120 000 tonnes d'eau sont utilisées en excipient des médicaments.

b) Chiffres clés

Nous estimons les émissions liées à la formulation et au conditionnement des médicaments à **960 ktCO₂e par an**.

c) Résultats détaillés

Pour estimer les émissions de gaz à effet de serre liées à la formulation et au conditionnement, nous nous sommes basés sur des données publiques françaises issues de rapports d'entreprises, de la littérature, ou de base de données²⁹⁸ ainsi que sur des données partagées par des industriels.

Concernant les consommations d'énergie (électricité, gaz et vapeur principalement), nous avons effectué une distinction selon le type de forme pharmaceutique, en séparant les données relatives aux formes orales solides de celles concernant les solutions. Les autres formes ont été traitées à l'aide de données moyennes.

Nous estimons les émissions de cette étape à 960 ktCO₂e par an, soit 11% des émissions de toute la chaîne de valeur. 68% de ces émissions sont liés aux consommations d'énergie avec respectivement 46% pour l'électricité, 19% pour le gaz et 3% pour la vapeur/chaleur (figure 41). Un quart des émissions proviennent des achats de biens et services en dehors des emballages, des excipients et des principes actifs²⁹⁹.

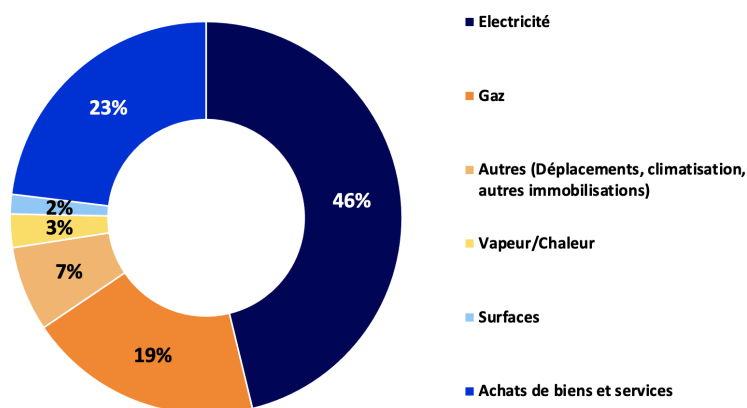


Figure 41 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre de la formulation et du conditionnement par source d'émissions

Source : Graphiques et calculs *The Shift Project 2025*

²⁹⁸ Comme par exemple :

²⁹⁹ L'estimation des émissions liées aux autres achats de biens et services se base sur l'hypothèse formulée dans l'article de Piffoux et al 2024, "For the purchase of services and goods other than ingredients and packaging, an additional 30% of all emissions related to the plant (energy, capital goods, employee commuting and business travel) was added. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652624030257>

En ce qui concerne les formes pharmaceutiques, nous estimons que la formulation des médicaments sous forme orale solide émet environ 250 gCO₂e/boîte, contre 310 gCO₂e/boîte pour les formes en solution

3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?

a) Potentiel de décarbonation de la formulation et du conditionnement

Dans notre scénario central “Avec relocalisation”³⁰⁰, le **potentiel de décarbonation de la formulation et du conditionnement est estimé à 78% d’ici 2050 par rapport à 2023 (figure 42).**

Comme pour la majorité des postes, les émissions sont la conséquence du **volume de flux physiques mobilisés** (par exemple, la quantité de kWh d’électricité consommée pour produire un kilogramme de médicament fini) et de **l’intensité carbone des émissions** (combien de CO₂e est émis par kWh d’électricité produite).

Les leviers que nous identifions permettent d’agir sur ces deux aspects.

Concernant le volume de flux physiques mobilisés, les principaux leviers sont : une forte sobriété énergétique, une électrification des procédés et notamment de la production de vapeur industrielle permettant d’importants gains énergétiques³⁰¹.

Concernant l’intensité carbone, la décarbonation de l’électricité permet de baisser les émissions de la production des excipients de 20%. Cette baisse est d’autant plus nécessaire que le levier d’électrification qui vise à sortir de la dépendance d’énergie fossile (gaz, charbon) ne sera pertinent que si la production d’électricité est bas-carbone et ne dépend pas elle-même d’énergies fossiles. Enfin, le recours au biogaz et à la biomasse pour substituer le gaz dans les usages non électrifiables permet de réduire les émissions de 4% supplémentaires.

Par ailleurs, la décarbonation des fluides frigorigènes, de la construction des usines, des déplacements domicile travail ou encore des équipements permet de réduire les émissions de 23%.

³⁰⁰ Scénario avec activation de nombreux leviers de décarbonation, une relocalisation partielle de la production en Europe (autrement dit, un approvisionnement plus important qu’aujourd’hui des principes actifs en Europe) et une décarbonation avancée de l’électricité des pays de production.

³⁰¹ Remplacer une production de vapeur au gaz par une production de vapeur avec une pompe à chaleur électrique permet de bénéficier d’un bien meilleur rendement. En effet, pour produire 1 kWh de chaleur, là où il fallait consommer 1,1 kWh de gaz, une pompe à chaleur ne nécessite plus que 0,33 kWh d’électricité (Avec un rendement moyen de 90% pour le gaz et un coefficient de performance de 3 pour la pompe à chaleur.)

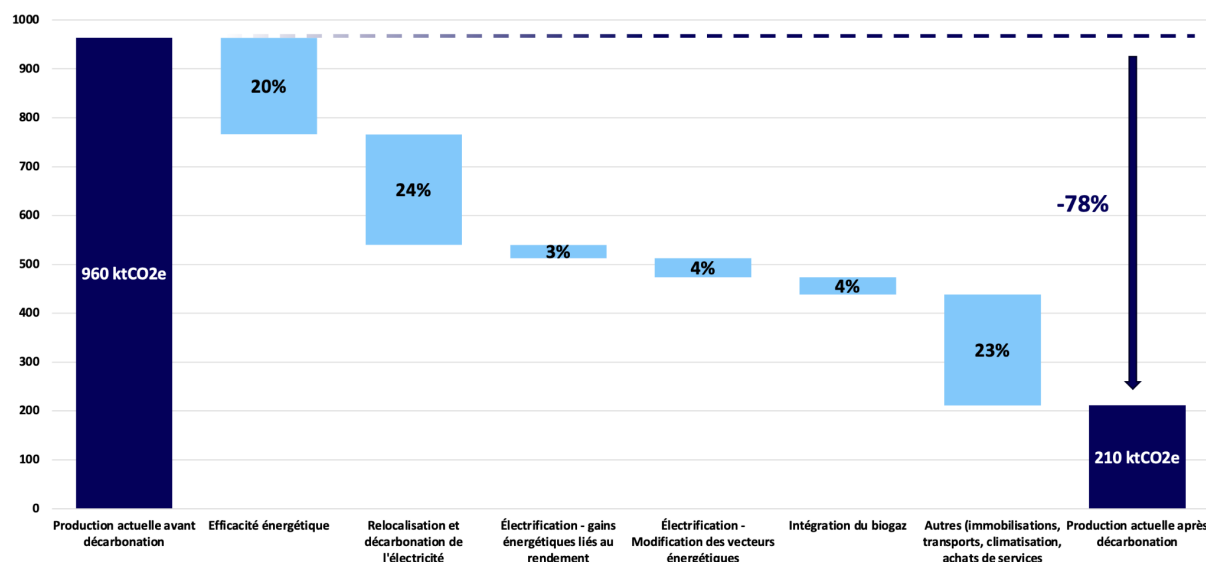


Figure 42 : Potentiel de décarbonation de l'étape de formulation et de conditionnement entre 2023 et 2050 dans notre scénario central "Avec relocalisation" - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050

Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

Au vu de ces résultats, nous pouvons identifier des **critères structurants pour décarboner la formulation et le conditionnement des médicaments** :

- **Amélioration de l'efficacité énergétique,**
- **Décarbonation de l'électricité et électrification des usages,**
- **Décarbonation des fluides frigorigènes, de la construction des usines et des achats de services.**

b) Et quelles actions concrètes ?

Dans cette section, nous présentons un ensemble d'actions concrètes identifiées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à l'étape de formulation et conditionnement des médicaments.

L'efficacité énergétique vise à diminuer les quantités d'énergie consommées par unité produite. Elle permet de **baiss**er de **20%** les émissions liées à la formulation et au conditionnement. Elle doit porter sur les différentes sources de consommation d'énergie : les systèmes de chaleur, les groupes froids, les salles propres, le chauffage de l'usine, l'éclairage, le fonctionnement des machines, etc. Ces actions nécessitent un suivi et un pilotage des consommations au niveau des différents usages afin d'identifier les sources potentielles d'optimisation (à travers par exemple la mise au ralenti ou à l'arrêt des zones inactives, l'optimisation du taux de renouvellement de l'air, etc³⁰²). Dans l'étude "Agir pour se décarboner" du LEEM réalisée par PwC³⁰³, de nombreuses actions concrètes ont été identifiées. Par exemple :

- **Pour les usines de formulation de forme sèche** : réduire le taux de renouvellement de l'air à l'intérieur des salles propres.

³⁰² Actions identifiées par le comité stratégique de filière des produits de santé, <https://www.entreprises.gouv.fr/secteurs-dactivite/industrie/les-comites-strategiques-de-filiere/la-filiere-sante>

³⁰³ https://www.leem.org/sites/default/files/2025-03/Leem-Agir_pour_se_decarboner.pdf

- **Pour les usines de formulation stérile ou biologique** : adopter la technologie EPPI froide³⁰⁴.

Plusieurs actions concrètes d'efficacité énergétique dans les salles propres ont été présentées dans l'encadré 10.

L'électrification des procédés combinée à l'usage d'une électricité bas carbone permet une baisse significative des émissions. Elle consiste essentiellement à **électrifier la production de chaleur**. Les possibilités technologiques pour électrifier la chaleur dépendent essentiellement des températures demandées. Pour les usines de formulation de forme sèche, qui nécessitent des températures autour de 50°C, les pompes à chaleur électriques doivent être privilégiées, notamment car elles permettent de forts rendements³⁰⁵. Pour des températures plus importantes, des technologies comme le solaire thermique, les fours à résistances électriques ou à arcs électriques peuvent être envisagées. Enfin, pour les consommations ne pouvant pas être électrifiées, l'usage de biogaz et biomasse permet également de baisser les émissions de gaz à effet de serre. Ce point a été détaillé dans l'encadré 13.

Ensuite, pour **formuler et conditionner des médicaments avec une électricité bas carbone**, plusieurs actions peuvent être mises en place. L'électrification des usages doit s'accompagner de l'utilisation d'un mix électrique décarboné, tant sur les sites de formulation que de conditionnement, où les consommations électriques sont élevées. Cela peut se traduire par la relocalisation du site dans un pays européen où le mix électrique est moins carboné, comme la Suède, la Norvège, le Portugal ou la France. La production directe d'énergie décarbonée sur les sites de formulation et conditionnement peut également être envisagée. L'autoconsommation photovoltaïque, la production de chaleur renouvelable (biomasse, géothermie, solaire thermique), ou encore la récupération de chaleur fatale favorisent l'autonomie et la résilience des sites industriels en plus de la maîtrise de leur empreinte environnementale à long terme.

Pour décarboner la construction de nouvelles usines, il est préférable de **privilégier la rénovation énergétique des bâtiments existants**, et, en cas de nouvelle construction, de respecter les normes les plus récentes (RE2020) concernant la performance thermique et énergétique des bâtiments (étiquette A). L'entretien régulier des systèmes de chauffage et de refroidissement est notamment indispensable pour maintenir leur performance optimale, ceux-ci perdant en efficacité avec le temps (encrassement, dérèglement, etc.).

Enfin, les émissions provenant de fuites de fluides frigorigènes, utilisés dans les systèmes de **climatisation**, peuvent être très fortement diminuées en utilisant des fluides à faible impact environnemental (CO₂, NH₃, R717, eau, hydrocarbures...) ou grâce à une meilleure détection de ces fuites.

³⁰⁴ La transition vers les procédés EPPI froide est plus aisée si le site produit et consomme de l'eau purifiée (de qualité standardisée) que s'il produit de l'eau pour injection (auquel cas l'eau purifiée est un intermédiaire de qualité possiblement moindre, nécessitant un renforcement de la purification). L'intérêt de cette transition est maximisé si le site assainit son circuit de distribution à froid (ozone). PwC, 2024

³⁰⁵ https://www.leem.org/sites/default/files/2025-03/Leem-Agir_pour_se_decarboner.pdf

F) Stockage

1) Estimation du volume

Pour estimer les émissions de gaz à effet de serre liées au stockage des médicaments, nous sommes passés par les quantités de boîtes produites pour répondre à la consommation. Veuillez vous référer à la figure 27 pour connaître nos estimations concernant ces boîtes produites.

En outre, nous tenons ici compte du stockage dans les entrepôts de stockage des industriels, des dépositaires, des grossistes répartiteurs ainsi que du stockage dans les pharmacies de ville³⁰⁶. Toutes les boîtes produites ne passent pas par chaque étape de stockage. Nous considérons par exemple que 53% des boîtes produites sont stockées dans des entrepôts des industriels et chez des dépositaire³⁰⁷.

Le tableau 5 résume nos hypothèses concernant le nombre de boîtes stockées à chaque étape.

Type de stockage	Nombre de boîtes
Stockage en entrepôt pharmaceutique ou dépositaire	3,3 milliards de boîtes
Stockage chez le grossiste-répartiteur	1,8 milliards de boîtes

Tableau 5 : Quantités de boîtes stockées par étape de stockage en 2023

Source : Calculs The Shift Project 2025

2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre

a) Périmètre

Notre objectif est ici de quantifier les émissions associées au stockage des médicaments en entrepôts, chez les dépositaires et chez les grossistes répartiteurs .

Nos quantifications visent à tenir compte notamment des émissions :

- De consommation d'énergie (électricité, gaz, pétrole, charbon, etc) pour l'ensemble des activités de stockage
- Des équipements des entrepôts,

³⁰⁶ Faute de données, nous ne tenons pas compte du stockage des médicaments dans les pharmacies d'hôpitaux avant leur distribution

³⁰⁷ Données de la DGE : 80% des médicaments dispensés par les officines sont achetés auprès des grossistes, le reste étant directement achetés auprès des fabricants). 5 % des achats des PUI sont effectués auprès des grossistes-répartiteurs.

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>

- De construction des entrepôts,
- De l'usage de fluides frigorigènes, notamment pour le stockage de médicaments nécessitant du froid,
- Des déplacements des employés,
- etc

Le périmètre est donc : **toutes les émissions induites par le stockage, en dehors de celles déjà prises en compte au niveau des étapes de production des principes actifs, des excipients, des emballages, de la formulation, du conditionnement et au niveau de la logistique.**

Précisons un élément important pour comprendre nos résultats. La méthodologie que nous avons suivie et que nous détaillons en annexe nous amène notamment à ne pas tenir compte des achats de biens et de services en lien avec les activités de stockage ainsi que les émissions liées aux machines utilisées pour charger et décharger les transports de livraison. En outre, les données utilisées reposent en partie sur des données partagées par des industriels ayant déjà optimisé une partie de leurs consommations d'énergie et n'étant donc pas forcément représentatif de l'ensemble des stockages. Enfin, nous ne tenons pas compte, faute de données, du stockage des médicaments dans les pharmacies des hôpitaux. C'est pour cette raison que, comme expliqué partie "3. Résultats généraux", nous extrapolons les résultats initialement obtenus de 30%.

b) Chiffres clés

Nous estimons à plus de **320 ktCO₂e les émissions de gaz à effet de serre associées** au stockage des médicaments chez les industriels, les dépositaires, les grossistes répartiteurs et les pharmacies, soit 3% des émissions de la chaîne de valeur des médicaments.

c) Résultats détaillés

Nous estimons les émissions liées au stockage des médicaments chez les industriels, les dépositaires et les grossistes répartiteurs à **320 ktCO₂e**. La moitié de ces émissions provient de la consommation directe d'énergie (électricité et gaz) pour différents usages : chauffage, climatisation, éclairage, renouvellement de l'air, etc (Figure 43). Un peu moins d'un quart des émissions (23%) provient également de la construction des bâtiments. Enfin, un dernier quart (27%) vient des déplacements domicile-travail des employés ainsi que de l'usage de fluides frigorigènes pour le froid. Ces fluides frigorigènes utilisés peuvent avoir d'importants impacts sur le climat. Par exemple le R404A³⁰⁸ a un pouvoir réchauffant global (PRG) supérieur à 2500³⁰⁹. Autrement dit, ce fluide est plus de 2500 fois impactant que le CO₂.

³⁰⁸ <https://fr.wikipedia.org/wiki/R404A>

³⁰⁹ <https://www.dalkiafroidsolutions.com/le-r404a-un-fluide-frigorigene-deja-soumis-aux-interdictions-de-la-f-gas>



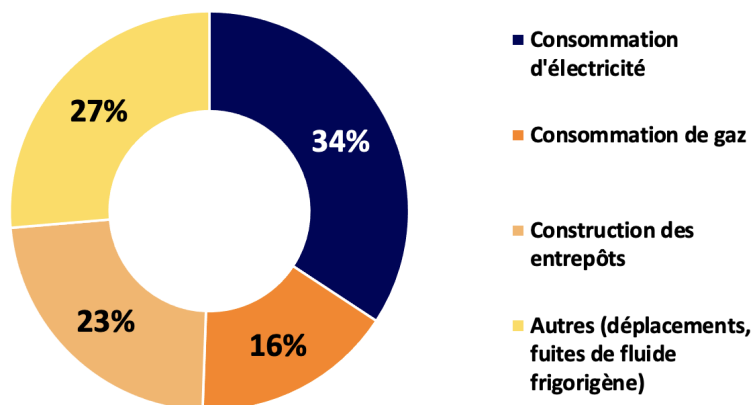


Figure 43 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre de 2023 liées au stockage des médicaments chez les industriels, les dépositaires et les grossistes répartiteurs

Source : The Shift Project 2025

Concernant le stockage en pharmacie de ville, **les émissions sont de 190 ktCO₂e**. Elles correspondent aux émissions des pharmacies en dehors du déplacements des patients et de l'achat des produits de santé que nous avons estimé dans notre rapport "Décarboner la santé pour soigner durablement"³¹⁰. 47% des émissions proviennent des consommations de gaz (45%) et d'électricité (2%).

3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?

Cette partie se concentre uniquement sur le stockage chez les industriels, les dépositaires et les grossistes répartiteurs. Les leviers à activer pour décarboner le stockage en pharmacie de ville sont cependant très similaires.

a) Potentiel de décarbonation

Dans notre scénario central "Avec relocalisation"³¹¹, **le potentiel de décarbonation du stockage des médicaments est estimé à 70% d'ici 2050 par rapport à 2023 (figure 44).**

Comme pour la majorité des postes, les émissions sont la conséquence du **volume de flux physiques mobilisés** (par exemple, la quantité de kWh d'électricité consommée pour le stockage d'une boîte de médicaments) et de l'**intensité carbone des émissions** (combien de CO₂e est émis par kWh d'électricité produite).

