

Le tableau ci-dessous fournit un aperçu des résultats des différentes études de cas et de l'extrapolation au marché global.

N°	Étude de cas	Marché Europe, Amérique du Nord, Japon	Rapport coûts	bénéfices nets absolus en termes d'émissions de GES
		Tonnes par an		1 000 tonnes d'équivalent CO2
1	Mastics d'étanchéité pour cuisines/salles de bain	79.400	1,1	-54
2	Mastics d'étanchéité pour vitrage isolant	56.700	27,7	-12.226
3	Joint de dilatation	38.900	0,9	16
4	Mastics d'étanchéité et adhésifs de haute qualité	10.100	11,7	-925
5	Hydrofuges pour la maçonnerie - béton	2.500	25,3	-378
6	Hydrofuges pour la maçonnerie - briques	10.100	13,2	-650
7	Additifs de polyuréthane pour l'isolation thermique des constructions	9.300	2,7	-80
8	Additifs de polyuréthane pour l'isolation thermique des appareils	4.700	17,0	-371
9	Liquide de refroidissement dans les transformateurs	8.700	1,6	-28
10	Isolants électriques	9.600	2,4	-128
11	Chlorosilane pour silicium solaire	360.100	7,5	-9.228
12	Antimoussants dans la production de papier	10.200	27,1	-2.488
13	Additifs pour peintures	1.900	6,8	-5
14	Silanes pour revêtements en fibre de verre	1.900	27,1	-167
15	Enduits industriels résistant à la chaleur	3.200	7,3	-112
16	Activateur d'adhérence pour les revêtements	1.900	170,1	-731
17	Antimoussants dans les détergents	7.800	12,7	-778
18	Tétines pour nourrissons	1.900	0,3	8
19	Revêtements résistants à la chaleur pour appareils personnels	1.600	13,8	-142
20	Plats à four	1.900	1,2	-3
21	Caoutchouc dans la construction de moteurs	33.800	86,3	-19.162
22	Pneus verts	6.400	66,5	-2.325
23	Revêtement pour polycarbonate	1.800	2,9	-26
24	Revêtement pour pot d'échappement	500	9,2	-25
25	Revêtements marins	100	182,2	-126
26	Colle dans l'industrie automobile	5.900	28,4	-1.076
<b>Total des études de cas</b>		<b>670.900</b>	<b>13,7</b>	<b>-51.208</b>
	Bénéfices en termes d'émissions de GES non couverts par les études de cas	114.000	8,7	-5.530
	Applications ne présentant pas de bénéfices en termes d'émissions de GES	357.000	0,0	2.500
<b>Ensemble du marché / moyenne pondérée</b>		<b>1.141.900</b>	<b>8,9</b>	<b>-54.240</b>

SYNTHÈSE

# BILAN CARBONE DE LA CHIMIE DU SILICIUM

## ÉVALUATION DES ÉMISSIONS ET DES RÉDUCTIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Couvrant la production, l'utilisation et la fin de vie des produits à base de silicone, de siloxane et de silane en Europe, en Amérique du Nord et au Japon

### Auteurs de Denkstatt

Bernd Brandt  
Evelin Kletzer  
Harald Pilz  
Dariya Hadzhiyska  
Peter Seizov

### En coopération avec DEKRA e.V.

Christina Bocher  
Jennifer Cooper  
Susanne Hartlieb

### Étude commandée par

Global Silicones Council  
Centre Européen des Silicones  
Silicones Environmental, Health and Safety Council of North America  
Silicone Industry Association of Japan

## 1 OBJECTIF DE L'ÉTUDE

La présente étude vise à mettre à la disposition des consommateurs, des fabricants, des distributeurs et des responsables politiques des données fiables afin de mettre en œuvre des mesures et des décisions efficaces en matière d'utilisation durable des ressources et d'efficacité énergétique. Il s'agit d'un premier pas important vers une meilleure évaluation des produits chimiques à base de silicone.

Cette étude, commandée par le Global Silicones Council, se penche sur les émissions de gaz à effet de serre liées au cycle de vie complet des produits à base de silicone, de siloxane et de silane en Europe, en Amérique du Nord et au Japon. Il s'agit d'une étude unique en son genre qui analyse tous les stades du cycle de vie des produits, de la production à l'élimination, en passant par l'utilisation.

Nous avons mesuré les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à l'ensemble du marché des produits à base de silicone, de siloxane et de silane dans les trois régions concernées. Ces émissions ont ensuite été comparées aux effets de réduction des gaz à effet de serre ou aux réductions d'émissions résultant de l'utilisation de ces produits dans différentes applications.

Le Global Silicones Council est un organisme de tutelle qui coordonne les activités des associations de l'industrie du silicone en Europe, en Amérique du Nord et au Japon.

## 2 CONCLUSIONS

1 | L'utilisation de produits à base de silicone, de siloxane et de silane permettent des réductions d'émissions de gaz à effet de serre neuf fois supérieures aux coûts de leur production et de leur élimination en fin de vie. En d'autres termes, pour chaque tonne de CO<sub>2</sub> émise, l'utilisation des silicones engendre des réductions d'émissions 9 fois supérieures. Ce chiffre se situe à la limite supérieure des estimations précédentes concernant l'ensemble des applications chimiques. (voir Conseil international des associations chimiques, ICCA, 2009.)

2 | L'utilisation de produits à base de silicone en Europe, en Amérique du Nord et au Japon génère des réductions d'émissions de GES équivalentes à 54 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, soit l'équivalent des émissions dégagées pour chauffer 10 millions de foyers dans ces régions, ce qui équivaut à trois fois le nombre des ménages de l'agglomération londonienne.

