

# Rapport **OMINEA** | Chimie Ed. 2025

Organisation et méthodes des  
inventaires nationaux des émissions  
atmosphériques en France

# Rapport **OMINEA** | Chimie

## Ed. 2025

### Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France

Avril 2025

| Rédaction     |   |
|---------------|---|
| Contributeurs | Grégoire BONGRAND, Maxime CELESTE, Lisa GRELLIER, Corentin VANCAYSEELE, Shouwen ZANG. |

| Coordination, Vérification et Approbation finale |  |            |
|--|--|------------|
| Coordination et Vérification                     | Grégoire BONGRAND, Ingénieur d'études<br>Jean-Pierre CHANG, Directeur adjoint<br>Vincent MAZIN, Ingénieur d'études | 15/04/2025 |
| Approbation finale                               | Nadine ALLEMAND, Directrice adjointe<br>Jérôme BOUTANG, Directeur général  | 15/04/2025 |

Pour citer ce document :

Citepa, 2025. Rapport OMINEA | Chimie – 22<sup>ème</sup> édition

© Citepa 2025

Ce Rapport a été réalisé avec la participation financière du Ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche (MTBFMT).

Cette édition annule et remplace toutes les éditions antérieures relatives au même format d'inventaire.

Rapport n°2590omi/ 2025 | 2. Chimie.docx

Ce rapport national d'inventaire est disponible sur le site Internet du Citepa, à la page suivante :

<https://www.citepa.org/methodologie-de-linventaire-omine/>

@ Citepa

42, rue de Paradis – 75010 PARIS – Tel. 01 44 83 68 83 – Fax 01 40 22 04 83

[www.citepa.org](http://www.citepa.org) | [contact@citepa.org](mailto:contact@citepa.org)



# Sommaire

|  |    |
|--|----|
| Table des illustrations.....                                     | 3  |
| Préambule .....  | 4  |
| Industrie chimique   Introduction .....                          | 5  |
| Ammoniac .....   | 6  |
| Acide nitrique .....   | 10 |
| Production d'acide adipique .....                                | 13 |
| Production d'acide glyoxylique .....                             | 16 |
| Carbure de calcium .....   | 19 |
| Production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium ..... | 22 |
| Noir de carbone.....   | 25 |
| Production d'éthylène et propylène.....                          | 28 |
| Autres productions de la chimie organique.....                   | 33 |
| Production de HFC, PFC et SF <sub>6</sub> .....                  | 40 |
| Torchères dans l'industrie chimique.....                         | 42 |
| Sites chimiques (décarbonatation).....                           | 45 |
| Autres procédés de la chimie inorganique .....                   | 48 |

## Table des illustrations

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de la production d'ammoniac.....   | 9  |
| Figure 2: Logigramme du processus d'estimation des émissions de la production d'acide nitrique .....   | 12 |
| Figure 3 : Logigramme du processus d'estimation des émissions liées à la production de carbure de calcium (CaC <sub>2</sub> ) -2B5. ....     | 21 |
| Figure 4 : Logigramme du processus d'estimation des émissions liées à l'utilisation de carbure de calcium (CaC <sub>2</sub> ) -2B5. ....     | 21 |
| Figure 5 : Logigramme du processus d'estimation des émissions liées à la production de noir de carbone -2B8&10. ....                         | 27 |
| Figure 6 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de GES pour la production d'éthylène et de propylène - 2B8&10 .....            | 30 |
| Figure 7 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de polluants pour la production d'éthylène et de propylène – 2B10 .....        | 32 |
| Figure 8 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de polluants pour les autres productions de la chimie organique – 2B8&10 ..... | 39 |
| Figure 9 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de polluants pour les torchères de l'industrie chimique – 2B10 .....           | 44 |
| Figure 9 - Logigramme du processus d'estimation des émissions relatives à la décarbonatation dans l'industrie chimique. ....                 | 46 |

# Préambule

Le rapport OMINEA comprend une description détaillée, par secteur émetteur, des méthodologies utilisées pour estimer les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques (approche utilisée, données sources, hypothèses, facteurs d'émissions, etc.).

Le présent document s'attache à décrire les méthodologies utilisées pour estimer les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques du secteur **Chimie**.

En parallèle, les méthodologies détaillées des autres secteurs sont disponibles sur le site internet du Citepa. Les volumes sont structurés commeme suit :

- OMINEA. Parties générales
- OMINEA. Énergie. Éléments généraux
- OMINEA. Industrie de l'énergie
- OMINEA. Industrie manufacturière
- OMINEA. Transports
- OMINEA. Autres secteurs
- OMINEA. Non spécifiés
- OMINEA. Émissions fugitives des combustibles
- OMINEA. Produits minéraux
- OMINEA. Chimie
- OMINEA. Métallurgie
- OMINEA. Produits non énergétiques des carburants et de l'utilisation de solvants
- OMINEA. Industrie électronique
- OMINEA. Consommation d'halocarbures et SF6
- OMINEA. Autres usages et fabrication de produits
- OMINEA. Autres procédés
- OMINEA. Agriculture
- OMINEA. Déchets
- OMINEA. UTCATF
- OMINEA. Autres
- OMINEA. Références & Annexes

Toutes les références et annexes citées dans le présent document font références au document OMINEA. Références & Annexes évoqué ci-dessus. **Il est conseillé de télécharger ce document en parallèle dans le cadre d'une consultation du présent guide méthodologique.**



# Industrie chimique | Introduction

La chimie est à l'origine d'émissions de  $\text{CO}_2$  et  $\text{N}_2\text{O}$  principalement. Chaque sous-secteur a ses propres spécificités.

Cette section présente les méthodes de calcul des émissions des activités suivantes :

- Production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium
- Production d'ammoniac
- Production d'acide nitrique
- Production d'acide adipique
- Production d'acide glyoxylique et de glyoxal
- Production et utilisation de carbure de calcium
- Production de noir de carbone
- Combustion de sous-produits issus des matières premières introduites dans les fours de vapocraquage
- Production de l'éthylène et du propylène
- Autres productions de la chimie organique
- Production de HFC et PFC,
- Destruction du fluor dans la chimie du nucléaire,
- Production de HCFC-22 et d'acide fluoré.
- Utilisation de torchères dans l'industrie chimique
- Utilisation de matières carbonées dans l'industrie chimique
- Autres productions de la chimie inorganique

Rédaction : **Grégoire BONGRAND**, **Maxime CELESTE**, **Lisa GRELLIER**, **Corentin VANCAYSEELE**, **Shouwen ZANG**

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 20/01/2025          | GB          | 31/01/2025         | VM           |

# Ammoniac

Cette section porte sur les émissions liées à la production d'ammoniac. Dans ce chapitre, les méthodologies d'estimation des émissions liées aux procédés sont présentées. Pour connaître celles liées à la combustion, le lecteur peut se référer au chapitre 1A2c\_autres fours. Seule l'exception est faite pour le CO<sub>2</sub> induit par l'usage de gaz de réseau dans les vaporeformeurs qui, selon les lignes directrices du GIEC 2006, doit être alloué entièrement au CRT 2B1 pour éviter une omission ou un double-compte.

## Correspondance dans divers référentiels :

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| CCNUCC / CRT             | 2.B.1        |
| CEE-NU / NFR             | 2.B.1        |
| SNAPc (extension Citepa) | 04.04.03     |
| CE / directive IED       | 4.2.a        |
| CE / E-PRTR              | 4bi          |
| CE / directive GIC       | (Hors champ) |

## Approche méthodologique :

| Activité                    | Facteurs d'émission  |
|-----------------------------|--|
| Production totale nationale | Utilisation de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site ou de facteurs d'émission par défaut |

## Niveau de méthode :

CO<sub>2</sub> : Rang 3 depuis 2004. De 1990 à 2003, rang 2 du fait de l'utilisation des activités par site et du report du FE spécifique par site de 2004.

NO<sub>x</sub> et COVNM : Rang 2.

NH<sub>3</sub> : Rang 3 depuis 2003. De 1990 à 2002, rang 2 du fait de la prise en compte de la production nationale et du report du FE moyen calculé pour 2003.

## Références utilisées :

[19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants

[50] Données communiquées directement par les exploitants au Citepa

[53] SESSI / INSEE – Bulletin mensuel de statistique industrielle

[118] UIC - Rapport annuel sur l'évolution de l'industrie chimique en France

[272] INSEE – Annuaire rétrospectif de la France - 1948 – 1988

[1076] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 2.B Chemical industry, table 3.7

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

La synthèse de l'ammoniac est réalisée par reformage à la vapeur à partir du gaz de réseau (majoritairement du gaz naturel, utilisé en tant que matière première).

Le carbone libéré entraîne la production de  $\text{CO}_2$ , dont une partie est valorisée pour la synthèse d'urée ou la production de  $\text{CO}_2$  liquéfié, et l'autre partie est rejetée directement à l'atmosphère. L'hydrogène, produit par reformage du méthane, est mis en réaction avec l'azote pour produire l'ammoniac, ce qui conduit à des rejets de  $\text{NO}_x$ , COVM, CO et de  $\text{NH}_3$ .

Il y avait, en France, 7 sites de production en activité en 1990. Après 2009, il restait quatre sites en activité à la suite de la fermeture de deux sites courant 2001 et un autre courant 2009. En 2023, l'un des quatre derniers fours d'ammoniac a été mis à l'arrêt, sa fermeture restant à être confirmée en 2024.

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

La production d'ammoniac totale provient de statistiques nationales pour les périodes 1960–1978 [272] et 1986-2006 [53], [118]. En l'absence d'information, une interpolation linéaire est mise en œuvre pour la période 1979-1985. Des productions par site ont été obtenues par communications des exploitants pour les années 1990, 1995, 1999 et suivantes [50]. Depuis 2007, la production d'ammoniac est obtenue exclusivement à partir des déclarations annuelles de rejets [19].

Les consommations de gaz de réseau des vaporeformeurs et les émissions associées proviennent des déclarations à partir de 2004 [19]. Avant cette période, les consommations et émissions de la production d'ammoniac sont estimées à partir des données déclarées pour l'année 2004 et des productions fournies par site.

A noter que, depuis l'édition 2025, les consommations de gaz de réseau, provenant des déclarations des exploitants [19], sont séparées en flux de gaz naturel (NAPFUE 301) et biométhane (NAPFUE 31B), en appliquant le taux de biométhane moyen national sur toute la série historique (notamment, non nul à partir de 2012 – cf. section générale énergie).

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de $\text{CO}_2$**

Deux spécificités sont à considérer quant au calcul des émissions de  $\text{CO}_2$  :

- D'une part, le gaz de réseau (mélange de gaz naturel et biométhane) est utilisé en tant que matière première mais également en tant que combustible, dans des fours et des chaudières. Ces diverses consommations sont à l'origine d'émissions de  $\text{CO}_2$ . Seules les émissions du  $\text{CO}_2$  issues des consommations de gaz de réseau, énergétiques et non énergétiques, des fours, sont comptabilisées dans cette partie. Pour information, les exploitants déclarent soit séparément les émissions procédé et combustion, soit l'ensemble des émissions sans distinction [19], auquel cas des communications nous permettent de les déterminer [50].
- D'autre part, pour certains sites, une partie du  $\text{CO}_2$  émis est réutilisée pour la synthèse de l'urée ou la production de  $\text{CO}_2$  liquéfié. Le  $\text{CO}_2$  mis en œuvre pour fabriquer le produit (urée ou  $\text{CO}_2$  liquéfié) est par la suite réémis après un stockage intermédiaire temporaire (exemple : hydrolyse de l'urée par les microorganismes du sol suite à son épandage en tant que fertilisant).



Conformément aux lignes directrices du GIEC 2006 :

- Les quantités de CO<sub>2</sub> réutilisées pour la production de CO<sub>2</sub> liquéfié sont comptabilisées dans le secteur de la production d'ammoniac alors que,
- Le CO<sub>2</sub> utilisé pour la production d'urée est comptabilisé dans les secteurs consommateurs d'urée (e.g. agriculture, etc.).

Depuis 2004, les émissions de CO<sub>2</sub> proviennent des déclarations annuelles de rejets [19] complétées par des échanges avec les exploitants [50]. Pour les années 1990 à 2003, les émissions de CO<sub>2</sub> sont recalculées par site, à partir du facteur émission spécifique à chaque installation de 2004 et de la production annuelle. La cohérence temporelle depuis 1990 est vérifiée par le fait que le facteur d'émission global est du même ordre de grandeur sur toute la série et par le fait que le périmètre des producteurs considérés est identique sur toute la série. Les quantités de CO<sub>2</sub> réutilisées pour la production de CO<sub>2</sub> liquéfié et d'urée sont également directement fournies par les exploitants [19, 50]. Avant 1990, les émissions sont déterminées à partir de la production nationale et du facteur d'émission national de 1990.

Il est à noter qu'un site de production, fermé en 2009, ne produisait pas l'hydrogène nécessaire au procédé mais l'achetait à un site voisin : ce site émettait donc peu de CO<sub>2</sub> au niveau de son procédé de production d'ammoniac comparé aux autres sites.

En 2013, la production d'ammoniac est entrée dans le champ d'application du système d'échange de quotas de gaz à effet de serre (émissions de CO<sub>2</sub> de procédé).

## Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

### **Emissions de NO<sub>x</sub>**

Les émissions de NO<sub>x</sub> sont déterminées à partir d'un facteur d'émission par défaut issu du Guidebook EMEP/EEA [1076] pour la production d'ammoniac par vaporeformage.

### **Emissions de COVNM**

Les émissions de COVNM sont déterminées à partir d'un facteur d'émission par défaut issu du Guidebook EMEP/EEA [1076] pour la production d'ammoniac par vaporeformage.

