



**MODULE 2**  
**PROCEDES INDUSTRIELS**

---





## 2. PROCÉDES INDUSTRIELS

### 2.1 Introduction

Divers procédés industriels non liés à l'énergie génèrent des émissions de gaz à effet de serre. Les principales sources d'émission sont issues de procédés industriels dans lesquels les matériaux subissent une transformation physique ou chimique. Au cours de ces procédés, différents gaz à effet de serre comprenant le CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et les PFC peuvent être émis.

Dans certains cas, les émissions issues de procédés industriels comportent également des émissions de combustibles et il est parfois difficile de distinguer celles qui doivent être attribuées au secteur énergétique à celui de l'industrie. Cette question est débattue dans la section 2.1 du manuel de référence et porte notamment sur le critère à utiliser pour déterminer cette distinction.

Toutes les émissions, y compris les émissions de sources fugitives, se produisant au cours de procédés de transformation liés aux activités énergétiques sont examinées dans le chapitre Energie. Toutefois, les émissions issues de procédés pétrochimiques sont traitées dans le présent chapitre. Les émissions de COVNM issues de l'utilisation de solvants sont traitées dans le chapitre "Utilisation de solvants et autres produits" même s'ils proviennent de procédés industriels.

Les émissions de CO<sub>2</sub> résultant de l'utilisation de carbone biologique imputables à des procédés liés aux activités d'alimentation ou de fermentation ne doivent pas figurer sous le chapitre "Procédés industriels" ni dans aucun secteur des lignes directrices du GIEC si elles proviennent de sources de carbone issu d'un cycle fermé.

Les procédés industriels sans combustion et présentant des émissions de N<sub>2</sub>O sont reconnus comme des sources anthropiques importantes d'émission globale de N<sub>2</sub>O. On estime que cette catégorie de source représente 10 à 50 pour cent des émissions anthropiques de N<sub>2</sub>O et 3 à 20 pour cent de toutes les émissions globales de N<sub>2</sub>O (GIEC, 1992).

Les émissions de HFC, PFC et de SF<sub>6</sub> proviennent également de procédés industriels tels que la production d'aluminium, de magnésium et d'halocarbones (par exemple le HCFC-22). Dans certains pays, les émissions de PFC issues de procédés industriels pourraient contribuer de façon importante aux émissions nationales de GES en raison de leur PRG élevé.

Les applications courantes et potentielles de ces composés comprennent : la réfrigération et la climatisation, les équipements d'extinction d'incendie, les aérosols, les solvants et la production de mousse. Dans les prochaines décennies, la consommation de HFC, et dans une certaine mesure celle de PFC et de SF<sub>6</sub>, est appelée à s'accroître de manière considérable en raison de l'utilisation importante de ces gaz comme substitut des substances dégradant la couche d'ozone.

Pour bien comprendre les méthodologies présentées dans ce manuel, il est nécessaire que les personnes chargées de l'inventaire prennent connaissance des sections concernées figurant au chapitre 2 du manuel de référence.

#### DOUBLE COMPTAGE

Afin d'éviter un double comptage des émissions, dans les cas où un pays a des difficultés à distinguer si une émission doit être attribuée au secteur énergétique ou à celui de l'industrie, les personnes chargées de l'élaboration de l'inventaire des émissions doivent veiller à ne pas inclure les mêmes données dans les deux catégories de source.

## 2.2 Méthodologie générale

La méthodologie générale utilisée pour l'estimation des émissions liées à chacun des procédés industriels est le produit de la donnée du niveau d'activité, c'est-à-dire la quantité produite ou consommée de matériau, et d'un facteur d'émission par unité de consommation/production associée exprimé dans l'équation suivante :

$$\text{TOTAL}_{ij} = A_j \times \text{FE}_{ij}$$

Où :

- $\text{TOTAL}_{ij}$  = émission (en tonnes) du procédé du gaz  $i$  provenant du secteur industriel  $j$
- $A_j$  = la quantité d'activité ou de production du matériau dans le secteur industriel  $j$  (tonnes/année)
- $\text{FE}_{ij}$  = facteur d'émission associé au gaz  $i$  par unité d'activité dans le secteur industriel  $j$  (tonne/tonne)

Un certain nombre d'étapes de calculs mathématiques peut s'avérer nécessaires pour réduire une formule mathématique plus complexe à la forme simplifiée de l'équation présentée ci-dessus. Dans les cas où des transformations mathématiques sont nécessaires, les justifications sont présentées dans le manuel de référence.

Pour certains procédés industriels, on présente dans ce module plus d'une méthodologie d'estimation. L'approche simplifiée est désignée par *Niveau 1* et la méthodologie plus détaillée est désignée par *Niveau 2*. Etant donné que la disponibilité des données est souvent le principal facteur permettant d'effectuer l'estimation des émissions de GES, on propose, pour certains procédés industriels, plusieurs options de *Niveau 1* comme *Niveau 1a*, *1b*, *1c*. Ce point sera abordé ultérieurement de manière plus détaillée.

### Sources de données

Les processus des émissions provenant de certains secteurs industriels sont souvent causés, dans chaque pays, par des émissions provenant de quelques unités industrielles pour lesquelles, soit les données de mesure existent, soit nécessitent d'être collectées. Dans ces cas, les estimations d'émission devraient être basées sur ces données et non sur une méthodologie générale. (Dans ces cas, les estimations devraient être basées sur ces données et non sur une méthodologie générale.) Il convient de fonder les calculs sur la base des données spécifiques aux unités industrielles même si les mesures ne sont pas disponibles.