Les leviers que nous identifions permettent d'agir sur ces deux aspects.

Concernant le volume de flux physiques mobilisés, une forte sobriété énergétique et une électrification des procédés (notamment du chauffage, souvent au gaz) permettent une baisse des émissions de 19% dans notre scénario central.

³¹⁰ <https://theshiftproject.org/publications/decarboner-sante-soigner-durablement/>

³¹¹ Scénario avec activation de nombreux leviers de décarbonation, une relocalisation partielle de la production en Europe (autrement dit, un approvisionnement plus important qu'aujourd'hui des principes actifs en Europe) et une décarbonation avancée de l'électricité des pays de production.

Concernant l'intensité carbone, la baisse des émissions provient à 15% de la décarbonation de l'électricité. Cette baisse est d'autant plus nécessaire que le levier d'électrification qui vise à sortir de la dépendance d'énergie fossile ne sera pertinent que si la production d'électricité est bas carbone et ne dépend pas elle-même d'énergies fossiles. Enfin, l'usage de biogaz et de biomasse, pour remplacer le gaz des usages ne pouvant pas être électrifiés, permet de baisser de 3% supplémentaire les émissions.

D'autre part, réduire l'empreinte carbone de la construction de nouveaux centres logistiques, des systèmes de climatisation et des achats de services permet de diminuer de 32% les émissions liées au stockage des médicaments.

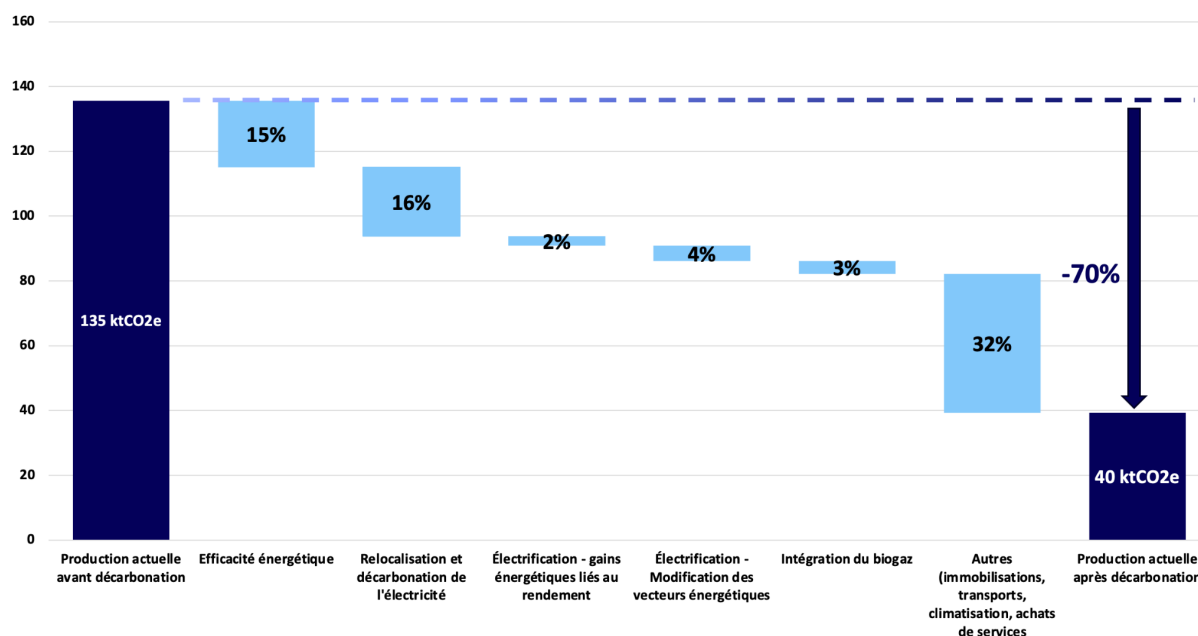


Figure 44 : Potentiel de décarbonation du stockage des médicaments chez les industriels, les dépositaires et les grossistes répartiteurs entre 2023 et 2050 dans notre scénario central "Avec relocalisation" - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050

Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

Au vu de ces résultats, nous pouvons identifier des **critères structurants pour décarboner le stockage des médicaments** :

- **Amélioration de l'efficacité énergétique** : Les installations doivent réduire leur consommation globale d'énergie en optimisant l'isolation, en modernisant les systèmes de régulation thermique et en adoptant des équipements sobres en énergie.
- **Décarbonation de l'électricité et électrification des usages** : Les entrepôts logistiques doivent abandonner les énergies fossiles, notamment pour le chauffage, au profit d'équipements électriques alimentés par une électricité bas carbone.
- **Réduction de l'empreinte carbone des infrastructures** : L'impact des systèmes de climatisation et de la construction de nouveaux bâtiments logistiques doit être limité.

b) Et quelles actions concrètes ?

Dans cette section, nous présentons un ensemble d'actions concrètes identifiées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à l'étape de **stockage** des médicaments. Toutes ces mesures doivent toutefois s'adapter aux exigences spécifiques de la logistique

pharmaceutique, notamment en matière de traçabilité, de régulation thermique et de sécurité sanitaire.

Un premier levier majeur concerne l'**efficacité énergétique** : renforcer l'isolation thermique, affiner la régulation des températures par zones, et moderniser les équipements de réfrigération (en particulier pour les produits thermosensibles) permet de limiter la consommation énergétique tout en garantissant des conditions de stockage stables. Le dispositif Éco Énergie Tertiaire accompagne cette transition en fixant un objectif ambitieux de réduction de la consommation d'énergie, avec une cible de -60 % d'ici 2050 ³¹².

Ensuite, l'**électrification des usages** (chauffage, éclairage) couplée à l'utilisation d'une **électricité bas carbone** constitue un levier clé. Le système de chauffage, fonctionnant aujourd'hui principalement au gaz, peut ainsi être électrifié avec des pompes à chaleur. Par ailleurs, la logistique interne peut être optimisée par l'utilisation de chariots électriques ou de systèmes automatisés à faible consommation énergétique.

La construction de nouveaux entrepôts doit être strictement limitée aux besoins essentiels. Il est préférable de **privilégier la rénovation énergétique des bâtiments existants**, et, en cas de nouvelle construction, de respecter les normes les plus récentes (RE2020) concernant la performance thermique et énergétique des bâtiments (étiquette A). L'entretien régulier des systèmes de chauffage et de refroidissement est notamment indispensable pour maintenir leur performance optimale, ceux-ci perdant en efficacité avec le temps (encrassement, dérèglement, etc.).

Enfin, les émissions provenant de fuites de fluides frigorigènes, utilisés dans les systèmes de **climatisation**, peuvent être très fortement diminuées en utilisant des fluides à faible impact environnemental (CO₂, NH₃, R717, eau, hydrocarbures...) ou grâce à une meilleure détection de ces fuites. Par ailleurs, l'intégration de **principes de bio-climatisation** (orientation du bâtiment, ventilation naturelle...) lors de la conception, la rénovation ou l'extension des bâtiments joue un rôle important. Par exemple, enduire le toit d'un entrepôt de peinture blanche réfléchissante permet une économie de consommation de climatisation pouvant aller jusqu'à 40 % et un abaissement de 6 à 7 °C en température intérieure en été³¹³.

G) Transport

1) Estimation du volume

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 :

³¹² Présenté dans le décret tertiaire issu de la loi Elan du 23 novembre 2018.

³¹³ Brèche, A. (2024). Décarbonation des entrepôts : est-il possible de faire mieux ?

<https://www.linkedin.com/pulse/décarbonation-des-entrepôts-est-il-possible-de-faire-mieux-breche-2mnhe>

- Le transport des matières premières nécessaires à la production du principe actif;
- Le transport du principe actif jusqu'au lieu de formulation ;
- Le transport des excipients jusqu'au lieu de formulation ;
- Le transport des emballages jusqu'au lieu de conditionnement ;
- Le transport des médicaments du lieu de conditionnement jusqu'au dernier centre de distribution des industries pharmaceutiques ;
- Le transport du lieu du centre de distribution jusqu'aux établissements hospitaliers ou jusqu'aux centres de distribution des grossistes répartiteurs ;
- Le transport des grossistes répartiteurs jusqu'aux pharmacies d'officines.

Notons que notre méthodologie prend en compte une chaîne de valeur idéalisée, où les marchandises prennent les voies les plus courtes entre les différentes étapes. Toutefois, ce n'est pas toujours le cas. De plus, nous ne prenons pas en compte les achats de biens (autres que les moyens de transport) et de services des activités logistiques.

Afin de tenir compte de cette non-optimisation logistique et des éléments non pris en compte, comme expliqué à la partie [“3. Résultats généraux”](#), nous majorons les résultats obtenus de 35%.

2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre

Nous estimons que le transport des matières premières et des produits finis le long de la chaîne de valeur induit des **émissions à 865 ktCO₂e** chaque année pour la consommation française³¹⁴.

Environ 20% de ces émissions proviennent du transport des produits intermédiaires (matières premières, principes actifs, excipients et emballages) nécessaires à la fabrication des médicaments, et 80% proviennent du transport des produits finis, comme montré sur la Figure 45.

³¹⁴ Dans la suite de cette partie, on prendra également en compte les émissions liées au transport de matières premières pour la production du principe actif. Ces émissions sont déjà prises en compte dans la partie dédiée au principe actif. En prenant également en compte ces émissions, nous obtenons des émissions liées à la logistique de 946 ktCO₂e.

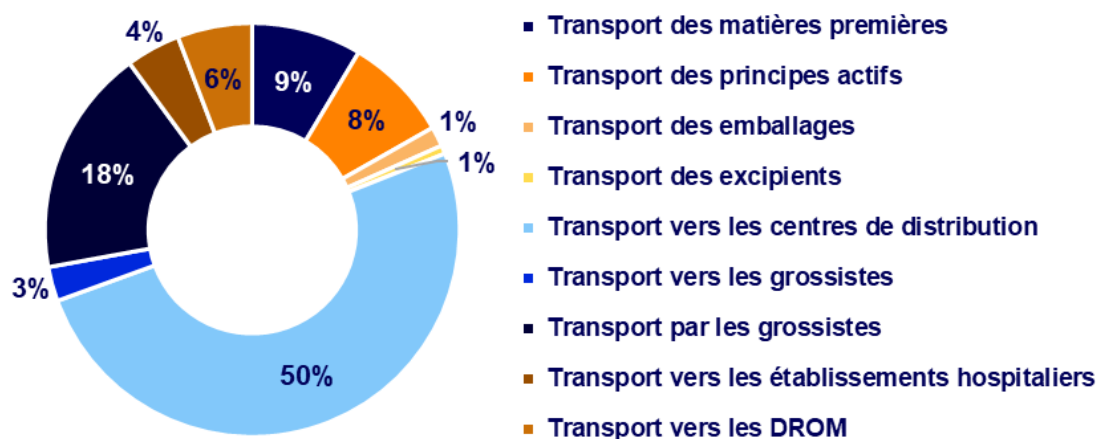


Figure 45 : Répartition de l'empreinte carbone du transport des matières premières et des produits finis

Source : The Shift Project

Le transport routier représente une part prépondérante des émissions liées au transport. Cependant, dans le cas d'un **recours au fret aérien** pour le transport entre les lieux de conditionnement et centres de distribution, les émissions associées à celui-ci s'avèrent particulièrement élevées. La répartition des émissions des modes de transport pour les différentes étapes de la chaîne logistique est représentée Figure 46.

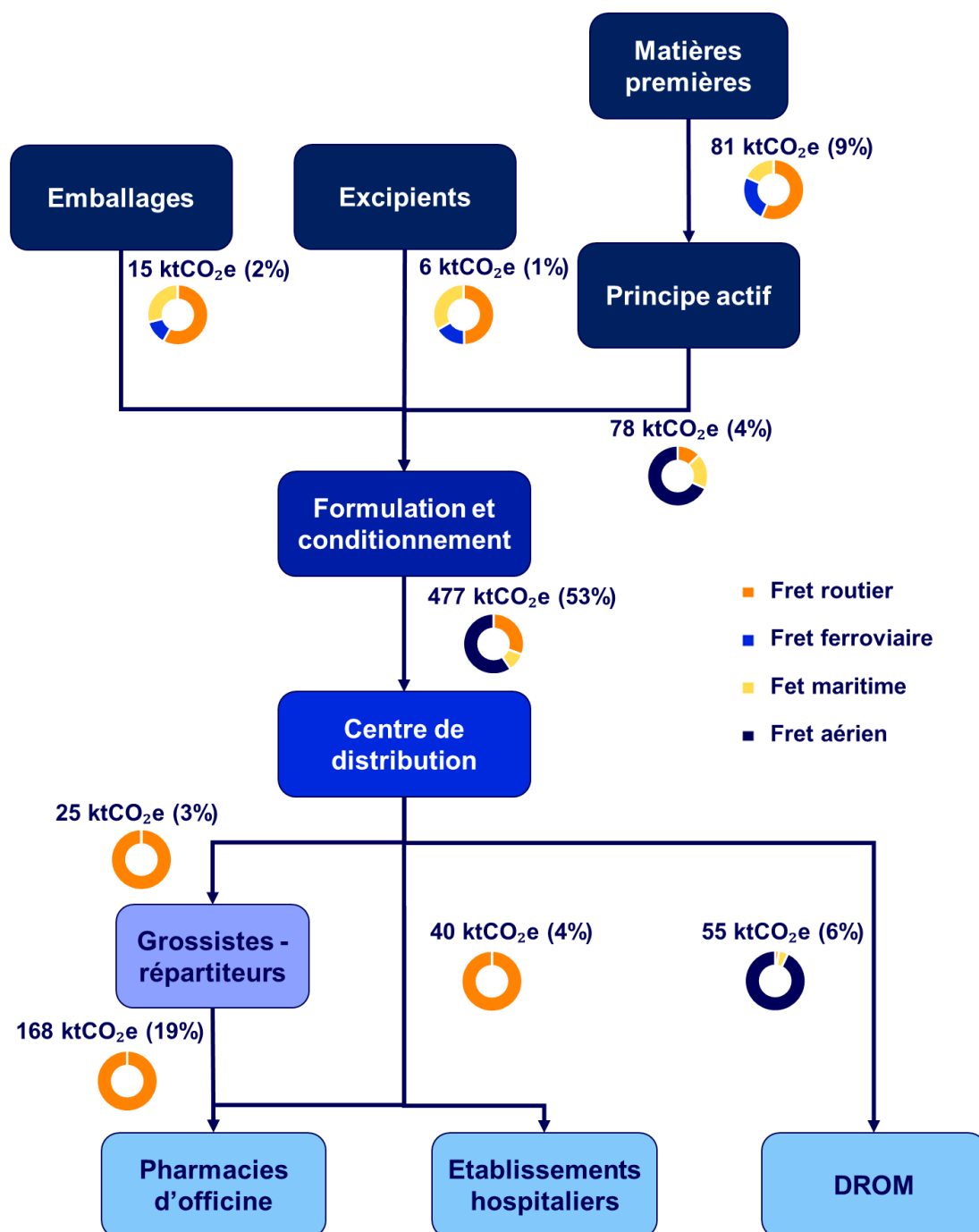


Figure 46 : Répartition par type de transport de l'empreinte carbone du transport des matières premières et des produits finis le long de la chaîne de valeur
Source : The Shift Project, 2025

a) Transport des matières premières nécessaires à la production du principe actif

Notez que nous explicitons ici les résultats obtenus avec notre propre méthodologie. Cependant, les transports des matières premières des principes actifs sont déjà comptés par Ecovamed dans la partie sur les émissions des principes actifs. Aussi pour éviter les doubles comptes, nous ne les ajoutons pas au total des émissions des transports.

En moyenne, chaque kilogramme de principe actif nécessite environ 29 kilogrammes de matières premières, notamment des solvants ou des réactifs chimiques. Le transport de ces matières premières jusqu'aux lieux de production du principe actif est responsable de plus de **80 ktCO₂e**, dont environ **55% provient du fret routier**.

b) Transport des principes actifs jusqu'au lieu de formulation

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 sur les localisations indiquées sur les “*certificats de conformité à la pharmacopée européenne*” (CEP). Notre méthodologie, ainsi que les limites de celle-ci, sont expliquées en détail dans [le rapport technique](#) qui accompagne ce rapport.

Ainsi, **plus de 60% des masses de substances actives consommées en France proviennent d'Asie** (figure 47).

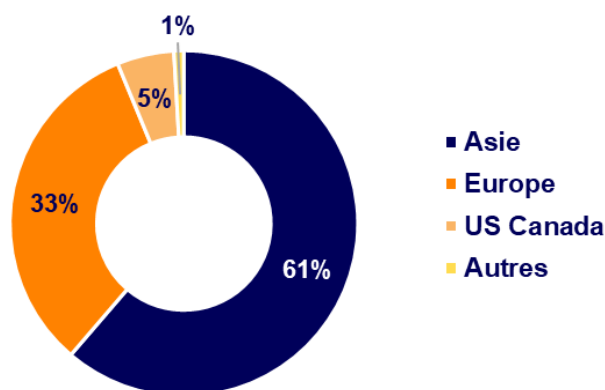


Figure 47 : Répartition des provenances des principes actifs (proportions en masses)

Source : Calculs The Shift Project, 2025

A noter que nous avons pris en compte **l'impact du transport réfrigéré**, qui, selon nos estimations³¹⁵, représente au moins 0,7% des volumes transportés. Toutefois, d'après les données d'Ecoinvent³¹⁶, l'impact carbone de la réfrigération est très peu significatif devant celle du déplacement des marchandises réfrigérées.

Nous avons fait l'hypothèse que la majorité des produits nécessitant un transport réfrigéré sont transportés en avion (ce qui concerne environ 0,7% des principes actifs), ainsi que les produits en risque de rupture (ce qui concerne 12% environ des principes actifs).

Au final, les transports des principes actifs sont responsables de l'émission d'environ **80 ktCO₂e**, dont 68% provient du fret aérien, 19% du fret maritime et 13% du fret routier.

c) Transport des emballages et des excipients

Les transports des emballages et des excipients sont responsables respectivement des émissions de **15 et 6 ktCO₂e**, dont plus de la moitié provient du fret routier.