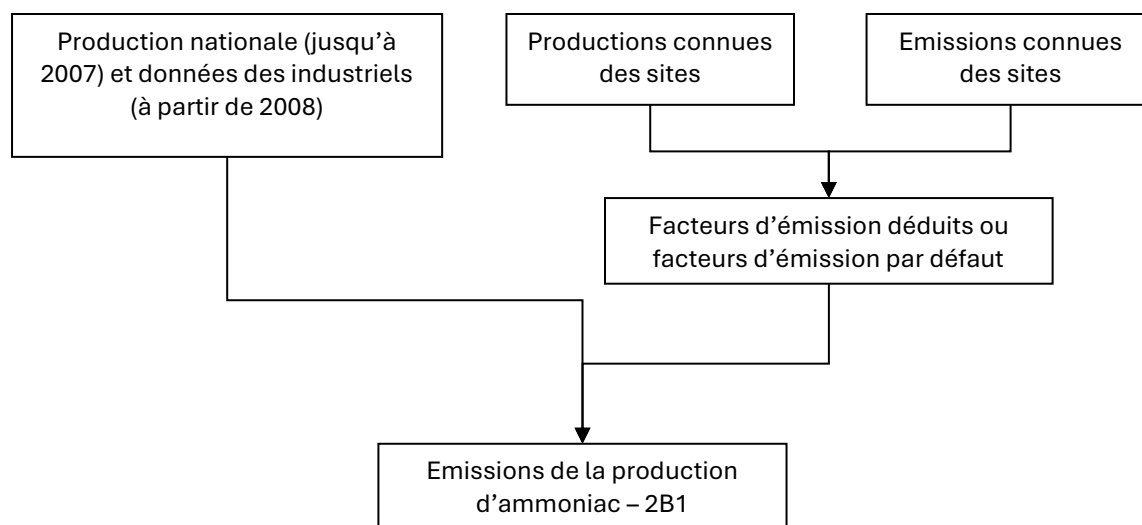
### **Emissions de CO**

Les émissions de CO sont déterminées à partir d'un facteur d'émission par défaut issu du Guidebook EMEP/EEA [1076] pour la production d'ammoniac par vaporeformage.

### **Emissions de NH<sub>3</sub>**

Les émissions de NH<sub>3</sub> sont estimées au moyen de facteurs d'émission déterminés chaque année à partir des émissions déclarées par une partie des sites producteurs depuis 2003 [19]. Pour les années antérieures à 2003, le facteur d'émission global déterminé à partir des émissions déclarées en 2003 est appliqué à la production nationale.

Figure 1 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de la production d'ammoniac.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 22/01/2025          | SZ          | 31/01/2025         | VM           |

# Acide nitrique

Cette section porte sur les émissions liées à la production d'acide nitrique.

## Correspondance dans divers référentiels :

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| CCNUCC / CRT             | 2.B.2        |
| CEE-NU / NFR             | 2.B.2        |
| SNAPc (extension Citepa) | 04.04.02     |
| CE / directive IED       | 4.2.b        |
| CE / E-PRTR              | 4bi          |
| CE / directive GIC       | (Hors champ) |

## Approche méthodologique :

| Activité                    | Facteurs d'émission   |
|-----------------------------|---|
| Production totale nationale | Utilisation, selon les polluants, de facteurs par défaut ou de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site |

## Niveau de méthode :

N<sub>2</sub>O : Rang 3

NO<sub>x</sub> : Rang 3

NH<sub>3</sub> : Rang 1

## Références utilisées :

- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [143] UNIFA – Union des industries de la fertilisation – communication personnelle de données
- [144] Citepa - Etude documentaire n°53 décembre 1977 page 310
- [145] OFEFP édition 1995 page 115
- [146] AFNOR – référentiel de bonnes pratiques BP X 30-331
- [272] INSEE – Annuaire rétrospectif de la France - 1948 – 1988
- [733] Rhodia – Communication de données confidentielles. Octobre 2002

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

L'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) est produit par oxydation catalytique (toile de platine) de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) en présence d'air. Deux types de procédés industriels sont utilisés : simple pression et double pression.

On distingue chimiquement trois étapes :

- Oxydation de l'ammoniac en oxyde nitreux ( $\text{NO}$ ) :  $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$
- Oxydation de celui-ci en oxyde nitrique ( $\text{NO}_2$ ) :  $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$
- Absorption de celui-ci dans l'eau ( $\text{HNO}_3$ ) :  $4 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{HNO}_3$

La réaction complète est donc :  $\text{NH}_3 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

De plus les réactions parasites occasionnent la formation de protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ) :

- Sur toute la durée du cycle :  $4 \text{NH}_3 + 4 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{N}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$
- En début/fin de cycle :  $2 \text{NH}_3 + 8 \text{NO} \rightarrow 5 \text{N}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$  ;  $4 \text{NH}_3 + 4 \text{NO} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{N}_2\text{O} + 6 \text{H}_2\text{O}$

En conséquence, la production d'acide nitrique est une source de  $\text{N}_2\text{O}$ , de  $\text{NO}_x$  et de  $\text{NH}_3$ .

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

De 1990 à 2001, la production d'acide nitrique est obtenue à l'aide de statistiques nationales [143] et par communication d'un groupe [733] puis des données déclarées par les exploitants [19] depuis 2002. Les productions avant 1990 proviennent d'un annuaire statistique [272].

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de $\text{N}_2\text{O}$**

La fédération sectorielle a communiqué au Citepa les émissions par site pour 1990 et de 1999 à 2001 et une valeur d'émission pour l'ensemble des sites pour les années 1991 à 1998 [143]. Ces données ont été comparées par le Citepa aux données disponibles dans les déclarations des rejets des industriels pour validation [19]. A ces valeurs sont ajoutées les émissions des installations d'un groupe [733] non inclus dans les statistiques de la fédération. La totalité des émissions liées à la production nationale est donc prise en compte sur la période 1990-2001, à partir de données collectées en bottom-up ou issues d'une approche bottom-up.

A partir de 2002, les émissions de chaque site du périmètre considéré sont disponibles dans les déclarations des rejets industriels [19]. L'ensemble de ces émissions est déterminé par les exploitants par mesure.

Il est à noter que depuis 2013, la production d'acide nitrique est entrée dans le système d'échange de quotas de gaz à effet de serre. Par ailleurs, en 2002, les industriels ont adopté un référentiel de Bonnes Pratiques approuvé par l'AFNOR [146] pour estimer les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$  des ateliers de fabrication d'acide nitrique.

# Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

## Emissions de $\text{NO}_x$

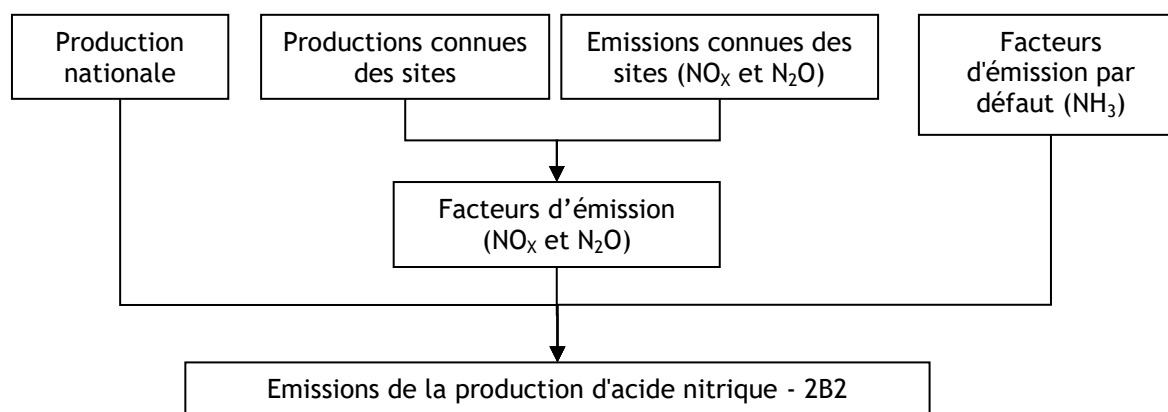
Les émissions de  $\text{NO}_x$  sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission déterminé de la façon suivante :

- Une étude du Citepa [144] permet de connaître les facteurs d'émission moyens pour les années 1960 et 1970, les années intermédiaires de 1960 à 1989 sont interpolées ;
- Un bilan des émissions par site a été réalisé pour les années 1990, 1994, 1995 et chaque année depuis 2002 chaque année, à partir des déclarations des rejets des industriels [19]. Ce bilan par site permet de déduire un facteur d'émission moyen pour les années correspondantes ;
- Le facteur d'émission des années intermédiaires est interpolé.

## Emissions de $\text{NH}_3$

Les émissions de  $\text{NH}_3$  sont calculées au moyen d'un facteur d'émission par défaut issu de la littérature [145].

**Figure 2: Logigramme du processus d'estimation des émissions de la production d'acide nitrique**



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 21/01/2025          | CV          | 31/01/2025         | VM           |

# Production d'acide adipique

Cette section se rapporte à la fabrication d'acide adipique, qui engendre des émissions de N<sub>2</sub>O importantes.

## Correspondance dans divers référentiels :

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| CCNUCC / CRT             | 2.B.2        |
| CEE-NU / NFR             | 2.B.2        |
| SNAPc (extension Citepa) | 040402       |
| CE / directive IED       | 4.2.b        |
| CE / E-PRTR              | 4bi          |
| CE / directive GIC       | (Hors champ) |

## Approche méthodologique :

| Activité                                   | Facteurs d'émission   |
|--|---|
| Production totale nationale confidentielle | Communication personnelle du site de production, méthode spécifique |

## Niveau de méthode :

Rang 3.

## Références utilisées :

[19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants

[147] Rhodia PI Chalampé - Données confidentielles communiquées par le site

# Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

L'acide adipique se présente sous la forme d'une poudre blanche employée essentiellement pour la production de nylon. L'acide adipique est produit par oxydation d'un mélange de cyclohexanone / cyclohexanol sous l'action de l'acide nitrique. Cette oxydation engendre des émissions de N<sub>2</sub>O principalement et de NO<sub>x</sub> dans une moindre mesure. Il n'y a qu'un seul site de production d'acide adipique en France, l'usine Rhodia à Chalampé. Les effluents gazeux émis par les ateliers de Chalampé contiennent entre 40 et 65% de N<sub>2</sub>O. Le gaz de procédé est épuré thermiquement.

L'atelier de destruction des N<sub>2</sub>O, installé depuis 1998 sur le site, permet la synthèse d'acide nitrique par absorption des NO<sub>x</sub> formés. Cet atelier est équipé d'un traitement catalytique des NO<sub>x</sub> avant rejet à l'atmosphère. Les émissions liées à la synthèse de l'acide nitrique sont traitées dans la section 2B2\_nitric acid.

Il est à noter que le site émet également du CO<sub>2</sub> qui provient de l'oxydation d'une partie des matières premières.

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

Les émissions, facteurs d'émission et la production (confidentielle) étaient communiquées directement par le site [147] jusqu'en 2009. A partir de 2010, les données de production (confidentielles) et d'émission sont désormais récupérées dans les déclarations annuelles de rejets [19].

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de CO<sub>2</sub>**

La production d'acide adipique est émettrice de CO<sub>2</sub> qui provient de la production du mélange cyclohexanone / cyclohexanol et de l'oxydation d'une partie des matières premières. Ces émissions de CO<sub>2</sub> sont déterminées à partir des déclarations annuelles des émissions [19]. Le facteur d'émission établi sur la base des années récentes est reporté jusqu'en 1960 compte tenu des caractéristiques de l'installation qui n'ont pas évolué.

### **Emissions de N<sub>2</sub>O**

Les émissions de N<sub>2</sub>O proviennent de communications directes avec le site [147] ou sont extraites des déclarations annuelles des émissions [19].

En marche normale, les émissions de N<sub>2</sub>O sont mesurées en continu au moyen d'un chromatographe. En marche dégradée, les gaz provenant du procédé sont émis directement à l'atmosphère. Les émissions de N<sub>2</sub>O sont alors déterminées par bilan matière. Les émissions calculées correspondent à plus de 98% de l'ensemble des émissions.

Les émissions de N<sub>2</sub>O ont été réduites de plus de 99% depuis 1990 grâce au système de traitement installé en 1998. Le N<sub>2</sub>O est brûlé avec du méthane dans des conditions particulières pour transformer le N<sub>2</sub>O en NO, NO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>. Le N<sub>2</sub>O et le N<sub>2</sub> sont ensuite adsorbés dans l'eau pour créer de l'acide nitrique. Une forte réduction a été observée entre 2003 et 2004 suite au renouvellement d'un élément du système de traitement qui s'avérait perturber la performance de l'ensemble. La diminution du facteur d'émission depuis 2011 résulte de la réalisation d'un projet visant à réduire les émissions de N<sub>2</sub>O par augmentation et fiabilisation de la collecte de N<sub>2</sub>O en direction de l'unité de traitement N<sub>2</sub>O (Projet Chal'ange, réalisé en plusieurs tranches à partir de 2008). Les fluctuations des émissions de N<sub>2</sub>O sont fonction du nombre et de la durée des phases d'arrêt du système de traitement pour maintenance ou incident. En 2017, une augmentation des émissions de N<sub>2</sub>O par un facteur 10 a été observée à cause d'une défaillance importante de l'unité de traitement du N<sub>2</sub>O. Le problème a été réglé en 2018, où les émissions ont retrouvé un niveau similaire à 2016. En 2019 le système de traitement a été particulièrement efficace, ce qui, en combinaison avec une baisse de l'activité, a permis une baisse significative des émissions de N<sub>2</sub>O.

## Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

### **Emissions de NO<sub>x</sub>**

Les émissions de NO<sub>x</sub> sont extraites des déclarations annuelles des rejets [19].

Une forte baisse du facteur d'émission des NOx est constatée depuis la mise en place d'un procédé de récupération des vapeurs nitreuses et de leur transformation en acide nitrique.

#### **Emissions de COVNM**

La production d'acide adipique est émettrice de COVNM provenant de la production du mélange cyclohexanone / cyclohexanol et de l'oxydation d'une partie des matières premières. Entre 1988 et 2007 les émissions de COVNM sont déterminées à l'aide d'un facteur d'émission déterminé à partir d'une mesure de COVNM réalisée en 2007 [19] et de la production nationale (confidentielle, car un seul site producteur). Entre 2007 et 2017, un facteur d'émission diminuant graduellement est calculé à partir des mesures réalisées en 2007 et 2017, car ce sont les années où une campagne de mesure des fuitifs, visant à diminuer ces émissions, a été réalisée progressivement. A noter que ces émissions restent, en valeur absolue, très faibles.