Plusieurs données de production nécessaires pour les méthodes d'estimation des émissions fournies dans ce manuel sont disponibles dans les bases de données des Nations Unies (1988). Les bases de données du US Bureau of Mines (1988) et de l'ONU se recoupent énormément ; mais celui du US Bureau of Mines est plus complet. Dans certains pays, les données nationales sont disponibles auprès des ministères concernés. Au Canada, par exemple, une base de données nationales est assurée à partir des bureaux de



statistiques du Canada. Des sources similaires de statistiques de production standard sont également disponibles auprès des publications nationales de statistiques.

## 2.3 Production de Ciment

### Introduction

Le dioxyde de carbone est produit au cours de la production de clinker, un produit intermédiaire à partir duquel le ciment est fabriqué. Les hautes températures dans les fours à ciment provoquent la transformation chimique des matières premières en clinker de ciment. Le carbonate de calcium est chauffé au cours d'un processus appelé *calcination* ou *cuisson*, ce qui produit de la chaux et du dioxyde de carbone.

Les émissions de SO<sub>2</sub> proviendront du soufre contenu dans le combustible et dans la matière première argileuse. Les émissions de combustibles sont comptabilisées comme des émissions dues à l'énergie tandis que celles de SO<sub>2</sub> provenant de l'argile devront être comptabilisées comme des émissions de non combustion.

### Sources de données

Les données relatives à la production de ciment sont disponibles auprès des Nations Unies (1988) et auprès du US Bureau of Mines (1988). L'association européenne du ciment (CEMBUREAU) publie également des informations (voir CEMBUREAU, 1990, 'Le marché mondial du ciment en chiffre' et 'La revue statistique mondiale'). Les chiffres pour le ciment dans la Nomenclature Standard relative à la Pollution de l'Air (SNAP) sont 30311 et 40612 (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### 2.3.1 Méthodologie d'estimation des émissions de CO<sub>2</sub>

Etant donné que le CO<sub>2</sub> est émis durant la production de clinker (plutôt qu'au cours de la production de ciment lui-même), les estimations des émissions devraient être basées sur la teneur en chaux et sur la production de clinker. Toutefois, les statistiques relatives au clinker peuvent ne pas être facilement disponibles dans certains pays. Dans ce cas, les statistiques de production de ciment peuvent être utilisées.

L'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> relatives à la production de clinker est réalisée en appliquant un facteur d'émissions, exprimé en tonnes de CO<sub>2</sub> dégagées par tonne de clinker, à la production annuelle de clinker.

#### 2.3.2 Méthodologie d'estimation des émissions de SO<sub>2</sub>

L'estimation des émissions de SO<sub>2</sub> provenant de la production de ciment est aussi réalisée en appliquant à la production annuelle de ciment, un facteur d'émissions de SO<sub>2</sub> dégagées par tonne de ciment produit. Un facteur

d'émission hors combustion de 0,3 kg de SO<sub>2</sub> par tonne de ciment a été calculé (voir pour les sources le manuel de référence des lignes directrices révisées 1996 du GIEC).

### Comment remplir la feuille de calcul

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 2-I PRODUCTION DE CIMENT pour inscrire les données relatives à ce sous-module.

#### UTILISATION DE LA FEUILLE DE CALCUL

- Faire une copie de la feuille de calcul qui se trouve à la fin de cette section afin de faire l'inventaire.
- Conservez l'original de la feuille de calcul non remplie afin de pouvoir faire d'autres copies si nécessaire.

#### ETAPE 1 ESTIMATION DU CO<sub>2</sub> EMIS

- 1 Inscrivez dans la colonne A, la quantité de clinker produit exprimé en tonnes. Si les données sur la production ne sont pas disponibles, estimez la quantité de ciment produite.
- 2 Pour la production de clinker, inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission de 0,5071 tonnes de CO<sub>2</sub> par tonne de clinker produit. Si l'on sait que la fraction (f) de chaux contenue dans le clinker est différente de 0,646 alors le coefficient d'émission peut être calculé comme suit :  
$$\text{Facteur d'émission (t CO}_2\text{/t clinker)} = 0,5701 \times (f) / 0,646$$
  
Pour la production de ciment utilisez le facteur d'émission de 0,4985 tonnes de CO<sub>2</sub> par tonne de ciment produit et l'inscrivez dans la colonne B. Si l'on sait que la fraction (f) de chaux qui est contenue dans le ciment est différente de 0,635 alors le coefficient d'émission peut être calculé comme suit :  
$$\text{Facteur d'émission (t CO}_2\text{/t ciment)} = 0,4985 \times (f) / 0,635$$
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir le CO<sub>2</sub> émis, exprimé en tonnes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par 10<sup>3</sup> pour convertir en gigagrammes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne D.

#### ETAPE 2 ESTIMATION DU SO<sub>2</sub> EMIS

- 1 Estimez la quantité de ciment produit et inscrivez dans la colonne A cette valeur exprimée en tonnes.
- 2 Inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission en kg de SO<sub>2</sub>/tonne de ciment. Si les données sur la teneur et le degré d'absorption de soufre ne sont pas disponibles, inscrivez une valeur par défaut de 0,3 kg de SO<sub>2</sub>/tonne de ciment.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir le SO<sub>2</sub> émis en kg de SO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par 10<sup>6</sup> pour convertir en unités de gigagrammes de SO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne D.



