

4.1.2.  
Flux Directs

Emissions des déjections animales



**Rédacteurs :** Vincent Blazy (ITAVI), Sandrine Espagnol (IFIP), Elise Lorinquer (Idele), Paul Ponchant (ITAVI), Aurore Vigan (Idele)

L'objectif de cette fiche est de fournir les éléments de compréhension des principes de calcul des flux directs des composés polluants des élevages. Il fait état d'une synthèse des méthodes les plus utilisés selon le temps disponible pour l'évaluation des flux et des données disponibles.

*Remarque : Les données parues dans le dernier rapport du GIEC 2019 n'ont pas pu être incluses dans cette fiche.*

## Contenu

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Rappel sur les sources et processus d'émissions .....                    | 3  |
| 1.1   | Le méthane (CH <sub>4</sub> ).....                                       | 3  |
| 1.2   | Le protoxyde d'azote (N <sub>2</sub> O) .....                            | 3  |
| 1.3   | Le dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ) .....                           | 4  |
| 1.4   | L'ammoniac et les oxydes d'azote.....                                    | 4  |
| 1.4.1 | L'ammoniac (NH <sub>3</sub> ).....                                       | 4  |
| 1.4.2 | Les oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) .....                              | 4  |
| 1.5   | Particules et composés organiques volatils .....                         | 4  |
| 1.5.1 | Particules .....   | 4  |
| 1.5.2 | Composés organiques volatils (COVNM).....                                | 5  |
| 2     | Méthodes d'estimation .....  | 5  |
| 2.1   | Principes des modes de calcul.....                                       | 5  |
| 2.2   | Facteurs d'émissions et mode de calcul pour les élevages herbivores..... | 7  |
| 2.2.1 | Méthane .....  | 9  |
| 2.2.2 | Protoxyde d'azote .....  | 11 |
| 2.2.3 | Ammoniac.....  | 13 |
| 2.2.4 | Oxyde d'azote.....   | 18 |
| 2.2.5 | Particules .....   | 19 |
| 2.2.6 | Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) .....               | 23 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.3   | Facteurs d'émissions et mode de calcul pour la filière Porc.....                                      | 26 |
| 2.3.1 | Méthane .....   | 26 |
| 2.3.2 | Protoxyde d'azote .....   | 28 |
| 2.3.3 | Ammoniac.....   | 31 |
| 2.3.4 | Oxydes d'azote .....  | 36 |
| 2.3.5 | Particules .....  | 37 |
| 2.3.6 | Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) .....  | 38 |
| 2.3.7 | Pertes totales N sur les étapes « Bâtiment » et « Stockage » pour la filière porc.....                | 39 |
| 2.4   | Facteurs d'émissions et mode de calcul pour la filière Volailles.....                                 | 40 |
| 2.4.1 | Méthane .....   | 40 |
| 2.4.2 | Protoxyde d'azote .....   | 41 |
| 2.4.3 | Ammoniac.....   | 42 |
| 2.4.4 | Oxydes d'azote .....  | 43 |
| 2.4.5 | Particules .....  | 43 |
| 2.4.6 | Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) .....  | 44 |
| 2.4.7 | Pertes totales N sur les étapes « Bâtiment/ parcours » et « Stockage » pour la filière volaille ..... | 45 |
| 2.5   | Facteurs d'abattement des émissions gazeuses .....  | 46 |
| 2.5.1 | Pâturage et Parcours .....  | 46 |
| 2.5.2 | Bâtiment.....   | 46 |
| 2.5.3 | Stockage / traitement.....  | 50 |
| 3     | Références bibliographiques:.....   | 52 |

## 1 Rappel sur les sources et processus d'émissions

Les déjections animales, par leur composition en matière organique et en azote, sont des sources potentielles d'émission de gaz à effet de serre et d'ammoniac. Les activités d'élevages sont également sources d'émissions de particules (poils, matériaux de litière...). Ces émissions de polluants se répartissent sur l'ensemble de l'atelier « Elevage » avec différents postes d'émissions : (i) pâturages/parcours, (ii) bâtiments d'élevage, (iii) stockage des effluents, (iv) traitement éventuel, et (v) épandage.

Les principaux gaz à effet de serre émis en élevage qui participent à l'impact changement climatique sont : le méthane ( $\text{CH}_4$ ), le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ) et de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ). Concernant l'impact qualité de l'air, ce sont les particules (classées selon leur taille) qui sont impliquées, ainsi que les précurseurs de particules dont notamment l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ).

### 1.1 Le méthane ( $\text{CH}_4$ )

Le méthane est produit en milieu anaérobie dans lequel des chaînes de minéralisation anaérobie se constituent. Divers groupes de bactéries se relayent pour transformer les polymères organiques en des molécules plus simples comme  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , etc. (Guérin *et al.*, 2006).