#### **Emissions de CO**

Les émissions de CO sont issues de l'atelier de production du mélange de cyclohexanone / cyclohexanol, en amont de l'atelier de production d'acide adipique. Les émissions sont issues des déclarations annuelles [19].



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 21/01/2025          | CV          | 31/01/2025         | VM           |

## Production d'acide glyoxylique

Cette section porte sur la production d'acide glyoxylique et de glyoxal. Les installations connexes de combustion sont traitées dans d'autres sections.

### Correspondance dans divers référentiels :

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| CCNUCC / CRT             | 2B4          |
| CEE-NU / NFR             | 2B4          |
| SNAPc (extension Citepa) | 040523       |
| CE / directive IED       | 4.1b         |
| CE / E-PRTR              | 4aii         |
| CE / directive GIC       | (Hors champ) |

### Approche méthodologique :

| Activité                                       | Facteurs d'émission           |
|--|-------------------------------|
| Productions totales nationales confidentielles | Données d'émissions des sites |

### Niveau de méthode :

Rang 2 jusqu'en 2002 et Rang 3 depuis 2003.

### Références utilisées :

[19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants

[150] Dossier d'engagement AERES - site de Cuise-Lamotte - CLARIANT

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

Jusqu'en 2001, deux sites produisaient de l'acide glyoxylique et du glyoxal (base acétaldéhyde) en France. Depuis la fermeture en 2001 du site Clariant de Lillebonne, seul le site Weylchem (ex Clariant) de Cuise-Lamotte produit de l'acide glyoxylique et du glyoxal.

Deux procédés de synthèse du glyoxal sont utilisés et pris en compte dans ce secteur :

- Le procédé à base d'acétaldéhyde qui génère des émissions de  $N_2O$  ;
- Le procédé à base de mono éthylène glycol (MEG) qui génère des émissions de COVNM (depuis 2016) ;

La synthèse de l'acide glyoxylique par oxydation du glyoxal à l'aide d'acide nitrique génère des émissions de  $N_2O$  et de  $NO_x$ .

Les effluents issus des procédés de synthèse à partir d'acétaldéhyde et de synthèse de l'acide glyoxylique sont traités par oxydation thermique afin de réduire les émissions de  $N_2O$ , ce système a été introduit à partir de 1998 sur les unités de glyoxal de Cuise-Lamotte et en 2002 sur les unités d'acide glyoxylique.

Le glyoxal et l'acide glyoxylique sont vendus en phase aqueuse, le premier est un produit employé par les industries textile, papetière et pharmaceutique notamment, le second est un intermédiaire de synthèse employé notamment par les industries pharmaceutiques ainsi que l'industrie des arômes et des parfums.

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

Les productions (confidentielles) et les émissions sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19] et de données du site [150] validées dans le cadre d'un engagement de progrès.

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de $N_2O$**

Les émissions de  $N_2O$  sont extraites des déclarations annuelles des émissions [19]. Depuis l'installation du traitement catalytique, en dehors des phases transitoires (démarrages, arrêts, incidents) rares et de durées limitées, les émissions de  $N_2O$  sont réduites en  $N_2$  et  $O_2$ . En marche normale de l'installation, les émissions de  $N_2O$  sont déterminées par mesures en continu des débits d'air et des concentrations en sortie de l'unité de traitement. En marche dégradée, les émissions de  $N_2O$  sont déterminées à partir de bilans massiques pour le glyoxal et à partir de mesures pour l'acide glyoxylique (les gaz détournés sont analysés en même temps que les gaz normalement traités dans la cheminée).

Les données de production et facteurs d'émission sont confidentiels.

# Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

## **Emissions de NOx**

Les émissions de NOx sont extraites des déclarations annuelles des rejets [19].

Une forte baisse du facteur d'émission des NOx est constatée depuis 2005 suite à la mise en place d'une unité de traitement catalytique.

Les données de production et facteurs d'émission sont confidentiels.

## **Emissions de COVNM**

Les émissions de COVNM sont extraites des déclarations annuelles des rejets [19].

Les données de production et facteurs d'émission sont confidentiels.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 21/01/2025          | CV          | 31/01/2025         | VM           |

# Carbure de calcium

Cette section traite des émissions liées à la production et à l'utilisation du carbure de calcium.

## Correspondance dans divers référentiels :

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| CCNUCC / CRT             | 2.B.5.b      |
| CEE-NU / NFR             | 2.B.5        |
| SNAPc (extension Citepa) | 040412       |
| CE / directive IED       | 4.2.e        |
| CE / E-PRTR              | 4bv          |
| CE / directive GIC       | (Hors champ) |

## Approche méthodologique :

| Activité   | Facteurs d'émission  |
|--|--|
| Production totale nationale et statistiques douanières | Utilisation de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site ou de facteurs d'émission par défaut |

## Niveau de méthode :

CO<sub>2</sub> : Rang 1

COVM et TSP : Rang 3

## Références utilisées :

[19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants

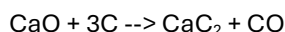
[255] IPCC revised 2006 guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, V\_3.3 Ch3 Chemical Industry, 3.6 Carbide production, page 3.44

[497] Direction générale des douanes – importation et exportation du carbure de calcium

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

### Production

Le carbure de calcium est obtenu dans un four électrique à très haute température (2200°C) par réduction de la chaux par du carbone (sous forme de coke) selon la réaction suivante :



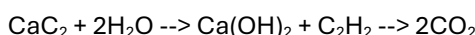
Les gaz produits étant réutilisés comme combustibles, le CO contenu dans les gaz est oxydé en CO<sub>2</sub>.

La production de carbure de calcium est responsable d'émissions de CO<sub>2</sub>, COVM et TSP.

### Utilisation

Le carbure de calcium est utilisé pour la fabrication d'engrais (cyanamide), mais également en métallurgie ou en tant que précurseur d'acétylène.

La réaction se produisant lors de l'utilisation du carbure de calcium est la suivante :



L'utilisation de carbure de calcium est responsable d'émissions de CO<sub>2</sub>.

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

### Production (NID et IIR)

La production de carbure de calcium était assurée en France par un seul site ayant cessé son activité en 2003.

Les données de production proviennent de statistiques nationales pour les années 2001 et 2002 et sont interpolées pour les années antérieures.

### Utilisation (NID)

Le carbure de calcium est consommé dans de nombreux secteurs dont certains sont comptabilisés spécifiquement dans l'inventaire. Les émissions sont prises en compte dans les secteurs consommateurs mettant en œuvre de la décarbonatation.

Afin d'assurer la complétude de l'inventaire, la quantité prise en compte pour l'utilisation de carbure de calcium est calculée sur la base de la quantité produite à laquelle les imports sont ajoutés et les exports soustraits, correspondant ainsi à la consommation nationale.

Pour éviter les doubles comptes dans le calcul des émissions, les quantités de carbure de calcium utilisées dans les autres secteurs mettant en œuvre de la décarbonatation sont retirées de la consommation nationale.

# Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

## Emissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production et à l'utilisation de carbure de calcium sont déterminées au moyen de facteurs d'émission issus des lignes directrices du GIEC [255].

# Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

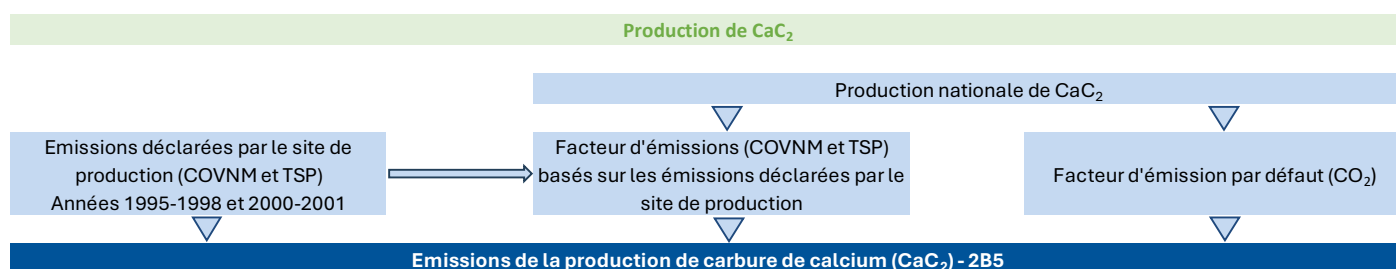
## Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM liées à la production de carbure de calcium sont estimées à l'aide de facteurs d'émission déterminés à partir des émissions déclarées [19] pour les années 1996, 1997, 1998, 2000 et 2001. Pour les autres années, le facteur d'émission utilisé correspond à la moyenne des facteurs d'émission calculés pour les années où les émissions sont connues.

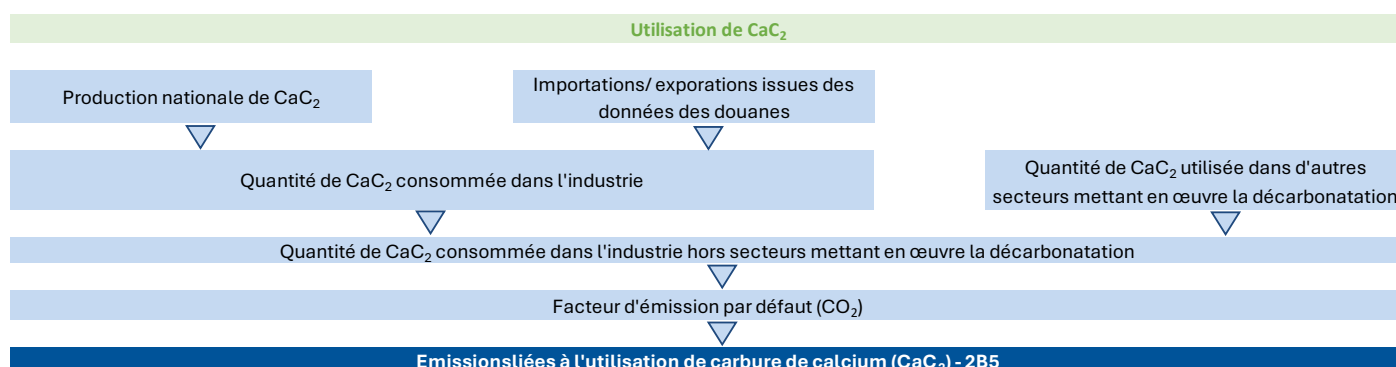
## Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de TSP liées à la production de carbure de calcium sont estimées à l'aide de facteurs d'émission déterminés à partir des émissions déclarées [19] pour les années 1995, 1996, 1997, 1998, 2000 et 2001. Pour les autres années, le facteur d'émission utilisé correspond à la moyenne des facteurs d'émission calculés pour les années où les émissions sont connues.

**Figure 3 : Logigramme du processus d'estimation des émissions liées à la production de carbure de calcium (CaC<sub>2</sub>) -2B5.**



**Figure 4 : Logigramme du processus d'estimation des émissions liées à l'utilisation de carbure de calcium (CaC<sub>2</sub>) - 2B5.**



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 21/01/2025          | CV          | 31/01/2025         | VM           |

# Production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium

Cette section traite des émissions liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium.

## Correspondance dans divers référentiels :

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| CCNUCC / CRT             | 2.B.7        |
| CEE-NU / NFR             | 2.B.7        |
| SNAPc (extension Citepa) | 040619       |
| CE / directive IED       | 4.2.d        |
| CE / E-PRTR              | 4biv         |
| CE / directive GIC       | (Hors champ) |

## Approche méthodologique :

| Activité                    | Facteurs d'émission   |
|-----------------------------|---|
| Production totale nationale | Utilisation de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site |

## Niveau de méthode :

CO<sub>2</sub> : Rang 2 (par assimilation) du fait de la prise en compte, pour partie, de données spécifiques aux installations jusqu'en 2000 puis 3

CO, NH<sub>3</sub> et TSP : Rang 2 (par assimilation) du fait de la prise en compte, pour partie, de données spécifiques aux installations jusqu'en 2000 puis 3

## Références utilisées :

[19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants

[243] Infochimie – numéros spécial usines et numéros divers selon les années

# Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

Il existe deux procédés de fabrication du carbonate de sodium : l'un est naturel et l'autre, dit synthétique, est basé sur la réaction du chlorure de sodium avec l'hydrogénocarbonate d'ammonium. En France, seule la voie de fabrication dite synthétique est utilisée.

Les étapes du procédé de fabrication dit synthétique sont les suivantes :

- Production d'hydrogénocarbonate d'ammonium à partir de chaux :  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  ;  $\text{CaO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  et  $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{CO}_3\text{H}$
- Production de bicarbonate de sodium par réaction du chlorure de sodium, avec l'hydrogénocarbonate d'ammonium :  $\text{NaCl} + \text{NH}_4\text{CO}_3\text{H} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaCO}_3\text{H}$
- Torréfaction du bicarbonate de sodium en carbonate de sodium :
- $2\text{NaCO}_3\text{H} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Transformation des sous-produits (chlorure d'ammonium et gaz carbonique) en hydrogénocarbonate d'ammonium.

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

Il n'existe que deux sites de production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium en France. C'est pourquoi, en raison du secret statistique, les activités et facteurs d'émission liés à cette production sont confidentiels.

Les données de production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium proviennent de publications de la profession [243] pour les années antérieures à 1999 puis des déclarations des industriels à partir de cette date [19]. Pour les années manquantes, les niveaux de production sont interpolés.

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de CO<sub>2</sub>**

Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les émissions de CO<sub>2</sub> sont estimées à l'aide de la moyenne des facteurs d'émission calculés pour les années 2001 à 2003.

## Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

### **Emissions de CO**

Les émissions de CO liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les émissions de CO sont estimées à l'aide de la moyenne des facteurs d'émission calculés pour les années 2001 à 2003.

### **Emissions de NH<sub>3</sub>**

Les émissions de NH<sub>3</sub> liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les émissions de NH<sub>3</sub> sont estimées à l'aide de la moyenne des facteurs d'émission calculés pour les années 2001 à 2003.

### **Emissions de poussières totales en suspension (TSP)**



Les émissions de TSP liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les émissions de TSP sont estimées à l'aide de la moyenne des facteurs d'émission calculés pour les années 2001 à 2003.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 21/01/2025          | CV          | 31/01/2025         | VM           |

## Noir de carbone

Cette section traite des émissions engendrées par la production de noir de carbone à l'exclusion des émissions relatives aux éventuelles installations de combustion connexes qui sont comptabilisées dans la section de la combustion dans l'industrie.