## 2.4 Production de chaux

### Introduction

La production de chaux comprend une série d'étapes comparables à celles utilisées dans la production de clinker pour le ciment de type Portland. Celles-ci incluent : l'extraction des matières premières dans les carrières, le broyage et l'apprêtage, la calcination (c'est à dire : un processus de chauffage à une température très élevée, de l'ordre de 1100°C) des matières premières pour produire la chaux, l'hydratation de la chaux en hydrate de calcium suivi ensuite d'autres mutations et de divers transferts opérations de stockage et de manutention.

### Sources de données

Les données internationales relatives à la production de chaux sont disponibles auprès des Nations Unies (1988) et auprès du US Bureau of Mines (1988). Les chiffres pour le calcaire et la dolomite dans la Nomenclature Standard relative à la pollution de l'Air (SNAP) sont 30312 and 40613 (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### 2.4.1 Méthodologie d'estimation des émissions de CO<sub>2</sub>

L'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> imputables à la production de chaux est réalisée en appliquant à la production annuelle de chaux, un facteur d'émission exprimé en tonnes de CO<sub>2</sub> dégagé par tonne de chaux produite. Les facteurs d'émission sont présentés dans le tableau 2-1.

Procédés	Composant	Facteur d'émission
Four à chaux alimenté par la calcite	CO <sub>2</sub>	0,79 tonne de CO <sub>2</sub> /tonne de chaux vive produite
Four à chaux alimenté par la dolomite	CO <sub>2</sub>	0,91 tonne de CO <sub>2</sub> /tonne de chaux dolomite produite

### Comment remplir la feuille de calcul

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 2-2 PRODUCTION DE CHAUX pour inscrire les données relatives à ce sous-module.

#### ESTIMATION DES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

- 1 Estimez la quantité de chaux produite par type de chaux et inscrivez, dans la colonne A, cette valeur exprimée en tonnes.

#### SOURCES DE DONNEES

Il convient de noter qu'au moment de la publication de ce *manuel*, les codes et les facteurs d'émission de la SNAP sont conformes. Pour disposer des chiffres et des facteurs d'émission mis à jour de la SNAP les lecteurs doivent se référer à l'édition la plus récente du manuel UNECE/CORINAIR.

#### FACTEURS D'EMISSION

Les facteurs d'émission prennent en compte la chaux pure, mais dans certains cas, cette pureté peut varier entre 85 et 95 pour cent. Dans de pareils cas, les équations devraient être ajustées de manière à ce que la pureté de la chaux soit prise en compte.

- Inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission correspondant provenant du tableau 2-1 exprimé en tonnes de CO<sub>2</sub> par tonne de chaux vive ou de chaux dolomitique produite.
- Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir les émissions de CO<sub>2</sub> en tonnes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- Divisez la colonne C par 10<sup>3</sup> pour convertir le CO<sub>2</sub> en gigagrammes puis inscrivez cette valeur dans la colonne D.
- Faites la somme des valeurs qui se trouvent dans la colonne D et inscrivez le résultat au bas de la colonne, afin d'obtenir le total du CO<sub>2</sub> émis.

## 2.5 Utilisation du calcaire et de la dolomite

### Introduction

Des émissions de CO<sub>2</sub> se produisent au cours des applications industrielles comprenant le chauffage à haute température du calcaire et de la dolomite.

### Sources de données

Les données sur la production internationale de calcaire et dolomite sont fournies par les Nations Unies (1988) et le US Bureau of Mines (1988). L'utilisation du calcaire et de la dolomite ne figure pas dans la Nomenclature Standard relative à la Pollution de l'Air (SNAP) (EMEP/CORINAIR, 1996).

### 2.5.1 Méthodologie d'estimation des émissions de CO<sub>2</sub>

L'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> issues de l'utilisation du calcaire se fait en appliquant à l'utilisation annuelle du calcaire, un facteur d'émission exprimé en kilogrammes de CO<sub>2</sub> dégagé par tonne de calcaire.

La consommation annuelle de calcaire ou de dolomite, exprimée en tonne, est supposée être égale au matériau extrait (dragué) plus le matériel importé moins le matériel exporté. Le calcaire ou la dolomite utilisés pour la production de ciment, de chaux et de magnésium, et pour les activités et les procédés agricoles ne générant pas d'émissions de CO<sub>2</sub>, doivent être exclus du calcul.

### Comment remplir la feuille de calcul

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 2-3 UTILISATION DE CALCAIRE ET DE DOLOMITE pour inscrire les données relatives à ce sous-module.

#### UTILISATION DU CALCAIRE

Les émissions de CO<sub>2</sub> imputables à la chaux épenchée sur les terres agricoles doivent figurer dans le chapitre traitant du changement d'affectation des terres et de la foresterie. Le calcaire et la dolomite utilisés pour la fabrication du ciment et pour la production de chaux doivent être traités dans la partie qui traite de ce de secteur l'industrie. Cette section traite de tous les autres modes d'utilisation du calcaire et de dolomite qui produisent des émissions de CO<sub>2</sub>.





### ESTIMATION DES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

- 1 Estimez la quantité de calcaire ou de dolomite utilisée et inscrivez ces valeurs exprimées en tonnes dans la colonne A.
- 2 Pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub> issues de l'utilisation de calcaire, inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission de 440 kg de CO<sub>2</sub> par tonne de calcaire utilisé. Si la pureté fractionnaire (f) de calcaire dans le CaCO<sub>3</sub> par tonne pour l'ensemble des matières premières est connue, le facteur d'émissions peut être obtenu comme suit :  
Facteur d'émission (kg CO<sub>2</sub>/t de calcaire) = 440 x (f)  
Pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub> issues de l'utilisation de dolomite, inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission de 477 kg de CO<sub>2</sub> par tonne de dolomite utilisée. Si la pureté fractionnaire (f) de dolomite dans le CaCO<sub>3</sub>·MgCO<sub>3</sub> par tonne du total de matière première est connue, le facteur d'émission peut être calculé comme suit :  
Facteur d'émission (kg CO<sub>2</sub>/t dolomite) = 477 x (f)
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir le CO<sub>2</sub> émis en kilogrammes de CO<sub>2</sub>, puis inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par 10<sup>6</sup> pour obtenir des gigagrammes de CO<sub>2</sub>, puis inscrivez cette valeur dans la colonne D.
- 5 Faites la somme des valeurs qui se trouvent dans la colonne D et inscrivez le résultat au bas de cette colonne pour obtenir le total de CO<sub>2</sub> émis.