³¹⁵ Basée sur analyse des températures de conservation des classes ATC, d'après Vidal, <https://www.vidal.fr/>

³¹⁶ Operation, reefer dans la Base de données Ecoinvent. <https://ecoinvent.org/>

d) Transport des lieux de conditionnement jusqu'aux derniers centres de distribution des industries pharmaceutiques

Afin d'estimer l'empreinte carbone du transport jusqu'aux centres de distribution des grossistes-répartiteurs, nous avons dans un premier temps estimé la provenance des produits finis consommés en France (figure 48).

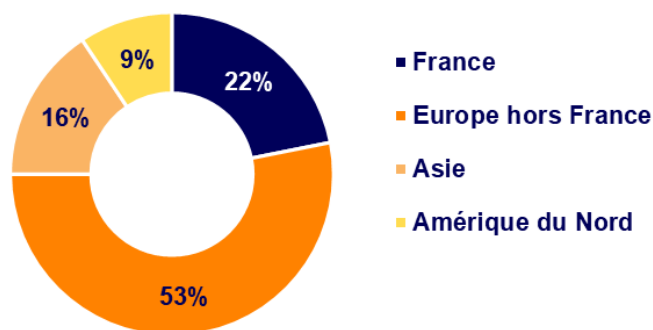


Figure 48 : Répartition des lieux de conditionnement des médicaments
Source : The Shift Project 2025, d'après données LEEM

Ainsi, nous en déduisons que parmi les médicaments consommés en France, environ 22% des produits finis proviennent de France, 53% proviennent du reste de l'Europe, et 16% d'Asie et 9% d'Amérique du Nord.

Au final, le transport des lieux de conditionnement jusqu'aux centres de distribution des grossistes répartiteurs est responsable des émissions d'environ **480 ktCO₂e**, réparties comme montré sur la figure 49.



Figure 49 : Répartition des émissions du transport entre le lieu de conditionnement et les derniers centres de distribution des industries pharmaceutiques, en nombre de kilomètres parcourus (à gauche) et en émissions de GES (à droite)
Source : The Shift Project 2025

Ainsi, les 10% des kilomètres parcourus par fret aérien sont responsables à eux seuls de 54% des émissions.

e) Transport des centres de distribution des industries pharmaceutiques vers les grossistes répartiteurs

80% des médicaments livrés aux pharmacies d'officines transitent par des grossistes répartiteurs (le reste étant directement achetés auprès des fabricants). De même, 5 % des

achats des PUI (les pharmacies à usage intérieur, intégrées aux établissements hospitaliers) soient effectués auprès des grossistes-répartiteurs³¹⁷.

Le fret routier pour le transport des médicaments entre les centres de distribution des industries pharmaceutiques et les grossistes répartiteurs sont responsables des émissions de **25 ktCO₂e**.

f) Transport des grossistes-répartiteurs vers les pharmacies d'officines et les établissements hospitaliers

200 millions de kilomètres sont parcourus annuellement par les véhicules des acteurs de la répartition pharmaceutique (et notamment des véhicules utilitaires de type fourgons). A ces distances, nous ajoutons environ 3,2 millions de km parcourus par des semi-remorques des grossistes répartiteurs.

Au final, l'approvisionnement en médicaments des pharmacies françaises deux fois par jour³¹⁸ est responsable des émissions de **168 ktCO₂e**, dont 91% des émissions proviennent des déplacements des véhicules utilitaires, et 9% des semi-remorques.

g) Transport des centres de distribution des industries pharmaceutiques directement vers les établissements hospitaliers et les officines

D'après les données de consommation de médicaments en France, environ 14% des boîtes des médicaments sont consommés à l'hôpital. 95% de l'approvisionnement des établissements hospitaliers sont acheminés directement par les industriels³¹⁹.

Le fret routier utilisé pour l'approvisionnement en médicaments des établissements hospitaliers est responsable des émissions de **40 ktCO₂e**.

h) Approvisionnement des DROM

Dans la plupart des cas, les médicaments consommés dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) transitent par des centres de distribution en métropole.

Nous avons ensuite fait l'hypothèse que 50% de cet approvisionnement est acheminé par fret aérien. Cette hypothèse serait à affiner pour de futures analyses.

L'approvisionnement des DROM en médicaments des établissements hospitaliers est responsable des émissions de **55 ktCO₂e**, dont 93% par fret aérien.

³¹⁷ 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>

³¹⁸ CSRP, La distribution des médicaments : les coulisses d'une logistique impressionnante.

<https://www.csrp.fr/actualites/2022/10/la-distribution-des-medicaments-les-coulisses-dune-logistique-impressionnante>

³¹⁹ 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>

3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?

a) Potentiel de décarbonation de la logistique

Dans notre scénario central “Avec relocalisation”³²⁰, le potentiel de décarbonation de la logistique est estimé à 81% d’ici 2050 par rapport à 2023.

Comme pour la majorité des postes, les émissions sont la conséquence du **volume de flux physiques mobilisés** (par exemple, la quantité de kWh d’électricité consommés pour le transport d’une boîte de médicaments) et de **l’intensité carbone des émissions** (combien de CO₂e est émis par kilomètre parcouru en moyenne).

Les leviers que nous identifions permettent d’agir sur ces deux aspects : **les distances, et l’intensité carbone des transports**.

Concernant les distances, optimiser les trajets et les taux de remplissage et diminuer la fréquence des livraisons vers les pharmacies permet une baisse des émissions de 16% dans notre scénario central. Relocaliser certaines étapes de la chaîne d’approvisionnement du médicament permet également de réduire les distances parcourues et permet de baisser de 23% les émissions de la logistique.

Concernant l’intensité carbone des transports, la diminution du recours à l’aérien permet de baisser de 8% les émissions de la logistique. Lorsqu’il n’y a pas de tension d’approvisionnement, il est essentiel de privilégier les modes de transport moins carbonés, tels que le ferroviaire ou le maritime. Par ailleurs, l’électrification progressive des flottes de transport routier, qu’il s’agisse de véhicules utilitaires légers ou de poids lourds, permet une réduction supplémentaire des émissions, estimée à 24%.

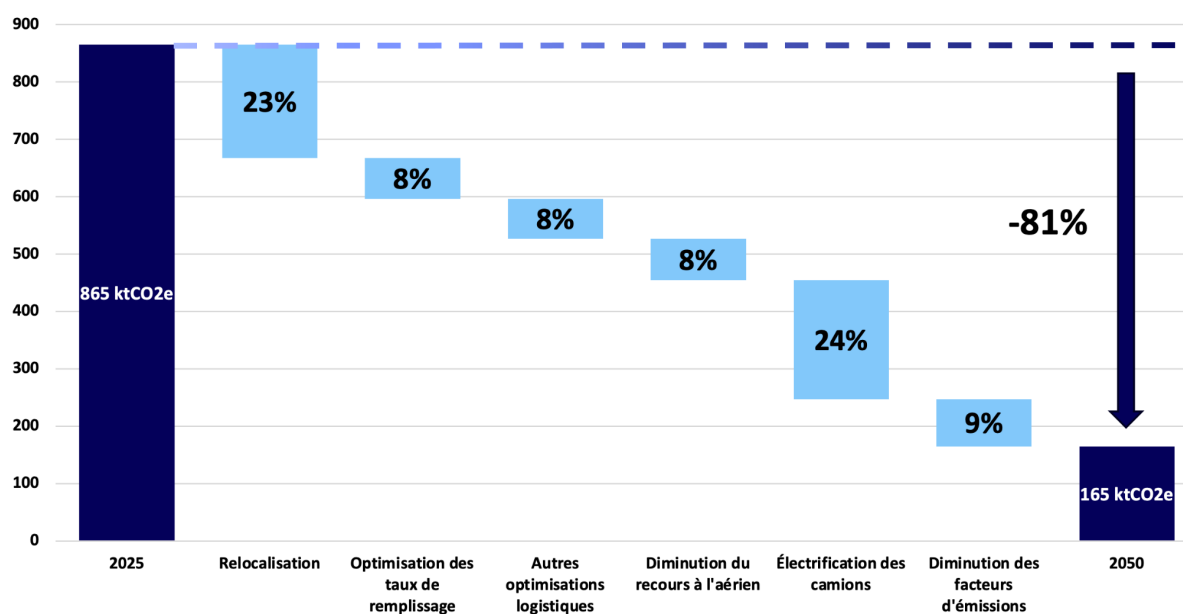


Figure 50 : Potentiel de décarbonation de la logistique entre 2023 et 2050 dans notre scénario central “Avec relocalisation” - Cela ne prend pas en compte l’évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050

Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

³²⁰ Scénario avec activation de nombreux leviers de décarbonation, une relocalisation partielle de la production en Europe (autrement dit, un approvisionnement plus important qu’aujourd’hui des principes actifs en Europe) et une décarbonation avancée de l’électricité des pays de production.

Au vu de ces résultats, nous pouvons identifier des **critères structurants pour décarboner la logistique** :

- **Diminution du recours à l'aérien** : en favorisant systématiquement les modes ferroviaire ou maritime, lorsque les délais logistiques le permettent et qu'il n'y a pas de risque de rupture d'approvisionnement.
- **Optimisation des taux de remplissage** : en maximisant le chargement (par exemple via le double palettage), afin d'éviter les trajets partiellement vides et de réduire le nombre de rotations.
- **Électrification des flottes de camions** : en accélérant la transition vers des véhicules électriques, en particulier pour les utilitaires légers, afin de diminuer les émissions liées aux livraisons et aux flux entre sites.

b) Et quelles actions concrètes ?

Dans cette section, nous présentons un ensemble d'actions concrètes identifiées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à la **logistique**.

Un premier levier consiste à **diminuer au maximum le recours au transport aérien**, particulièrement émetteur, en privilégiant des modes de transport moins carbonés. Le fret ferroviaire doit être favorisé pour les liaisons intra-européennes et de l'Asie vers l'Europe, et le transport maritime doit être privilégié lorsque le rail n'est pas une option viable.

Le recours à l'aérien doit être réservé aux cas d'urgence, notamment pour les médicaments en situation de rupture. Cette logique de sobriété doit aussi s'appliquer à l'approvisionnement des DROM, où le développement d'itinéraires maritimes mieux organisés et plus fréquents constitue une piste à explorer.

La réduction du recours au fret aérien nécessite une collaboration étroite entre tous les acteurs concernés, et en particulier un dialogue entre acheteurs, dépositaires et industriels.

Ensuite, la **décarbonation du fret routier** représente un autre levier incontournable. Elle passe notamment par l'électrification progressive des flottes de camions, en ciblant en priorité les segments de transport sur courte et moyenne distance, pour lesquels les véhicules électriques sont aujourd'hui les plus adaptés.

Encadré 14 : Électrification du transport routier

L'électrification du fret routier s'impose comme une solution crédible et techniquement réalisable pour décarboner le transport de marchandises, y compris dans le secteur pharmaceutique, qui repose largement sur des flux réguliers et maîtrisés. Cette perspective rencontre toutefois plusieurs réticences. Parmi les principaux arguments avancés : une autonomie jugée insuffisante pour les besoins logistiques, une perte de charge utile liée au poids des batteries, ou encore la nécessité de réorganiser les flux de livraison pour s'adapter aux contraintes de recharge³²¹.

³²¹ Camion électrique : il est temps d'embrayer sur la logistique urbaine. Carbone 4, 2022.

Cependant, ces freins techniques tendent à s'atténuer. L'**autonomie des camions électriques a fortement progressé** : elle est passée de 150 à 200 km en 2022 à plus de 400 km aujourd'hui pour les nouveaux modèles³²², couvrant désormais la majorité des trajets interurbains. La question de la perte de charge utile est également moins critique dans la plupart des usages, notamment dans le transport pharmaceutique, où le volume des marchandises est souvent plus limitant que le poids³²³. Enfin, l'adaptation des flux logistiques peut-être facilitée par l'implantation croissante de hubs régionaux et la prévisibilité des tournées, qui permettent d'intégrer la recharge sans désorganiser l'activité. Néanmoins, un déploiement massif d'infrastructures de recharge rapide reste indispensable, notamment dans les entrepôts logistiques et les zones urbaines, afin de garantir la disponibilité opérationnelle des véhicules.

Ensuite, l'optimisation des livraisons et l'**augmentation des taux de remplissage** constituent des leviers clés pour réduire les émissions liées à la logistique. Le passage de palettes classiques à des doubles-palettes permet par exemple d'augmenter la quantité transportée à chaque trajet, réduisant ainsi le nombre de camions nécessaires.

D'autre part, une meilleure mutualisation des flux permettrait de limiter les rotations de camions. Par exemple, la création de **plateformes de centralisation** et de synchronisation des livraisons permet de simplifier les flux entre dépositaires et grossistes, en remplaçant une multitude de hubs par un système logistique plus intégré³²⁴.

Par ailleurs, la **réduction de la fréquence des livraisons** aux pharmacies, en visant une seule rotation par jour, ainsi que l'optimisation des commandes par les hôpitaux pour éviter les envois d'urgence pourraient également contribuer à la baisse des émissions tout en incitant à une meilleure gestion des stocks.

Enfin, **relocaliser** peut permettre de diminuer les distances parcourues et donc de réduire les émissions liées à la logistique, en particulier lorsque les contraintes de transport (comme le froid ou la fragilité du produit) induisent une utilisation du fret aérien. Cependant, relocaliser une seule étape ne suffit pas toujours. Si certaines étapes restent éloignées du site de consommation finale, on diminue une distance mais on peut en allonger une autre, ce qui peut neutraliser les bénéfices. Une stratégie de relocalisation efficace doit donc viser à réduire voire supprimer les segments logistiques les plus polluants, en particulier ceux impliquant un transport aérien.

H) Gaz médicaux

Cette partie du rapport vise à présenter nos résultats concernant les émissions de gaz à effet de serre liés à l'usage des gaz médicaux.

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,

³²² <https://driveco.com/poids-lourds-electriques-interview-nicolas-meunier-carbone-4/>

³²³ Les boîtes de médicaments sont légères et donc le poids des médicaments transportés par un camion est largement inférieur aux valeurs moyennes de chargement dans le cas de transport de marchandises classiques.

³²⁴ Par exemple le modèle (Coregia) développé par OCP depuis 2017.

isoflurane et protoxyde d'azote) sont d'importants gaz à effet de serre.

Le desflurane a par exemple un pouvoir réchauffant global d'environ 3 700³²⁵. Cela signifie que, par unité de masse, son impact sur la climat est 3700 fois plus important que le CO₂.

Concernant les inhalateurs, les émissions de gaz à effet de serre sont liées aux gaz propulseurs des **aérosols-doseurs pressurisés**. Les gaz utilisés contiennent des hydrofluorocarbures (HFC) comme le HFA-134a ou HFA-227ea, qui ont un potentiel de réchauffement global (PRG) 1 300 à 3 350 fois supérieur à celui du CO₂³²⁶.

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.

a) Périmètre

Nous tenons compte des productions de :

- Desflurane,
- Isoflurane,
- Sevoflurane,
- Protoxyde d'azote

Nous tenons compte des pertes qui ont lieu au niveau de la livraison et de la distribution (les pertes de protoxyde d'azote au niveau des réseaux de distribution des hôpitaux pouvant être significatives³²⁷)

b) Chiffres clés

Nous estimons à 35 000 litres la consommation française de sévoflurane, à 3 500 litres celle de desflurane et à 220 litres celle d'isoflurane en 2023.

Pour le protoxyde d'azote pur, nous estimons à 225 000 m³ la production annuelle pour répondre à la consommation. Pour le protoxyde d'azote pur contenu sous forme de bouteilles pré-remplies d'un mélange O₂-Proto³²⁸, nous estimons le volume à 135 000 m³.

³²⁵ Ryan et al, Global warming potential of inhaled anesthetics: application to clinical use, 2016

³²⁶ Environmental impact of inhaler devices on respiratory care: a narrative review, 2022,

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9747156/>

³²⁷ En effet, 90% du protoxyde d'azote distribué dans les réseaux fuit : Mitigating the systemic loss of nitrous oxide: a narrative review and data-driven practice analysis, BJA, 2024

³²⁸ Mélange 50% protoxyde d'azote et 50% oxygène.

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.

Concernant les inhalateurs, nous tenons compte de la consommation des spray broncho-dilatateurs (encadré 15). Les médicaments broncho-inhalés sont disponibles avec plusieurs galéniques : poudre sèche ou aérosolisation de particules grâce à des gaz propulseurs (appelé "spray").

b) Chiffres clés

L'usage des gaz médicaux induit des émissions annuelles s'élevant à 650 ktCO₂e, soit 7% des émissions de la chaîne de valeur des médicaments.

c) Résultats détaillés

Nous basons nos estimations sur l'usage des gaz médicaux sur la publication de *Sherman et al.*³²⁹ 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 6.

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 6 : Intensités carbone liée à l'usage des gaz médicaux

Source : Calculs The Shift Project 2025

Les gaz médicaux utilisés en anesthésie **émettent 250 ktCO₂e au niveau de leur usage**. 85% est lié à la consommation de protoxyde d'azote et 7% au desflurane. C'est équivalent aux émissions générées par une voiture thermique réalisant 30 000 tours de la terre.

Le desflurane, qui pourtant est 10 fois moins consommé (en ml) que le sévoflurane, émet presque 2 fois plus.

³²⁹ Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Anesthetic Drugs, 2012



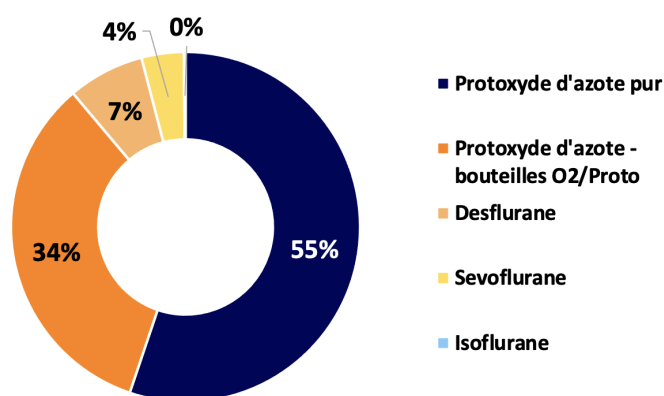


Figure 51 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre liées à l'usage des gaz médicaux en France

Source : Calculs The Shift Project 2025

Concernant le protoxyde d'azote pur, il est estimé que 90% du protoxyde d'azote distribué dans les réseaux des hôpitaux fuit³³⁰. Autrement dit, il faut produire 10 fois plus de protoxyde d'azote que ce qui est consommé. Les émissions de gaz à effet de serre associées à ces fuites sont estimées à plus de 115 000 tonnes de CO₂e.

Enfin, concernant les inhalateurs, nous estimons les émissions de gaz à effet de serre liées à leurs usages à **398 ktCO₂e** (Encadré 15). C'est équivalent aux émissions générées par une voiture thermique réalisant 45 000 tours de la Terre.