Les déjections animales sont, selon leur nature physique, plus ou moins soumises à des conditions anaérobies. La matière organique est dégradée par voie biologique pour produire du  $\text{CH}_4$ . Ainsi, un lisier non aéré ou un fumier très tassé ou pauvre en matière sèche (MS) émettra beaucoup de  $\text{CH}_4$ , car des zones anaérobies vont être conservées à l'intérieur du lisier ou du tas de fumier (Espagnol *et al.*, 2006).

### 1.2 Le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ )

La formation du  $\text{N}_2\text{O}$  a lieu au cours du processus de nitrification/dénitrification qui se produit lors de l'étape de stockage ou de traitement des déjections et consécutivement à l'épandage des effluents sur les sols agricoles.

Au niveau du stockage ou du traitement des effluents (traitement biologique par nitrification/dénitrification visant à un abattement de l'azote des lisiers), deux mécanismes peuvent expliquer les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$ . Le premier est l'inhibition de la nitrification par manque d'oxygène et/ou du fait de l'accumulation du  $\text{NO}_2^-$ . Dans ces conditions, les bactéries autotrophes sont capables de réduire le  $\text{NO}_2^-$  en  $\text{N}_2\text{O}$  afin de pallier au manque d'oxygène et à l'accumulation toxique du  $\text{NO}_2^-$ . Le second est l'inhibition partielle de la dénitrification par la présence d'oxygène dissous et/ou un manque de carbone assimilable. Dans ce cas, la dénitrification est incomplète et s'arrête à l'étape de production du  $\text{N}_2\text{O}$  (Degré *et al.* 2001).

Du  $\text{N}_2\text{O}$  est émis également par les sols agricoles suite aux épandages de déjections animales. Ces émissions peuvent être la conséquence, directement de l'apport de sources azotées organiques, mais aussi minérales, ou indirectement de la dénitrification de l'azote lessivé ou du dépôt de l'azote atmosphérique.

### 1.3 Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

La production de CO<sub>2</sub> par les déjections est liée à leur gestion qui conduira ou non à une disponibilité en oxygène. Le maintien en conditions aérobies permettra la transformation d'une partie des produits carbonés en CO<sub>2</sub>, alors que les conditions anaérobies favoriseront la dégradation de la matière organique et donc la production de méthane et de CO<sub>2</sub>. Par exemple, un fumier riche en litière et bien aéré émettra une quantité importante de CO<sub>2</sub>, alors qu'un lisier non aéré émettra surtout du biogaz formé d'environ 60% de CO<sub>2</sub> en base massique (Marquis, 2002). Les émissions de CO<sub>2</sub> des déjections ne sont pas prises en compte dans ce guide, car considérées dans le cycle court du carbone. Aucun facteur d'émissions CO<sub>2</sub> n'est donc fourni concernant la gestion des effluents.

### 1.4 L'ammoniac et les oxydes d'azote

#### 1.4.1 L'ammoniac (NH<sub>3</sub>)

Chez les volailles, sa production résulte de l'hydrolyse, par des bactéries uricolytiques, de l'acide urique présente dans les fientes, en urée, puis de la transformation de l'urée en azote ammoniacal par l'action de l'uréase (Baltazart, 2010).

Chez les porcs et les bovins, l'uréase, produite par les bactéries présentes dans les fèces ou dans l'environnement, agit sur l'urée de l'urine, pour aboutir au même phénomène (Cortus *et al.*, 2008, Monteny et Erisman, 1998).

De nombreux facteurs vont influencer la vitesse de dégradation de l'acide urique et de l'urée en azote ammoniacal, la température, le pH et/ou l'humidité (GrootKoerkamp, 1994). La volatilisation de l'azote ammoniacal en ammoniac est quant à elle influencée par la température, le pH des déjections et la surface et le temps de contact entre les déjections avec l'air.

#### 1.4.2 Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

Les oxydes d'azote (communément définis comme NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub> - précurseur de particules) proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles et de quelques procédés industriels (production d'acide nitrique, fabrication d'engrais, etc.). Cependant lors de la gestion des effluents des émissions de NO<sub>x</sub> ont lieu. Elles surviennent notamment lors des phases de nitrification/dénitrification qui aboutissent non seulement à l'émission de protoxyde d'azote, mais également à des émissions de NO et de N<sub>2</sub>.

### 1.5 Particules et composés organiques volatils

#### 1.5.1 Particules

Deux catégories de particules, les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, qualifiées de respirables font l'objet d'une surveillance accrue depuis plus de vingt ans. Elles présentent un impact sur la santé et l'environnement. Ainsi, les particules PM<sub>10</sub> (diamètre aérodynamique inférieur à 10µm) ont été les premières à être mesurées dans le cadre du suivi de la qualité de l'air. Les particules PM<sub>2,5</sub> ou particules fines (diamètre aérodynamique inférieur à 2,5µm) sont prises en compte depuis 2008 dans les inventaires nationaux. Au niveau de l'élevage, plusieurs facteurs sont responsables des émissions

de particules primaires : l'activité et l'alimentation des animaux, la litière, la gestion et la composition des effluents ainsi que les caractéristiques des bâtiments (taille, type de sol, gestion de l'ambiance). Tout ce qui favorise l'activité des animaux génère davantage de particules primaires. Ensuite, la saison et la période de la journée influent aussi : chaleur et lumière sont plutôt propices à l'émission de particules.