## 2.6 Production et utilisation

### Introduction

Du dioxyde de carbone se dégage au cours de l'utilisation et aussi, éventuellement, lors de sa production en fonction du procédé industriel utilisé pour sa fabrication.

Les émissions de CO<sub>2</sub> issues de la production du carbonate de sodium varient considérablement suivant le procédé de fabrication utilisé. Quatre procédés différents peuvent être utilisés pour la production commerciale du carbonate de sodium. Trois de ces procédés, le monohydrate, le sesquicarbonate et la carbonation directe sont considérés comme procédés naturels. Le quatrième procédé, appelé procédé de Solvay, est classé comme procédé artificiel.

Au cours du procédé de production, le trona (principal minerai à partir duquel la soude naturelle est fabriquée) subit une cuisson dans un four rotatif pour se transformer chimiquement en soude brute. Ce procédé génère des sous-produits que sont le dioxyde de carbone et l'eau.

#### DOUBLE COMPTAGE

Afin d'éviter le double comptage, les émissions de CO<sub>2</sub> associées à l'utilisation de coke dans la production de la soude doivent être prises en compte séparément et les émissions associées à l'utilisation non énergétiques du coke doivent être soustraites des totaux dans la section traitant de la combustion.

### Sources de données

Les données relatives à la production et à l'utilisation internationale du carbonate de sodium sont disponibles auprès des Nations Unies (1988) et du US Bureau of Mines. La production et l'utilisation de la soude ne sont pas mentionnées dans la Nomenclature Standard relative à la Pollution de l'Air (SNAP) SEMEP/CORINAIR, 1996).

### Comment remplir la feuille de calcul

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 2-4 PRODUCTION ET UTILISATION DU CARBONATE DE SODIUM pour inscrire les données relatives à ce sous-module. Il n'existe aucune méthodologie disponible pour l'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> provenant du procédé de Solvay.

#### ETAPE 1 ESTIMATION DES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub> ISSUES DE LA PRODUCTION DU CARBONATE DU SODIUM (PROCEDE NATUREL)

- 1 Estimez la quantité de trona utilisée et inscrivez cette valeur, exprimée en tonnes, dans la colonne A.
- 2 Inscrivez le facteur d'émission de 0,097 tonnes de CO<sub>2</sub> par tonne de trona dans la colonne B.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B afin d'obtenir le CO<sub>2</sub> émis en tonnes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par 10<sup>3</sup> pour convertir en gigagrammes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne D.

#### ETAPE 2 ESTIMATION DES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub> ISSUES DE L'UTILISATION DE LA SOUDE

- 1 Estimez la quantité de soude utilisée et inscrivez cette valeur exprimée en tonnes dans la colonne A.
- 2 Inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission de 415 kilogrammes de CO<sub>2</sub> par tonne de soude utilisée.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir les émissions de CO<sub>2</sub> en kilogrammes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par 10<sup>6</sup> afin de convertir en gigagrammes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez le résultat dans la colonne D.



## 2.7 Production et utilisation de divers produits minéraux

### Introduction

Les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que les émissions des précurseurs d'ozone et des aérosols résultant de la production d'asphalte pour le revêtement des toitures, de bitumage pour les routes, et la fabrication d'autres produits minéraux tels que la pierre ponce ainsi que la fabrication du verre sont traités dans cette section.

### Sources de données

Les données internationales de production sont disponibles auprès des Nations Unies (1988) et auprès du US Bureau of Mines (1988). Le chiffre attribué dans la Nomenclature Standard relative à la Pollution de l'Air (SNAP) pour l'asphaltage des toitures est de 40610 (60310 pour le soufflage d'asphalte), 40611 pour le bitumage des routes et respectivement 33014 et 33015 pour les verres plans et pour les récipients (EMEP/CORINAIR, 1996).

### 2.7.1 Production d'asphalte pour le revêtement des toitures

#### 2.7.1.1 Méthodologie pour l'estimation des émissions de COVM et de CO

Les émissions liées à la production d'asphalte pour le revêtement des toitures peuvent être estimées à partir de la masse totale nationale des produits. Les facteurs d'émission du tableau 2-2, fournis par le manuel EMEP/CORINAIR (SNAP 40610) sont des facteurs par défaut.

TABLEAU 2-2 FACTEURS D'EMISSION POUR LA PRODUCTION D'ASPHALTE DE TOITURE (KG/TONNE DE PRODUIT) <sup>a</sup>		
	Facteur d'émission (Saturation avec pulvérisation)	Facteur d'émission (Saturation sans pulvérisation)
COVM	0,13 – 0,16	0,046 – 0,049
CO	ND	0,0095
ND = Non Disponible		
<sup>a</sup> Les données ne sont pas disponibles pour le CO émis à partir d'un procédé dans lequel la saturation comporte une section de pulvérisation. Il a été considéré que l'émission serait la même que celle issue à partir d'un procédé avec saturateur à bain uniquement.		