Encadré 15 : L'empreinte carbone liée à l'usage des inhalateurs

En collaboration avec des Shifters et des pneumologues universitaires, nous avons étudié 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 CO₂³³¹. 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 398 000 teq CO₂/an pour l'année 2023. Ces chiffres devraient bientôt être soumis à publication dans une revue scientifique.

3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?

Cette partie ayant un lien direct avec le soin, le Shift ne prétend pas être le bon acteur pour faire des recommandations médicales. Aussi, les éléments mis en avant dans cette partie ont été relus par des professionnels de santé et sont principalement issus des recommandations portées par la SFAR³³².

³³⁰ Mitigating the systemic loss of nitrous oxide: a narrative review and data-driven practice analysis, BJA, 2024

³³¹ https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf

³³² Société française d'anesthésie et de réanimation



a) Potentiel de décarbonation pour l'usage des gaz médicaux et actions concrètes

Dans notre scénario central "Avec relocalisation"³³³, le **potentiel de décarbonation des émissions liées à l'usage des gaz médicaux est estimé à plus de 80% d'ici 2050 par rapport à 2023**.

Comme pour la majorité des postes, les émissions sont la conséquence du **volume de flux physiques mobilisés** (ici les quantités de chaque gaz médicaux) et de **l'intensité carbone des émissions** (combien de CO₂e est émis par unité de gaz consommé).

Les leviers que nous identifions permettent d'agir sur ces deux aspects.

Concernant le volume de gaz médicaux, le principal levier consiste à arrêter la **distribution du protoxyde d'azote pur par les réseaux de distribution des hôpitaux**^{334 335}. Les fuites, dans les réseaux de distributions, sont estimées à plus de 90%³³⁶. Aussi, l'arrêt de cette forme de distribution permettrait d'économiser 115 000 tonnes de CO₂e, soit l'équivalent des émissions de 13 000 tours de la Terre en voiture. Il est également possible de baisser les volumes de protoxyde d'azote sous forme de bouteilles pré-remplies d'un mélange O₂-Proto³³⁷ **en utilisant des valves pour passer d'une distribution en continu à une distribution à la demande**, uniquement lors des phases inspiratoires du patient. Cela pourrait permettre d'économiser jusqu'à 25 000 tonnes de CO₂e supplémentaires.

L'application de ces deux actions permettrait de baisser de 22% les émissions liées aux gaz médicaux.

Concernant l'intensité carbone des gaz médicaux utilisés en anesthésie :

Entre le Desflurane, le Sevoflurane et l'Isoflurane, le Desflurane possède le plus gros pouvoir réchauffant global^{338 339 340}. Les sociétés savantes Européennes recommandent son abandon car il n'apporte pas de bénéfice clinique significatif^{341 342}. Déjà interdit en Ecosse, il sera interdit en Europe (sauf dérogation médicale exceptionnelle) en 2026^{343 344}. Son arrêt a déjà

³³³ Scénario avec activation de nombreux leviers de décarbonation, une relocalisation partielle de la production en Europe (autrement dit, un approvisionnement plus important qu'aujourd'hui des principes actifs en Europe) et une décarbonation avancée de l'électricité des pays de production.

³³⁴ Depuis 2024, la SFAR appelle à l'arrêt définitif de l'utilisation des réseaux de N₂O en arrêtant leur approvisionnement, <https://sfar.org/la-sfar-appelle-a-larret-definitif-de-lutilisation-des-reseaux-de-n2o-en-arretant-leur-approvisionnement/>

³³⁵ Fiche 8 – Sortir du protoxyde d'azote : « Nitrous oxide exit », SFAR, <https://sfar.org/download/sortir-du-protoxyde-dazote-nitrous-oxide-exit/>

³³⁶ Mitigating the systemic loss of nitrous oxide: a narrative review and data-driven practice analysis, BJA, 2024

³³⁷ Mélange 50% protoxyde d'azote et 50% oxygène

³³⁸ Plus de 2500 pour le Desflurane : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352580024000285>

³³⁹ Kalmar AF, Rex S, Vereecke H, Teunkens A, Dewinter G, Struys MMRF.

Environmental Effects of Propofol Versus Sevoflurane for Maintenance Anesthesia. *Anesth Analg*. 2025 Mar 1;140(3):740-742. doi: 10.1213/ANE.0000000000007248. Epub 2024 Oct 16. PMID: 39413035.

³⁴⁰ Kalmar AF, Rex S. Desflurane, Climate Change, and PFAS Pollution: Appropriate Metrics for Science Based Ethical Decision Making. *Anesth Analg*. 2025 Jun 3. doi: 10.1213/ANE.0000000000007593. Epub ahead of print. PMID: 40465255.

³⁴¹ Gonzalez-Pizarro P, Brazzi L, Koch S, Trinks A, Muret J, Sperna Weiland N, Jovanovic G, Cortegiani A, Fernandes TD, Kranke P, Malisiova A, McConnell P, Misquita L, Romero CS, Bilotta F, De Robertis E, Buhre W; Sustainability National Representatives. European Society of Anaesthesiology and Intensive Care consensus document on sustainability: 4 scopes to achieve a more sustainable practice. *Eur J Anaesthesiol*. 2024 Apr 1;41(4):260-277. doi: 10.1097/EJA.0000000000001942. Epub 2024 Jan 18. PMID: 38235604.

³⁴² Hendrickx JFA, Nielsen OJ, De Hert S, De Wolf AM. The science behind banning desflurane: A narrative review. *Eur J Anaesthesiol*. 2022 Oct 1;39(10):818-824. doi: 10.1097/EJA.0000000000001739. Epub 2022 Aug 29. PMID: 36036420.

³⁴³ Scotland and desflurane ban <https://www.bbc.com/news/health-64347191>

³⁴⁴ NHS ban desflurane in 2026 <https://www.bbc.com/news/health-64347191>

été testé dans de nombreux centres en le remplaçant par le Sevoflurane, permettant une diminution massive des émissions (jusqu'à 80% des émissions en fonction de la proportion d'anesthésie générale réalisées au Desflurane au préalable)³⁴⁵.

De récentes études soulignent cependant que même les gaz halogénés le moins émetteur (le Sevoflurane) émet 8 fois plus de CO₂ que le Propofol³⁴⁶. Les sociétés savantes recommandent donc le passage à l'anesthésie totale intraveineuse chaque fois que possible^{347 348}. Il faut également noter que le Desflurane et le Sevoflurane sont des PFAS et ont de fait une écotoxicité probablement importante^{349 350}.

La diminution du recours aux gaz halogénés permettrait de baisser de 2 % les émissions totales des gaz médicaux..

Concernant enfin l'intensité carbone des gaz propulseurs, il est possible de baisser les émissions **en remplaçant les gaz propulseurs par d'autres gaz à plus faible empreinte carbone ou en utilisant des inhalateurs à poudre sèche**. Cela permettrait de baisser de 55% les émissions liées aux gaz médicaux. L'évolution dépendra bien entendu des besoins médicaux des patients pris en charge. En effet, le choix d'un dispositif doit relever d'une décision médicale partagée entre le patient et son médecin et doit être adapté aux capacités respiratoires, aux besoins spécifiques et à l'acceptation du patient.

Plus précisément, aujourd'hui, les gaz utilisés contiennent des hydrofluorocarbures (HFC) comme le HFA-134a ou HFA-227ea, qui ont un potentiel de réchauffement global (PRG) 1 300 à 3 350 fois supérieur à celui du CO₂³⁵¹. Le remplacement de ces gaz par d'autres ayant des PRG bien inférieurs peut permettre de baisser significativement les émissions des inhalateurs reposant sur des gaz propulseurs³⁵². En outre, il existe un facteur 20 entre les émissions liées à un mois de traitement avec un inhalateur à poudre sèche et un inhalateur reposant sur un gaz propulseur³⁵³.

³⁴⁵ Chambrin C, de Souza S, Gariel C, Chassard D, Bouvet L. Association Between Anesthesia Provider Education and Carbon Footprint Related to the Use of Inhaled Halogenated Anesthetics. *Anesth Analg*. 2023 Jan 1;136(1):101-110. doi: 10.1213/ANE.0000000000006172. Epub 2022 Aug 19. PMID: 35986678.

³⁴⁶ Bernat M, Cuvillon P, Briussel T, Roche M, Remacle A, Leone M, Lukaszewicz AC, Bouvet L, Zieleskiewicz L. The carbon footprint of general anaesthesia in adult patients: a multicentre observational comparison of intravenous and inhalation anaesthetic strategies in 35,242 procedures. *Br J Anaesth*. 2025 Jun;134(6):1620-1627. doi: 10.1016/j.bja.2025.01.043. Epub 2025 Apr 4. PMID: 40187906; PMCID: PMC12106893.

³⁴⁷ Gonzalez-Pizarro P, Brazzi L, Koch S, Trinks A, Muret J, Sperna Weiland N, Jovanovic G, Cortegiani A, Fernandes TD, Kranke P, Malisiova A, McConnell P, Misquita L, Romero CS, Bilotta F, De Robertis E, Buhre W; Sustainability National Representatives. European Society of Anaesthesiology and Intensive Care consensus document on sustainability: 4 scopes to achieve a more sustainable practice. *Eur J Anaesthesiol*. 2024 Apr 1;41(4):260-277. doi: 10.1097/EJA.0000000000001942. Epub 2024 Jan 18. PMID: 38235604.

³⁴⁸ Kalmar AF, Teunkens A, Rex S. Navigating Europe's sustainable anaesthesia pathway. *Eur J Anaesthesiol*. 2024 Jul 1;41(7):465-467. doi: 10.1097/EJA.0000000000001993. Epub 2024 Jun 12. PMID: 38845575.

³⁴⁹ Kalmar AF, Rex S. Desflurane, Climate Change, and PFAS Pollution: Appropriate Metrics for Science Based Ethical Decision Making. *Anesth Analg*. 2025 Jun 3. doi: 10.1213/ANE.0000000000007593. Epub ahead of print. PMID: 40465255.

³⁵⁰ Kalmar AF, Rex S, Verecke H, Teunkens A, Dewinter G, Struys MMR. Environmental Effects of Propofol Versus Sevoflurane for Maintenance Anesthesia. *Anesth Analg*. 2025 Mar 1;140(3):740-742. doi: 10.1213/ANE.0000000000007248. Epub 2024 Oct 16. PMID: 39413035.

³⁵¹ Environmental impact of inhaler devices on respiratory care: a narrative review, 2022, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9747156/>

³⁵² Le potentiel de décarbonation est estimé à 91% par le LEEM,

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

³⁵³ The environmental impact of inhaled therapy: making informed treatment choices, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34916263/>

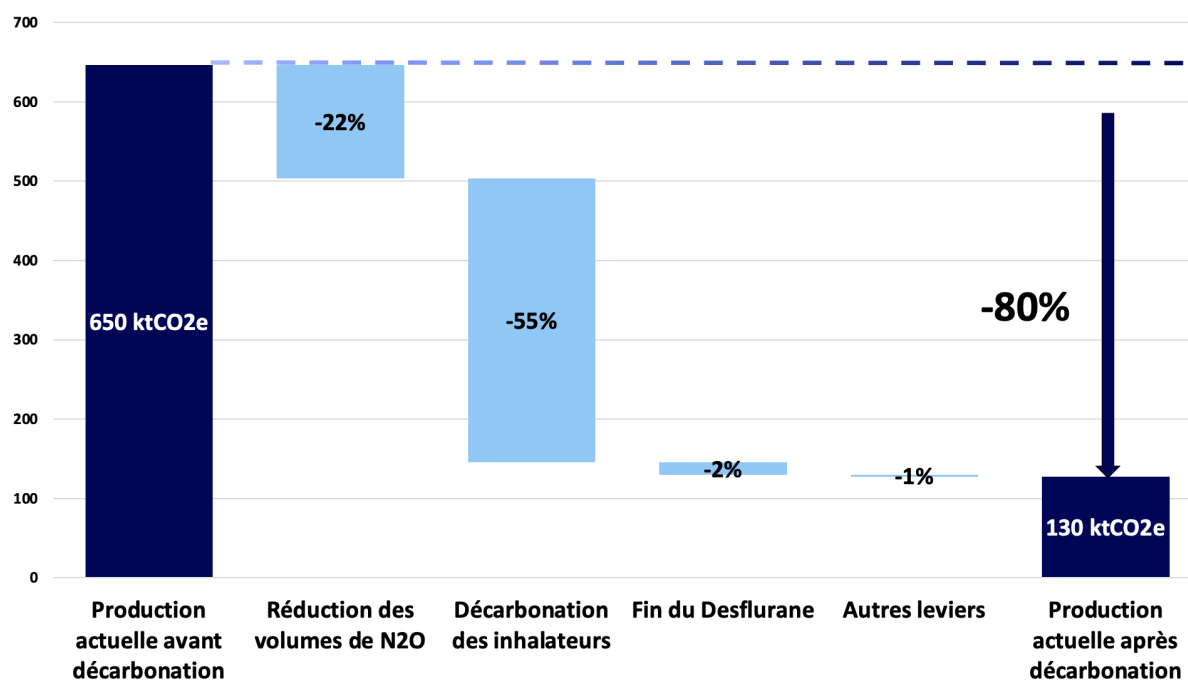


Figure 52 : Potentiel de décarbonation des émissions liées à l'usage des gaz médicaux entre 2023 et 2050 dans notre scénario central "Avec relocalisation" - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050

Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

Au vu de ces résultats, nous pouvons identifier des **critères structurants pour décarboner l'usage des gaz médicaux**:

- Arrêt des réseaux de distribution de protoxyde d'azote dans les hôpitaux
- Arrêt de l'usage du desflurane
- Usage de gaz propulseurs à faible impact environnemental et usage d'inhalateurs à poudre sèche

I) 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.



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 dont le traitement induit des émissions de GES.

b) Chiffres clés

Nous estimons à **121 000 tonnes la masse d'emballage produite**³⁵⁴. 111 500 tonnes correspondent à des médicaments vendus en France et 9 500 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 Cyclamed³⁵⁵. 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.

2) Quels impacts sur les émissions ?

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.

Nous considérons séparément les émissions évitées liées au recyclage des matériaux ou à la valorisation d'énergie au niveau de l'incinération.

b) Chiffres clés

La fin de vie des emballages et des médicaments non utilisés (MNU) émet 160 ktCO₂e. 98% est lié à la fin de vie des emballages.

c) Résultats détaillés

Pour estimer les émissions de gaz à effet de serre liées au traitement des déchets, nous avons réalisé des hypothèses sur le mode de prise en charge (incinération, enfouissement ou recyclage) de chaque type d'emballage. Ces hypothèses dépendent du type de matériau présent dans l'emballage ou bien du type d'emballage.

Ainsi, les communications d'Adelphe³⁵⁷ et du LEEM³⁵⁸ nous amènent à faire l'hypothèse que les blisters et les sachets ne sont pas recyclés. Les sachets constitués d'un mélange de papier, d'aluminium et de plastique sont incinérés. Nous faisons également l'hypothèse que les blisters sont incinérés.

³⁵⁴ La méthode utilisée pour estimer les quantités d'emballages a été détaillée dans la partie [production des emballages](#).

³⁵⁵ Cyclamed, rapport d'activité 2023,

<https://www.cyclamed.org/wp-content/uploads/2024/06/Rapport-dactivite-Cyclamed-2023.pdf>

³⁵⁶ 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.

³⁵⁷ ADELPHE, <https://www.adelphe.fr/emballage-medicaments-blister>

³⁵⁸ LEEM, SYNTHÈSE DE LA FEUILLE DE ROUTE 3R DES EMBALLAGES PLASTIQUES À USAGE UNIQUE

Encadré 16 : Prise en charge des déchets plastiques

Les résultats présentés dans ce rapport ne distinguent pas les différents types de plastiques (PE, PP, PVC, ...) alors que les modes de prise en charge et les filières de recyclage diffèrent en fonction de la résine considérée³⁵⁹. Les chiffres généraux sur la fin de vie des emballages sont donc sûrement surévalués et parfois incomplets. En particulier, les blisters, contenant du PVC perturbateur au recyclage et à l'incinération, sont enfouis et non recyclés ou incinérés comme les autres matériaux plastiques.

Une modélisation plus fine réalisant cette distinction est proposée en [annexe](#)³⁶⁰.

Pour les autres matériaux, nous nous basons sur les données de CITEO³⁶¹ pour connaître le pourcentage de matériaux recyclés, incinérés ou enfouis. Ces hypothèses sont résumées en [annexe](#).

Les émissions relatives à la fin de vie des emballages et des MNU représentent donc 160 ktCO₂e. Par ailleurs, l'étape de fin de vie permet des émissions évitées, soit grâce au recyclage qui diminue le besoin en matière vierge pour la production de nouvelles matières premières, soit grâce à la valorisation énergétique lors de l'incinération des déchets. Ces **émissions évitées représentent 70 ktCO₂e**.

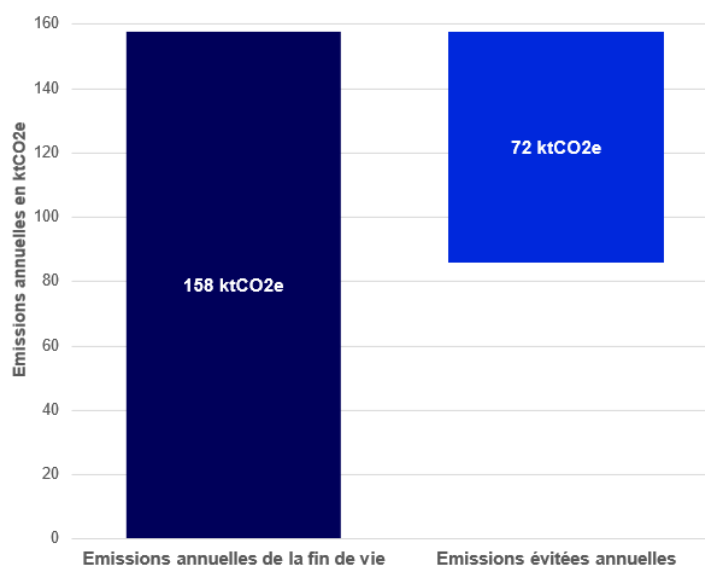


Figure 53 : Émissions annuelles et émissions évitées annuelles de la fin de vie des emballages et des MNU
Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

³⁵⁹ Les bouteilles en polyéthylène PE sont aujourd'hui recyclées à 67% alors que les plastiques rigides en polypropylène PP ne le sont qu'à 5%. Il n'existe pas de filière de recyclage pour le PVC. Recyclabilité des emballages plastiques, Cotrep, 2022.

³⁶⁰ Les émissions annuelles de la fin de vie y représentent 110 ktCO₂e et les émissions évitées 90 ktCO₂e.