### 1.5.2 Composés organiques volatils (COVNM)

Les émissions de composés organiques non volatils dues à l'élevage sont principalement liées au type de ration des animaux. En effet, les fermentations des ensilages, les fermentations du rumen, les graisses partiellement digérées, la décomposition des protéines et glucides dans le rumen et les déjections sont des sources d'émissions de CONNM (d'après EMEP, 2016).

## 2 Méthodes d'estimation

### 2.1 Principes des modes de calcul

L'élevage participe aux émissions gazeuses ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$  et  $\text{CO}_2$ ) avec de multiples postes d'émissions allant des bâtiments abritant les animaux et leurs déjections jusqu'à l'épandage des effluents et au pâturage

Les animaux d'élevage vont excréter des éléments volatilissables comme l'azote et la matière organique dans leurs déjections. Pour chaque poste d'un élevage (bâtiment, pâturage/parcours, stockage, traitement, épandage), l'azote et la matière organique vont se volatiliser en fonction des dispositifs/équipements/caractéristiques de l'élevage. Le calcul des émissions sur l'ensemble de l'atelier d'élevage est obtenu par un calcul des flux à partir de bilan massique pour chaque poste de l'élevage (Figure 1). Ainsi, à partir d'une valeur d'azote ou de Matière Organique ingérée, une quantité d'élément est excrétée au bâtiment ou au pâturage. Des facteurs d'émissions sont associés à cette excrétion durant cette période. La quantité d'éléments restants (non volatilisés) à la sortie du bâtiment, va devenir la quantité entrante dans le poste suivant (ici : stockage des effluents) et va se retrouver associée à des facteurs d'émission spécifique de ce poste. Ce calcul « en cascade » des flux entrants et sortants à chaque étape de la gestion des effluents dans l'atelier élevage permet de différencier les facteurs d'émissions en fonction des pratiques et d'apporter de la précision aux calculs des émissions.

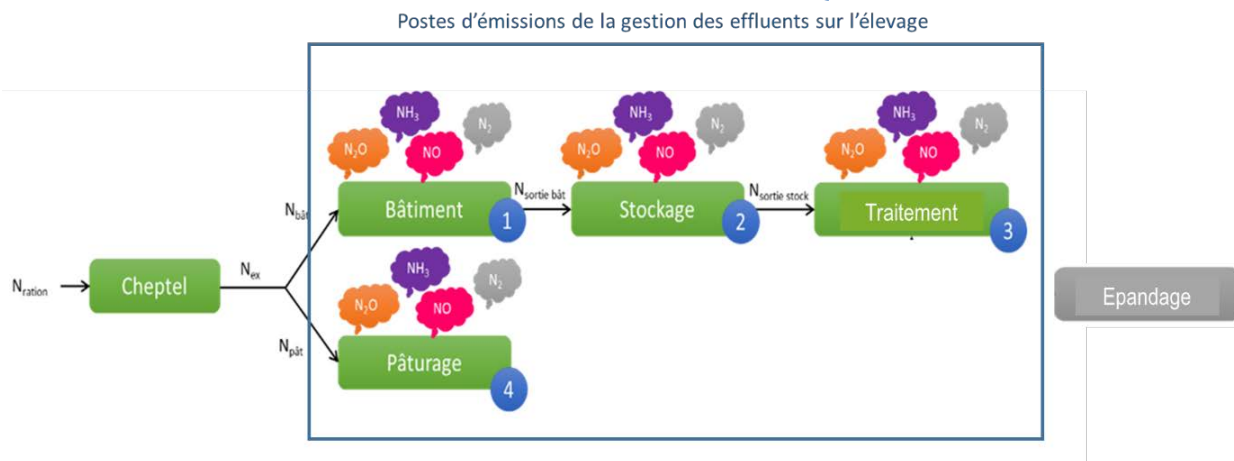


Figure 2 - Postes d'émissions azotées d'un élevage liés à la gestion des effluents (adaptation du guide méthodologique CAP'2ER, Idele, 2018)

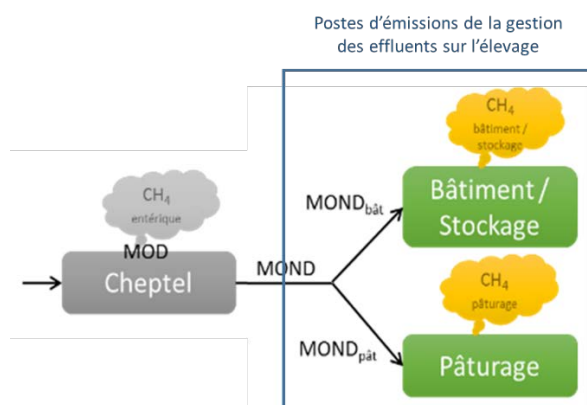


Figure 2 – Postes d'émissions en méthane d'un atelier d'élevage liés à la gestion des effluents (adaptation du guide méthodologique CAP'2ER, Idele, 2018)