### Correspondance dans divers référentiels :

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| CCNUCC / CRT             | 2.B.8.f      |
| CEE-NU / NFR             | 2.B.10       |
| SNAPc (extension Citepa) | 040409       |
| CE / directive IED       | 4.2.e        |
| CE / E-PRTR              | 4bv          |
| CE / directive GIC       | (Hors champ) |

### Approche méthodologique :

| Activité                    | Facteurs d'émission   |
|-----------------------------|---|
| Production totale nationale | Utilisation de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site |

### Niveau de méthode :

CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> : Rang 2/3 (par assimilation) du fait de la prise en compte, pour partie, de données spécifiques aux installations jusqu'en 2000 puis 3.

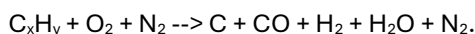
COVM, CO, TSP, BC, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> : Rang 2

### Références utilisées :

- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [53] SESSI / INSEE – Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [1053] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 3, Chapitre 3, Tableau 3-24, pp3.99
- [1247] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 2.B Chemical industry, table 3.30

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

Le Noir de carbone est produit par cracking catalytique par combustion ménagée d'hydrocarbures aromatiques :



Ce procédé s'effectue en six étapes :

- **Pyrolyse de l'huile** : L'huile (définie comme matière première primaire) est injectée dans le réacteur dans une zone à haute température de densité d'énergie élevée qui est obtenue en brûlant du gaz naturel (défini comme matière première secondaire) dans de l'air. Cet air est en excès par rapport à la quantité de gaz naturel mais en défaut pour la matière première primaire. Il en résulte une combustion incomplète de l'huile qui est par conséquent pyrolysée et forme le noir de carbone entre 1 200°C et 1 900°C. Le gaz naturel, quant à lui, est brûlé complètement. Il est à noter cependant que toute l'huile ne se transforme pas en noir de carbone : le rendement de la réaction est d'environ 50 %.
- **Trempe** : Le mélange réactionnel est ensuite trempé dans de l'eau. Des gaz résiduels sont formés à partir du carbone de l'huile qui ne s'est pas transformé en noir de carbone et de la combustion complète du gaz naturel.
- **Filtration** : Le noir de carbone solide est séparé des gaz résiduels.
- **Broyage** : Le noir de carbone obtenu par la réaction est broyé et mis sous forme de granulés.
- **Séchage** : Le noir de carbone est ensuite séché. Il est à noter que l'énergie nécessaire au séchage de ce produit provient de la combustion d'une partie des gaz résiduels. C'est lors de cette étape qu'est émise une partie du CO<sub>2</sub> formé lors de la combustion du gaz naturel. Après séchage le noir de carbone est prêt à être commercialisé.
- **Elimination des gaz résiduels** : Les gaz résiduels qui ne servent pas à sécher le noir de carbone sont soit torchés soit valorisés énergétiquement au sein d'une chaudière. C'est lors de cette étape qu'est émis le CO<sub>2</sub> restant. Pour information le CO<sub>2</sub> issu de la valorisation des gaz résiduels sous chaudière est comptabilisé dans le secteur de la combustion industrielle (CRT 1A2).

Les principaux produits du procédé en dehors des émissions de la combustion sont le CO et les COVNM. D'autres polluants sont émis en plus faible quantité : CH<sub>4</sub> et particules.

Depuis 2016, la production de noir de carbone n'est plus assurée en France que par un site (fermeture d'un site en septembre 2009 et d'un autre en 2016). C'est pourquoi, en raison du secret statistique, les activités et facteurs d'émission liés à cette production sont confidentiels.

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

Les données de production de noir de carbone sont estimées à partir de statistiques nationales [53] jusqu'en 2002 puis à partir des déclarations des sites de production [19].

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de CO<sub>2</sub>**

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

Il est à noter que la production de noir de carbone est entrée, en 2013, dans le champ d'application du système d'échange de quotas de gaz à effet de serre (émissions de CO<sub>2</sub> de procédé).

### **Emissions de CH<sub>4</sub>**

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont déterminées à partir du facteur d'émission indiqué dans le Guidebook IPCC [1053] et de la production nationale.

## Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

### **Emissions de SO<sub>2</sub>**

Les émissions de SO<sub>2</sub> sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

### **Emissions de NO<sub>x</sub>**

Les émissions de NO<sub>x</sub> sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

### **Emissions de COVNM**

Les émissions de COVNM sont déterminées à partir du facteur d'émission indiqué dans le Guidebook EMEP/EEA [1247] et de la production nationale.

### **Emissions de CO**

Les émissions de CO sont déterminées à partir du facteur d'émission indiqué dans le Guidebook EMEP/EEA [1247] et de la production nationale.

### **Emissions de poussières totales en suspension (TSP)**

Les émissions de TSP sont déterminées à partir du facteur d'émission indiqué dans le Guidebook EMEP/EEA [1247] et de la production nationale.

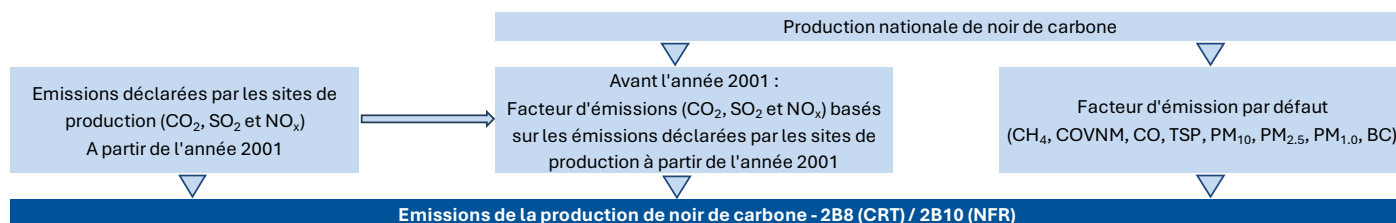
### **Emissions de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1,0</sub>**

Les émissions de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>1,0</sub> sont estimées au moyen des % de répartition issus du Guidebook EMEP/EEA [1247].

### **Emissions de carbone suie / black carbon (BC)**

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM<sub>2,5</sub>. Ce ratio provient du Guidebook EMEP/EEA [1247].

**Figure 5 : Logigramme du processus d'estimation des émissions liées à la production de noir de carbone -2B8&10.**



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 21/01/2025          | CV          | 31/01/2025         | VM           |

# Production d'éthylène et propylène

Cette section se rapporte d'une part aux émissions de la combustion de sous-produits issus des matières premières introduites dans les fours de vapocraquage ainsi qu'aux émissions de procédés de fabrication de l'éthylène et du propylène.

## Correspondance dans divers référentiels :

|                          |   |
|--------------------------|---|
| CCNUCC / CRT             | 2B8b (CO <sub>2</sub> et CH <sub>4</sub> ) et 2B10 (N <sub>2</sub> O) |
| CEE-NU / NFR             | 2B10a   |
| SNAPc (extension Citepa) | 040501  |
| CE / directive IED       | 4.1a  |
| CE / E-PRTR              | 4ai   |
| CE / directive GIC       | (Hors champ)  |

## Approche méthodologique :

| Activité   | Facteurs d'émission   |
|--|---|
| Combustion fours : Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées)<br>Procédés : Production totale nationale issue des déclarations individuelles | Combustion fours : Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement concernant SO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> et parfois NO <sub>x</sub> . Valeurs nationales pour les autres substances ou par défaut.<br>Procédés : Facteurs d'émission déterminés à partir des émissions des sites |

## Niveau de méthode :

2 et plus (par extrapolation) du fait de la prise en compte de données spécifiques aux installations.

## Références utilisées :

- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [22] Ministère de l'Environnement – Circulaire du 24 décembre 1990
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au Citepa
- [623] GIEC – Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011
- [705] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, vol. 3, chap. 3, page 3.75
- [771] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 3\_1\_Chapitre 1\_Introduction, Box 1.1
- [1232] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023, section 1A2 Manufacturing industries and construction - table 3.3 Tier 1 emission factor for 1A2 combustion in industry using gaseous fuels

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

Le vapocraquage est un procédé pétrochimique qui consiste à obtenir, à partir d'une coupe pétrolière telle que le naphta ou des alcanes légers ( $C_nH_{2n+2}$ ) les produits suivants :

- des alcènes (aussi appelés oléfines) :  $C_nH_{2n}$  ; ex : éthylène ( $C_2H_4$ ), propylène ( $C_3H_6$ ), butène,
- des hydrocarbures aromatiques (cycliques insaturés) : benzène, toluène, xylène.

Les coupes pétrolières sont introduites en présence de vapeur d'eau (de l'ordre de 30 à 100 % en poids) dans le vapocraqueur. Ce mélange est porté brutalement à 800°C pendant une fraction de seconde puis est très rapidement refroidi. Dans ces conditions, les molécules se scindent en plusieurs morceaux et donnent naissance à divers produits. Il en résulte une production dont la composition est d'environ 36% éthylène, 13% propylène, 8% butylène et 7% aromatiques. Ces produits sont séparés par distillation. On compte six vapocraqueurs en France depuis la fermeture d'une unité en 2015. Certains vapocraqueurs nécessitent un apport d'énergie supplémentaires se traduisant par une consommation de gaz de réseau (301+31B) ou d'autres combustibles liquides (225), ces consommations et émissions associées sont considérées en 1A2c\_other\_furnaces.

En plus des produits cités ci-dessus, des déchets gazeux à valeur énergétique intéressante sont réutilisés dans les fours de vapocraquage comme combustibles. Les émissions liées à la combustion de ces gaz sont prises en compte dans cette section conformément aux lignes directrices 2006 du GIEC [771].

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

Combustion dans les fours de vapocraquage : Les données disponibles détaillées (types, quantités et caractéristiques des combustibles, types d'équipements, mesures des émissions, bilans, etc.) [19] permettent une estimation fine des émissions de la combustion quelques substances, notamment celles concourant à l'acidification et au changement climatique. Les combustibles gazeux considérés correspondent aux déchets industriels gazeux, gaz de pétrochimie et autres combustibles gazeux (respectivement NAPFUE 307, 308 et 314).

Les émissions des substances liées à la combustion sont estimées.

Procédés : Le niveau de production national de l'éthylène et du propylène est issu des communications des exploitants auprès du Citepa entre 1990 et 2005 [50] et des déclarations annuelles [19] après 2005.

Les procédés de vapocraquage génèrent des émissions de  $CO_2$ , de  $CH_4$  et de COVM.

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de $CO_2$**

Combustion fours : Les émissions de  $CO_2$  sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible. Les facteurs spécifiques déclarés par l'exploitant sont utilisés en priorité [19], notamment afin d'assurer la cohérence des données retenues pour l'inventaire avec celles déclarées au titre du SEQE, basées sur des mesures

spécifiques. Lorsque l'exploitant ne déclare pas de facteurs spécifiques, une moyenne du facteur d'émission par combustible et par site ou les valeurs nationales (par combustible) (cf. section générale énergie) sont appliquées.

Procédés : Un site de production déclare des émissions très faibles de CO<sub>2</sub> liées au procédé depuis 2008 [19]. Pour les années antérieures, le FE CO<sub>2</sub> recalculé pour l'année 2008 est appliqué.

Ces émissions sont intégrées au CRT 2B8b.

#### Emissions de CH<sub>4</sub>

Combustion fours : Sur l'ensemble de la période, les émissions de CH<sub>4</sub> sont déterminées au moyen des facteurs d'émission par défaut relatifs à chaque combustible provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623].

Procédés : Les émissions de CH<sub>4</sub> sont déterminées à l'aide d'un facteur d'émission, recalculé à partir du facteur d'émission de COVNM national et du ratio des facteurs d'émission de CH<sub>4</sub> et COVNM issus des lignes directrices du GIEC 2006 [705].

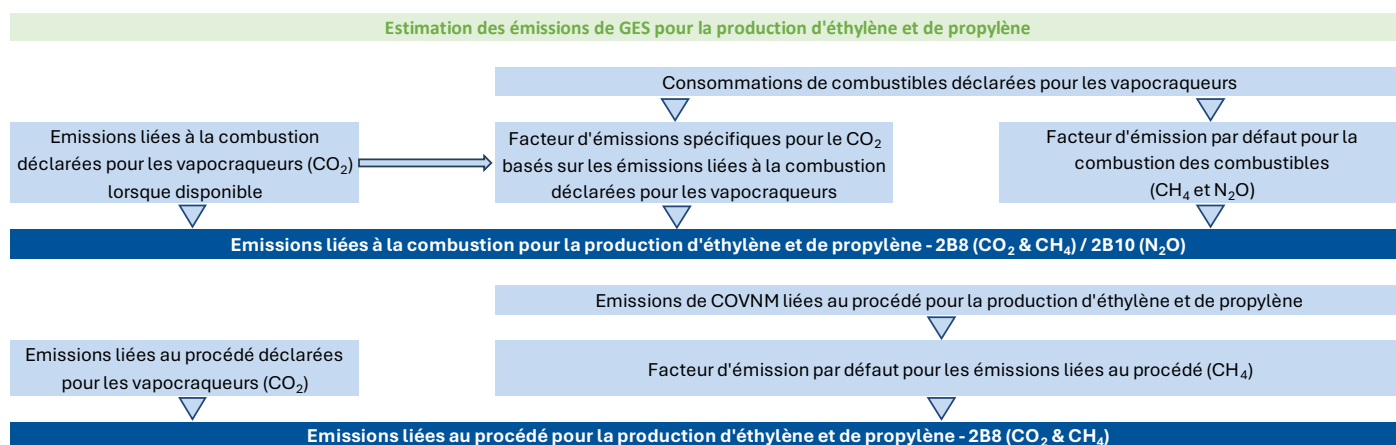
Ces émissions sont intégrées au CRT 2B8b.

#### Emissions de N<sub>2</sub>O

Combustion fours : Sur l'ensemble de la période, les émissions de N<sub>2</sub>O sont déterminées au moyen des facteurs d'émission par défaut relatifs à chaque combustible provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623].