Le soufflage de l'asphalte est un procédé de polymérisation et de stabilisation de l'asphalte pour en améliorer ses caractéristiques de vieillissement. Cette activité de soufflage conduit à la production d'émissions de COVM. Les

facteurs d'émission du tableau 2-3, présentés par le manuel EMEP/CORINAIR sont des facteurs par défaut. On suppose que l'ensemble de l'asphalte utilisé à des fins autres que le revêtement routier sera soufflé.

<b>TABLEAU 2-3</b> <b>FACTEURS D'EMISSION POUR LE PROCEDE DE SOUFFLAGE DE L'ASPHALTE</b> <b>(KG/TONNE DE PRODUIT)</b>		
	Facteur d'émission (avec dispositif de post- combustion)	Facteur d'émission (sans contrôle)
COVNM	0,1	2,4

## 2.7.2 Asphalte pour le revêtement des chaussées

### Introduction

Les surfaces d'asphalte des chaussées sont composées d'agrégat compacté et d'agglomérant d'asphalte. Les émissions de COVNM qui proviennent de l'usine d'asphalte sont dégagées au cours de la fabrication de l'asphalte, et par la suite pendant les opérations de revêtement des chaussées et du revêtement routier lui-même.

### 2.7.2.1 Méthodologie d'estimation des émissions de COVNM

#### FACTEUR DE CONVERSION

Au cas où ne serait connue que la surface revêtue et non la quantité d'asphalte exprimée en tonnes, on peut utiliser un facteur de conversion de 100 kg d'asphalte / m<sup>2</sup> de route.

Les émissions de COVNM dépendent du type d'asphalte (à durcissement lent, moyen ou rapide) et de la quantité de diluant. Un facteur d'émission par défaut de 320 kg de COVNM par tonne de surface routière est recommandé (pour les sources, voir *le manuel de référence des lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux des émissions de gaz à effet de serre, version révisée 1996*). La quantité de diluant utilisée est habituellement plus faible dans les pays chauds que dans les autres, et par conséquent, les facteurs d'émission devraient être plus faibles dans les pays chauds.

## 2.7.3 Production d'autres produits minéraux

### Introduction

Des polluants sont émis au cours des procédés de fabrication de plusieurs autres minéraux. Ils représentent probablement des sources peu significatives à l'échelle globale, mais suffisamment significatives à l'échelle nationale ou locale. Les informations dont on dispose relatives aux estimations pour ces procédés sont généralement limitées.



### 2.7.3.1 Méthodologie d'estimation des émissions (COVNM et SO<sub>2</sub>) issues de divers produits minéraux

#### Production de béton de pierre ponce

La production de béton de pierre ponce est similaire à la production de ciment dans le sens où les émissions de SO<sub>2</sub> proviendront de l'utilisation de combustible et de soufre contenu dans l'argile. Environ 45 pour cent du SO<sub>2</sub> généré au cours du procédé sera séquestré dans le produit. Un facteur d'émission d'environ 0,5 kilogrammes de SO<sub>2</sub> /tonne de produit devrait être adopté dans le cas où il n'y aurait pas d'informations spécifiques disponibles provenant de l'usine (pour les sources, voir *le manuel de référence des lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux des émissions de gaz à effet de serre, version révisée 1996*).

#### Production de verre

Des émissions de COVNM peuvent être imputables à la production de verre. Un facteur d'émission de 4,5 kg par tonnes de produit a été dérivé (pour les sources, voir *le manuel de référence des lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux des émissions de gaz à effet de serre, version révisée 1996*).

#### Comment remplir la feuille de calcul

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 2-5, PRODUCTION ET UTILISATION DE DIVERS PRODUITS MINERALIERS pour inscrire les données relatives à ce sous-module.

#### ETAPE I ESTIMATION DES EMISSIONS DE COVNM PROVENANT DE LA PRODUCTION D'ASPHALTE POUR LE REVETEMENT DES TOITURES

- 1 Estimez la quantité d'asphalte produite pour le revêtement des toitures et inscrivez cette valeur exprimée en tonnes dans la colonne A.
- 2 Pour les procédés de saturation, inscrivez dans la colonne B le facteur d'émission correspondant, proposé au tableau 2-2.  
  
Pour les procédés de soufflage d'asphalte, inscrivez dans la colonne B le facteur d'émission correspondant, proposé au tableau 2-3.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir les émissions de COVNM en kilogrammes de COVNM et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par 10<sup>6</sup> pour convertir le COVNM en gigagrammes et inscrivez cette valeur dans la colonne D.

#### UTILISATION DE LA FEUILLE DE CALCUL

- Faire une copie de la feuille de calcul qui se trouve à la fin de cette section afin de dresser l'inventaire.
- Conservez l'original de la feuille de calcul non rempli afin de pouvoir faire d'autres copies si nécessaire.

- 5 Faites la somme des valeurs dans la colonne D et inscrivez le résultat au bas de cette colonne pour obtenir le total des COVNM émis.

### **ETAPE 2 ESTIMATION DES EMISSIONS DE CO PROVENANT DE LA PRODUCTION D'ASPHALTE POUR LE REVETEMENT DES TOITURES**

- 1 Estimez la quantité produite d'asphalte pour les toitures et inscrivez cette valeur dans la colonne A en tonnes.
- 2 Inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission correspondant qui est proposé au tableau 2-2.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir le CO émis en kilogrammes de CO, et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par  $10^6$  pour convertir le CO en gigagrammes et inscrivez cette valeur dans la colonne D.