Les instituts techniques, en collaboration avec l'INRA, l'IRSTEA, et les chambres d'agricultures, mènent depuis plusieurs années des travaux pour évaluer les émissions sur les différents postes de l'élevage en essayant de prendre en compte les différentes configurations d'élevage représentatives de la diversité française. Ainsi, plusieurs paramètres influent sur le niveau d'émissions gazeuses en bâtiment, parmi lesquels on recense :

- pour les déjections bovines : la catégorie animale, le type d'alimentation, le temps de présence des animaux en bâtiment vs au pâturage, le type de bâtiment, le taux de paillage, le mode de gestion des déjections, ...
- pour les déjections porcines : le type de sol (caillebotis intégral, caillebotis partiel et litière), le stade physiologique (porcs à l'engrais, porcelet et truie), le temps de présence des animaux par stade physiologique, les modalités de gestion des effluents avec notamment les fréquences d'évacuation, ...
- pour les déjections avicoles : l'espèce et le mode de production, le poids et l'âge des animaux, les types de déjections (liquide ou solide), les systèmes de régulation de l'ambiance des bâtiments, les performances zootechniques,...

Au stockage, les paramètres qui influent sur les émissions gazeuses sont :

- la configuration des unités de stockage pour le stockage des lisiers avec la surface de stockage résultante
- la couverture des effluents qui limite le contact entre l'air et les déjections. Le stockage sous hangar ou fumière couverte des effluents solides permet également de limiter l'humidification de tas de fumier.
- le séchage des effluents (dans le cas des fientes de poules pondeuses) qui permet de ralentir l'activité des microorganismes responsable de la dégradation de l'azote et de la matière organique.

Des émissions gazeuses ont également lieu de l'épandage des effluents. Ce poste d'émissions n'est pas géré dans cette fiche mais dans la [Fiche 4.1.3](#).

Ce guide GES'TIM+ propose plusieurs facteurs d'émissions et méthode d'estimation des émissions gazeuses en élevage. Ces facteurs d'émissions sont issus de méthodologies internationales de calculs (notamment l'EMEP 2016 pour l'ammoniac, le COVNM et les particules, et les GIEC 2006 pour les GES et / ou de publications scientifiques des organismes de recherche, dont font partie les Instituts Techniques). Ces facteurs d'émission et méthodes de calcul sont classés en fonction de leur précision et du nombre de données d'activités nécessaires au calcul des émissions.

On retrouve les trois niveaux présents dans l'ensemble du guide :

- Niveau 1 : il s'agit de facteurs d'émission globaux. L'émission est calculée en associant une donnée globale au facteur d'émission, typiquement un effectif d'animaux pour ces postes d'émissions liées aux effluents d'élevage.
- Niveau 2 : Facteurs d'émission prenant en compte un paramètre pouvant varier selon les pratiques d'élevage. L'émission est généralement calculée en associant deux paramètres comme un effectif d'animaux et un niveau d'excrétion, résultant des performances zootechniques de l'élevage.
- Niveau 3 : Facteurs d'émission prenant en compte plus d'un facteur de variation issus des pratiques d'élevage avec par exemple des aménagements dans les bâtiments, des conditions climatiques, .... L'émission est généralement calculée en associant un effectif d'animaux avec un niveau d'excrétion résultant des performances zootechniques de l'élevage ainsi qu'une information sur le mode de logement, le type de ventilation, la température extérieure, la teneur en matière sèche des effluents.

## 2.2 Facteurs d'émissions et mode de calcul pour les élevages herbivores

Pour les bovins, dans le cas où le bâtiment présente une zone de couchage des animaux sur litière et une aire d'exercice raclée (ou une zone en caillebotis et une aire d'exercice raclée), il conviendra de pondérer les FE des différentes zones.

L'équation devient alors :

Emissions = (FE raclé x % déjections sur aire raclée + FE litière x % déjections sur litière accumulée + FE lisier x % déjections sur caillebotis) x UGB x temps présence /1000



