



2.2.2021

---

# Mandat CEATE-N : Émissions de gaz à effet de serre non énergétiques dans l'industrie

Rapport à l'intention de la CEATE-N

Réglementation et contrôle des émissions de protoxyde d'azote

---

## 1 Contexte

Suite à la découverte d'une source importante de protoxyde d'azote à l'entreprise Lonza à Viège, la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil national (CEATE-N) a, lors de sa séance du 17 novembre 2020, chargé l'administration de recenser les émissions de gaz à effet de serre non énergétiques générées en Suisse, en particulier celles issues de l'industrie, et d'examiner la question d'une réglementation au moyen de valeurs limites applicables aux installations.

Ce rapport présente, au chapitre 2, les conditions-cadres pour l'établissement de l'inventaire des gaz à effet de serre et décrit les émissions recensées dans ce dernier ainsi que la manière dont elles sont regroupées en différents secteurs et catégories. Il détaille, au chapitre 3, les informations concernant les rejets de substances dans l'air, l'eau et le sol ainsi que le transfert de polluants dans les déchets et les déchets spéciaux contenues dans le registre des polluants PRTR. Le chapitre 4 porte sur la réglementation, au moyen de dispositions relatives aux substances, des gaz à effet de serre rejetés en tant que sous-produits lors de processus industriels. Enfin, une brève conclusion est présentée au chapitre 5.

## 2 Inventaire des gaz à effet de serre

### 2.1 Conditions-cadres pour l'établissement de l'inventaire des gaz à effet de serre

L'inventaire des gaz à effet de serre est une statistique complète des émissions établie chaque année par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) conformément aux directives de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)<sup>1</sup>. Ces directives définissent les limites du système ainsi que les gaz à effet de serre et les secteurs et catégories devant être recensés. Les méthodes utilisées pour le calcul des émissions sont spécifiées dans les lignes directrices du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)<sup>2</sup>. Un groupe d'experts des Nations Unies vérifie tous les deux ans au moins l'exhaustivité, l'exactitude, la cohérence et la transparence de l'inventaire des gaz à effet de serre et peut formuler des recommandations contraignantes entraînant des modifications rétroactives dans ce dernier.

---

<sup>1</sup> Directives figurant dans la décision 24/CP.19 <https://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/fr/10a03f.pdf>

<sup>2</sup> Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre  
<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/vol3.html>

## 2.2 Classification des émissions dans l'inventaire des gaz à effet de serre

L'inventaire des gaz à effet de serre comporte quatre secteurs : énergie, émissions de procédés industriels (y c. l'utilisation des produits, cf. point 2.3), agriculture et gestion des déchets (sans l'incinération des déchets, cf. point 2.4). Les secteurs sont représentés dans la figure 1 par des couleurs différentes. Le secteur de l'énergie (en bleu) comprend toutes les émissions générées par l'utilisation de combustibles et de carburants pour la production d'énergie. Les émissions issues de l'incinération des déchets dans des installations de valorisation des déchets ou des fours industriels sont également englobées dans ce secteur. Comme le montre la figure 1 les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur de l'énergie dominant, avec une part d'environ 75 %, les émissions totales de gaz à effet de serre, qui s'élèvent à 46,4 millions de tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> (éq.-CO<sub>2</sub>) en 2018. L'agriculture (en gris) est responsable de plus de 80 % des émissions de méthane (CH<sub>4</sub>) et d'environ deux tiers des émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). L'utilisation de fluides frigorigènes, notamment dans les systèmes de climatisation des voitures, est à l'origine de la majeure partie des émissions de gaz synthétiques, imputées aux émissions de procédé (en orange) conformément aux lignes directrices du GIEC. Les émissions restantes sont générées par différentes sources isolées, principalement industrielles (cf. point 2.3), ou proviennent de la gestion des déchets (en jaune, cf. point 2.4).