### **ETAPE 3 ESTIMATION DES EMISSIONS DE COVNM PROVENANT DE L'ASPALTAGE DE LA CHAUSSEE**

- 1 Estimez la quantité de matériau de revêtement de la chaussée utilisée en une année pour chacune des sources d'émissions et inscrivez cette valeur exprimée en tonnes dans la colonne A.
- 2 Inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission de 320 kg de COVNM par tonne d'asphalte pour le revêtement routier.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir le COVNM émis en kilogrammes de COVNM et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par  $10^6$  pour convertir en gigagrammes de COVNM émis et inscrivez cette valeur dans la colonne D.
- 5 Effectuez la somme des valeurs figurant dans la colonne D et inscrivez le résultat au bas de cette colonne pour obtenir le total des COVNM.

### **ETAPE 4 ESTIMATION DES COVNM EMIS AU COURS DE LA PRODUCTION DE VERRE**

- 1 Estimez la quantité de verre produit selon le type de verre et inscrivez cette valeur, exprimée en tonnes dans la colonne A.
- 2 Inscrivez le facteur d'émission correspondant pour la production de verre dans la colonne B (par défaut 4,5 kg de COVNM par tonne de verre produite) en kilogrammes de COVNM par tonne de matière produite.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir les COVNM émis en kilogrammes de COVNM et inscrivez cette valeur dans la colonne C.



- 4 Divisez la colonne C par  $10^6$  pour convertir en gigagrammes de COVNM et inscrivez cette valeur dans la colonne D.
- 5 Effectuez la somme des valeurs de la colonne D et inscrivez le résultat au bas de cette colonne pour obtenir le total des COVNM émis.

#### ETAPE 5 ESTIMATION DU $SO_2$ PROVENANT DU BETON DE PIERRE PONCE

- 1 Estimez la quantité de béton de pierre ponce produite et inscrivez cette valeur en tonnes dans la colonne A.
- 2 Inscrivez le facteur d'émission de la production de béton de pierre ponce dans la colonne B (par défaut 0,5 kg de  $SO_2$  par tonne de produit) en kilogrammes de  $SO_2$  par tonne de matière produite.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir le  $SO_2$  émis en kilogrammes de  $SO_2$  et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par  $10^6$  pour convertir en gigagrammes de  $SO_2$  et inscrivez cette valeur dans la colonne D.

## 2.8 Production d'ammoniac

### Introduction

Dans la plupart des exemples, l'ammoniac anhydre est produit par réformage catalytique de la vapeur de gaz naturel (principalement du  $CH_4$ ) ou d'autres combustibles fossiles. Le gaz naturel est utilisé pour alimenter la plupart des unités industrielles, tandis que les autres combustibles (comme les huiles lourdes) peuvent être utilisés avec le procédé d'oxydation partielle. On sépare l'hydrogène du combustible par transformation chimique pour le combiner avec de l'azote afin de produire de l'ammoniac ( $NH_3$ ). Le reste du carbone sera éventuellement émis sous forme de  $CO_2$ .

Des émissions de  $NO_x$ , COVNM, CO et  $SO_2$  peuvent être dégagées au cours de la production d'ammoniac.

### Sources de données

Généralement il n'existe que peu d'unités de production d'ammoniac dans un pays, et l'on recommande que l'estimation des émissions soit basée sur les données spécifiques de l'usine et/ou sur les quelques sources d'émission existantes. Les données internationales de production sont disponibles auprès des Nations Unies (1988) et auprès du US Bureau of Mines (1988). Dans la Nomenclature Standard relative à la Pollution de l'Air (SNAP), le numéro de la production d'ammoniac est 40403 (EMEP/CORINAIR, 1996).

### 2.8.1 Méthodologie d'estimation des émissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> dépendront de la quantité et de la composition du gaz (ou du pétrole) utilisé dans le procédé. On suppose que tout le carbone sera dégagé dans l'atmosphère.

**DOUBLE COMPTAGE**

Afin d'éviter un double comptage, les quantités de pétrole ou de gaz utilisées doivent être soustraites de la quantité mentionnée sous la rubrique utilisation énergétique figurant dans le chapitre énergie.

La méthode d'estimation la plus précise sera basée sur la consommation de gaz. La teneur en carbone du gaz naturel peut varier et il est recommandé que cette dernière soit identifiée pour chaque usine. Par exemple, les données provenant du Canada (pour les sources, voir le *manuel de référence des lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - version révisée 1996*) font état des valeurs de 812 m<sup>3</sup> de gaz/tonne de NH<sub>3</sub> et 0,525 kg de carbone/m<sup>3</sup> de gaz.

Si les données sur la consommation de gaz ne sont pas disponibles, une autre possibilité consiste à calculer les émissions issues de la production d'ammoniac. Le facteur d'émission recommandé est de 1,5 tonnes de CO<sub>2</sub> par tonne de NH<sub>3</sub> produit à l'exclusion des gaz utilisés comme combustibles (pour les sources, voir le *manuel de référence des lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - version révisée 1996*). Les gaz utilisés comme combustibles doivent être exclus si d'autres données doivent être utilisées pour les facteurs d'émission. Ce chiffre dépend du contenu en carbone du produit d'alimentation.

Le CO<sub>2</sub> issu de la production d'ammoniac peut également être utilisé pour produire de l'urée ou de la glace sèche. Ce carbone sera uniquement stocké pour une durée très courte. Par conséquent, il ne faut prendre en compte aucun agglomérat intermédiaire de CO<sub>2</sub> dans les procédés et les produits de fabrication en aval.