# 4. Evaluation par poste

## 2.2.1 Méthane

Tableau 1 : Facteurs d'émissions de méthane pour les bovins

| Poste(s)              | Niveau qualification FE | Source             | Stade physiologique               | Typologie d'élevage   | Valeur FE               | Unité FE                           | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|-----------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------------|---|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bâtiment Stockage     | 2                       | IPCC 2006          | Vache laitière                    | Effluent liquide et stockage fosse<br>T°C moyenne annuelle 16°C | 37,0                    | kg CH <sub>4</sub> /PMA            | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|                       |                         |                    | Autres bovins                     |   | 11,0                    |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         | Mondférent I, 2013 | Vache laitière                    | 20,91   | kg CH <sub>4</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA)  |                                   |
|                       |                         |                    | Génisses 0-1 an                   | 2,36  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Génisses 1-2 ans                  | 7,30  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Génisses > 2 ans                  | 9,26  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Vaches allaitantes                | 13,82   |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Génisses 0-1 an                   | 2,58  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Génisses 1-2 ans                  | 4,20  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Génisses > 2 ans                  | 9,89  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Mâles 0-1 an (brouards)           | 0,00  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Mâles 0-1 an (taurillons viande)  | 3,65  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Mâles 0-1 an (taurillons lait)    | 7,89  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Mâles 0-1 an (bœufs)              | 3,47  |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Mâles 1-2 ans (taurillons viande) | 16,58   |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Mâles 1-2 ans (taurillons lait)   | 16,10   |                         |                                    |                                    |                                   |
|                       |                         |                    | Mâles 1-2 ans (bœufs)             | 7,73  |                         |                                    |                                    |                                   |
| Mâles 2-3 ans (bœufs) | 9,27                    |                    |                                   |   |                         |                                    |                                    |                                   |

Tableau 2 : Facteurs d'émissions de méthane pour les ovins

| Poste(s)          | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage   | Valeur FE | Unité FE                | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|-------------------|-------------------------|-----------|---------------------|---|-----------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bâtiment Stockage | 2                       | IPCC 2006 | Toute catégorie     | Effluent liquide et stockage fosse<br>T°C moyenne annuelle tempérée (15-25°C) | 0,28      | kg CH <sub>4</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |

## 4. Evaluation par poste

**Tableau 3 : Facteurs d'émissions de méthane pour les caprins**

| Poste(s)             | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage   | Valeur FE | Unité FE                | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|----------------------|-------------------------|-----------|---------------------|---|-----------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bâtiment<br>Stockage | 2                       | IPCC 2006 | Toute catégorie     | Effluent liquide et stockage fosse<br>T°C moyenne annuelle tempérée (15-25°C) | 0,20      | kg CH <sub>4</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |

**Tableau 4 : Facteurs d'émissions de méthane pour les équins**

| Poste(s)             | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage   | Valeur FE | Unité FE                | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|----------------------|-------------------------|-----------|---------------------|---|-----------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bâtiment<br>Stockage | 2                       | IPCC 2006 | Toute catégorie     | Effluent liquide et stockage fosse<br>T°C moyenne annuelle tempérée (15-25°C) | 2.34      | kg CH <sub>4</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |

## 2.2.2 Protoxyde d'azote

Tableau 5 : Facteurs d'émissions de protoxyde d'azote pour les bovins

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source                          | Stade physiologique | Typologie d'élevage   | Valeur FE   | Unité FE                           | Formule calcul (kg gaz/an)          | Données d'activité        |                                    |
|----------|-------------------------|---------------------------------|---------------------|---|---|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Bâtiment | 2                       | IPCC 2006 Tier 1 et OMINEA 2019 | Vache laitière      | litière accumulée, pas de mixage                            | 0,010   | kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excrété | =FE x N excrété x 44/28             | N excrété (kg)            |                                    |
|          |                         |                                 | Autres bovins       | litière accumulée, pas de mixage                            | 0,010   |                                    |                                     |                           |                                    |
|          |                         |                                 | Non défini          | Système lisier avec évacuation fréquente                    | 0   |                                    |                                     |                           |                                    |
| Stockage |                         | EMEP 2016                       | Toute catégorie     |   | lisier sans croûte naturelle                                | 0,000                              | kg N-N <sub>2</sub> O/kg TAN stocké | = FE x TAN stocké x 44/28 | TAN effluents entrée stockage (kg) |
|          |                         |                                 |                     |   | lisier avec croûte naturelle                                | 0,010                              |                                     |                           |                                    |
|          |                         |                                 |                     |   | solide  | 0,020                              |                                     |                           |                                    |
|          |                         | IPCC 2006 Tier 1 et OMINEA 2019 | Vache laitière      |   | solide/fumier   | 0,005                              | kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excrété  | =FE x N excrété x 44/28   | N excrétée (kg)                    |
|          |                         |                                 |                     |   | liquide/lisier stocké en cuve ou cuve avec croûte naturelle | 0,005                              |                                     |                           |                                    |
|          |                         |                                 |                     |   | liquide/lisier stocké en cuve ou cuve sans croûte naturelle | 0,000                              |                                     |                           |                                    |
|          | Autres bovins           |                                 |                     | solide/fumier   | 0,005   |                                    |                                     |                           |                                    |
|          |                         |                                 |                     | liquide/lisier stocké en cuve ou cuve avec croûte naturelle | 0,005   |                                    |                                     |                           |                                    |
|          |                         |                                 |                     | liquide/lisier stocké en cuve ou cuve sans croûte naturelle | 0,000   |                                    |                                     |                           |                                    |

Tableau 6 : Facteurs d'émissions de protoxyde d'azote pour les ovins

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                            | Formule calcul (kg gaz/an) | Données d'activité                 |
|----------|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-----------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Stockage | 2                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | solide              | 0,02      | kg N-N <sub>2</sub> O/kg TAN stocké | = FE x TAN stocké x 44/28  | TAN effluents entrée stockage (kg) |