Ces émissions sont intégrées au CRT 2B10 (car la catégorie 2B8b ne prévoit pas de N<sub>2</sub>O).

**Figure 6 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de GES pour la production d'éthylène et de propylène -2B8&10**



## Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

#### Emissions de SO<sub>2</sub>

Les émissions de SO<sub>2</sub> sont induites par la consommation des combustibles dans les fours de vapocraquage. Les émissions des vapocraqueurs sont le plus souvent déterminées par mesure directe et/ou à partir du bilan soufre établi sur la base des consommations de combustibles et de leurs teneurs en soufre recensées chaque année et généralement suivies en continu ou avec une fréquence élevée [19]. Lorsqu'une valeur spécifique manque pour un paramètre donné, la valeur de l'année précédente ou une valeur d'une installation analogue est utilisée.

### **Emissions de $\text{NO}_x$**

Les émissions sont déterminées à partir d'une mesure ou au moyen de facteurs d'émission tirés de la littérature [22] ou de la section générale énergie.

### **Emissions de COVNM**

Combustion fours : Les émissions de COVNM sont déterminées à partir des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).

Procédés : Les émissions de COVNM sont déterminées à l'aide d'un facteur d'émission, recalculé à partir des émissions totales de COVNM estimées par les exploitants [19].

### **Emissions de CO**

Les émissions de CO sont déterminées à partir des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).

### **Emissions de $\text{NH}_3$**

Les émissions de  $\text{NH}_3$  sont supposées négligeables.

### **Emissions de poussières totales en suspension (TSP, $\text{PM}_{10}$ , $\text{PM}_{2,5}$ , $\text{PM}_{1,0}$ )**

Les émissions de poussières totales en suspension sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

Les émissions de  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  et  $\text{PM}_{1,0}$  sont déterminées à l'aide de ratios granulométriques issus d'une combinaison de systèmes de dépoussiérage selon les combustibles (cf. section générale énergie).

### **Emissions de carbone suie / black carbon (BC)**

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de  $\text{PM}_{2,5}$ . Ce ratio provient des références [1232] et [681].

Les ratios retenus dépendent du type de combustible :

- 4% pour les combustibles gazeux.

### **Métaux lourds (ML)**

Les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

### **Dioxines et furanes (PCDD-F)**

Les émissions de dioxines et furanes sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

### **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**

Les émissions de HAP sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

### **Polychlorobiphényles (PCB)**

Il n'y a pas d'émission de PCB puisque les facteurs d'émission relatifs aux combustibles gazeux sont nuls (cf. section générale énergie).

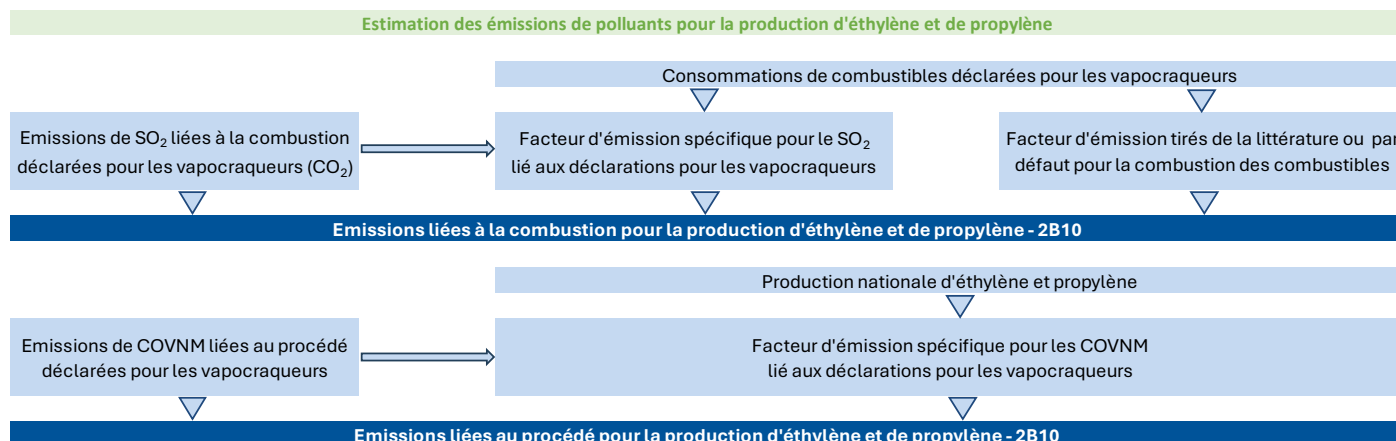
### **Hexachlorobenzène (HCB)**

Les émissions de HCB sont supposées négligeables.

Les émissions de polluants sont intégrées au NFR 2B10a.



**Figure 7 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de polluants pour la production d'éthylène et de propylène – 2B10**



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/2025          | CV          | 31/01/2025         | VM           |

## Autres productions de la chimie organique

Cette section se rapporte aux procédés de l'industrie chimique organique ne faisant pas l'objet d'une section spécifique :

- Production de monochlorure de vinyle (SNAP 040504),
- Production de polyéthylène haute et basse densité (SNAP 040506 et 040507),
- Production de PVC (SNAP 040508),
- Production de polypropylène (SNAP 040509),
- Production de styrène (SNAP 040510),
- Production de polystyrène (SNAP 040511),
- Production de résines ABS (SNAP 040515),
- Production d'anhydride phtalique (SNAP 040519),
- Diverses productions organiques (HCN, PTTB, NMSBA, éthanol, etc.) (SNAP 040527).

### Correspondance dans divers référentiels :

|                          |  |
|--------------------------|--|
| CCNUCC / CRT             | 2B8g (en partie) et 2B10 (en partie)   |
| CEE-NU / NFR             | 2B10a (en partie)  |
| SNAPc (extension Citepa) | 040504, 040506, 040507, 040508, 040509, 040510, 040511, 040515, 040519, 040527 |
| CE / directive IED       | 4.1  |
| CE / E-PRTR              | 4a   |
| CE / directive GIC       | (Hors champ)   |

### Approche méthodologique :

| Activité  | Facteurs d'émission  |
|---|--|
| Productions nationales (confidentielles selon le nombre de sites) | Extrapolation au niveau national à partir des données connues par site et des travaux de la profession |

### Niveau de méthode :

2 (par extrapolation) du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations

### Références utilisées :

- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au Citepa
- [53] SESSI - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [82] UBA - Etude sur la répartition granulométrique (< PM10, < PM 2.5) des émissions de poussières - février 1999
- [115] SPMP – Rapport annuel, les matières plastiques en chiffres

- [118] UIC – Rapport annuel sur l'évolution de l'industrie chimique en France
- [379] GIEC - Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapitre 2, page 2.20
- [530] BREF Fabrication des polymères, Août 2007 – Chapitre PVC – p. 107 et 108
- [916] INSEE – Statistiques ProdFRA de 2008 à année N-1 – production d'éthanol (codes 2014740000-Alcool éthylique non dénaturé, >= 80 % en volume, non rectifié et 2014750000-Alcool éthylique et eaux-de-vie dénaturés, de tous titres)
- [918] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 2B Chemical Industry - table 3.44
- [919] EMEP/EEA Guidebook version 2023 - 2B Chemical Industry, tables 3-41 et 3-42 (FE poussières)
- [1011] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 2.B Chemical industry - Table 3.39 and Table 3.40
- [1012] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 2.B Chemical industry - Table 3.45, Table 3.46 and Table 3.47
- [1074] PRODCOM - Statistiques sur la production de produits manufacturés - eurostat (codes produit : 20147400 et 20147500)
- [1206] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 2H2 Food and Beverages industry, table 3-7 FE COVNM de la fermentation

## Caractéristiques de la catégorie (IIR et NID) :

De très nombreux produits sont synthétisés dans les procédés de la chimie organique. Les productions considérées dans cette partie sont :

- a. la production de chlorure de vinyle (SNAP 040504),
- b. la production de polyéthylène (basse et haute densité) (SNAP 040506 et 040507),
- c. la production de polychlorure de vinyle (SNAP 040508),
- d. la production de polypropylène (SNAP 040509),
- e. la production de styrène (SNAP 040510),
- f. la production de polystyrène (SNAP 040511),
- g. la production de résines butadiène styrène acrylonitrile (ABS) (SNAP 040515),
- h. la production d'anhydride phtalique (SNAP 040519),
- i. la production d'autres produits n'entrant pas dans les catégories précitées (SNAP 040527).

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

Les niveaux d'activité proviennent, soit des statistiques nationales fournies par l'UIC [118], le SESSI [53] ou par le SPMP [115], des statistiques européennes [1074] ou directement des sites [19, 50], lorsque ceux-ci sont peu nombreux les données sont confidentielles.

- a. Production de monochlorure de vinyle (MVC)

Il reste trois sites de production en France. Le niveau d'activité est connu pour les années 1990, 1994 et 1995 à partir d'un recensement auprès des sites. Pour les années 2004 et suivantes, la production provient des déclarations annuelles des rejets [19]. Avant 2004, pour les années où la production n'est pas disponible, l'activité est estimée par interpolation des années connues et/ou à partir de la production de PVC provenant de statistiques nationales [53].

b. Production de polyéthylène (basse et haute densité)

Les activités proviennent pour certaines années des statistiques fournies par l'UIC [118] et pour d'autres, des statistiques du SPMP [115], à partir de l'année 2004 les productions sont issues des déclarations annuelles des rejets [19].

c. Production de polychlorure de vinyle (PVC)

Les activités proviennent pour certaines années des statistiques fournies par l'UIC [118] et pour d'autres, des statistiques du SESSI et du SPMP [53, 115], à partir de l'année 2004 les productions sont issues des déclarations annuelles des rejets [19].

d. Production de polypropylène

Les activités proviennent des statistiques fournies par le SESSI et l'UIC [53, 118], à partir de l'année 2004 les productions sont issues des déclarations annuelles des rejets [19].

e. Production de styrène

En 1990, il y avait trois sites de production en France. Depuis 2010, il n'en reste plus qu'un. Les activités proviennent du SESSI [53] jusqu'en 1988 et à partir de l'année 2004 les productions sont issues des déclarations annuelles des rejets [19]. Les productions entre 1988 et 2003 sont estimées en utilisant la variation de production du polystyrène connue via les statistiques de l'UIC [118] et du SPMP [115].

f. Production de polystyrène

Parmi les cinq sites recensés en 1990, quatre sont encore en activité. On distingue la production de polystyrène expansé (EPS) produit par un seul site depuis 1993, de celle de polystyrène à usage général (GIPPS) et à impact élevé (HIPS) produits par 3 sites. Entre 1980 et 2003, les activités proviennent pour certaines années des statistiques fournies par l'UIC [118], pour d'autres, des statistiques du SESSI et du SPMP [53, 115] et ont été interpolées pour les années où les informations ne sont pas disponibles. Depuis 2004, les déclarations annuelles des rejets sont utilisées pour déterminer les quantités de polystyrène produites (par type) [19].

g. Production de résines butadiène styrène acrylonitrile (ABS)

Avant 2024, le seul site recensé a fermé en mars 2008. En 2023, un nouveau site produit de l'ABS en France.

Les productions (données confidentielles) et les émissions proviennent des déclarations annuelles [19].

h. Production d'anhydride phtalique

Le seul site producteur d'anhydride phtalique en France a cessé son activité en 2014. Les productions (données confidentielles) et les émissions proviennent des déclarations annuelles [19].

i. Production d'autres produits n'entrant pas dans une catégorie citée

Plus d'une cinquantaine de sites, dont certains sont de petits émetteurs, n'entrent pas dans les activités précitées et sont répertoriés dans cette catégorie. Les activités étant très diverses (i.e. élastomère, etc.), les émissions sont rapportées sur une production fictive.

Les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission provenant de sources diverses parfois confidentielles, des statistiques fournies par l'UIC [118] et des déclarations annuelles de rejets [19].

A partir de 2004, les déclarations sont de plus en plus exhaustives. Cependant, la complexité réside dans la détermination des diverses productions ce qui induit une incertitude supérieure au résultat par activité comparée à l'incertitude globale attachée au secteur.

Les sites de production d'éthanol et d'acide cyanhydrique sont distingués dans cette catégorie.

La production nationale est estimée différemment selon les périodes :

Pour la production d'éthanol :

- De 1995 à aujourd'hui, les données sont issues de l'Enquête Annuelle de Production d'Eurostat « PRODCOM », dernière édition disponible [1074] ;
- Entre 1988 et 1994, la production est calculée à partir de la moyenne des productions des années 1995 à 1997.

Pour la production d'acide cyanhydrique (HCN) :

- De 1990 à 2003, les productions (données confidentielles) ont été obtenues auprès des exploitants des installations concernées [50] ;
- De 2004 à aujourd'hui, les productions (données confidentielles) ont été obtenues via les déclarations annuelles de rejets [19].
- A noter que, depuis l'édition 2025, les consommations de gaz de réseau, provenant des déclarations des exploitants [19], sont séparées en flux de gaz naturel (NAPFUE 301) et biométhane (NAPFUE 31B), en appliquant le taux de biométhane moyen national sur toute la série historique (notamment, non nul à partir de 2012 – cf. section générale énergie). La fabrication d'HCN étant réalisée à partir de gaz de réseau, les émissions associées de CO<sub>2</sub> sont affectées par cette modification.

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### c. Production de polychlorure de vinyle (PVC)

Certains sites de production de PVC déclarent des émissions de CO<sub>2</sub> procédés liées à l'utilisation de peroxydes organiques.

Pour les années 2013 et suivantes, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations annuelles des émissions [19]. Pour les années 2004 à 2012, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations de rejets et/ou des émissions recalculées par site à partir des derniers facteurs d'émission disponibles.

Le facteur d'émission national estimé pour 2004 est utilisé pour les années antérieures.

### h. Production d'anhydride phtalique

Les facteurs d'émissions sont calculés à partir des émissions de CO<sub>2</sub> disponibles dans les déclarations annuelles de rejets des industriels [19] à partir de 2004. Le facteur d'émission national estimé pour 2004 est utilisé pour déterminer les émissions des années antérieures.

Les productions et facteurs d'émission sont confidentiels.