### 2.8.2 Méthodologie d'estimation des émissions de COVNM, CO et SO<sub>2</sub>

Des facteurs d'émission par défaut relatifs aux émissions non contrôlées provenant des usines sont proposés dans le tableau 2-4 ci-après.

TABLEAU 2-4 FACTEURS D'EMISSION POUR LA PRODUCTION D'AMMONIAC (KG/TONNE DE PRODUIT)		
TCO <sup>a</sup>	CO	SO <sub>2</sub>
4,7	7,9	0,03
<sup>a</sup> Total des Composés Organiques		

La production d'ammoniac peut être une source d'émission de NO<sub>x</sub>. Toutefois, en raison du manque de données concernant l'estimation des émissions de NO<sub>x</sub>, aucune méthode d'estimation des émissions n'est recommandée ici.





## Comment remplir la feuille de calcul

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 2-6 PRODUCTION D'AMMONIAC pour inscrire les données relatives à ce sous-module. Deux méthodes sont présentées pour l'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> : Niveau Ia - Estimation à partir de la consommation de gaz, et Niveau Ib - Estimation à partir de la production d'ammoniac.

### *Niveau Ia – Sur la base de la consommation de gaz*

#### **ETAPE 1 ESTIMATION DES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>**

- 1 Obtenir une estimation de la quantité de gaz consommé en m<sup>3</sup> au cours de la production d'ammoniac inscrivez cette valeur dans la colonne A. Si ces données ne sont pas disponibles, passez au niveau Ib : Estimation à partir de la production d'ammoniac.
- 2 Inscrivez le contenu en carbone du gaz, en kg de carbone par m<sup>3</sup> de gaz, dans la colonne B.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B et le taux de conversion dans la colonne C (le rapport des masses moléculaires du CO<sub>2</sub> et du carbone), afin d'obtenir les émissions de CO<sub>2</sub> en kg de CO<sub>2</sub>, et inscrivez ensuite cette valeur dans la colonne D.
- 4 Divisez la colonne D par 10<sup>6</sup> afin de la convertir en gigagrammes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne E.

### *Niveau Ib – Sur la base de la production d'ammoniac*

#### **ETAPE 2 ESTIMATION DES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>**

- 1 Obtenez une estimation de la quantité d'ammoniac produite en tonnes et inscrivez cette valeur dans la colonne A.
- 2 Inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission correspondant en tonnes de CO<sub>2</sub> par tonne d'ammoniac produite. Le facteur d'émission par défaut est 1,5 t CO<sub>2</sub>/t de NH<sub>3</sub> produit.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B afin d'obtenir les émissions de CO<sub>2</sub> en tonnes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par 10<sup>3</sup> afin de la convertir en gigagrammes de CO<sub>2</sub>, et inscrivez ensuite cette valeur dans la colonne D.

## ETAPE 3 ESTIMATION DES EMISSIONS DE COVNM, CO ET SO<sub>2</sub>

- 1 Obtenez une estimation en tonnes de la quantité d'ammoniac produite et entrez cette valeur dans la colonne A pour chaque polluant, COVNM, CO et SO<sub>2</sub>.
- 2 Inscrivez, le facteur d'émission mentionné dans le tableau 2-4 correspondant à chaque polluant, COVNM, CO et SO<sub>2</sub> dans la colonne B en kg par tonne d'ammoniac produite.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir les émissions de polluants en kg, et dans la colonne C inscrivez la valeur correspondante pour chaque polluant, COVNM, CO et SO<sub>2</sub>.
- 4 Divisez la colonne C par 10<sup>6</sup> pour la convertir en gigagrammes pour chaque polluant, COVNM, CO et SO<sub>2</sub>, puis inscrivez cette valeur dans la colonne D.

## 2.9 Production d'acide nitrique

### Introduction

La production d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) génère de l'hémioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) en tant que sous-produit de l'oxydation catalytique à haute température de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>).

### Sources de données

D'une manière générale, les unités de production d'acide nitrique dans chaque pays concerné ne sont pas nombreuses, et par conséquent, les données relatives aux mesures d'émissions sont souvent disponibles. Ces données prennent également en compte les effets de toute technologie de réduction des émissions installée dans ces usines. Dans la Nomenclature Standard relative à la Pollution de l'Air (SNAP) le chiffre correspondant à la production d'acide nitrique est 40402 (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### FACTEURS D'EMISSION

Lorsqu'il n'existe pas de données issues de mesures, il convient d'estimer les émissions en multipliant le facteur d'émission par la quantité produite. Il convient de choisir les facteurs d'émission spécifiques les plus élevés figurant dans la fourchette appropriée.

### 2.9.1 Méthodologie d'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O

Les émissions devraient être calculées à partir des données nationales de production d'acide nitrique, et également à partir des chiffres d'émissions spécifiques basés sur la technologie utilisée. Le tableau 2-5 donne des exemples de facteurs d'émission pour les usines de production d'acide nitrique, en se basant sur des mesures effectives. Les taux d'émissions dépendent de la technologie utilisée et des conditions de fonctionnement.



	Facteur d'émission kg N <sub>2</sub> O/tonne d'acide nitrique
USA	2 - 9 <sup>a</sup>
Norvège: - moderne, usines intégrées	< 2
- usines de pression atmosphérique	4 - 5
- usines de pression intermédiaire	6 - 7,5
Japon	2,2 - 5,7

<sup>a</sup> Les facteurs d'émission allant jusqu'à 19 kg N<sub>2</sub>O/tonne d'acide nitrique ont été mentionnés pour les usines non équipées d'une technique non sélective de réduction catalytique (NSRC) (voir pour les sources la référence *NGGI* dans le manuel des références des lignes directrices du GIEC révisées 1996).