## 4. Evaluation par poste

**Tableau 7 : Facteurs d'émissions de protoxyde d'azote pour les caprins**

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                            | Formule calcul (kg gaz/an) | Données d'activité                 |
|----------|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-----------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Stockage | 2                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | solide              | 0,02      | kg N-N <sub>2</sub> O/kg TAN stocké | = FE x TAN stocké x 44/28  | TAN effluents entrée stockage (kg) |

**Tableau 8 : Facteurs d'émissions de protoxyde d'azote pour les équins**

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                            | Formule calcul (kg gaz/an) | Données d'activité                 |
|----------|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-----------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Stockage | 2                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | solide              | 0,02      | kg N-N <sub>2</sub> O/kg TAN stocké | = FE x TAN stocké x 44/28  | TAN effluents entrée stockage (kg) |

## 2.2.3 Ammoniac

Tableau 9 : Facteurs d'émissions d'ammoniac pour les bovins (1/2)

| Poste(s)      | Niveau qualification FE  | Source                   | Stade physiologique                        | Typologie d'élevage                        | Valeur FE                          | Unité FE   | Formule calcul (kg gaz/an)           | Données d'activité                 |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--|--|------------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Bâtiment      | 2                        | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Vache laitière                             | lisier                                     | 0,200                              | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété             | = FE x TAN excrété x 17/14           | TAN excrété (kg)                   |
|               |                          |                          |  | fumier                                     | 0,190                              |  |                                      |                                    |
|               |                          |                          | Autres bovins                              | lisier                                     | 0,200                              |  |                                      |                                    |
|               |                          |                          |  | fumier                                     | 0,190                              |  |                                      |                                    |
|               |                          | EMEP 2016                | Vache laitière                             | lisier d'étable entravée                   | 0,066                              | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété             | = FE x TAN excrété x 17/14           | TAN excrété (kg)                   |
|               |                          |                          |  | fumier d'étable entravée                   |                                    |  |                                      |                                    |
|               |                          |                          |  | lisier - cour extérieure                   | 0,300                              |  |                                      |                                    |
|               |                          |                          |  | fumier - cour extérieure                   |                                    |  |                                      |                                    |
|               |                          |                          |  | lisier d'étable entravée - cour extérieure |                                    |  |                                      |                                    |
|               |                          |                          | fumier d'étable entravée - cour extérieure |  |                                    |  |                                      |                                    |
| Autres bovins | lisier - cour extérieure | 0,530                    |  |  |                                    |  |                                      |                                    |
|               | fumier - cour extérieure |                          |  |  |                                    |  |                                      |                                    |
| Stockage      | 2                        | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Vache laitière                             | lisier                                     | 0,200                              | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN stocké              | = FE x TAN stocké x 17/14            | TAN effluents entrée stockage (kg) |
|               |                          |                          |  | fumier                                     | 0,270                              |  |                                      |                                    |
|               |                          | Autres bovins            | lisier                                     | 0,200                                      |                                    |  |                                      |                                    |
|               |                          |                          | fumier                                     | 0,270                                      |                                    |  |                                      |                                    |
| EMEP 2016     | Vache laitière           | lisier d'étable entravée | 0,200                                      | kg N- NH <sub>3</sub> /kg TAN stocké       | = FE x TAN stocké x 17/14          | TAN effluents entrée stockage (kg)               |                                      |                                    |
|               |                          | fumier d'étable entravée | 0,270                                      |  |                                    |  |                                      |                                    |
| Pâturage      | 2                        | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Vache laitière                             | lisier                                     | 0,10                               | kg N-NH <sub>3</sub> .kg de TAN excrété pâturage | = FE x TAN excrétée pâturage x 17/14 | TAN excrété pâturage (kg)          |
|               |                          |                          |  | fumier                                     |                                    |  |                                      |                                    |
|               |                          | EMEP 2016                | Vache laitière                             | lisier d'étable entravée                   | 0,10                               |  |                                      |                                    |
|               |                          |                          |  | fumier d'étable entravée                   |                                    |  |                                      |                                    |
|               |                          | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Autres bovins                              | lisier                                     | 0,06                               |  |                                      |                                    |
|               |                          |                          |  | fumier                                     |                                    |  |                                      |                                    |
| EMEP 2016     | Vache laitière           | Effluent liquide         | 2,9  | Kg NH <sub>3</sub> /PMA                    | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA)                |                                      |                                    |
|               |                          | Effluent solide          |  |  |                                    |  |                                      |                                    |
|               | Autres bovins            | Effluent liquide         | 0,8  |  |                                    |  |                                      |                                    |
|               |                          | Effluent solide          |  |  |                                    |  |                                      |                                    |