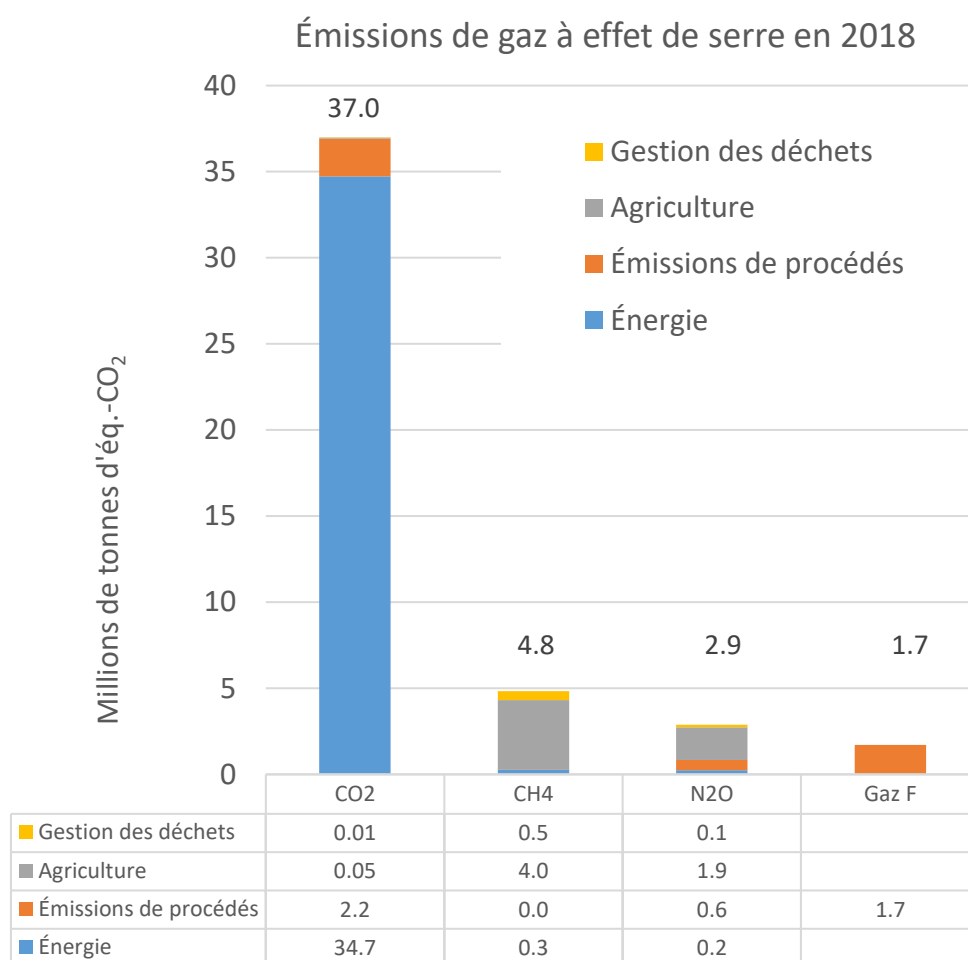


Figure 1 : Émissions de gaz à effet de serre en 2018, ventilées par gaz et par secteur, présentées en millions de tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>. Les chiffres figurant dans le tableau correspondent aux barres au-dessus de chaque colonne. Par exemple : 2,2 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> sont produites dans le secteur des émissions de procédé, ce qui correspond à la barre orange pour le CO<sub>2</sub>. Les émissions totales, en éq.-CO<sub>2</sub>, sont indiquées pour chaque gaz au-dessus des barres.