### 2.9.2 Méthodologie d'estimation des émissions de NO<sub>x</sub>

L'acide nitrique est produit à partir de l'oxydation de l'ammoniac par catalyse. En plus des émissions de N<sub>2</sub>O décrites précédemment, il peut se produire des émissions de NO<sub>x</sub> provenant de l'absence de combustion.

L'estimation des émissions se fait à partir de la quantité d'acide nitrique produite. Le facteur d'émission est multiplié par la production d'acide nitrique. Le tableau 2-6 fournit des estimations de facteurs d'émission pour le NO<sub>x</sub>. Une valeur de 12,0 kg NO<sub>x</sub>/tonne d'acide nitrique devrait être utilisée lorsque le procédé et les détails techniques ne sont pas connus.

Procédé	Facteur d'émission kg NO <sub>x</sub> /t d'acide nitrique
Forte production d'acide	0,1 – 1
Production à basse pression	10 – 20

### Comment remplir la feuille de calcul

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 2-7 PRODUCTION D'ACIDE NITRIQUE pour inscrire les données relatives à ce sous-module.

### ESTIMATION DES EMISSIONS DE N<sub>2</sub>O ET NO<sub>x</sub>

- 1 Obtenez une estimation de la quantité d'acide nitrique produite exprimée en tonnes et inscrivez cette valeur dans la colonne A.
- 2 Inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission correspondant à chaque polluant par tonne d'acide nitrique produite. Pour le facteur d'émission approprié, consultez le tableau 2-5 pour le N<sub>2</sub>O et le tableau 2-6 pour le NO<sub>x</sub>.

- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir le polluant émis en kg, et inscrivez cette valeur dans la colonne C pour chaque polluant.
- 4 Divisez la colonne C par  $10^6$  pour convertir en gigagrammes pour chaque polluant, et inscrivez cette valeur dans la colonne D.

## 2.10 Production d'acide adipique

### Introduction

L'acide adipique est un acide dicarboxylique fabriqué à partir d'un mélange de cyclohexanone/cyclohexanol oxydé par l'acide nitrique. Du  $N_2O$  est généré en tant que sous-produit pendant le processus d'oxydation.

La production d'acide adipique a aussi pour conséquence des émissions de  $NO_x$ , COVNM et CO. Les émissions au cours des procédés, consécutives à la production de l'acide adipique, varient considérablement avec le niveau de contrôle d'émission employé.

### Sources de données

Les données internationales de production sont disponibles auprès des Nations Unies (1988) et auprès du US Bureau of Mines (1988). La référence de la production d'acide adipique dans la Nomenclature Standard relative à la Pollution de l'Air (SNAP) est 40521 (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### REDUCTION TECHNIQUE

Les techniques courantes dont on dispose permettent d'atteindre des réductions effectives d'émissions. Toute réduction des émissions de  $N_2O$  consécutive à l'installation de systèmes de limitation doit être évaluée, le cas échéant, sur la base de la spécificité de l'usine.

### 2.10.1 Méthodologie d'estimation des émissions de $N_2O$

La production d'acide adipique entraîne l'émission de  $N_2O$  au taux (pour les émissions non réduites) de 300g de  $N_2O$ /kg d'acide adipique produit.

### 2.10.2 Méthodologie d'estimation des émissions de $NO_x$ , COVNM et CO

Le manuel EMEP/CORINAIR indique qu'il peut y avoir des émissions de  $NO_x$ , COVNM et CO en plus du  $N_2O$ ; mais il ne fournit pas, jusqu'à présent, de facteurs d'émission. Les facteurs d'émission fournis par l'US EPA sont présentés dans le tableau 2-7 (pour les sources, voir le manuel de référence des lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux des émissions de gaz à effet de serre - version révisée 1996).



TABLEAU 2-7 FACTEURS D'EMISSION POUR LA PRODUCTION D'ACIDE ADIPIQUE (KG/TONNE DE PRODUIT)		
NO <sub>x</sub>	COVNM	CO
8,1	43,3	34,4

### Comment remplir la feuille de calcul

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 2-8 PRODUCTION D'ACIDE ADIPIQUE pour inscrire les données relatives à ce sous-module.

#### ESTIMATION DES EMISSIONS DE N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, COVNM ET CO

- 1 Obtenez une estimation de la quantité d'acide adipique produite exprimée en tonnes, et inscrivez cette valeur dans la colonne A.
- 2 Inscrivez le facteur d'émission correspondant dans la colonne B en kg de polluant par tonne d'acide adipique produit. Pour le N<sub>2</sub>O, on peut utiliser une valeur par défaut de 300 kg N<sub>2</sub>O/t d'acide adipique produit. Pour le NO<sub>x</sub>, COVNM et CO, se référer au tableau 2-7 pour les facteurs d'émission par défaut.
- 3 Multipliez la colonne A par la colonne B pour obtenir l'émission de polluant en kg, et inscrivez cette valeur dans la colonne C.
- 4 Divisez la colonne C par 10<sup>6</sup> pour convertir en gigagrammes de polluant, et inscrivez cette valeur dans la colonne D pour chaque polluant.

## 2.11 Production de carbure

### Introduction

La production de carbure peut engendrer des émissions CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO et SO<sub>2</sub>.

### Sources de données

Les données internationales de production sont disponibles auprès des Nations Unies (1988) et auprès du US Bureau of Mines (1988). La fabrication de carbure n'est pas incluse dans la Nomenclature Standard relative à la Pollution de l'Air (SNAP) (EMEP/CORINAIR, 1996).