### i. Production d'autres produits

Pour le reste de la chimie organique, certains sites émettent du CO<sub>2</sub>, en fonction de leurs procédés et caractéristiques.

Pour les années 2013 et suivantes, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations annuelles des émissions [19].

Pour les années 2004 à 2012, si les émissions ne sont pas fournies, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations de rejets et/ou des émissions recalculées par site à partir des derniers facteurs d'émission disponibles.

Entre 1998 et 2004, les émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées en considérant le même taux d'évolution que pour les COV. En effet, l'UIC fournit une estimation des émissions annuelles de COV pour la chimie entre 1998 et 2004 [118].

Avant 1998, c'est la valeur des émissions de 1998 qui est reportée.

### **Emissions de CO<sub>2</sub>**

Certaines installations, en particulier celles soumises au système d'échange de quotas d'émissions (SEQE), déclarent des émissions de CO<sub>2</sub> procédés associées à leur activité de production chimique. Ces émissions sont compilées par activité et les facteurs d'émission sont calculés à partir de la production pour les années connues.

#### **Emissions de CH<sub>4</sub>**

- e. Production de styrène

Un facteur d'émission moyen est déterminé à l'échelle nationale à partir des lignes directrices du GIEC 2006 [379], des niveaux d'activité définis dans les statistiques du SESSI [53] et les déclarations annuelles de rejets des industriels [19]. Les productions et facteurs d'émission sont confidentiels.

#### **Emissions de N<sub>2</sub>O**

- i. Production d'autres produits

Comme pour le CO<sub>2</sub>, à partir de 2004, les données d'émission de N<sub>2</sub>O proviennent directement des déclarations annuelles des industriels [19].

Entre 1998 et 2004, les émissions de N<sub>2</sub>O sont également calculées en considérant le même taux d'évolution que pour les COV (enquête de l'UIC, [118]) et entre 1990 et 1997, la valeur des émissions de 1998 est reportée.

#### **Emissions de Gaz fluorés**

Il n'y a pas d'émission de gaz fluorés attendue pour ces activités.

## Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

#### **Emissions de COVNM**

Toutes les activités considérées dans le secteur de la chimie organique émettent des COVNM. De manière générale, les facteurs d'émission ont fortement diminué depuis 1990 suite à la réduction des émissions fugitives et la mise en place d'oxydateurs.

- a. Production de monochlorure de vinyle (MVC)

Le facteur d'émission provient des données des industriels disponibles pour 1990, 1994 et 1995. A partir de 2004, les émissions des sites sont traitées spécifiquement à partir des déclarations annuelles de rejets [19]. Le facteur d'émission de 1990 est utilisé pour les années antérieures à 1990 et une interpolation est faite entre 1991 et 1993 et entre 1996 à 2003.

- b. Production de polyéthylène (basse et haute densité)

Les émissions de COVNM liées aux procédés, aux stockages et aux émissions fugitives sont considérées ici. Les facteurs d'émission de COVNM sont basés sur des données de production fournies par le SPMP et l'UIC [115, 118] et les déclarations annuelles de rejets [19]. A partir de 2004, les émissions des sites sont traitées spécifiquement à partir des déclarations annuelles de rejets [19]. Les émissions des années antérieures à 2004 ont été estimées en supposant une décroissance régulière globale du facteur d'émission de 25% entre 1980 et 2004.

- c. Production de polychlorure de vinyle (PVC)

Les facteurs d'émission de COVNM sont basés sur des données fournies par le SPMP [115] pour les années antérieures à 2004. A partir de cette dernière année, les émissions des sites sont déterminées spécifiquement à partir des déclarations annuelles de rejets [19].

- d. Production de polypropylène

Les facteurs d'émission proviennent des données disponibles dans les déclarations annuelles des rejets [19] à partir de 2004. Le facteur d'émission de l'année 2004 est appliqué aux années antérieures.

e. Production de styrène

Le facteur d'émission de COVNM utilisé pour les années antérieures à 1994 provient du Guidebook EMEP/EEA 2023 [918]. Par la suite, les facteurs d'émission sont basés directement sur les déclarations annuelles des rejets [19]. Compte tenu du faible nombre de sites producteurs, les facteurs d'émission sont confidentiels.

f. Production de polystyrène

A partir de 1995, les facteurs d'émission sont directement déduits des déclarations des industriels [19]. Le facteur d'émission de l'année 1995 est appliqué aux années antérieures faute de données plus précises.

g. Production de résines butadiène styrène acrylonitrile (ABS)

Les facteurs d'émission sont basés sur les déclarations des industriels [19] à partir de 1994. Le facteur d'émission de 1990 provient du SPMP [115]. Pour les années 1991 à 1993, les valeurs ont été estimées par interpolation. La production a été arrêtée en 2009 et compte tenu du faible nombre de sites producteurs, les facteurs d'émission sont confidentiels. L'activité a redémarré en 2023 avec l'ouverture d'une nouvelle ligne de production d'ABS. Les facteurs d'émissions et la production sont confidentiels.

h. Production d'anhydride phtalique

Les facteurs d'émission sont déterminés à partir des données disponibles dans les déclarations annuelles de rejets des industriels [19]. Le seul site producteur d'anhydride phtalique en France a cessé son activité en 2014. Compte tenu du faible nombre de sites producteurs, les facteurs d'émission sont confidentiels.

i. Production d'autres produits n'entrant pas dans une catégorie citée

Les données d'émission de COVNM proviennent directement des déclarations annuelles des industriels [19] à partir de 2004. Les années de la période 1998 – 2003 sont estimées en tenant compte du coefficient d'évolution déterminé à partir de l'enquête de l'UIC visant à estimer les émissions de COV de la chimie [118]. Cette approche bottom-up se justifie d'autant plus que depuis 2005 sont observés des phénomènes de réduction des activités en volume et la mise en place d'équipements de traitement des effluents (i.e. oxydateurs thermiques).

Pour la production d'éthanol, le facteur d'émission utilisé provient du Guidebook EMEP / EEA [1206]. Ce facteur d'émission est cohérent avec les données issues des déclarations de quelques sites de production d'éthanol (même ordre de grandeur).

### **Emissions de NO<sub>x</sub>**

i. Production d'autres produits

Un site producteur d'acide para tertio butylbenzoïque (PTTB, jusqu'en 2005) et d'acide 4-méthylsulfonyl-nitrobenzoïque (NMSBA, de 2001 à 2014, suivi d'une reprise en 2019 et d'un nouvel arrêt en 2020) est émetteur de NO<sub>x</sub>. Les émissions de NO<sub>x</sub> étaient extraites des déclarations annuelles des rejets [19].

### **Emissions de CO**

h. Production d'anhydride phtalique

Les facteurs d'émission sont calculés à partir des émissions de CO disponibles dans les déclarations annuelles de rejets des industriels [19]. Le seul site producteur d'anhydride phtalique en France a cessé son activité en 2014. Les facteurs d'émission sont confidentiels.

### **Emissions de poussières totales en suspension (TSP)**

b. Production de polyéthylène (basse et haute densité)

Les émissions de TSP sont estimées au moyen des facteurs d'émission disponibles dans le guide EMEP/EEA pour la production de polyéthylène basse densité et de polyéthylène haute densité [1011].

#### c. Polychlorure de vinyle

Pour l'année 1990, les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu du Guidebook EMEP/EEA [919]. A partir de 2000, un facteur d'émission moyen des procédés d'émulsion et de suspension, issu du BREF Fabrication des polymères, est considéré [530]. Le facteur d'émission est interpolé linéairement entre 1990 et 2000. A partir de 2008 le facteur d'émission est issu directement des déclarations annuelles des industriels [19] et une interpolation linéaire entre 2000 et 2008 a été réalisée.

#### d. Polypropylène

Les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni par l'UBA [82].

#### f. Production de polystyrène

Les émissions de TSP sont estimées au moyen des facteurs d'émission disponibles dans le guide EMEP/EEA pour la production de polystyrène de type GPPS, HIPS et EPS [1012].

#### h. Anhydride phtalique

Les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni par l'UBA [82].

#### i. Production d'autres produits

Les données d'émission de TSP proviennent directement des déclarations annuelles des industriels [19] à partir de 2004. Les années antérieures sont estimées via des données des exploitants et en tenant compte du coefficient d'évolution déterminé à partir d'une enquête de l'UIC [118].

### Emissions de $PM_{10}$ , $PM_{2,5}$

Les émissions de  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont estimées au moyen de la répartition granulométrique par défaut disponible dans le guide EMEP/EEA pour l'industrie chimique [1011] lorsque les émissions de TSP sont estimées.

#### c. Production de polychlorure de vinyle (PVC)

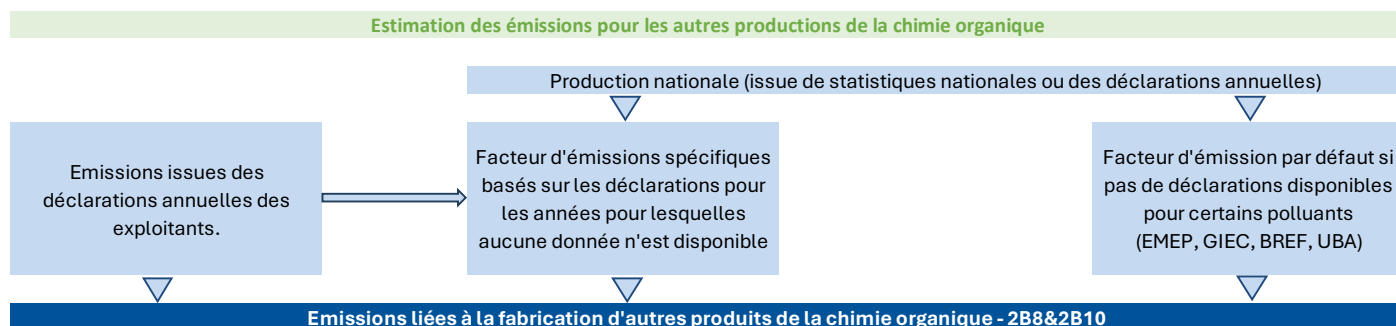
Les émissions de  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont estimées au moyen de facteurs d'émission, spécifiques à cette activité, issus du Guidebook EMEP / EEA [919].

### Emissions de $NH_3$

#### i. Production d'autres produits

Plusieurs installations déclarent des émissions de  $NH_3$ . Depuis 2004, les déclarations annuelles [19] sont utilisées. Les années de la période 1998 – 2003 sont estimées en tenant compte du coefficient d'évolution déterminé à partir de l'enquête de l'UIC visant à estimer les émissions de COV de la chimie [118].

**Figure 8 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de polluants pour les autres productions de la chimie organique – 2B8&10**





| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 03/02/2025          | LG          | 07/03/2025         | VM           |

## Production de HFC, PFC et SF<sub>6</sub>

Cette section porte sur les émissions relatives :

- A la production de HFC et PFC,
- A la destruction du fluor dans la chimie du nucléaire,
- Aux sous-produits engendrés par la production de HCFC-22 et d'acide fluoré.

### Correspondance dans divers référentiels :

|                          |  |
|--------------------------|--|
| CCNUCC / CRT             | 2.B.9                                    |
| CEE-NU / NFR             | Hors champs                              |
| SNAPc (extension Citepa) | 04.08.01, 04.08.02, 04.08.04 et 04.08.05 |
| CE / directive IED       | 4.1a 4.2a                                |
| CE / E-PRTR              | 4ai et 4bi                               |
| CE / directive GIC       | (Hors champs)                            |

### Approche méthodologique :

| Activité                    | Facteurs d'émission      |
|-----------------------------|--------------------------|
| Production totale nationale | Spécifique à chaque site |

### Niveau de méthode :

Rang 3.

### Références utilisées :

[19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants

[50] Données communiquées directement par les exploitants au Citepa

## Caractéristiques de la catégorie :

Il existe deux sites de production d'hydrocarbures halogénés en France. Un autre site produit également un acide fluoré qui engendre comme sous-produits des HFC et PFC.

Il n'y a pas de production de SF<sub>6</sub> en France mais un site est dédié à la régénération du SF<sub>6</sub> récupéré depuis 2008. Un site dans l'industrie nucléaire a émis du SF<sub>6</sub> par destruction de fluor jusqu'en 2006. Cette activité est classée, par simplification, comme sous-produit de la production d'halocarbures.

Les productions n'étant pas disponibles pour des raisons de confidentialité, les activités sont fictives.

# Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

## **Emissions de Gaz fluorés**

Les HFC et PFC produits sont émis en partie de manière fugitive ou canalisée.

L'autre partie provient de l'émission des réactions de sous-produits générés par l'activité initiale :

- La production d'HCFC-22 est à l'origine d'émissions de HFC-23,
- La production de R-142b émet du HFC-365mfc,
- La fabrication d'acide fluoré engendre des sous-produits (notamment HFC-125 et CF4).

La transformation du fluor engendre des émissions de SF6.

Les émissions sont communiquées directement par les sites de production [50] et les déclarations annuelles de rejets [19].

Pour le site de régénération de SF6, les émissions sont générées lors du conditionnement et des fuites raccords/brides mais surtout lors du processus de régénération. A partir de 2020, les émissions sont directement issues de la déclaration GERE du site [19] qui intègre toutes les sources d'émissions de SF6. Pour les années antérieures, le site ne comptabilisait pas les émissions engendrées par la machine de régénération. Ainsi, pour la période 2014 – 2019, les émissions de SF6 ont été estimées à partir des données de l'observatoire des fluides frigorigènes de l'ADEME qui recense les quantités totales de SF6 régénérées en France et du taux d'émission moyen du site calculé pour les années 2020 - 2021. Pour les années antérieures à 2014 et pour lesquelles les données de l'ADEME sont indisponibles, les quantités de SF6 régénérées ont été calculées sur la base de la variation 2014/2015 puis interpolées jusqu'en 2008. Afin de conserver la confidentialité statistique (un seul site réalisant cette activité), les données d'activité et le facteur d'émission utilisés ne sont pas renseignés.

## **Emissions de CO<sub>2</sub>**

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

## **Emissions de CH<sub>4</sub>**

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

## **Emissions de N<sub>2</sub>O**

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/2025          | CV          | 31/01/2025         | VM           |

# Torchères dans l'industrie chimique

Cette section concerne les émissions des torchères dans l'industrie chimique.