³⁶¹ CITEO, Les chiffres du recyclage en France, <https://www.citeo.com/le-mag/les-chiffres-du-recyclage-en-france>

3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?

a) Potentiel de décarbonation pour la fin de vie

Les industries pourraient **diminuer jusqu'à 35% les émissions liées à la fin de vie des emballages et des MNU en 2050 par rapport à 2023**. Ce chiffre ne tient cependant pas compte des émissions évitées par le recyclage et la valorisation énergétique.

Certains leviers présentés ici s'enclenchent dès la phase de conception et de production des emballages, car penser leur fin de vie en amont est essentiel.

Par exemple, puisque la quantité d'émissions générées en fin de vie dépend directement du volume d'emballages produits, **l'écoconception constitue un levier central**, ici comme en phase de production. Elle permet non seulement de réduire la masse et le volume des emballages à éliminer, mais aussi de faciliter leur tri grâce à un design adapté.

Un autre levier majeur est **l'amélioration de la recyclabilité**, qui passe par le choix de matériaux compatibles avec les filières de recyclage existantes. Concevoir des emballages avec des matières facilement séparables ou monomatériaux augmente les chances qu'ils soient effectivement recyclés.

Enfin, **augmenter les taux de recyclage effectifs**, notamment en généralisant le geste de tri, permet de rediriger une part croissante des déchets vers un mode de traitement plus circulaire. Le recyclage est en effet la solution à privilégier car il permet d'éviter des émissions : la matière recyclée produite peut se substituer à de la matière vierge, dont la fabrication est souvent fortement émettrice. Ce concept d'« émissions évitées » est pris en compte dans notre modélisation, même si nous savons que l'intégration de matière recyclée dans le secteur de la santé reste aujourd'hui limitée. Le bénéfice climatique du recyclage est donc comptabilisé au bénéfice des autres secteurs économiques consommateurs de cette matière recyclée.

L'intégration des leviers de décarbonation dans nos modélisations d'évolution des émissions de GES liées à la fin de vie des emballages nous permettent d'obtenir les résultats de la figure 54. Ainsi, **nous estimons à 35% le potentiel de baisse des émissions annuelles liées à la fin de vie d'ici 2050 par rapport à 2023**. Les émissions évitées pourraient quand à elle augmenter jusqu'à 87% d'ici 2050.

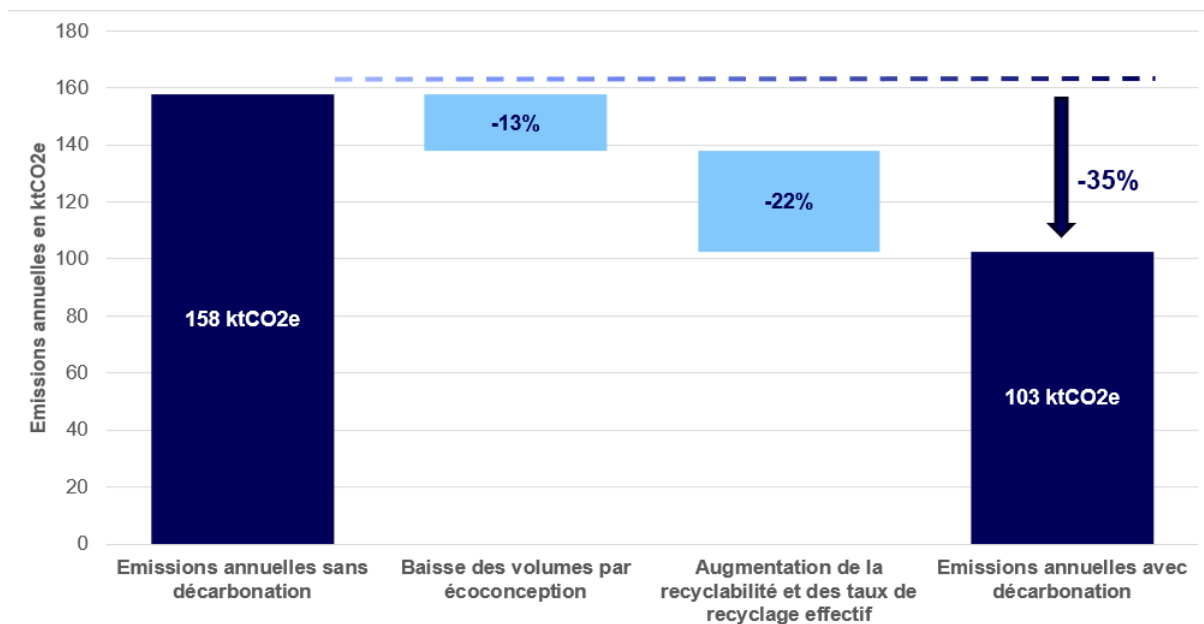


Figure 54 : Potentiel de décarbonation des émissions de GES liées à la fin des vie des emballages et des MNU entre 2023 et 2050 - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050
Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

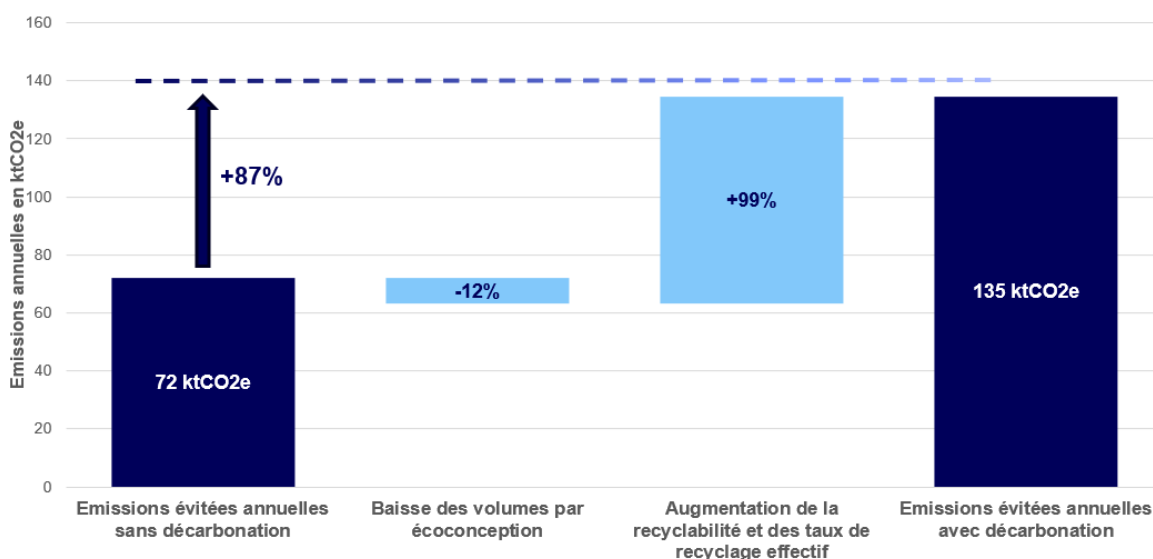


Figure 55 : Potentiel de décarbonation des émissions de GES liées à la fin des vie des emballages et des MNU entre 2023 et 2050 - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050
Source : Graphiques et calculs The Shift Project 2025

Au vu de ces résultats, nous pouvons identifier des **critères structurants pour décarboner la fin de vie des emballages** :

- **Écoconception** : Réduire le volume d'emballages et faciliter leur tri dès la conception.
- **Augmentation de la recyclabilité** : Adapter les matériaux utilisés pour qu'ils soient compatibles avec les filières de recyclage existantes.
- **Augmentation des taux de recyclage effectif** : Renforcer la collecte et le tri pour maximiser les quantités réellement recyclées.

b) Et quelles actions concrètes ?

Pour l'écoconception, les actions à mettre en œuvre sont les mêmes que celles identifiées pour la phase de production : réduire la masse et le volume des emballages, supprimer les éléments superflus (comme les étuis carton pour certains produits), et optimiser le design pour faciliter le tri en fin de vie.

Concernant l'**augmentation de la recyclabilité**, il s'agit de concevoir des emballages à partir de matériaux compatibles avec les filières de recyclage existantes. À ce titre, le LEEM a établi une feuille de route pour la décarbonation des emballages plastiques, qui représentent environ 45 % de la masse totale des emballages primaires et secondaires dans le secteur de la santé. L'un des objectifs prioritaires est la substitution progressive de **100 % des blisters en PVC-aluminium**, aujourd'hui non recyclables, par des **blisters en PET recyclables**. Ce changement permettrait de rendre accessible au recyclage 14% des emballages primaires actuellement exclus des filières. De même, l'aluminium intégré dans certains sachets constitue un frein à leur recyclabilité, le retirer est donc un levier clé.

Adelphi s'est également penché sur la question de la recyclabilité des matériaux spécifiques au secteur de la santé. Par exemple, le **verre borosilicate**, utilisé dans les ampoules ou les seringues, n'est actuellement pas recyclable dans les filières classiques. Lorsqu'il est possible au regard des normes réglementaires, son **remplacement par du verre sodocalcique** permettrait une meilleure intégration dans les filières de recyclage existantes.

Enfin, l'**augmentation des taux de recyclage effectifs**, bien que dépendante de politiques publiques et d'infrastructures extérieures aux industriels de santé, constitue un levier déterminant. En contribuant à une meilleure sensibilisation au tri, en facilitant l'identification des matériaux ou en dialoguant avec les acteurs de la chaîne de traitement, les industriels peuvent indirectement favoriser un recyclage plus systématique. Cela permettrait de concrétiser pleinement les bénéfices en matière d'émissions évitées, y compris dans les autres secteurs utilisateurs des matières recyclées issues de leurs emballages.

J) R&D et activités corporatives

Il s'agit des seules étapes pour lesquelles des facteurs d'émissions monétaires ont été utilisés pour estimer certaines émissions de gaz à effet de serre. Nous avons également utilisé les rapports RSE de laboratoires pharmaceutiques.

1) R&D - Estimation des émissions de gaz à effet de serre

a) Périmètre

Le périmètre des émissions de gaz à effet de serre calculées dans cette partie correspond aux émissions en lien avec les activités R&D nationales des industries de santé permettant la consommation française de médicaments. L'idée générale est donc : il faut imputer une partie des émissions de R&D des médicaments produits dans le monde au périmètre de notre étude. Étant complexe d'isoler les flux physiques en lien avec ces activités, nous avons

utilisé une approche monétaire. Cette approche nécessiterait d’être complétée par une étude portant exclusivement sur les flux physiques liés à la R&D.

b) Chiffres clés

Nous estimons les émissions en lien avec les activités R&D nationales des industries de santé **1,15 millions de tonnes de CO₂e**.

c) Résultats détaillés

Le chiffre d'affaires de l'industrie pharmaceutique en 2023 est de 73,3 milliards. En excluant la partie export (consommation française uniquement), le CA est de 29,9 milliards d'euros.

Afin de convertir ce chiffre d'affaires annuel en émissions carbonees “recherche & développement”, nous avons pu nous appuyer sur un facteur monétaire spécifique aux activités R&D, développé par la société Ecovamed³⁶². Ce facteur d’émission économique a été calculé à partir des “Carbon Disclosure Project” et des revenus annuels des entreprises pharmaceutiques, il est égal à 0,038 kgCO₂e/€ pour les activités en lien avec la R&D.

Les émissions totales sont de 1,15 millions de tonnes CO₂e.

Pour approfondir le sujet de la R&D, nous avons réalisé une étude de cas sur les études cliniques. Les émissions GES de 10 études industrielles^{363 364} ont pu être analysées. Le tableau 7 ci-dessous synthétise les émissions moyennes par étude et par patient en fonction de la phase clinique. Les éléments de calcul et les hypothèses limitantes sont documentés dans le rapport technique.

Phase clinique	Emissions GES par patient (tCO ₂ e)	Emissions GES moyennes par étude (tCO ₂ e)
Phase 1	0,6	18
Phase 2	5,7	863
Phase 3	1,9	1540
Phase 4	3	171

Tableau 7 : Émissions GES totales et par patient en fonction de la phase 1

Il est intéressant de constater que les émissions peuvent varier entre 0,6 et 5,7 tCO₂e par patient et entre 18 et 1540 tCO₂e par étude. Ces émissions sont considérables et il est donc indispensable de s’intéresser à la répartition des émissions au sein d’une étude clinique. Ce travail a été réalisé sur 7 études cliniques par Laroche al. 2024³⁶⁵ et résumé sur le graphique ci-dessous. A titre informatif, le graphique est disponible sous forme de tableau en français dans le rapport technique.

³⁶² Piffoux et al. Carbon footprint of oral medicines using hybrid life cycle assessment. Journal of Cleaner Production. Volume 475, 10 October 2024, 143576
³⁶³ La Roche et al (2024). Climate footprint of industry-sponsored in-human clinical trials: life cycle assessments of clinical trials spanning multiple phases and disease areas
³⁶⁴ Mackillop et al (2023). Carbon footprint of industry-sponsored late-stage clinical trials
³⁶⁵ La Roche et al (2024). Climate footprint of industry-sponsored in-human clinical trials: life cycle assessments of clinical trials spanning multiple phases and disease areas

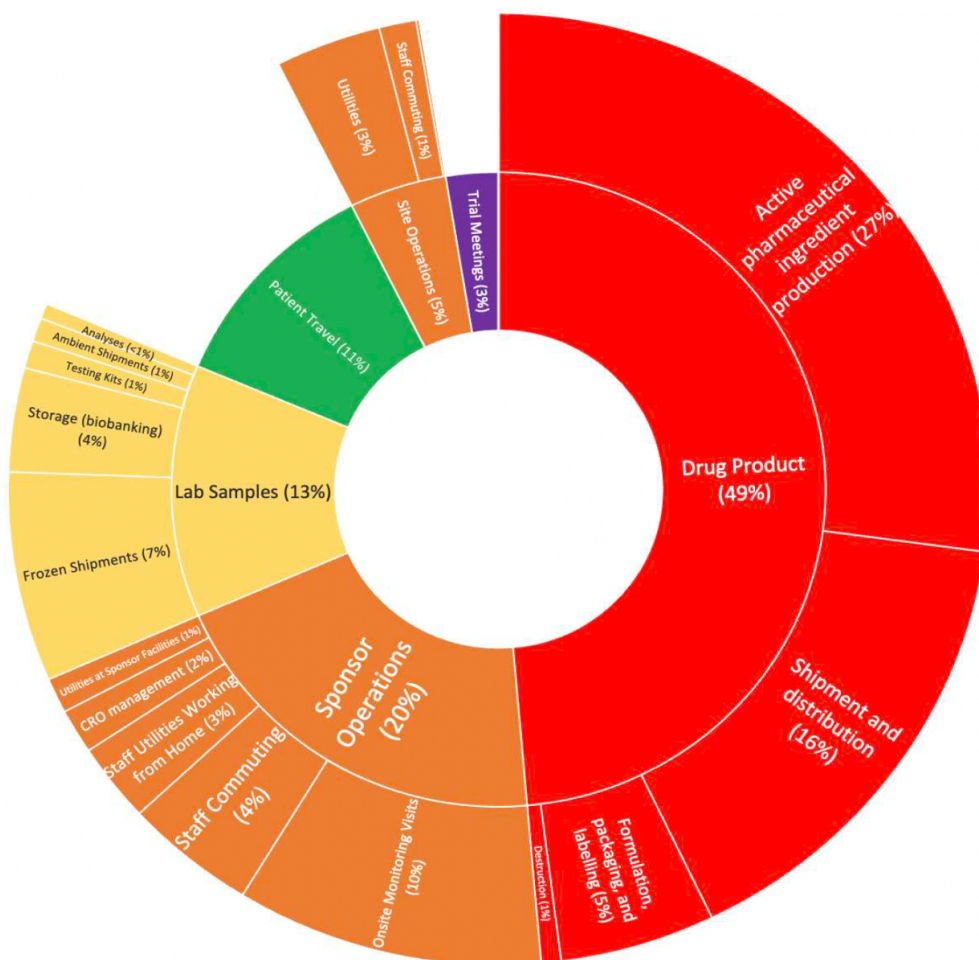


Figure 56 : Répartition des émissions GES au sein des différents postes d'une étude clinique industrielle.
Source : LaRoche et al. Open 2025 Feb 19;15(2):e085364.

Encadré 17 : Comment se répartissent les émissions GES au sein d'une étude clinique industrielle ?

Les cinq principales sources d'émissions de gaz à effet de serre (GES) étaient la **fabrication de médicaments** (50 % en moyenne), **les déplacements des patients** (10 % en moyenne), **les déplacements liés aux visites de monitoring** (10 % en moyenne), **la collecte et le traitement des échantillons de laboratoire** (9 % en moyenne) et **les trajets domicile-travail des employés du sponsor** (6 % en moyenne).

A noter que les déplacements des patients constituaient le **“hotspot” constant** en matière d'émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'ensemble des sept essais. Les autres sources d'émissions pouvaient fortement varier en fonction du type d'étude.

2) Corporatives - Estimation des émissions de gaz à effet de serre

a) Périmètre

Le périmètre des émissions GES estimées dans cette partie correspond aux émissions en lien avec les activités corporatives SG&A³⁶⁶ des industries de santé en France. Étant complexe d'isoler la totalité des flux physiques en lien avec ces activités, nous avons utilisé une approche basée sur :

- les rapports RSE des laboratoires pharmaceutiques pour les scopes 1 et 2 (consommation directe d'énergie et consommation d'électricité), et une partie du scope 3 (déplacements domicile -travail et déplacements professionnels).
- Des facteurs d'émissions monétaires pour les achats de biens et services du scope 3 (en dehors des achats de médicaments, d'emballages, d'excipients et de principes actifs qui sont déjà comptés ailleurs dans notre étude).
- Des flux physiques pour la construction des bâtiments et les fuites frigorigènes.

b) Chiffres clés

Nous estimons les émissions des activités corporatives SG&A à 1,5 millions de tonnes CO₂e sur le territoire français³⁶⁷.

c) Résultats détaillés

Le graphique ci-dessous permet de représenter la répartition des 1,5 millions de tonnes CO₂e. Environ 80% des émissions sont directement imputables aux achats de biens et services (excluant la R&D et la production), 15% aux déplacements professionnels et domicile-travail et 6% aux scopes 1 et 2. Les méthodologies des calculs sont disponibles dans le [rapport technique](#).

³⁶⁶ Selling, General and Administrative expenses

³⁶⁷ Comme expliqué dans la partie "Résultats généraux", nous avons extrapolé de 10% les émissions estimées pour tenir compte des flux non pris en compte dans notre périmètre ainsi que des flux ayant pu être oubliés dans la réalisation des bilans carbone sur lesquels nous nous sommes basés.