## 4. Evaluation par poste

**Tableau 10 : Facteurs d'émissions d'ammoniac pour les bovins (2/2)**

| Poste(s)                            | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-----------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bâtiment, Stockage, Cour extérieure | 1                       | EMEP 2016 | Vache laitière      | Effluent liquide    | 19,2      | Kg NH <sub>3</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|                                     |                         |           |                     | Effluent solide     | 16,9      |                         |                                    |                                   |
|                                     |                         |           | Autres bovins       | Effluent liquide    | 6,9       |                         |                                    |                                   |
|                                     |                         |           |                     | Effluent solide     | 6,2       |                         |                                    |                                   |

**Tableau 11 : Facteurs d'émissions d'ammoniac pour les ovins**

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source                   | Stade physiologique | Typologie d'élevage      | Valeur FE | Unité FE                                      | Formule calcul (kg gaz/an)          | Données d'activité                 |
|----------|-------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|-----------|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| Bâtiment | 2                       | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Toute catégorie     | fumier                   | 0,22      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété          | = FE x TAN excrété x 17/14          | TAN excrété (kg)                   |
|          |                         | EMEP 2016                |                     | fumier - cour extérieure | 0,75      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété          |                                     |                                    |
| Stockage |                         | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Toute catégorie     | fumier                   | 0,28      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN stocké           | = FE x TAN stocké x 17/14           | TAN effluents entrée stockage (kg) |
|          |                         | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Toute catégorie     | fumier                   | 0,09      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété pâturage | = FE x TAN excrété épandage x 17/14 | TAN excrété pâturage (kg)          |
| Pâturage |                         | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Toute catégorie     | fumier                   | 0,09      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété pâturage | = FE x TAN excrété épandage x 17/14 | TAN excrété pâturage (kg)          |
|          |                         | EMEP 2016                | Toute catégorie     | Effluent solide          | 0,80      | Kg NH <sub>3</sub> /PMA                       | = FE x population moyenne annuelle  | Population moyenne annuelle (PMA)  |

4. Evaluation par poste

|                                     |   |           |                 |                 |      |                         |  |                                   |
|-------------------------------------|---|-----------|-----------------|-----------------|------|-------------------------|--|-----------------------------------|
| Bâtiment, Stockage, Cour extérieure | 1 | EMEP 2016 | Toute catégorie | Effluent solide | 0,40 | Kg NH <sub>3</sub> /PMA |  | Population moyenne annuelle (PMA) |
|-------------------------------------|---|-----------|-----------------|-----------------|------|-------------------------|--|-----------------------------------|

## 4. Evaluation par poste

Tableau 12 : Facteurs d'émissions d'ammoniac pour les caprins

| Poste(s)                            | Niveau qualification FE | Source                   | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                                      | Formule calcul (kg gaz/an)          | Données d'activité                 |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-----------|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| Bâtiment                            | 2                       | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Toute catégorie     | fumier              | 0,22      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété          | = FE x TAN excrété x 17/14          | TAN excrété (kg)                   |
| Stockage                            |                         |                          | Toute catégorie     | fumier              | 0,28      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN stocké           | = FE x TAN stocké x 17/14           | TAN effluents entrée stockage (kg) |
| Pâturage                            |                         | EMEP 2016 et OMINEA 2019 | Toute catégorie     | fumier              | 0,09      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété pâturage | = FE x TAN excrété épandage x 17/14 | TAN excrété pâturage (kg)          |
|                                     |                         | EMEP 2016                | Toute catégorie     | Effluent solide     | 0,80      | Kg NH <sub>3</sub> /PMA                       | = FE x population moyenne annuelle  | Population moyenne annuelle (PMA)  |
| Bâtiment, Stockage, Cour extérieure | 1                       | EMEP 2016                | Toute catégorie     | Effluent solide     | 0,40      | Kg NH <sub>3</sub> /PMA                       |                                     | Population moyenne annuelle (PMA)  |



## 4. Evaluation par poste

Tableau 13 : Facteurs d'émissions d'ammoniac pour les équins

| Poste(s)                            | Niveau qualification FE | Source                          | Stade physiologique | Typologie d'élevage      | Valeur FE       | Unité FE                                      | Formule calcul (kg gaz/an)          | Données d'activité                 |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| Bâtiment                            | 2                       | <i>EMEP 2016 et OMINEA 2019</i> | Toute catégorie     | fumier                   | 0,22            | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété          | = FE x TAN excrété x 17/14          | TAN excrétée (kg)                  |
|                                     |                         | <i>EMEP 2016</i>                |                     | fumier - cour extérieure | 0,75            | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété          |                                     |                                    |
| Stockage                            |                         | <i>EMEP 2016 et OMINEA 2019</i> | Toute catégorie     | fumier                   | 0,35            | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN stocké           | = FE x TAN stocké x 17/14           | TAN effluents entrée stockage (kg) |
| Pâturage                            |                         | <i>EMEP 2016 et OMINEA 2019</i> | Toute catégorie     | fumier                   | 0,35            | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété pâturage | = FE x TAN excrété épandage x 17/14 | TAN excrété pâturage (kg)          |
|                                     |                         | <i>EMEP 2016</i>                | Toute catégorie     | Effluent solide          | 6,10            | Kg NH <sub>3</sub> /PMA                       | = FE x population moyenne annuelle  | Population moyenne annuelle (PMA)  |
| Bâtiment, Stockage, Cour extérieure |                         | 1                               | <i>EMEP 2016</i>    | Toute catégorie          | Effluent solide | 7,00  | Kg NH <sub>3</sub> /PMA             | = FE x population moyenne annuelle |