## 2.3 Émissions de procédé dans l'inventaire des gaz à effet de serre

Ce point décrit les différentes catégories d'émissions du secteur « émissions de procédés industriels et utilisation des produits », qui sont représentées en orange dans la figure 1. Les émissions de procédé comprennent les émissions générées par les procédés industriels ou par l'utilisation des produits mais qui ne sont pas imputables à la production d'énergie. Les émissions libérées lors de la production de ciment à partir de calcaire en sont un exemple important. Toutes les émissions de procédé sont classées en différentes catégories et sous-catégories prédéfinies conformément aux lignes directrices internationales du GIEC en vigueur pour l'établissement des rapports (p. ex. la catégorie 2A Industrie minérale ou la sous-catégorie 2B1 Production d'ammoniac, cf. tableau en annexe). Les catégories sont structurées en fonction des procédés de production donnant lieu à des émissions de gaz à effet de serre. La plupart des procédés qui génèrent d'importantes quantités d'émissions de gaz à effet de serre sont également énergivores. Les entreprises concernées sont généralement exemptées de la taxe sur le CO<sub>2</sub>, étant intégrées dans le système d'échange de quotas d'émission (SEQE) ou ayant pris un engagement de réduction, et sont dès lors connues de l'OFEV. À l'instar du droit de l'UE, l'annexe 6 de l'ordonnance sur le CO<sub>2</sub> énumère toutes les activités qui requièrent une participation au SEQE, à savoir des activités qui produisant d'importantes émissions de gaz à effet de serre. La liste figurant à l'annexe 6 de l'ordonnance sur le CO<sub>2</sub> regroupe les procédés susceptibles, selon les lignes directrices du GIEC, de générer des émissions de procédé. Dans le cadre du SEQE, il existe depuis 2013 une obligation de communiquer s'appliquant aux entreprises qui remplissent les conditions de participation. Il incombe aux cantons de vérifier que les entreprises respectent cette obligation. Les entreprises exemptées de la taxe doivent remettre chaque année à l'OFEV un rapport de suivi, et les entreprises couvertes par le SEQE doivent lui soumettre au préalable un plan de suivi. Ces informations fournies par les entreprises, ainsi que d'autres obtenues des associations professionnelles, et dans certains cas directement des entreprises, en réponse à des questions, constituent les données de base sur lesquelles se fonde le calcul des émissions de procédé dans l'inventaire des gaz à effet de serre. Cette démarche vise à garantir que l'inventaire recense toutes les sources importantes pour lesquelles des lignes directrices méthodologiques du GIEC sont disponibles.

### 2.3.1 Industrie minérale (catégorie 2A dans le tableau 1)

La catégorie de l'industrie minérale regroupe les émissions de CO<sub>2</sub> issues de la transformation de matières premières contenant des carbonates, dans laquelle les émissions de procédé de l'industrie du ciment (1,7 million de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2018) dominent, les briqueteries (60 000 tonnes de CO<sub>2</sub> en 2018) et la production de chaux (50 000 tonnes de CO<sub>2</sub> en 2018) contribuant néanmoins également de manière notable aux émissions. D'autres sources de CO<sub>2</sub> d'importance secondaire sont la production de verre, de laine de verre, de céramique, de laine de roche ou l'utilisation de carbonates pour l'épuration des effluents gazeux.

### 2.3.2 Industrie chimique (catégorie 2B dans le tableau 1)

Dans l'industrie chimique, seul un nombre restreint de procédés sont connus à travers le monde comme étant des sources importantes d'émissions de gaz à effet de serre. En Suisse, les émissions de protoxyde d'azote issues de la production de niacine chez Lonza, s'élevant à environ 550 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>, auxquelles s'ajoutent quelque 20 000 tonnes de CO<sub>2</sub>, dominent les émissions de procédé générées dans l'industrie chimique et pharmaceutique. Il s'agit là d'un procédé qui ne figure pas dans les lignes directrices du GIEC. Par ailleurs, la production d'éthylène et d'ammoniac engendre des émissions importantes de CO<sub>2</sub> (100 000 tonnes de CO<sub>2</sub> en 2018). Le volume des émissions issues de la production de carbure de silicium (25 000 tonnes de CO<sub>2</sub>, ainsi que du méthane à hauteur d'env. 3000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub> en 2018) et de la production d'acide nitrique (qui ne représentait plus que 2000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub> en 2018 alors qu'elle générait des émissions de protoxyde d'azote s'élevant à quelque 70 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub> en 1990), est nettement plus faible. Depuis le printemps 2018, l'acide nitrique n'est produit en Suisse que de manière intégrée dans le processus de fabrication de la niacine.