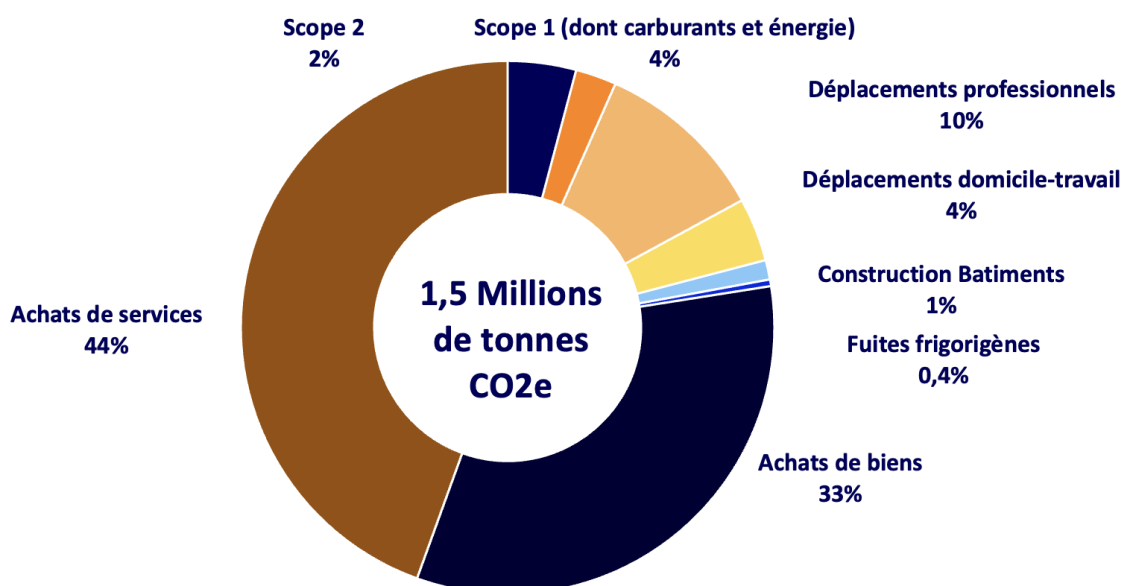


Figure 57 : Répartition des émissions corporates SG&A des industries du médicament
Source : Calculs The Shift Project 2025

3) Quels leviers activer et quel potentiel de décarbonation ?

a) Potentiel de décarbonation

Nous avons estimé le **potentiel de décarbonation des activités R&D et corporatives à plus de -65% d'ici à 2050**. Pour atteindre cet objectif, l'ensemble des postes d'émissions doivent être réduites de manière significative :

- **une diminution de 60% des émissions en lien avec les activités R&D** permettrait de contribuer à 26% de la baisse totale. Cette baisse de 60% correspond à un objectif que nous fixons et non à une baisse quantifiée via l'application de différents leviers.
- **une réduction de 70% des émissions en lien avec les achats de biens et services** permettrait de contribuer à 31% de la baisse totale. Cette baisse de 70% correspond à un objectif que nous fixons et non à une baisse quantifiée via l'application de différents leviers.
- **une diminution de 60 % des émissions liées aux trajets domicile-travail et de 80 % pour les déplacements professionnels** permettrait de contribuer à la quasi-totalité de la baisse de 7%.
- Enfin, **une réduction de 85% des émissions scope 1 et 2** permettrait une réduction de 3% via une baisse des consommations d'énergies fossiles.

Les principaux leviers de décarbonation concernent donc la R&D, les achats de biens et services, ainsi que les trajets professionnels et domicile-travail. N'étant pas possible de quantifier l'ensemble du potentiel de décarbonation selon des flux physiques, les leviers présentés ci-dessous s'appuient sur des données de la littérature et des études de cas.

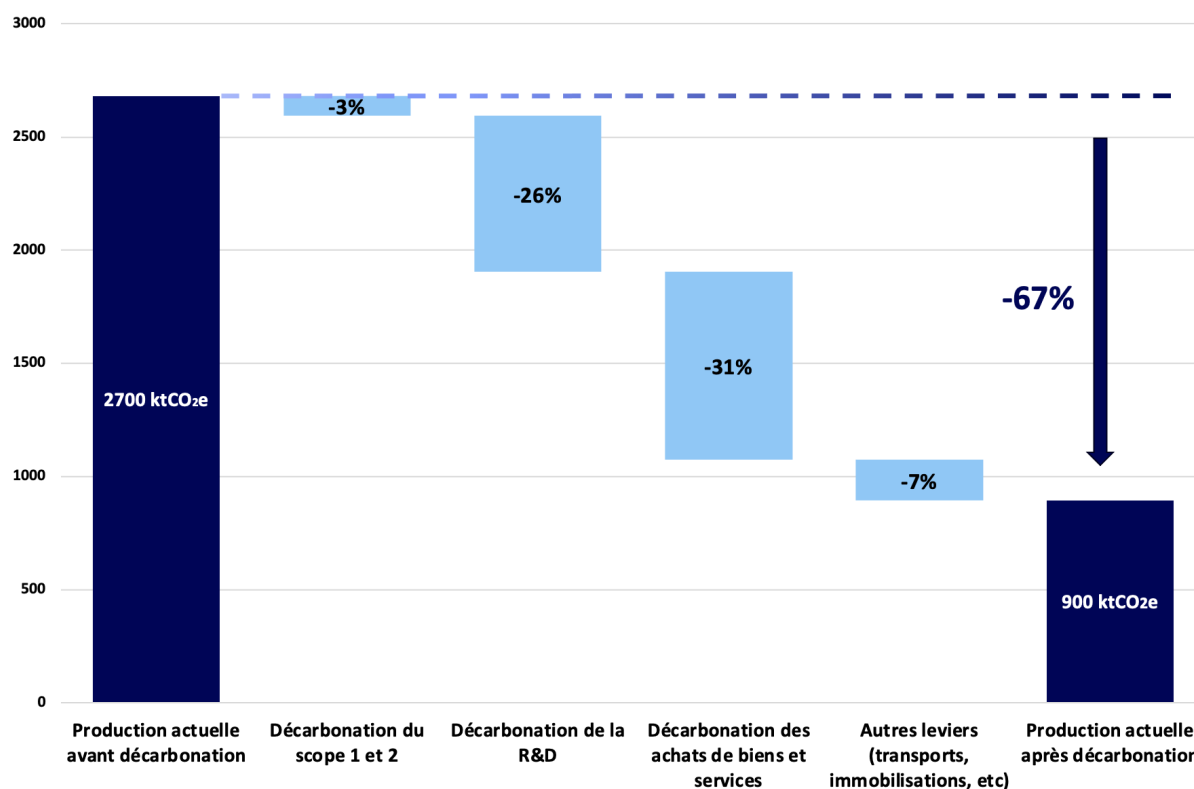


Figure 58 : Potentiel de décarbonation des activités R&D et corporatives - Cela ne prend pas en compte l'évolution de la demande de médicaments entre 2023 et 2050

Source : Calculs The Shift Project 2025

b) Quelles actions concrètes ?

1. Actions spécifiques aux essais cliniques dans la R&D

Les actions détaillées ci-dessous ciblent essentiellement le gaspillage des médicaments, l'optimisation du recrutement des patients, la réduction de la taille des cohortes et des visites sur site, l'optimisation de la logistique et des transports, ainsi que le stockage des données. Chacune de ces actions **sont essentiellement en lien avec les études cliniques** car ces dernières représentent la majorité des émissions GES au sein de la recherche et développement. Par ailleurs, les solutions numériques offrent des opportunités de réduire les émissions liées aux études cliniques, mais peuvent aussi contribuer à les augmenter. Leur utilisation doit donc être précise et contrôlée, tout en assurant un niveau de sécurité optimal pour le bon déroulement de l'étude et la protection des patients. De plus, les autorités européennes et nationales ont émis des recommandations en faveur de leur utilisation³⁶⁸.

i. Gaspillage de médicaments

Le gaspillage de médicaments dans les essais cliniques est estimé entre 50 % et 70 % selon plusieurs sources^{369 370 371 372}, et résulte de multiples facteurs combinés. : la

³⁶⁸<https://www.devicemed.fr/dossiers/sous-traitance-et-services/etudes-cliniques/digitalisation-des-essais-cliniques-en-france-le-guichet-est-ouvert/47764>

³⁶⁹<https://www.pharmoutsourcing.com/Featured-Articles/614785-Reducing-Waste-with-Intelligent-Automation-Accelerates-Clinical-Trial-Success>.

³⁷⁰ https://pharma.nridigital.com/pharma_may23/sustainable-clinical-trial-supply-chains

³⁷¹ <https://www.clinicaltrialsarena.com/features/just-in-time-clinical-trials/>

³⁷²https://www.capgemini.com/fr-fr/wp-content/uploads/sites/6/2024/04/ENGINEERING-PoV_Clinical-SupplyChain-V2-WEB.pdf

production de quantités supérieures aux besoins réels de l'étude, le non recrutement de patients (seulement 42 % des essais atteignent leur objectif de recrutement³⁷³), le non-respect des traitements, les taux élevés de patients perdus de vue, et une conservation inadaptée, notamment avec des excursions de température et une rupture de la chaîne du froid. La complexité des conditionnements, souvent standardisés en grandes quantités, ne correspond pas toujours aux besoins individuels, ce qui engendre des restes inutilisés.

Pour réduire ce gaspillage, **plusieurs leviers sont référencés dans la littérature** :

- **Adaptation des conditionnements** et une **production et fur et à mesure** de l'étude permettrait de produire des doses plus ajustées aux besoins individuels, réduisant ainsi les surplus.
- **Automatisation intelligente et intégration des données** : l'utilisation d'outils d'automatisation avancée couplés à des systèmes d'information intégrés (ex. Interactive Response Technology, machine learning) permet d'optimiser la gestion des stocks, d'anticiper les besoins et de réduire les excès.
- **Suivi en temps réel des conditions de transport** : l'emploi de capteurs et de traceurs sophistiqués pour contrôler en continu la température et d'autres paramètres critiques permet d'identifier rapidement les excursions et d'agir avant que les lots ne soient compromis.
- **Optimisation des stratégies de réapprovisionnement** : l'analyse prédictive basée sur des données en temps réel permet d'ajuster automatiquement les niveaux de stock tampon et de planifier les livraisons avec précision, réduisant ainsi les surstocks et les ruptures.
- **Formation et digitalisation des processus** : La formation des équipes aux outils digitaux et la réduction des tâches manuelles diminuent les erreurs humaines et améliorent la traçabilité des médicaments.

ii. Digitalisation des études cliniques

Les études ci-dessous ont démontré **la réduction de la taille des cohortes, le nombre de visites et la réduction des émissions GES grâce à une digitalisation des études**. Le rapport présenté ci-dessous a centralisé les données de 50 études et analyses ³⁷⁴. Cependant, le rapport ne précise pas comment la réduction des émissions de gaz à effet de serre a été calculée, en particulier en ce qui concerne la prise en compte de la hausse des émissions liées aux outils numériques utilisés.

Réduction de la taille des cohortes (20 à 50 %) ³⁷⁵

L'utilisation de solutions numériques pour générer des groupes témoins synthétiques (des groupes témoins générés par ordinateur, basés sur des données réelles ou historiques d'essais similaires) peut réduire la taille des cohortes de participants de 20 % à 50 %.

Par ailleurs, les participants des groupes placebo peuvent être remplacés par des jumeaux numériques qui utilisent les dossiers cliniques pour simuler leur réponse probable lors de l'essai. Les fournisseurs de solutions de jumeaux numériques estiment qu'une réduction

³⁷³<https://a.storyblok.com/f/109506/x/42119be232/smi-hstf-digital-health-whitepaper.pdf>

³⁷⁴<https://a.storyblok.com/f/109506/x/42119be232/smi-hstf-digital-health-whitepaper.pdf>

³⁷⁵ibid

moyenne de 12 % à 25 % du nombre total de participants peut être atteinte, avec une diminution de 40 % du nombre de participants dans les groupes placebo observée dans certaines études.

Réduction du nombre de visites (25 à 50%)³⁷⁶

Les solutions numériques peuvent également être utilisées pour recueillir des événements cliniquement pertinents, permettant de créer des critères d'évaluation composites pour mesurer l'efficacité du traitement.

Une étude sur la BPCO utilisant des outils numériques et des critères composites a permis de concevoir un essai nécessitant 50 % de patients et de visites en moins par rapport aux études traditionnelles. Cette nouvelle conception a aussi réduit les coûts de 30 % et la durée de l'essai de 15 %.

Réduction des GES grâce à la collecte de données à distance (20 à 30 %)³⁷⁷

La collecte de données à distance, l'utilisation de dispositifs connectés et la télémédecine peuvent réduire le besoin de visites sur site ainsi que les déplacements des participants et du personnel. Un laboratoire a analysé 90 protocoles d'essais internes et a estimé que 70 % des données pouvaient être collectées à domicile. Les visites pourraient ainsi être réduites de 25 % à 40 % sans compromettre la qualité des soins, ce qui permettrait de réduire les émissions jusqu'à 28 %. Un autre laboratoire a également évalué que la collecte à distance dans les essais hybrides pourrait réduire les visites sur site de 50 % à 70 %. Cette réduction entraîne une baisse globale des émissions des essais de 20 % à 30 %, principalement grâce à la diminution des émissions liées aux transports.

Réduction des GES liés au stockage des données (50 à 70 %)³⁷⁸

Des mesures spécifiques peuvent être mises en œuvre pour limiter les émissions liées à ces solutions (par exemple, la réutilisation et le recyclage des dispositifs connectés, l'optimisation du stockage). Par exemple, un laboratoire français a constaté dans une revue interne que les émissions liées au stockage des données, particulièrement importantes dans les essais à distance ou hybrides avec de grands volumes de données, pouvaient être réduites de 50 % à 70 % en limitant le stockage à chaud (par exemple sur des disques durs rapides) et en archivant les données non nécessaires à l'essai dans un stockage à froid à faible émission (disques durs plus lents ou stockage hors ligne).

Il est cependant important de souligner que des recherches complémentaires sont nécessaires pour confirmer l'impact des solutions numériques sur les émissions dans le cadre des essais, cet impact pouvant varier selon le design de l'étude et les ressources mobilisées.

Comparaison de deux études : CRASH 1 vs CRASH 2³⁷⁹

³⁷⁶ibid

³⁷⁷ibid

³⁷⁸ibid

³⁷⁹ibid

En 2011, un audit comparatif des émissions a été réalisé par le Centre de gestion du carbone d'Édimbourg afin d'évaluer les émissions de deux essais cliniques : CRASH 1 et CRASH 2. Cette étude comparative CRASH, réalisée il y a plus de dix ans, portait sur les émissions liées aux essais cliniques non commerciaux. L'applicabilité des principes aux essais dirigés par l'industrie pharmaceutique reste à évaluer, compte tenu de la complexité accrue et du volume de collecte de données supplémentaires. Néanmoins, l'étude apporte des enseignements sur l'impact de plusieurs leviers de réduction des émissions dans les essais cliniques.

Pour les deux essais, les émissions provenant du centre de coordination, des déplacements liés aux visites hospitalières et des trajets domicile-travail du personnel ont été comparées (sans la production de médicaments). Globalement, l'essai CRASH 2 a permis une réduction annuelle des émissions de 40 % et une diminution de 73 % des émissions par patient :

- 28 % de réduction des émissions grâce à la saisie automatisée des données et à la réduction du personnel.
- 17 % de réduction des émissions liées aux déplacements via la collecte à distance.
- 60 % de réduction des émissions liées à la livraison grâce à l'usage de matériaux plus légers et à la suppression des emballages protégés.

iii. Calculateur carbone des essais cliniques

Le groupe Industry Low Carbon Clinical Trials (iLCCT) a développé un calculateur dédié à la mesure de l'empreinte carbone des essais cliniques. Ce calculateur est accompagné d'un guide méthodologique et d'un rapport explicitant son développement, ainsi que les critères pris en compte.

Les hypothèses et les facteurs d'émission utilisés dans le calculateur sont fondés sur les travaux de recherche et l'expertise du groupe de collaboration « Low Carbon Clinical Trial » de la Sustainable Healthcare Coalition. Un tableau³⁸⁰ récapitule les facteurs d'émissions sélectionnés, les hypothèses retenues, les sources utilisées, ainsi que les paramètres exclus.

Le calculateur permet de générer des estimations indicatives des émissions associées aux différentes activités d'un essai, en lien avec les choix opérés en amont. Il peut également être utilisé pour identifier les principaux postes d'émissions (ou "hotspots") et orienter les efforts de réduction vers les leviers les plus significatifs. Cette approche a pour objectif d'accompagner les concepteurs d'essais dans l'intégration de critères de durabilité environnementale dès la phase de conception et tout au long de la conduite des études.

Le calculateur est disponible sur le site suivant : <https://shcoalition.org/>.

Nous ne pouvons que recommander sa diffusion et son utilisation.

2. Leviers spécifiques aux achats de biens et services^{381, 382}

³⁸⁰ Clinical Trial Carbon Calculator. https://clinicaltrialcarbon.org/ClinicalTrialCarbonEmissionFactors_241009.pdf

³⁸¹ Capgemini Invent (2023). Vers des achats durables : point de vue sur la transformation des pratiques de procurement.

https://prod.ucwe.capgemini.com/fr-fr/wp-content/uploads/sites/6/2023/04/Capgemini-Invent_PoV_SustainableProcurement.pdf

³⁸² Global Climate Initiatives (s.d.). Les achats responsables doivent impérativement prendre en compte le poids carbone des fournisseurs.



La fonction achats joue un rôle central dans la stratégie de décarbonation des entreprises industrielles, notamment via l'estimation et la réduction des émissions du scope 3.

La décarbonation des achats nécessite un pilotage structuré et transversal :

- Création d'un plan de réduction carbone par catégorie d'achat, avec des objectifs chiffrés et des critères de suivi
- Intégration d'indicateurs climat dans les appels d'offres et les revues fournisseurs
- Mise en place de fournisseurs pilotes pour tester les leviers techniques ou organisationnels

Les leviers d'action pour réduire l'empreinte carbone des achats se structurent autour de 3 grandes catégories :

i. Réduction des volumes

Le premier levier repose sur la réduction des volumes, autrement dit sur le fait d'« **acheter ou produire moins** », car la manière la plus efficace de limiter les émissions reste de ne pas les générer :

- **Sobriété** : éliminer les besoins superflus non essentiel au fonctionnement des entreprises
- **Lutte contre le gaspillage** : optimisation des stocks, limiter ses achats strictement aux besoins de l'entreprise et réduire drastiquement le gaspillage alimentaire.
- **Développer la logique d'économie circulaire au sein de l'entreprise au travers du réemploi**
- **Lutter contre l'obsolescence programmée et accroître la durée d'utilisation des produits achetés** : ce levier pourrait par exemple s'appliquer à la fréquence de renouvellement du matériel informatique et téléphonique. En nous appuyant sur les facteurs d'émissions de la base Ecoinvent³⁸³ et en partant de l'hypothèse que parmi les 98 000 employés de l'industrie pharmaceutique, 100% possèdent un ordinateur portable, 75% un téléphone professionnel et 50% une tablette, nous estimons les émissions GES à 25 000 tCO₂e. Selon le rapport "Lean ICT : pour une sobriété numérique"; prolonger la durée de vie des ordinateurs portables de 3 à 5 ans permettrait de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre de 37 %, tandis qu'une extension de la durée d'usage des téléphones de 2,5 à 3,5 ans entraînerait une baisse des émissions de 27 %³⁸⁴. Ces initiatives permettraient de réduire les émissions de 8800 tCO₂e.