3 | L'utilisation de produits en silicone permet d'atteindre une plus grande efficacité en termes de consommation des ressources énergétiques et des matières premières pour de nombreux produits et services essentiels, et de réduire ainsi leur empreinte carbone.

4 | Une quantité relativement faible de silicone, siloxane ou silane peut suffire à accroître de manière significative l'efficacité des processus, de la consommation énergétique et de l'utilisation des matériaux. Citons, à titre d'exemple, les agents antimoussants, les additifs pour peintures, les revêtements en fibre de verre pour les matériaux composites et les silanes utilisés pour réduire la résistance au roulement des pneumatiques.

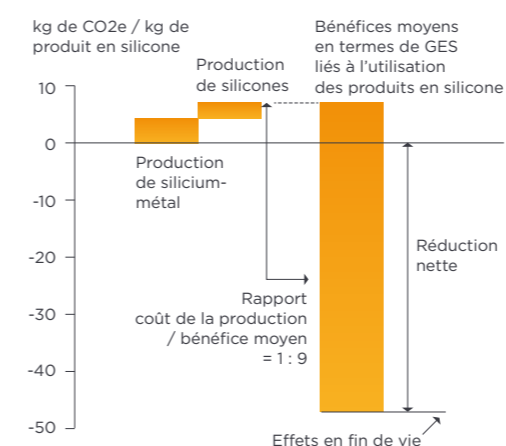
5 | Les produits à base de silicone, de siloxane et de silane utilisés dans les applications de l'automobile, de la construction et de l'énergie solaire sont ceux qui, actuellement, contribuent le plus à réduire les émissions de GES.

6 | **Il existe un potentiel important pour augmenter de manière significative les bénéfices offerts en termes d'utilisation durable des ressources :**

A | Les silicones sont de puissants moteurs du développement technologique. Certaines applications chimiques existantes et émergentes à base de silicone, telles que les chlorosilanes utilisés pour produire du silicium solaire dans l'industrie photovoltaïque, les additifs siloxanes pour l'isolation thermique haute performance et les revêtements marins antisalissures à base de silicone, sont susceptibles d'avoir des effets bénéfiques considérables sur les émissions mondiales de GES.

B | L'utilisation accrue des silicones dans des applications courantes, telles que les produits hydrofuges pour la maçonnerie, les revêtements en fibre de verre et les pneumatiques, permettrait, dans une large mesure, de réduire encore davantage les émissions de gaz à effet de serre dans le monde.

C | Le fait de réduire la part des énergies fossiles pour produire le silicium-métal (la matière première des silicones, des siloxanes et des silanes) permettrait de réduire considérablement l'empreinte carbone de la production de silicones.



## 3 PORTÉE ET MÉTHODOLOGIE

De manière générale, l'étude suit les orientations méthodologiques de la norme ISO 14040/44 concernant l'évaluation du cycle de vie. Les conclusions générales reposent sur des extrapolations réalisées avec une extrême prudence pour éviter de surestimer les bénéfices.

Le professeur Adisa Azapagic, de l'Université de Manchester au Royaume-Uni, a réalisé une analyse critique indépendante de l'étude. Au total, le marché concerné (qui couvre également les silanes utilisés pour fabriquer les cellules photovoltaïques) est estimé à 1,14 million de tonnes métriques par an, dont :

- ➔ 690,000 tonnes in Europe
- ➔ 331 000 tonnes en Amérique du Nord
- ➔ 121 000 tonnes au Japon

<sup>1</sup> La chimie du silicium couvre les siloxanes polymères (plus connus sous le nom de silicones), les polydiméthylsiloxanes cycliques et à faible poids moléculaire, ainsi que les silanes, qui sont des intermédiaires et additifs chimiques réactifs contenant du silicone.

Il est subdivisé en groupes de produits différenciés avec des applications spécifiques.

**Les calculs des émissions de gaz à effet de serre se décomposent comme suit :**

- ➔ Les émissions de GES liées à la production et à l'élimination en fin de vie de toutes les applications, soit 100 % du marché;
- ➔ Les bénéfices en termes de réduction des GES calculés pour des applications clairement identifiables pour lesquelles l'utilisation des produits à base de silicone, de siloxane et de silane a une influence sur les émissions de GES. Ces applications sont couvertes par 26 études de cas et représentent 59 % du marché;
- ➔ Pour les applications qui n'ont pas pu être clairement identifiées ou quantifiées, la réduction moyenne des GES calculée dans les études de cas a été extrapolée à 10 % du marché. Nous avons supposé qu'aucune réduction des GES n'était obtenue du fait de l'utilisation des produits chimiques à base de silicone dans les 31 % restants.

Dans les 26 études de cas, les bénéfices liés à la réduction des GES sont calculés sur la base d'une comparaison avec des matériaux alternatifs ou des moyens alternatifs (parfois historiques) de proposer une utilisation similaire dans chaque application.

Le **bénéfice net** en termes d'émissions de gaz à effet de serre de chaque étude de cas et de l'ensemble du marché est calculé en retranchant les coûts des émissions de GES liés à la production et à l'élimination en fin de vie aux bénéfices en termes de réduction durant la phase d'utilisation.

Le rapport **coûts/bénéfice** est calculé en divisant les bénéfices par les coûts liés à la production et à l'élimination en fin de vie.

Un chiffre inférieur à 1 signifie que les coûts de la production et de la gestion des déchets sont plus importants que les bénéfices, ce qui indique que le produit en silicone est moins avantageux que le produit alternatif. Un chiffre supérieur à 1 indique que l'utilisation du produit en silicone est avantageuse en termes d'émissions de GES.