### **2.3.3 Industrie du métal (catégorie 2C dans le tableau 1)**

Dans l'industrie des métaux, seule la production d'acier génère encore des émissions à hauteur d'environ 10 000 tonnes de CO<sub>2</sub>. Il existait autrefois une usine d'aluminium qui émettait, en 1990, environ 140 000 tonnes de CO<sub>2</sub> et environ 100 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub> de gaz synthétiques (hydrocarbures perfluorés). Le SF<sub>6</sub>, un gaz très néfaste pour le climat, était en outre encore utilisé jusqu'à il y a quelques années dans les fonderies d'aluminium et de magnésium et produisait des émissions pouvant atteindre 60 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>. Le recyclage des piles et les fonderies de fer sont également des sources mineures de CO<sub>2</sub>.

### **2.3.4 Utilisation de produits obtenus à partir d'agents énergétiques fossiles et de solvants (catégorie 2D dans le tableau 1)**

L'utilisation de lubrifiants (p. ex. l'huile moteur) libère également des émissions de CO<sub>2</sub> (env. 30 000 tonnes de CO<sub>2</sub> en 2018) recensées dans l'inventaire des gaz à effet de serre sous la rubrique « émissions de procédé », qui sont toutefois générées non pas par quelques grands émetteurs, mais par une multitude de petits émetteurs. Il en va de même pour les installations d'épuration des effluents gazeux, par exemple dans l'industrie des arts graphiques et l'industrie chimique. Les effluents gazeux contenant des solvants passent à travers une installation dans laquelle ces derniers sont brûlés. Cette opération produit du CO<sub>2</sub> : près de 50 000 tonnes de CO<sub>2</sub> ont ainsi été émises en Suisse en 2018.

### **2.3.5 Autres sources de gaz à effet de serre (catégories 2E, 2F, 2G, 2H dans le tableau 1)**

Une autre source de protoxyde d'azote découle de son utilisation en tant qu'agent propulseur dans les cartouches et capsules pour siphon à chantilly (soit env. 25 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub> en 2018). Par le passé, le protoxyde d'azote utilisé comme gaz anesthésiant dans les hôpitaux a également entraîné l'émission de près de 100 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub> ; aujourd'hui, quelque 6000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub> sont encore émises chaque année dans ce contexte.

L'industrie électronique génère de petites quantités d'émissions de gaz synthétiques (de l'ordre de quelques dizaines de milliers de tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>). Les émissions dues à l'utilisation de substituts de substances appauvrissant la couche d'ozone, notamment en tant que fluides frigorigènes (1,4 million de tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>), mais aussi comme agents moussants (30 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>) ou dans les générateurs d'aérosols (20 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>), sont bien plus importantes.

## **2.4 Émissions provenant de la gestion des déchets**

Ce point présente les émissions du secteur « gestion des déchets » de l'inventaire des gaz à effet de serre (barres jaunes dans la figure 1). Selon les lignes directrices du GIEC, le secteur de la gestion des déchets comprend les émissions issues des décharges, du compostage, des installations de méthanisation, de la gestion des eaux usées et de l'incinération des déchets sans utilisation d'énergie<sup>3</sup>.

Bien que le stockage définitif des déchets combustibles soit interdit en Suisse depuis 2000, les décharges génèrent toujours des émissions de méthane ; en 2018, ces émissions s'élevaient à environ 300 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>. Les stations d'épuration sont également à l'origine de grandes quantités d'émissions de gaz à effet de serre : d'une part, des émissions de méthane produites lors de la digestion des boues d'épuration (env. 200 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>) et, d'autre part, des émissions de protoxyde d'azote provenant des bassins d'épuration des eaux usées (actuellement estimées à env. 100 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>). Les résultats de recherches menées par l'Institut fédéral suisse des sciences et technologies de l'eau (Eawag) sur mandat de l'OFEV montrent que les émissions de protoxyde d'azote comptabilisées, déterminées sur la base des lignes directrices du GIEC, sont sous-estimées d'un facteur trois à quatre. Une fois ce projet de recherche achevé, l'OFEV révisera en conséquence les calculs des émissions dans l'inventaire des gaz à effet de serre. L'incinération des boues