<https://globalclimateinitiatives.com/bilan-carbone/les-achats-responsables-doivent-imperativement-prendre-en-compte-le-poids-carbone-des-fournisseurs>

³⁸³ Les données utilisées sont celles en lien avec les terminologies suivantes : consumer electronics, mobile device, smartphone, market for computer, laptop, Ipad.

³⁸⁴<https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/02/Rapport-final-v8-WEB.pdf>

Encadré 18 : L'alimentation collective

A titre d'exemple, l'alimentation collective représente une part significative des émissions en lien avec les achats de biens et services. En partant de l'hypothèse que les 98 000 employés travaillent 218 jours³⁸⁵ par an et que les émissions d'un repas sont de 2,65 kg/CO₂e selon l'ADEME³⁸⁶, les émissions seraient de 56 000 tonnes de CO₂e. Plusieurs leviers tels que décrit dans notre précédent rapport sur l'autonomie³⁸⁷ sont activables (tout en respectant voire améliorant le respect des apports nutritifs conseillés) pour réduire de 56% les émissions en lien avec un repas d'ici 2050 : réduction du gaspillage alimentaire (22% de gâchis), composition des repas (végétalisation), réduction des emballages alimentaires (10% des émissions), transports des marchandises (électrification), biens et services nécessaires au fonctionnement des cuisines.

ii. Amélioration de la durabilité

Mieux acheter constitue un levier clé pour construire un modèle plus respectueux de l'environnement, en prenant en compte l'empreinte carbone des produits et services dès la phase de définition des besoins :

- **Éco-conception des produits** : réduction des intrants, allègement, simplification des emballages
- **Substitution matière** : recours à des matériaux recyclés, biosourcés ou moins carbonés
- **Adoption de modèles "as a service"** : location ou facturation à l'usage pour équipements ou IT

iii. Implication des fournisseurs

D'un point de vue organisationnel, la mise en œuvre doit s'appuyer sur une collaboration entre achats, métiers, fournisseurs pour intégrer la décarbonation à toutes les étapes du processus d'achats :

- **Aligner les fournisseurs sur les objectifs climatiques** de l'entreprise afin de les mobiliser autour d'une trajectoire commune vers la neutralité carbone.
- **Intégrer des critères liés à la performance carbone dans les processus de sélection et d'attribution des marchés**, en valorisant les fournisseurs les plus vertueux (ex : outils de reporting ESG intégrés aux systèmes d'information achats)
- **Co-construire avec les fournisseurs des plans de réduction des émissions** et instaurer un dispositif de suivi adapté pour en garantir la mise en œuvre.
- **Former les acheteurs aux enjeux de la décarbonation** (facteurs d'émission, ACV, etc.).

³⁸⁵Service-public.fr (s.d.). Temps de travail dans le secteur privé. : <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F19261>

³⁸⁶ADEME, Rapport sur la restauration collective,

<https://presse.ademe.fr/wp-content/uploads/2016/09/cout-complet-pertes-gaspillage-restauration-collective-rapport.pdf>

³⁸⁷<https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/01/240404-Rapport-Decarbonons-lAutonomie-The-Shift-Project-1-1.pdf>

3. Leviers spécifiques aux déplacements professionnels et domicile-travail

Le premier levier concerne la flotte des véhicules. Nous estimons que les émissions des véhicules de l'ensemble des collaborateurs terrains pourraient représenter 124 000 tCO₂e par an³⁸⁸.

En se basant sur les chiffres de l'ADEME, il serait possible de diminuer rapidement de 80% les émissions en équipant les collaborateurs de véhicules électriques et en réduisant les distances annuelles parcourues en voiture de 50%. Afin de tenir compte des exigences liées à ces métiers, notre hypothèse s'est basée sur des véhicules électriques haut de gamme. Par ailleurs, la réduction de 50% des distances parcourues semble raisonnablement atteignable par l'utilisation du train et à la mise en place d'une partie des rendez-vous à distance.

Le deuxième levier concerne la réduction de 60% des émissions en lien avec les allers-retours des domiciles. Cet objectif semble également raisonnablement atteignable. En parallèle de la modification du parc automobile, certaines entreprises ont mis en place des incitations en remplacement des voitures de fonctions (forfait pour acheter vélo, carte de 5000 euros par an pour favoriser les déplacements non polluants, ...).

Le troisième levier concerne les déplacements internationaux. Certaines entreprises ont déjà développé des politiques de déplacements ambitieuses avec l'utilisation obligatoire de train pour les congrès européens et une très forte réduction des déplacements en avion lors des réunions internes et congrès internationaux. Une participation en distanciel génère **100 fois moins d'émissions qu'une participation en présentiel (0,01 vs 1,98 tCO₂e)**³⁸⁹.

K) Etudes de cas

En complément de l'identification et de la quantification des principaux leviers de décarbonation à chaque étape de la chaîne de valeur du médicament, nous avons conduit trois études de cas illustrant concrètement la manière dont les industriels peuvent agir sur des enjeux à la fois climatiques, sanitaires et de souveraineté. Ces cas mettent en lumière des actions à fort impact, tant en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre que d'amélioration de la résilience du système de santé. Il s'agit de : la relocalisation de la production pharmaceutique, la dispensation à l'unité des médicaments, et la réévaluation des traitements au long cours grâce aux données en vie réelle.

Relocalisation de la production

Ceci a déjà été mentionné plus haut dans le rapport mais, la relocalisation d'activités pharmaceutiques en France ou en Europe constitue un levier majeur pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, tout en renforçant la souveraineté sanitaire. En produisant dans des zones où le mix énergétique est plus décarboné, les industriels peuvent significativement diminuer l'empreinte carbone des médicaments. À cela s'ajoute une

³⁸⁸<https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/04/250116-TSP-RI-Decarbons-les-Industries-de-Sante-medicament-compressed.pdf>

³⁸⁹ ibid

meilleure maîtrise des chaînes d'approvisionnement, une réduction de la dépendance à des fournisseurs étrangers et une plus grande résilience face aux crises sanitaires et géopolitiques. Toutefois, cette relocalisation soulève encore plusieurs questions et nécessite de valider un certain nombre d'hypothèses, ce qui justifie la réalisation de notre étude de cas dédiée aux anticorps monoclonaux.

Les anticorps monoclonaux, en raison de leur importance thérapeutique et de leur processus de production complexe, représentent un cas d'étude idéal pour évaluer les impacts de la relocalisation. Leur production est particulièrement énergivore, dépendant fortement de l'électricité et de la vapeur, ce qui rend leur empreinte carbone très sensible au mix énergétique du pays de production. En relocalisant la production de ces médicaments en France ou dans certains pays Européen, où l'électricité est largement décarbonée, on peut s'attendre à une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre. Par exemple, une fabrication en France pourrait permettre de baisser les émissions de 56% par rapport à une production réalisée entièrement en Chine, où l'énergie provient encore majoritairement de sources fossiles.

De plus, les anticorps monoclonaux nécessitent des conditions de transport spécifiques, souvent par avion, ce qui augmente leur empreinte carbone logistique. La relocalisation pourrait donc également réduire les émissions liées au transport en rapprochant les sites de production des lieux de consommation. Cependant, il est crucial de considérer l'ensemble des paramètres influençant l'empreinte carbone, tels que les méthodes de production, les réglementations locales, et les infrastructures nécessaires à la relocalisation.

L'étude de cas n'est pas intégrée directement dans ce rapport, mais est accessible sous forme d'une [note intermédiaire](#) distincte, que nous encourageons vivement les acteurs à consulter et à commenter.

Dispensation à l'unité des médicaments : le cas des antibiotiques

La dispensation à l'unité, notamment pour les antibiotiques, pourrait permettre de réduire le gaspillage de médicaments et les émissions associées à leur production, conditionnement et distribution. Des expérimentations comme celle menée par l'INSERM en 2017³⁹⁰ ont démontré qu'elle permettait de diminuer le nombre de comprimés délivrés sans altérer la qualité des soins. Ce mode de distribution pourrait participer à une utilisation plus rationnelle des ressources et à une baisse des déchets pharmaceutiques. Notre étude de cas a pour vocation d'analyser le bénéfice climatique de la dispensation à l'unité des médicaments en prenant en prenant pour illustration les antibiotiques. Cet exemple a été choisi car un arrêté publié le 9 mars 2022 au Journal Officiel autorise la dispensation à l'unité pour les médicaments appartenant à la classe des antibactériens à usage systémique. Cette autorisation fait suite à un décret de février 2022 qui définit les modalités particulières de conditionnement, d'étiquetage, d'information du patient et de traçabilité des médicaments délivrés à l'unité en pharmacie d'officine³⁹¹.

Réévaluation des traitements au long cours

Les données de vie réelle offrent aux industriels la possibilité de réinterroger la pertinence et

³⁹⁰

https://www.vidal.fr/actualites/22228-experimentation-de-la-dispensation-a-l-unite-des-antibiotiques-resultats-d-une-etude-de-lin-germ.html#comments_list

³⁹¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000045316943>

la durée des traitements chroniques. En ajustant les posologies ou en envisageant des arrêts thérapeutiques encadrés, comme cela a été étudié dans la leucémie myéloïde chronique (LMC), il est possible de maintenir l'efficacité clinique tout en réduisant la consommation de médicaments. Cette approche permet d'alléger l'impact environnemental des traitements prolongés, tout en plaçant l'intérêt du patient au cœur des décisions thérapeutiques. L'étude de cas présentée illustre concrètement comment cette démarche peut être mise en œuvre.

1) Dispensation à l'unité : le cas des antibiotiques

a) Contexte

La dispensation à l'unité des médicaments (DAU), c'est-à-dire la délivrance au patient du nombre exact de comprimés prescrits plutôt qu'une boîte standard, est régulièrement évoquée comme une solution pour réduire le gaspillage médicamenteux, notamment pour les antibiotiques ou les médicaments à risque d'usage détourné comme les stupéfiants³⁹². Elle pourrait permettre une meilleure gestion des stocks et donc de mieux prévenir les pénuries³⁹³, un suivi plus précis du traitement, et contribuer à limiter l'antibiorésistance.

Cependant, la DAU ne peut être envisagée sans une refonte profonde du système de distribution pharmaceutique français. Contrairement aux États-Unis, où les pharmacies reçoivent les médicaments en vrac et les conditionnent elles-mêmes, la France repose sur un modèle de livraison par boîtes scellées avec sérialisation obligatoire³⁹⁴. Préparer des doses à l'unité à partir des conditionnements actuels soulève des enjeux importants en matière de sécurité et d'observance : la disparition des pictogrammes d'avertissement ou l'instabilité de certaines formes galéniques pourraient compromettre une bonne utilisation des médicaments³⁹⁵. Par ailleurs, la dispensation à l'unité alourdirait la charge de travail des pharmaciens et exigerait, à l'instar du modèle américain, des ressources humaines spécifiques. Une généralisation de la DAU nécessiterait donc des modifications majeures dans la chaîne de distribution, du conditionnement industriel à la logistique des officines. Cependant, la DAU est déjà mise en place dans de nombreux pays (Etats-Unis, Espagne, Pays-Bas, Canada, Allemagne Suède)^{396 397 398 399} et pourrait donc s'avérer pertinente en France. L'Académie nationale de pharmacie propose ainsi d'y recourir pour les médicaments à marge thérapeutique étroite, à posologie modulable, à fort coût unitaire, ou à risque d'addiction⁴⁰⁰. Cette approche permettrait de limiter les risques tout en répondant à des enjeux de santé publique et de gestion des ressources.

³⁹²

<https://www.ameli.fr/paris/pharmacien/exercice-professionnel/delivrance-produits-sante/regles-delivrance-prise-charge/dispensation-unite-medicaments>

³⁹³ La direction générale de la Santé, via le projet de loi de financement de la Sécurité sociale, a rendu obligatoire la dispensation à l'unité pour certains antibiotiques en tension d'approvisionnement.

³⁹⁴ En France, la traçabilité des médicaments repose sur une sérialisation des boîtes (code unique). La délivrance à l'unité exigerait une adaptation de l'ensemble du système logistique, du fabricant à l'officine (Académie nationale de pharmacie, 2021).

³⁹⁵ <https://rochepro.fr/pharmaciens/expertise-pui/toute-actualite/dispensation-unite-bonne-fausse-bonne-idee.html>

³⁹⁶ <https://www.lepharmacien.fr/blog-pharmacien/article/la-dispensation-a-l-unite-refait-surface>

³⁹⁷ https://www.hospitalia.fr/La-dispensation-a-l-unite%C2%A0-une-mise-en-oeuvre-a-l-epreuve-de-la-pratique_a3124.html

³⁹⁸ <https://www.ordre.pharmacien.fr/les-communications/focus-sur/les-actualites/dispensation-a-l-unite-en-officine-un-premier-texte-est-paru>

³⁹⁹ <https://questions.assemblee-nationale.fr/q15/15-21587QE.htm>

⁴⁰⁰ Académie nationale de pharmacie. (2021, 13 avril). Rapport sur la dispensation à l'unité de certains médicaments en officine

Enfin, la DAU soulève un intérêt croissant d'un point de vue environnemental, notamment dans le cadre de la réduction de l'empreinte carbone du secteur pharmaceutique. Si les données manquent encore pour mesurer précisément le gain carbone potentiel, il est raisonnable de penser que réduire les volumes inutiles produits et jetés pourrait avoir un impact positif. Pour en juger, il faudrait d'un côté avoir l'empreinte carbone de l'ensemble des médicaments disponibles sur le marché français, avec une répartition des émissions par étape de la chaîne de valeur, et de l'autre, connaître pour chaque médicament, le gaspillage lié à un mauvais conditionnement du médicament, qui pourrait donc être résolu avec la dispensation à l'unité.

b) Méthodologie pour quantifier l'impact carbone de la dispensation à l'unité – cas des antibiotiques

Pour estimer le potentiel carbone de la dispensation à l'unité, nous avons adopté une approche basée sur les flux physiques en utilisant les données des travaux réalisés dans le cadre de de rapport.

Nous avons commencé par identifier le volume d'antibiotiques produits annuellement pour répondre à la consommation française (nombre de boîtes, nombre d'unités, masse de principes actifs, masse d'excipients et masse d'emballages). Pour cela, nous avons défini une liste de critères pour savoir quels médicaments inclure. Une spécialité a été prise en compte si :

- Elle appartient à la classe ATC de médicament J01 « antibactériens à usage systémique »
- Elle est sous forme de comprimés, de gélules, de granules ou de poudres,
- Au moins une boîte a été vendue et remboursée en ville en 2023,
- Le nombre d'unités par boîte est supérieur ou égale à 5. Pour les boîtes de 1, 2, 3 et 4 comprimés, nous avons considéré que le conditionnement était adapté au besoin et ressemblait in fine déjà à une forme de dispensation à l'unité.

Cela nous a ainsi permis d'estimer le gisement suivant :

Nombre de boîtes (millions)	Nombre d'unités (millions)	Masse d'API (tonnes)	Masse d'Excipients (tonnes)	Masse d'emballage primaire (tonnes)	Masse d'emballage secondaire et de notice (tonnes)
86	1 012	649 705	467 434	484 726	517 900

Nous avons ensuite converti ces gisements en émissions de gaz à effet de serre. Les résultats obtenus ont été les suivants⁴⁰¹ :

Production des principes actifs (ktCO2e)	Production des excipients (ktCO2e)	Production des emballages (ktCO2e)	Formulation et conditionnement (ktCO2e)	Stockage (ktCO2e)	Transport (ktCO2e)	Fin de vie (ktCO2e)
45	2	6	17	4	10	1

⁴⁰¹ Les facteurs d'émissions suivants ont notamment été utilisés :
- Principe actif : 70 kgCO₂e/kg
- Excipient : 4,9 kgCO₂e/kg
- Formulation et conditionnement : 195 gCO₂e/boîte
- Stockage : 43 gCO₂e/kg

Enfin, nous avons construit différents scénarios de dispensation à l'unité afin d'estimer les possibles gains carbone associés.

Une attention particulière a été portée sur les conditionnements utilisés pour distribuer les médicaments à l'unité au patient.

c) Description des scénarios

Nous avons considéré 4 scénarios de dispensation à l'unité avec dans les 4 cas, une baisse des comprimés distribués de 9,9%. Dans 3 scénarios, les médicaments sont distribués aux pharmacies dans de larges flacons en plastique de 100g contenant chacun 1000 unités. Dans un 4ème scénario, les médicaments continuent d'être livrés dans des blisters et les boîtes contiennent en moyenne 100 comprimés. Ces scénarios ont été développés afin de vérifier que le gain carbone lié à la réduction du gaspillage n'est pas effacé par le surplus d'émissions lié à la dispensation⁴⁰².

Scénario 1 : « scénario pessimiste » : Ce scénario que nous qualifions de « pessimiste » correspond au pire cas de dispensation à l'unité : toutes les dispensations impliquent 5 unités (car en dessous de 5, nous considérons que ce sont les boîtes de médicaments de 1, 2, 3, 4 ou 5 unités qui sont distribués, conformément aux hypothèses décrites plus haut). Les médicaments sont distribués dans des tubes en polyéthylène de 8g à usage unique et chaque dispensation implique de réimprimer une notice de 2g.

Scénario 2 : « scénario moyen » : Ce scénario que nous qualifions de « moyen » correspond à un cas où en moyenne, les dispensations impliquent 20 unités⁴⁰³. Les médicaments sont distribués dans des tubes en polyéthylène de 8g à usage unique et chaque dispensation implique de réimprimer une notice de 2g.

Scénario 3 : « scénario optimiste » : Ce scénario que nous qualifions d'« optimiste » correspond à un cas où, en moyenne, les dispensations impliquent 20 unités. Les médicaments sont distribués dans des papiers kraft de 3g et chaque dispensation implique de réimprimer une notice de 2g.