## Correspondance dans divers référentiels :

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| CCNUCC / CRT             | 2B10         |
| CEE-NU / NFR             | 2B10a        |
| SNAPc (extension Citepa) | 090204       |
| CE / directive IED       | 4.1          |
| CE / E-PRTR              | 4a et 4b     |
| CE / directive GIC       | (Hors champ) |

## Approche méthodologique :

| Activité                | Facteurs d'émission  |
|-------------------------|--|
| Quantité de gaz torchés | Facteurs d'émission déterminés à partir des émissions des sites pour CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O et CH <sub>4</sub><br>Facteurs moyens recalculés pour le secteur |

## Niveau de méthode :

Rang 3 depuis 2012 / Rang 2 pour les années précédentes

## Références utilisées :

[19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants

[397] GIEC – Guidelines 2006, Chapter 2, Pages 2.15 and 2.16, Table 2.2 stationary combustion in the energy industries

# Caractéristiques de la catégorie (NID) :

Dans l'industrie chimique, la torchère est un équipement de combustion des gaz résiduels, également utilisé comme organe de sécurité. Ces gaz peuvent être brûlés pour des raisons diverses, le plus souvent en raison de présence d'impuretés et parfois pour incapacité de traitement ou de stockage. Le torchage de ces gaz entraîne des émissions de GES et de polluants. Actuellement, seules les émissions de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O sont estimées.

## Méthode générale d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

Les activités et les émissions des torches (depuis 2012) sont issues des déclarations annuelles des exploitants [19]. La plupart des torchères prises en compte individuellement sont celles présentes sur des installations chimiques soumises au système d'échange de quotas d'émissions (SEQE).

La quantité de gaz torchés avant 2012 est recalculée à partir des données de production de chaque site : les émissions et activités sont déterminées pour les années les plus récentes, puis rétropolées jusqu'en 1990 (1960 pour le CO<sub>2</sub>) en indexant l'activité des torches avec les productions connues.

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de CO<sub>2</sub>**

A partir de 2012, les facteurs d'émission de CO<sub>2</sub> sont déterminés à partir des quantités de gaz torchés et des données d'émissions [19].

Pour les années antérieures à 2012, les émissions sont déterminées site par site via la moyenne des facteurs d'émission des années 2012 et 2013.

A noter que, depuis l'édition 2025, les consommations de gaz de réseau pouvant être utilisée par les torchères de l'industrie chimique, provenant des déclarations des exploitants [19], sont séparées en flux de gaz naturel (NAPFUE 301) et biométhane (NAPFUE 31B), en appliquant le taux de biométhane moyen national sur toute la série historique (notamment, non nul à partir de 2012 – cf. section générale énergie) ce qui affecte les émissions de CO<sub>2</sub> associées.

### **Emissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O**

A partir de 2012, les facteurs d'émission de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O sont déterminés à partir des quantités de gaz torchés et des données d'émissions [19]. Si un site ne présente aucune donnée pour une année, un facteur d'émission est déterminé à partir des années connues [19]. Si aucune valeur n'est disponible pour la période, les valeurs moyennes des facteurs d'émission des sites ayant une activité similaire sont utilisées. A défaut, les facteurs d'émission par défaut des lignes directrices du GIEC 2006 [397] sont appliqués.

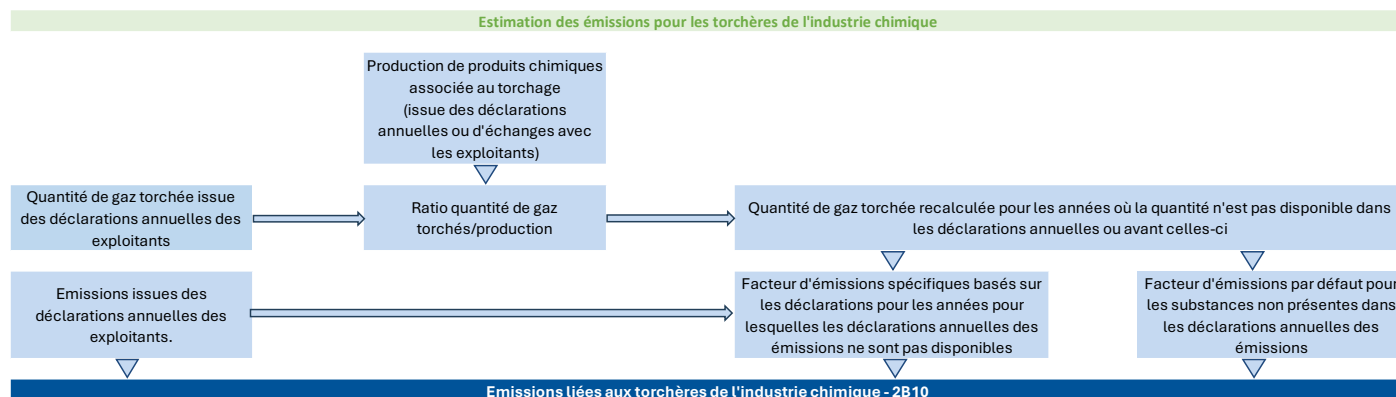
Pour les années antérieures à 2012, les émissions sont déterminées site par site via la moyenne des facteurs d'émission des années 2012 et 2013.

## Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

### **Emissions de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, COVNM, TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, black carbon (BC)**

Les émissions des torches (depuis 2012) sont issues des déclarations annuelles des exploitants [19]. Pour les années où les déclarations ne sont pas disponibles, un facteur d'émission issu d'une moyenne de plusieurs années est appliqué à l'activité.

**Figure 9 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de polluants pour les torchères de l'industrie chimique – 2B10**



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/01/2025          | MC          | 31/01/2025         | VM           |

# Sites chimiques (décarbonatation)

Ce paragraphe permet d'introduire la méthode de calcul des émissions de CO<sub>2</sub> induites par l'utilisation de matières carbonées au niveau des sites chimiques.

## Correspondance dans divers référentiels :

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| CCNUCC / CRT             | 2B10   |
| CEE-NU / NFR             | -      |
| SNAPc (extension Citepa) | 040631 |
| CE / directive IED       | -      |
| CE / E-PRTR              | -      |
| CE / directive GIC       | -      |

## Approche méthodologique :

| Activité  | Facteurs d'émission   |
|---|---|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement |

## Niveau de méthode :

Rang GIEC 3

## Références utilisées :

[19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants

[50] Données communiquées directement par les exploitants au Citepa

# Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

Quinze sites industriels chimiques utilisent de la castine ou une matière carbonée (calcaire par exemple) pour le traitement des fumées engendrant des émissions de CO<sub>2</sub>.

L'activité retenue correspond à la consommation de matière carbonée des sites.

Les consommations de matière carbonée sont connues via les déclarations annuelles de polluants [19] au mieux à partir de 2003 (selon les sites). Pour les années antérieures, les consommations de matière carbonée sont, soit déduites du facteur d'émission et des émissions de CO<sub>2</sub> connues liées à la décarbonatation [19], soit la valeur de la production de la dernière année disponible est reportée.

# Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

## Emissions de CO<sub>2</sub>

Quinze sites industriels chimiques utilisent de la castine ou une matière carbonée (calcaire par exemple) pour le traitement des fumées engendrant des émissions de CO<sub>2</sub>.

Les émissions nationales sont déterminées à partir des éléments suivants :

Si les données d'émission sont disponibles pour un site de production via les déclarations annuelles [19], alors ses données d'émission sont utilisées.

Dans le cas contraire, la dernière année d'émission disponible d'un site est reportée jusqu'à la date de mise en service du site. Certaines valeurs peuvent également être saisies à partir des données communiquées directement par les exploitants [50].

## Emissions de CH<sub>4</sub>

Il n'y a pas d'émission attendue.

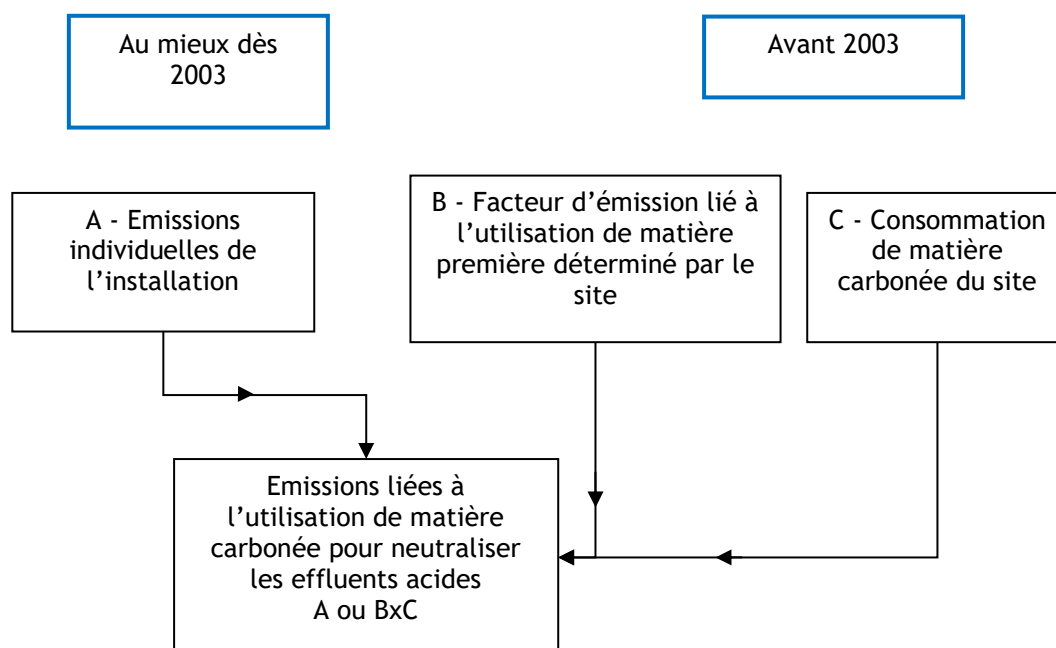
## Emissions de N<sub>2</sub>O

Il n'y a pas d'émission attendue.

## Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue.

**Figure 10 - Logigramme du processus d'estimation des émissions relatives à la décarbonatation dans l'industrie chimique.**







| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/2025          | CV          | 31/01/2025         | VM           |

# Autres procédés de la chimie inorganique

Cette section traite des procédés de la chimie inorganique ne faisant pas l'objet d'une section spécifique :

- Production d'acide sulfurique (SNAP 040401),
- Production d'engrais :
  - Sulfate d'ammonium (SNAP 040404),
  - Nitrate d'ammonium (SNAP 040405),
  - Engrais NPK (SNAP 040407),
  - Urée (SNAP 040408),
  - Engrais phosphatés (SNAP 040414),
- Production de dioxyde de titane (SNAP 040410),
- Production de chlore (SNAP 040413),
- Production d'hydrogène (SNAP 040416),
- Production de tétrafluorure d'uranium (SNAP 040416),
- Production de sulfure de carbone (SNAP 040416),
- Production tétrachlorure de titane (SNAP 040410),
- Production de N<sub>2</sub>O médical et industriel (SNAP 040416),
- Diverses productions (colorants, pigments, etc.) (SNAP 040416).

## Correspondance dans divers référentiels :

|                          |  |
|--------------------------|--|
| CCNUCC / CRT             | 2.B.10   |
| CEE-NU / NFR             | 2.B.6 et 2.B.10  |
| SNAPc (extension Citepa) | 04.04.01, 04.04.04, 04.04.05, 04.04.07, 04.04.08, 04.04.10, 04.04.13, 04.04.14 et 04.04.16 |
| CE / directive IED       | 4.2  |
| CE / E-PRTR              | 4b   |
| CE / directive GIC       | (Hors champ)   |

## Approche méthodologique :

| Activité                  | Facteurs d'émission   |
|---------------------------|---|
| Activité totale nationale | Facteur d'émission par défaut ou valeur nationale ou valeur spécifique à des installations connues en fonction des activités et polluants |

## Niveau de méthode :

CO<sub>2</sub> : Rang 2 (par assimilation) jusqu'en 2005 (pour la production de TiCl<sub>4</sub>) et en 2006 (pour la production d'H<sub>2</sub>) puis rang 3

N<sub>2</sub>O : Rang 3

## Références utilisées :

- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [49] TNO – Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au Citepa
- [53] SESSI / INSEE – Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [70] Citepa - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [82] UBA - Etude sur la répartition granulométrique ( $< PM_{10}$ ,  $< PM_{2.5}$ ) des émissions de poussières - février 1999
- [87] ECETOC - Ammonia emissions to air in Western Europe, July 1994
- [118] UIC - Rapport annuel sur l'évolution de l'industrie chimique en France
- [143] UNIFA – Union des industries de la fertilisation – communication personnelle de données
- [183] Citepa – IER – Study on particulate matter emissions: particle size distribution chemical composition and temporal profiles – Interreg III for ASPA, January 2005
- [942] INSEE – Données statistiques sur les productions de produits inorganiques (ProdFRA de l'année 2009 à n-1)
- [943] FAO – site internet FAOSTAT – Statistiques sur la production d'engrais phosphatés
- [948] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - Section 2.B.10.a other chemical industry - Table 3.35
- [971] EMEP/EEA emissions inventory guidebook 2023, 2.B.6 Titanium dioxide production, chloride process - Table 3.21 Tier 2 emission factors for source category
- [1055] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 2.B Chemical Industry 2023 - Table 3.6

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

Cette section regroupe plusieurs procédés de la chimie inorganique :

### Production d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) :

Le procédé de fabrication d'acide sulfurique comporte trois étapes (production de  $SO_2$ , oxydation du  $SO_2$  en  $SO_3$ , puis absorption du  $SO_3$  gazeux) et est générateur d'émissions de  $SO_2$  et  $SO_3$  (ensemble nommé  $SO_x$ ), rapportées en  $SO_2$ .