<sup>3</sup> Conformément aux exigences des lignes directrices du GIEC, les émissions provenant de l'incinération des déchets sont recensées dans le secteur de l'énergie et non dans celui de la gestion des déchets, étant donné qu'en Suisse, toutes les usines d'incinération des ordures ménagères produisent de l'électricité et/ou du chauffage à distance.

d'épuration libère également d'importantes émissions de protoxyde d'azote (120 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>). Aussi, quelques usines ont pris des mesures afin de réduire de 90 % les émissions de protoxyde d'azote provenant de l'incinération des boues d'épuration dans le cadre d'un projet de compensation. Les installations de compostage et de méthanisation génèrent des émissions de méthane qui sont également comptabilisées dans l'inventaire des gaz à effet de serre (ordre de grandeur d'env. 10 000 tonnes d'éq.-CO<sub>2</sub>). Ces émissions sont donc nettement inférieures à celles issues de la gestion des eaux usées.

### 3 Registre des polluants PRTR

SwissPRTR (*Pollutant Release and Transfer Register*) est le registre suisse, accessible au public, des rejets et des transferts de polluants. Il se fonde sur l'ordonnance sur le registre des rejets de polluants et des transferts de déchets et de polluants dans les eaux usées<sup>4</sup>, qui met en œuvre le Protocole sur les registres des rejets et transferts de polluants<sup>5</sup>, ratifié par la Suisse. Le registre contient des informations sur les 86 polluants rejetés dans l'air, l'eau ou le sol par des sources ponctuelles ainsi que sur les transferts de déchets et de déchets spéciaux. Dans le contexte du protocole susmentionné, le terme de « polluants » a été interprété au sens large afin d'inclure tous les types d'émissions non désirées, y compris les gaz à effet de serre et, dans le cas des émissions dans l'eau, également les nutriments. Il incombe aux entreprises de communiquer elles-mêmes chaque année, avant la fin du premier semestre, les données concernant l'année précédente, qui sont contrôlées par les cantons et publiées par l'OFEV au cours du premier trimestre de l'année suivante. Les informations les plus fiables à disposition doivent être utilisées dans le cadre de la collecte de ces données ; les rapports peuvent être basés sur des mesures, des calculs ou des estimations.

Le registre comprend les notifications faites par quelque 200 entreprises actives dans les neuf branches concernées : énergie, fabrication et transformation des métaux, industrie de transformation des minéraux, industrie chimique, gestion des déchets et des eaux usées, élevage intensif de volailles ou de porcs et aquaculture, fabrication d'aliments et de boissons et autres branches industrielles (pour lesquelles cinq sous-catégories ont été définies). Les entreprises nouvellement créées ou celles qui, de par leur croissance, dépassent les seuils de notification doivent s'enregistrer elles-mêmes. Il appartient aux cantons de vérifier que les entreprises sises sur leur territoire respectent l'obligation de notifier.

Dans le cadre du protocole susmentionné, deux types de seuils de notification ont été définis : d'une part, des seuils de notification fixés en fonction de la taille de l'entreprise, qui sont généralement basés sur des chiffres clés tels que les quantités produites et, d'autre part, des seuils de notification spécifiques aux polluants, qui sont fixés de sorte que seules les grandes sources ponctuelles soient soumises à l'obligation de notifier. S'agissant des gaz à effet de serre, les seuils de notification par an sont de 100 000 tonnes pour le dioxyde de carbone, de 100 tonnes pour le méthane, de 10 tonnes pour le protoxyde d'azote, de 100 kg pour les hydrocarbures perfluorés, de 100 kg pour les hydrocarbures partiellement fluorés et de 50 kg pour l'hexafluorure de soufre, la masse indiquée se référant à la substance et non à son potentiel de réchauffement global en éq.-CO<sub>2</sub>. Une notification ne doit être faite que si la taille de l'entreprise le requiert et que l'émission d'un polluant ou un transfert de déchets au moins dépasse le seuil spécifié. Aussi, de nombreuses petites et moyennes entreprises ne sont pas concernées par cette obligation.