Scénario 4 : « scénario moyen - découpage de blister par le pharmacien » : Ce scénario correspond à un cas où le pharmacien reçoit toujours des blisters et découpe lui-même les comprimés qu'il donne au patient. Les boîtes contiennent 100 comprimés. De plus, en moyenne, les dispensations impliquent 20 unités. Les médicaments sont distribués dans des papiers kraft de 3g et chaque dispensation implique de réimprimer une notice de 2g.

Nous pourrions également, dans le futur, couvrir plus de possibilités comme l'utilisation de poches plastiques plus légères, le réemploi des tubes utilisés par le patient pour récupérer ses médicaments ou l'utilisation de e-notices.

⁴⁰² Un argument souvent apporté étant que si le pharmacien doit mettre ses comprimés dans un contenant, si ce contenant est en plastique avec des étiquettes et si une notice doit être fournie, alors le bilan écologique pourrait ne pas être favorable.

⁴⁰³ Conformément aux données de cette étude :

https://www.vidal.fr/actualites/22228-experimentation-de-la-dispensation-a-l-unite-des-antibiotiques-resultats-d-une-etude-de-l-inserm.html#comments_list

d) Résultats : Quel impact sur les émissions carbone de la dispensation à l'unité ?

D'un point de vue qualitatif, les 4 scénarios induisent une **baisse des émissions de production des principes actifs, des excipients ainsi qu'une baisse des émissions de stockage, de conditionnement et de formulation**, par rapport au scénario de référence (le scénario observé actuellement).

9,9% de médicaments distribués en moins, c'est autant de médicaments qu'il n'a pas fallu produire et acheminer jusqu'à la pharmacie. Cela induit également une **baisse des productions d'emballages primaires et secondaires** (avec le remplacement par exemple des blisters et des cartons par des flacons en plastique contenant 1000 unités). Enfin, on peut noter une **hausse des quantités de notices produites** et la **création de nouveaux flux** avec la production des emballages dans lesquels sont distribués les médicaments au patient au niveau de la pharmacie (tubes ou papiers kraft).

D'un point de vue quantitatif maintenant, nos quatre modèles montrent que la dispensation à l'unité permet de baisser les émissions de gaz à effet de serre liées à la production et à la distribution des antibiotiques : de -4% dans le scénario le plus défavorable à **-17% dans le meilleur des cas**. La baisse des émissions est également significative dans le scénario « moyen » avec -14%.

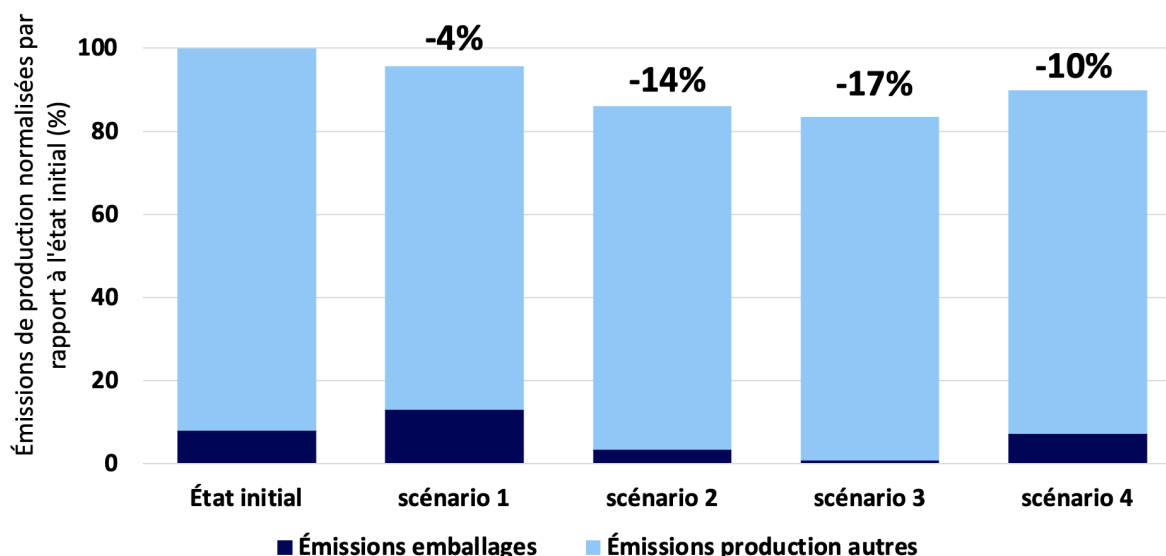


Figure 59 : Évolution des émissions de gaz à effet de serre de la dispensation d'antibiotiques en France selon différents scénarios de dispensation à l'unité. Le résultat est normalisé afin de mettre en évidence l'évolution
Source : The Shift Project, calculs 2025

Avec nos mêmes hypothèses sur les antibiotiques, cela représenterait un gain carbone pouvant atteindre 14000 tonnes de CO₂e, soit l'équivalent de 7000 aller retours Paris - New-York en avion.

La dispensation à l'unité permettrait donc de réduire significativement le gaspillage de médicaments, entraînant une diminution des émissions de gaz à effet de serre liées à leur production, leur conditionnement et leur distribution. Même en prenant en compte les

émissions supplémentaires générées par les nouveaux emballages et la réimpression des notices, ce mode de dispensation présente un bilan carbone favorable. Cette approche offre donc un levier prometteur pour améliorer la durabilité environnementale du secteur pharmaceutique, tout en invitant à explorer davantage les innovations d'emballages et de logistique qui pourraient en optimiser les bénéfices.

2) Rôle des industriels dans la consommation des médicaments : réflexion sur le maintien et l'adaptation des traitements au long cours.

N'étant pas spécialisés dans le domaine médical, Le Shift s'est appuyé sur l'expertise de deux hématologues, le Dr Aude Charbonnier (Institut Paoli Calmettes) et le Pr Caroline Besson (Université de Versailles Saint-Quentin en Yvelines), pour la rédaction de ce paragraphe :

Dans le domaine de l'oncologie, le développement des thérapies innovantes per os repose très souvent sur le paradigme d'une administration à dose standardisée, pour une durée indéfinie, sans ajustement en fonction de la variabilité, entre les patients, du métabolisme des médicaments, ou de la profondeur de la réponse obtenue⁴⁰⁴⁴⁰⁵. Nous encourageons les industriels à s'emparer pleinement du levier que représentent les études en vie réelle, pour réévaluer la nécessité selon les pathologies de maintenir des traitements au long cours et à proposer des adaptations de posologies de leurs traitements.

L'exemple de la leucémie myéloïde chronique (LMC) illustre en effet une inflexion majeure de ce paradigme. Dès 2006, le groupe coopérateur français Fi-LMC a démontré qu'un arrêt encadré du traitement, après réponse moléculaire profonde et prolongée, était possible sans compromettre la survie des patients⁴⁰⁶. Ce changement de stratégie, validé par plusieurs essais coopératifs (STIM1 puis 2, EURO-SKI), a permis à une part croissante de patients d'interrompre leur traitement, avec une reprise rapide et efficace en cas de rechute⁴⁰⁷⁴⁰⁸. Aujourd'hui, un quart des patients sont en arrêt thérapeutique, preuve de l'intégration croissante de cette approche dans les pratiques cliniques de la LMC⁴⁰⁹.

Parallèlement, le groupe français n'a cessé de chercher également à adapter les posologies aux situations de chaque patient en mettant au point des dosages des médicaments dans le sang des patients et en lançant des essais d'adaptation de dose. En France, environ un tiers des patients reçoivent désormais des posologies d'inhibiteurs de tyrosine kinase inférieures aux standards de l'AMM⁴¹⁰⁴¹¹. Ces ajustements sont à la portée des industriels, qui peuvent intégrer ces stratégies dans leurs programmes de développement clinique,

⁴⁰⁴ Etienne, Cancer Medicine 2021 ; 10 : 3635-3645 — études en vie réelle, ajustement des traitements, impact global.

⁴⁰⁵ Naqvi K, Cancer 2020 ; 126 : 67-75 — variabilité métabolique, ajustement posologique, impact clinique.

⁴⁰⁶ Rousselot, British Journal of Haematology 2021; 194: 393-427 — groupe français LMC, adaptation des doses, arrêt du traitement.

⁴⁰⁷ Hochhaus, Leukemia 2020 ; 34 : 966-984 — essais coopératifs, arrêt thérapeutique dans la LMC

⁴⁰⁸ Rousselot, British Journal of Haematology 2021; 194: 393-427 — groupe français LMC, adaptation des doses, arrêt du traitement.

⁴⁰⁹ Ibid

⁴¹⁰ Naqvi K, Cancer 2020 ; 126 : 67-75 — variabilité métabolique, ajustement posologique, impact clinique

⁴¹¹ Rousselot, British Journal of Haematology 2021; 194: 393-427 — groupe français LMC, adaptation des doses, arrêt du traitement.

promouvoir des pratiques d'usage raisonné des traitements, et adapter leurs modèles économiques en conséquence.

En intégrant systématiquement ces réflexions dans les phases de développement et de suivi post-AMM, les industriels ont la possibilité concrète de réduire la consommation de ressources pharmaceutiques et, par conséquent, les émissions de gaz à effet de serre associées à la production, au conditionnement et à la logistique des médicaments utilisés à fortes doses et au long cours⁴¹²⁴¹³. Dans un même temps, les effets secondaires des traitements seront moins fréquents et moins graves, entraînant moins d'interventions du système de santé, donc indirectement de moindres émissions de GES.

⁴¹² Etienne, Cancer Medicine 2021 ; 10 : 3635-3645 — études en vie réelle, ajustement des traitements, impact global.

⁴¹³ Naqvi K, Cancer 2020 ; 126 : 67-75 — variabilité métabolique, ajustement posologique, impact clinique





05

**LIMITES
ET PERSPECTIVES**

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.

Aussi, si le travail que nous avons mené représente déjà une étape importante dans la compréhension des émissions de la production des médicaments et des moyens de la décarboner, il n'en reste pas moins qu'elle pourrait être encore plus approfondie et précisée. Avec plus de données réelles et de terrain, il pourrait être possible de préciser nos estimations des émissions de GES et de tenir compte encore plus de certaines spécificités du secteur. Aussi, nous nous tenons à votre disposition pour vous présenter précisément nos travaux afin que vous vous les appropriiez et que vous puissiez les compléter.

B) Les principales limites de nos travaux

Nous publions en parallèle de ce rapport une [annexe technique](#) explicitant les données utilisées et les méthodologies suivies dans le cadre de ce projet. Cependant, l'inaccessibilité ou l'inexistence de certaines données nous a amené à formuler des hypothèses. Cette partie du rapport vise à lister certaines de ces hypothèses afin d'explicitier les principales limites 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 et d'excipients de 5%. Si cette hypothèse a été validée par des professionnels du secteur au cours d'entretiens et au cours des ateliers collaboratifs organisés le 16 janvier 2025 durant la présentation du rapport intermédiaire, nous n'avons pas été en mesure 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, cette hypothèse a été validée par des professionnels du secteur mais nous n'avons pas été en mesure de faire une distinction entre les médicaments,
- Pour la consommation de médicaments à l'hôpital, nous avons extrapolé les données de l'enquête médicament de l'ATIH 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 :

- Notre analyse se limite aux facteurs d'émissions et aux dosages des principaux excipients utilisés par forme pharmaceutique. Cela pourrait nous conduire à passer à côté de certains excipients utilisés dans de faibles quantités mais pouvant tout de même représenter une forte part des émissions⁴¹⁴.
- Nous avons parfois 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 CO₂e/kg, contre autour de 6 kgCO₂e/kg pour Ecoinvent®⁴¹⁵.
- La provenance des excipients a été déterminée selon le ratio 65% Europe contre 35% Asie à la suite de discussions avec des experts. Cependant, nous n'avons pas de sources permettant de valider formellement cette hypothèse.

Concernant les emballages :

- 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),
- 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 formulation et le conditionnement :

⁴¹⁴ Par exemple, nous ne tenons pas compte des pigments organiques qui peuvent avoir des émissions pouvant atteindre 40 kgCO₂e/kg :

https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/Actualites/2024/methodologie_evaluation_empreinte_carbone_medicaments_ecovamed_vcp.pdf

⁴¹⁵ Ibid

- Nous faisons l'hypothèse que la formulation et le conditionnement ont toujours lieu au même endroit.
- Nous utilisons un nombre limité de données de terrain d'usines françaises, concernant la formulation des solutions et des formes orales solides. Ces données peuvent ne pas être représentatives de certaines pratiques, de certaines formes de médicaments ou de certains pays.

Concernant le stockage :

- Nous tenons compte du stockage des boîtes de médicaments une fois produites. Nous ne tenons pas compte de l'ensemble des étapes de stockage des produits finis et semi finis au niveau de la production des principes actifs, des excipients et des emballages.
- Nous faisons l'hypothèse que le premier stockage des médicaments se fait au même endroit que les lieux de formulation et de conditionnement (cette hypothèse a un impact sur le choix des facteurs d'émissions de l'électricité).
- Ne disposant pas de données robustes sur le stockage des boîtes au niveau des entreprises pharmaceutiques, nous faisons l'hypothèse que les émissions sont 2 fois plus faibles que le stockage au niveau des grossistes répartiteurs.

Concernant les transports :

- **Concernant le transport des principes actifs**, nous avons fait l'hypothèse que les produits nécessitant un transport réfrigéré sont transportés en avion (ce qui concerne environ 0,7% des principes actifs), ainsi que les produits en risque de rupture (ce qui concerne 12% environ des principes actifs).
- **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).
- **Concernant l'approvisionnement vers les DROM**, nous avons fait l'hypothèse que 50% des masses de médicaments étaient déplacées par fret aérien.

Concernant la fin de vie :

- 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 jetés à la poubelle ou des médicaments non utilisés à l'hôpital.

Concernant la R&D :

- Notre estimation repose sur le chiffre d'affaires annuel de l'industrie pharmaceutique en France en 2023, auquel nous appliquons un facteur d'émissions monétaire. L'usage des facteurs d'émissions monétaires donne lieu à des incertitudes quant à leur usage et ne reflète pas des flux physiques.

Concernant les activités corporatives :

- Les émissions des scopes 1, 2 et les déplacements professionnels ont été estimées à partir des rapports RSE de 12 laboratoires qui représentaient 25% du CA mondial de l'industrie pharmaceutique. Une extrapolation des émissions a donc été effectuée à partir de ces 25% à l'ensemble de l'industrie pharmaceutique, ce qui peut engendrer de l'incertitude⁴¹⁶.
- Notre estimation des émissions en lien avec les achats de biens et services a été réalisée via les facteurs de conversion monétaire présents dans la méthodologie d'état d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments.
- Pour imputer les émissions mondiales à la consommation française, nous avons choisi d'utiliser la part du chiffre d'affaires de l'industrie pharmaceutique en France par rapport au chiffre d'affaires mondial. Cette méthode peut introduire une certaine incertitude, mais elle nous paraît à ce jour la plus appropriée.

Concernant la quantification des leviers de décarbonation :

- Nous estimons que l'efficacité énergétique des usines, en dehors de celle permise par l'électrification des usages, permettrait un gain énergétique de 30%. Il faut cependant noter que notre résultat final est très peu sensible à cette hypothèse.
- Nous basons nos différents scénarios sur des variations au niveau de la décarbonation des facteurs d'émissions de l'électricité des pays producteurs sur des rapports gouvernementaux ou internationaux. Cependant, nous n'avons pas une source commune pour tous les pays étudiés ce qui peut apporter de la variabilité au niveau des résultats (en raison de méthodes et de données différentes par exemple). De plus, nous faisons l'hypothèse que les facteurs d'émissions du renouvelable n'évoluent pas avec le temps (or une décarbonation de l'électricité pourrait également signifier une décarbonation de leur intensité carbone).
- Nous ne tenons pas compte de l'évolution de la demande de médicaments.
- Nous faisons l'hypothèse que la répartition des émissions des Excipients est identique à celle des principes actifs (même pourcentage des émissions qui proviennent de l'électricité, de la vapeur, etc).
- Dans nos études de cas sur la relocalisation, nous ne tenons pas compte des différences de normes environnementales entre les différents pays. Ces différences pourraient cependant donner lieu à de nouvelles méthodes de production dans le cas de la relocalisation et donc de potentiels gains environnementaux plus forts.
- La quantification de la baisse des émissions de la R&D et des achats de biens et de services des activités corporatives correspondent à des objectifs que nous fixons et non à des baisses que nous avons réellement quantifiées via l'application de différents leviers de décarbonation.

Autres limites :

⁴¹⁶ De plus, en nous basant sur la publication de Piffoux et al. 2024, nous avons estimé que les émissions corporatives représentaient 11,9% des émissions totales des scopes 1,2 présentes dans les rapports RSE. Ce pourcentage nous semble être le plus précis à l'état actuel.

- 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 partie 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.
- Pour tenir compte des incertitudes énumérées plus haut, nous extrapolons les résultats obtenus à certaines étapes. Par exemple, pour l'étape de formulation et de conditionnement, nous ajoutons 30% aux résultats obtenus, notamment pour tenir compte de la forte diversité de type de formulation existante et du fait que la formulation et le conditionnement n'ont pas systématiquement lieu au même endroit.

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. Il a auparavant travaillé sur le système de santé, le climat et l'énergie au Shift, 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 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. Docteur en Pharmacie, diplômé 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.

Margot Aubusson de Cavarlay - chargée de projet Industries de santé

Après une spécialisation en Sciences pour les Défis de l'Environnement à l'École polytechnique, Margot a rejoint le Shift en tant que chargée de projet sur le programme Santé. En plus de ses travaux sur les rapports sur la décarbonation des industries de santé, elle s'attelle à la tâche d'évaluer les vulnérabilités des principaux sites de production pharmaceutique en France face au changement climatique. Avant son arrivée, elle a réalisé un stage à Madrid chez Vinci Construction sur la réhabilitation du réseau routier madrilène et

a participé à une étude évaluant la pertinence et l'acceptabilité des projets de restauration écologique menés sur la rivière Yvette en Île-de-France.

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 - Responsable adjointe 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 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



La MGEN (Mutuelle Générale de l'Éducation Nationale) est un acteur majeur de la protection sociale en France. Créée en 1946, elle propose des offres de mutuelle santé, de prévoyance, d'assurance et de services solidaires, principalement destinés aux personnels de l'Éducation nationale, de l'enseignement supérieur, de la recherche, de la culture et du sport. Engagée dans une démarche de solidarité, de prévention et d'innovation sociale, la MGEN fait partie du groupe VYV, premier groupe mutualiste de santé et de protection sociale en France.

www.mgen.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

Graphisme :

Jérémy Garcia-Zubialde

Contact :

Équipe santé du Shift Project

indus-santé@theshiftproject.org