### Production d'engrais :

- Le sulfate d'ammonium est produit selon trois procédés principaux (sous-produit de la production de caprolactame, production dite synthétique et sous-produit des fours à coke). La production synthétique consiste à combiner de l'ammoniac anhydre avec de l'acide sulfurique. Ce type de production a disparu en 1981, le sulfate d'ammonium étant produit en très grandes quantités comme sous-produit du caprolactame et des fours à coke. Le procédé de production de sulfate d'ammonium est générateur d'émissions de  $NH_3$  et de TSP.
- Le nitrate d'ammonium est produit par neutralisation d'acide nitrique avec de l'ammoniac. Ce procédé de production de sulfate d'ammonium est responsable d'émissions de  $NH_3$  et de TSP.
- Les engrais composés (NP et NPK) sont produits par simple mélange d'engrais azotés, phosphatés et phosphorés ou bien par combinaison chimique (ce qui est de plus en plus fréquent). Après ces différentes opérations, les engrais NPK se trouvent presque toujours sous forme de granulés. La production d'engrais NKP génère des émissions de  $NH_3$ , TSP,  $PM_{10}$  et  $PM_{2.5}$ .

- La production de l'urée nécessite une suite de processus chimiques et mécaniques. Elle met en œuvre de l'ammoniac et du dioxyde de carbone. Ce procédé de production d'urée est responsable d'émissions de  $\text{NH}_3$  et de TSP.
- Les engrais phosphatés sont composés de trois groupes de produits chimiques : les superphosphates simples, les superphosphates triples et le phosphate d'ammonium. Les superphosphates simples sont produits par réaction de roches contenant des phosphates avec de l'acide sulfurique. Les triples superphosphates sont produits par réaction de roches contenant des phosphates avec de l'acide phosphorique. Le phosphate d'ammonium est produit par réaction d'acide phosphorique avec de l'ammoniac anhydre. La production d'engrais phosphatés génère des émissions de TSP,  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$  et cadmium

**Production de dioxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ )** : en France, le  $\text{TiO}_2$  est produit selon le procédé sulfurique. Ce procédé nécessite une attaque du minerai à l'acide sulfurique, le produit de la réaction étant ensuite calciné. Ce procédé entraîne des émissions importantes de  $\text{SO}_2$  ainsi que des émissions de TSP. Entre 1967 et 2009, 3 sites de production existaient en France. En 2017 seul un site continue de produire, un premier ayant arrêté sa production en 2009 et le second en 2016.

**Production de chlore** : la production de chlore se fait par électrolyse d'une solution saline (réaction entre du chlorure de sodium et de l'eau :  $2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2 \text{NaOH}$ ). Les principales techniques utilisées sont : l'électrolyse à mercure, l'électrolyse à diaphragme et l'électrolyse à membrane. Le procédé d'électrolyse à mercure est émetteur de mercure.

**Production d'hydrogène ( $\text{H}_2$ )** : ce composé est produit par vaporeformage du gaz naturel. Ce dernier est donc utilisé en tant que matière première. Il résulte de ce procédé des émissions de  $\text{CO}_2$ .

**Production de tétrafluorure d'uranium ( $\text{UF}_4$ )** : il s'agit de la première étape dans la préparation du combustible nucléaire (conversion de l'uranium brut en  $\text{UF}_4$ ) avant sa transformation en hexafluorure d'uranium ( $\text{UF}_6$ ) puis son enrichissement). L'utilisation d'ammoniac et d'acide nitrique dans les phases de purification occasionne des émissions de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$ , COVM, TSP et  $\text{N}_2\text{O}$ . Il n'existe qu'un seul site de production d' $\text{UF}_4$  en France.

**Production de sulfure de carbone ( $\text{CS}_2$ )** : ce composé est produit à partir de méthane et d'octasoufre ( $\text{CH}_4 + 1/2 \text{S}_8 \rightarrow \text{CS}_2 + 2 \text{H}_2\text{S}$ ). Le procédé est à l'origine d'émissions de  $\text{SO}_2$ . Il n'existe qu'un seul site en France produisant ce composé.

**Production tétrachlorure de titane ( $\text{TiCl}_4$ )** : le procédé de production utilisé en France est le procédé par carbo-chloration ( $2\text{TiO}_2 + 4 \text{Cl}_2 + 3 \text{C} \rightarrow 2\text{TiCl}_4 + 2 \text{CO} + \text{CO}_2$ ). L'apport de carbone est réalisé au moyen de coke de pétrole. La réaction occasionne des émissions de  $\text{CO}_2$  et de CO. Il n'existe qu'un seul site de production de  $\text{TiCl}_4$  en France.

**Production de  $\text{N}_2\text{O}$  médical et industriel** : il n'existe qu'un seul site en France produisant du  $\text{N}_2\text{O}$  médical et industriel. Au cours de la fabrication du  $\text{N}_2\text{O}$ , celui-ci est rejeté dans l'atmosphère à un certain nombre d'étapes du procédé (purgés des cuves de stockage et du process, etc.).

**Diverses productions** : deux activités sont considérées ici : la production de pigments et colorants à l'origine d'émissions de  $\text{SO}_2$  et la chimie du soufre depuis 2000 en lien avec l'extraction du gaz naturel à l'origine d'émissions de  $\text{SO}_2$  et  $\text{NO}_x$ . Avant 2000, cette seconde activité est prise en compte par le site d'extraction du gaz naturel à Lacq.

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

### Acide sulfurique

Jusqu'en 2008, les productions annuelles d'acide sulfurique sont disponibles dans les statistiques nationales [53], [118]. Depuis 2009, les données de production déclarées par les exploitants sont utilisées [19].

### Production d'engrais

Les productions nationales d'engrais sont connues à partir des données de l'UNIFA (union des industries de la fertilisation) [143] ou des statistiques nationales [53] [942] [943]. Pour la production d'urée, les données de production déclarées par les exploitants [19] sont utilisées depuis 2012.

### Production de TiO<sub>2</sub>

A partir de 1990, les productions annuelles de dioxyde de titane sont obtenues à partir des déclarations annuelles des émissions pour les sites considérés [19].

### Production de chlore

En France la production totale de chlore gazeux est connue mais on ne dispose pas de la production spécifique à électrolyse à mercure. La production spécifique relative à l'électrolyse à mercure est estimée à partir d'indications sur les capacités annuelles de production de chlore et d'un facteur d'émission communiqués par la profession [50]. A partir de 2004, les productions déclarées annuellement par les sites sont prises en compte [19].

### Production de H<sub>2</sub>

Jusqu'en 2006, le niveau de production d'hydrogène était disponible dans les statistiques nationales [53]. A partir de 2007, les données de production utilisées proviennent des déclarations des sites de production [19].

Par ailleurs, les consommations de gaz naturel (à usage non énergétique) sont, à partir de 2007, calculées à l'aide des émissions déclarées par les exploitants et d'un facteur d'émission national. Pour les années antérieures, les consommations de gaz naturel sont calculées à partir du niveau de production et d'un facteur d'émission national.

### Production d'UF<sub>4</sub>

Depuis 1990, les données de production utilisées proviennent selon les années de communications [50] ou des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, un report du niveau de production de 1990 est effectué. Il est à noter que, selon les règles du secret statistique, le niveau de production de cette activité est confidentiel.

### Production de CS<sub>2</sub>

Les données de production utilisées proviennent des déclarations du site de production à partir de 2003 [19]. Pour les années antérieures, des interpolations sont effectués. Il est à noter que, selon les règles du secret statistique, le niveau de production de cette activité est confidentiel.

### Production de TiCl<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et diverses productions

Les données de production utilisées proviennent selon les années de communications [50] ou des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués. Il est à noter que, selon les règles du secret statistique, le niveau de production de ces activités est confidentiel.

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### Emissions de CO<sub>2</sub>

#### Production de H<sub>2</sub>

Jusqu'en 2006, les émissions de CO<sub>2</sub> sont estimées à partir des consommations non énergétiques de gaz naturel en considérant que l'ensemble du carbone entrant dans le procédé sous forme de gaz naturel est émis sous forme de CO<sub>2</sub> et en utilisant un facteur d'émission national (cf. section générale énergie).

A partir de 2007, les émissions de CO<sub>2</sub> proviennent des déclarations des sites de production [19].

La cohérence temporelle est vérifiée en comparant les FE CO<sub>2</sub> recalculés depuis 2007 à partir des données des exploitants avec les FE CO<sub>2</sub> nationaux pour le gaz naturel.

A noter que, depuis l'édition 2025, les consommations de gaz de réseau pouvant être utilisée par les torchères de l'industrie chimique, provenant des déclarations des exploitants [19], sont séparées en flux de gaz naturel (NAPFUE 301) et

biométhane (NAPFUE 31B), en appliquant le taux de biométhane moyen national sur toute la série historique (notamment, non nul à partir de 2012 – cf. section générale énergie) ce qui affecte les émissions de CO<sub>2</sub> associées.

#### **Production de TiCl<sub>4</sub>**

A partir de 2006, les émissions de CO<sub>2</sub> proviennent des déclarations des sites de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions de CO<sub>2</sub> sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2006.

#### **Emissions de N<sub>2</sub>O**

#### **Production d'UF<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O**

Les émissions de N<sub>2</sub>O proviennent selon les années de communications [50] ou des déclarations des sites de production [19].

## Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

#### **Emissions de SO<sub>2</sub>**

#### **Production d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et TiO<sub>2</sub>**

Depuis 1990, les émissions de SO<sub>2</sub> proviennent des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués. Pour les années antérieures, les émissions de SO<sub>2</sub> sont estimées à partir d'un facteur d'émission interpolé.

#### **Production de CS<sub>2</sub>**

A partir de 2003, les émissions de SO<sub>2</sub> proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions de SO<sub>2</sub> sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission calculé sur la période 2003-2006.

#### **Diverses productions**

Depuis 1990, les émissions de SO<sub>2</sub> proviennent des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués. Pour les années antérieures, un report des émissions de 1990 est réalisé.

#### **Emissions de NO<sub>x</sub>**

#### **Production de TiCl<sub>4</sub>**

Les émissions de NO<sub>x</sub> associées à la production de TiCl<sub>4</sub> sont estimées à partir d'un facteur d'émission fourni dans le guide EMEP/EEA 2023 [971].

#### **Production d'UF<sub>4</sub>**

A partir de 2003, les émissions de NO<sub>x</sub> proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2003.

#### **Diverses productions**

Depuis 1990, les émissions de NO<sub>x</sub> proviennent des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués. Pour les années antérieures, un report des émissions de 1990 est réalisé.

#### **Emissions de COVNM**

### Production d'UF<sub>4</sub>

A partir de 2004, les émissions de COVNM proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2004.

### Emissions de CO

#### Production de TiCl<sub>4</sub>

A partir de 2006, les émissions de CO proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2006.

### Emissions de NH<sub>3</sub>

#### Production d'engrais

Pour la production de sulfate d'ammonium, les émissions de NH<sub>3</sub> sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission par défaut provenant de la littérature [87].

Pour la production de nitrate d'ammonium, d'engrais NKP et d'urée, les émissions de NH<sub>3</sub> proviennent des déclarations des sites de production [19], à partir de 2003. Pour les années précédentes, les émissions sont estimées à partir de facteurs d'émissions interpolés ou reportés.

#### Production d'UF<sub>4</sub>

A partir de 2003, les émissions de NH<sub>3</sub> proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2003.

### Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

#### Production d'engrais

Pour la production de sulfate d'ammonium, d'urée et d'engrais phosphatés, les émissions de TSP sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission par défaut provenant du guide EMEP 2023 [948] ou de la littérature [82].

Pour la production de nitrate d'ammonium et d'engrais NKP, les émissions de TSP proviennent des déclarations des sites de production [19], à partir de 2003. Pour les années précédentes, les émissions sont estimées à partir de facteurs d'émission déduits pour l'année 2003.

#### Production de TiO<sub>2</sub>

Les émissions de TSP proviennent de communications [50] ou des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués.

#### Production de UF<sub>4</sub>

A partir de 2004, les émissions de TSP proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2004.

#### Production de CS<sub>2</sub>

Les émissions de TSP sont estimées à partir de la production de CS<sub>2</sub> et du FE issu du guide EMEP 2023 [1055].

#### Production de H<sub>2</sub>

Les émissions de TSP sont estimées à partir de la production de H<sub>2</sub> et du FE issu du guide EMEP 2023 [1055].

#### Production de N<sub>2</sub>O

Les émissions de TSP sont estimées à partir de la production de N<sub>2</sub>O et du FE issu du guide EMEP 2023 [1055].

### Diverses productions

Les émissions de TSP sont estimées à partir de la production (de DiMéthylSulfOxyde ou de Sulfate Acide de Nitrosyle ou de briques de matières premières) et du FE issu du guide EMEP 2023 [1055].

### **Emissions de $PM_{10}$ , $PM_{2,5}$ , $PM_{1,0}$**

#### **Production d'engrais**

Pour la production d'engrais NKP et d'engrais phosphatés, les émissions de  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont estimées au moyen de facteurs d'émission par défaut provenant du guide EMEP 2023 [948] ou de la littérature [49].

#### **Production de $TiO_2$**

Les émissions de  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont estimées au moyen de facteurs d'émission par défaut provenant de la littérature [183].

#### **Production de $CS_2$**

Les émissions de  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont estimées à partir des émissions de TSP et d'une répartition par défaut entre TSP,  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ , issue du guide EMEP 2023 [1055].

#### **Production de $H_2$**

Les émissions de  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont estimées à partir des émissions de TSP et d'une répartition par défaut entre TSP,  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ , issue du guide EMEP 2023 [1055].

#### **Production de $N_2O$**

Les émissions de  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont estimées à partir des émissions de TSP et d'une répartition par défaut entre TSP,  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ , issue du guide EMEP 2023 [1055].

#### **Diverses productions**

Les émissions de  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont estimées à partir des émissions de TSP et d'une répartition par défaut entre TSP,  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ , issue du guide EMEP 2023 [1055].

### **Emissions de métaux lourds (ML)**

#### **Production d'engrais**

Les émissions de cadmium liées à la production d'engrais phosphatés sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission provenant d'une étude du Citepa réalisée en 1996 [70].

#### **Production de chlore**

Les émissions de mercure liées à la production de chlore sont estimées à partir des déclarations annuelles des exploitants [19] depuis 2004. Avant 2004, elles sont issues de données communiquées directement par la profession [50].

# Crédit des illustrations

Chimie | Introduction

@ Testalize me / Unsplash