La somme des émissions de gaz à effet de serre issues des grandes sources ponctuelles déclarées dans le registre PRTR ne représente qu'une partie des émissions comptabilisées dans l'inventaire des gaz à effet de serre. En effet, ce dernier recense toutes les émissions, qu'une entreprise soit ou non enregistrée dans le PRTR. Le PRTR n'a pas pour vocation de répertorier de manière complète les gaz à effet de serre ou d'autres polluants. Il s'agit plutôt d'un outil de communication destiné à informer le public sur les émissions rejetées par des sources ponctuelles d'une certaine importance. Une comparaison directe avec l'inventaire des gaz à effet de serre n'est généralement pas possible, car aucune distinction n'est faite entre les émissions énergétiques et les émissions non énergétiques. Par ailleurs,

---

<sup>4</sup> RS 814.017

<sup>5</sup> RS 0.814.08

les émissions de dioxyde de carbone ne sont pas ventilées entre sources fossiles et sources biogènes ; la notification porte toujours sur les émissions totales.

En 2018<sup>6</sup>, trois entreprises ont déclaré des émissions de protoxyde d'azote supérieures au seuil fixé : Lonza (1810 tonnes) ainsi que les stations d'épuration des eaux usées ProRhen (47,3 tonnes) et ARA Rhein (19,3 tonnes). Deux autres entreprises ont déclaré moins de 100 kg sur une base volontaire. Les émissions de protoxyde d'azote de l'industrie chimique figurant dans le PRTR européen s'élevaient à 17 822 tonnes en 2017, dont 6595 provenant d'installations chimiques pour la production industrielle de produits chimiques organiques de base. L'OFEV a signalé à l'Agence européenne des produits chimiques les émissions issues de la production de niacine découvertes chez Lonza. Ces données n'ont toutefois pas encore été inscrites dans le registre européen, la page d'interrogation du site étant en cours de reprogrammation.

L'agriculture est considérée comme la source la plus importante de protoxyde d'azote. En Suisse, aucune émission provenant de l'agriculture n'a été déclarée dans le PRTR, car les exploitations se situent en dessous du seuil de notification. En 2017, 1308 tonnes d'émissions générées par un total de 30 exploitations agricoles ont été déclarées dans le PRTR européen. Il s'agit d'installations destinées à la détention ou à l'élevage intensif de volailles ou de porcs, disposant de plus de 40 000 emplacements pour des volailles, de plus de 2000 emplacements pour des porcs d'engraissement (de plus de 30 kg) ou de plus de 750 emplacements pour des truies. Il n'existe pas d'installations ou d'exploitations d'engraissement de cette taille en Suisse.

#### **4 Réglementation par les biais de dispositions relatives aux substances**

En principe, le rejet de substances qui se forment en tant que sous-produits indésirables au cours de processus de fabrication dans l'industrie chimique et qui ont un effet de serre peut également être limité par des dispositions dans la législation sur les produits chimiques. Aussi, le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication prévoit, en complément d'autres mesures, une modification de l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim, RS 84.81), qui doit être mise en consultation en même temps que la révision totale de l'ordonnance sur le CO<sub>2</sub>, rendue nécessaire par la révision totale de la loi sur le CO<sub>2</sub> adoptée par le Parlement en automne 2020. L'ORRChim régit aujourd'hui déjà les émissions autorisées de gaz à effet de serre fluorés à longue durée de vie, qui sont des sous-produits ayant un effet de serre formés lors de synthèses chimiques. Des dispositions similaires devront être introduites pour le protoxyde d'azote qui, comme les gaz à effet de serre fluorés, a également une longue durée de vie dans l'atmosphère. Le projet de réglementation prévoit que le protoxyde d'azote qui se forme en tant que sous-produit lors de la fabrication de certaines substances désignées nommément, dont la niacine, doit être transformé selon l'état de la technique. L'état de la technique est défini comme la réduction catalytique ou un autre procédé ayant une efficacité comparable. D'autres processus de synthèse au cours desquels d'autres substances réagissent avec des oxydes d'azote ou de l'acide nitrique, et qui génèrent du protoxyde d'azote en tant que sous-produit dans des proportions comparables, doivent être soumis par analogie à l'obligation de le transformer.

#### **5 Évaluation / Conclusion**

La Suisse tient l'inventaire des gaz à effet de serre conformément aux directives internationales, qui garantissent un recensement aussi complet et précis que possible des émissions et sont continuellement adaptées aux nouvelles connaissances scientifiques. Ainsi, les facteurs de pondération qui standardisent les potentiels de réchauffement global différents des divers gaz à effet de serre ont été augmentés ces dernières années pour le méthane et le protoxyde d'azote. L'OFEV soutient également divers projets visant à améliorer le calcul des émissions de certaines catégories, comme le projet de recherche de l'Eawag sur les émissions de protoxyde d'azote des stations d'épuration.

---

<sup>6</sup> Données les plus récentes publiées ; dans le PRTR européen les données disponibles sont celles de 2017 (l'annonce concernant Lonza n'y figure pas).

Toutefois, la réglementation, aussi bien internationale que nationale, reflète uniquement l'état des connaissances et n'offre pas nécessairement de moyens pour traiter de nouvelles sources non connues auparavant. Aussi, la nouvelle réglementation prévue à l'annexe 1.5 ORRChim vise à éviter cette situation. Elle précise que, outre les procédés de fabrication dont on sait qu'ils génèrent du protoxyde d'azote, d'autres procédés de synthèse utilisés dans l'industrie chimique et pharmaceutique au cours desquels des substances réagissent avec des oxydes d'azote ou de l'acide nitrique seront également soumis à l'obligation de transformer le protoxyde d'azote par mesure de précaution, ce gaz pouvant potentiellement être généré lors de l'emploi de ces oxydants. L'OFEV estime qu'il n'est pour l'heure pas nécessaire d'introduire une réglementation plus stricte.

## Annexe

### Vue d'ensemble des émissions de procédé selon les lignes directrices du GIEC

Le tableau 1 présente un extrait des lignes directrices du GIEC et donne un aperçu des émissions de procédé potentielles. Les émissions recensées dans l'inventaire des gaz à effet de serre de la Suisse sont décrites au point 2.3.

Tableau 1 : Procédés industriels et utilisations des produits et leurs émissions potentielles, extrait du volume 3 des lignes directrices du GIEC<sup>7</sup>

TABLEAU AU 1.1 CATEGORIES DE PROCÉDES INDUSTRIELS ET D'UTILISATION DES PRODUITS ET LEURS ÉMISSIONS POTENTIELLES							
2 Procédés industriels et utilisation des produits <sup>(Note 1, 2)</sup>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Autres gaz halogénés <sup>(Note 3)</sup>
<b>2A Industrie minérale</b>							
2A1 : Production de ciment	X	*					
2A2 : Production de chaux	X	*					
2A3 : Production de verre	X	*					
2A4 : Autres utilisations des carbonates dans les procédés							
2A4a : Céramique	X	*					
2A4b : Autres utilisations du carbonate de sodium	X	*					
2A4c : Production de magnésium non-métallurgique	X	*					
2A4d : Autre	X	*					
2A5 : Autre	X	*	*				
<b>2B Industrie chimique</b>							
2B1 : Production d'ammoniac	X	*	*				
2B2 : Production d'acide nitrique	*	*	X				
2B3 : Production d'acide adipique	*	*	X				
2B4 : Production de caprolactame, de glyoxale et d'acide glyoxylique	*	*	X				
2B5 : Production de carbure	X	X	*				
2B6 : Production de dioxyde de titane	X	*	*				
2B7 : Production de carbonate de sodium	X	*	*				
2B8 : Production pétrochimique et de noir de charbon							
2B8a : Méthanol	X	X	*				
2B8b : Éthylène	X	X	*				
2B8c : Dichlorure d'éthylène et chlorure de vinyle monomère	X	X	*				
2B8d : Oxyde d'éthylène	X	X	*				
2B8e : Acrylonitrile	X	X	*				
2B8f : Noir de charbon	X	X	*				
2B9 : Production fluorochimique <sup>(Note 4)</sup>							
2B9a : Émissions dérivées <sup>(Note 5)</sup>				X	X	X	X
2B9b : Émissions fugitives <sup>(Note 5)</sup>				X	X	X	X
2B10 : Autre	*	*	*	*	*	*	*
<b>2C Industrie du métal</b>							
2C1 : Production sidérurgique	X	X	*				
2C2 : Production de ferroalliages	X	X	*				
2C3 : Production d'aluminium	X	*			X		
2C4 : Production de magnésium <sup>(Note 6)</sup>	X			X	X	X	X
2C5 : Production de plomb	X						
2C6 : Production de zinc	X						
2C7 : Autre	*	*	*	*	*	*	*
<b>2D Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants <sup>(Note 7)</sup></b>							
2D1 : Utilisation de lubrifiant	X						
2D2 : Utilisation de cire de paraffine	X	*	*				
2D3 : Utilisation de solvant <sup>(Note 8)</sup>							
2D4 : Autre <sup>(Note 9)</sup>	*	*	*				
<b>2E Industrie électronique</b>							
2E1 : Circuit intégré ou semi-conducteur <sup>(Note 10)</sup>	*		*	X	X	X	X
2E2 : Ecran plat TFT (matrice active) <sup>(Note 10)</sup>				X	X	X	X

<sup>7</sup> [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/pdf/3\\_Volume3/V3\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/pdf/3_Volume3/V3_1_Ch1_Introduction.pdf)



Tableau 1 (suite) : Procédés industriels et utilisations des produits et leurs émissions potentielles, extrait du volume 3 des lignes directrices du GIEC

TABLEAU AU I.1 CATEGORIES DE PROCEDES INDUSTRIELS ET D'UTILISATION DES PRODUITS ET LEURS EMISSIONS POTENTIELLES							
2 Procédés industriels et utilisation des produits <sup>(Note 1, 2)</sup>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Autres gaz halogénés <sup>(Note 3)</sup>
2E3 : Photovoltaïque <sup>(Note 10)</sup>				X	X	X	X
2E4 : Fluide de transfert de chaleur <sup>(Note 11)</sup>							X
2E5 : Autre	*	*	*	*	*	*	*
<b>2F Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone</b>							
2F1 : Réfrigération et conditionnement d'air							
2F1a : Réfrigération et conditionnement d'air fixe	*			X	X		*
2F1b : Conditionnement d'air mobile	*			X	X		*
2F2 : Agents d'expansion des mousses	*			X	*		*
2F3 : Protection contre le feu	*			X	X		*
2F4 : Aérosols				X	X		*
2F5 : Solvants <sup>(Note 12)</sup>				X	X		*
2F6 : Autres applications	*	*	*	X	X		*
<b>Fabrication et utilisation d'autres produits</b>							
2G1 : Equipement électrique							
2G1a : Fabrication de matériel électrique <sup>(Note 13)</sup>					X	X	*
2G1b : Utilisation de matériel électrique <sup>(Note 13)</sup>					X	X	*
2G1c : Mise au rebut de matériel électrique <sup>(Note 13)</sup>					X	X	*
2G2 : SF <sub>6</sub> et PFC provenant des utilisations d'autres produits							
2G2a : Applications militaires					*	X	*
2G2b : Accélérateurs <sup>(Note 14)</sup>					*	X	*
2G2c : Autre					X	X	*
2G3 : N <sub>2</sub> O provenant des utilisations de produits							
2G3a : Applications médicales			X				
2G3b : Propergol pour produits sous pression et aérosols			X				
2G3c : Autre			X				
2G4 : Autre	*	*		*			*
<b>2H Autre</b>							
2H1 : Industrie du papier et de la pâte à papier <sup>(Note 15)</sup>	*	*					
2H2 : Industrie des aliments et des boissons <sup>(Note 15)</sup>	*	*					
2H3 : Autre	*	*	*				

1) « X » désigne des gaz pour lesquels des orientations méthodologiques sont présentées dans ce volume.

2) « \* » désigne des gaz qui peuvent produire des émissions, mais pour lesquels aucune directive méthodologique n'est présentée dans ce volume.