# 4. Evaluation par poste

## 2.2.4 Oxyde d'azote

Tableau 14 : Facteurs d'émissions d'oxyde d'azote pour les bovins

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE  | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|----------|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Stockage | 1                       | EMEP 2016 | Vache laitière      | Effluent liquide    | 0,011     | kg NO/PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|          |                         |           |                     | Effluent solide     | 0,236     |           |                                    |                                   |
|          |                         |           | Autres bovins       | Effluent liquide    | 0,003     |           |                                    |                                   |
|          |                         |           |                     | Effluent solide     | 0,144     |           |                                    |                                   |

Tableau 15 : Facteurs d'émissions d'oxyde d'azote pour les ovins

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE  | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|----------|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Stockage | 1                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | Effluent solide     | 0,008     | Kg NO/PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |

Tableau 16 : Facteurs d'émissions d'oxyde d'azote pour les caprins

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE  | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|----------|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Stockage | 1                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | Effluent solide     | 0,008     | Kg NO/PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |

Tableau 17 : Facteurs d'émissions d'oxyde d'azote pour les équins

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE  | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|----------|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Stockage | 1                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | Effluent solide     | 0,201     | Kg NO/PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |

## 4. Evaluation par poste

### 2.2.5 Particules

Tableau 18 : Emissions de particules par les bovins

| Poste(s)     | Niveau qualification FE | Source           | Stade physiologique | Typologie d'élevage          | Valeur FE | Unité FE                  | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|--------------|-------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>TSP</b>   |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, Tier1 2016 | Vache laitière      | Avec ensilage dans la ration | 1,38      | kg TSP/PMA                | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|              |                         |                  |                     | Effluent liquide             | 1,81      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  |                     | Effluent solide              | 0,94      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  | Autres bovins       | Avec ensilage dans la ration | 0,59      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  |                     | Effluent liquide             | 0,69      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  |                     | Effluent solide              | 0,52      |                           |                                    |                                   |
| <b>PM10</b>  |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, Tier1 2016 | Vache laitière      | Sans ensilage dans la ration | 0,63      | kg PM <sub>10</sub> /PMA  | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|              |                         |                  |                     | Effluent liquide             | 0,83      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  |                     | Effluent solide              | 0,43      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  | Autres bovins       | Sans ensilage dans la ration | 0,27      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  |                     | Effluent liquide             | 0,32      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  |                     | Effluent solide              | 0,24      |                           |                                    |                                   |
| <b>PM2.5</b> |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, Tier1 2016 | Vache laitière      | Sans ensilage dans la ration | 0,41      | kg PM <sub>2.5</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|              |                         |                  |                     | Effluent liquide             | 0,54      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  |                     | Effluent solide              | 0,28      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  | Autres bovins       | Sans ensilage dans la ration | 0,18      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  |                     | Effluent liquide             | 0,21      |                           |                                    |                                   |
|              |                         |                  |                     | Effluent solide              | 0,16      |                           |                                    |                                   |

## 4. Evaluation par poste

Tableau 19 : Emissions de particules par les ovins

| Poste(s)     | Niveau qualification FE | Source           | Stade physiologique | Typologie d'élevage          | Valeur FE | Unité FE                  | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|--------------|-------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>TSP</b>   |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Toute catégorie     | Avec ensilage dans la ration | 0,14      | Kg TSP/PMA                | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
| <b>PM10</b>  |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Toute catégorie     | Sans ensilage dans la ration | 0,06      | kg PM <sub>10</sub> /PMA  | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
| <b>PM2.5</b> |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Toute catégorie     | Sans ensilage dans la ration | 0,02      | kg PM <sub>2.5</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |

## 4. Evaluation par poste

Tableau 20 : Emissions de particules par les caprins

| Poste(s)     | Niveau qualification FE | Source           | Stade physiologique | Typologie d'élevage          | Valeur FE | Unité FE                  | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|--------------|-------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>TSP</b>   |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Toute catégorie     | Avec ensilage dans la ration | 0,14      | Kg TSP/PMA                | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
| <b>PM10</b>  |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Toute catégorie     | Sans ensilage dans la ration | 0,06      | kg PM <sub>10</sub> /PMA  | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
| <b>PM2.5</b> |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Toute catégorie     | Sans ensilage dans la ration | 0,02      | kg PM <sub>2.5</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |

## 4. Evaluation par poste

Tableau 21 : Emissions de particules par les équins

| Poste(s)     | Niveau qualification FE | Source           | Stade physiologique | Typologie d'élevage          | Valeur FE | Unité FE                  | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|--------------|-------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>TSP</b>   |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Toute catégorie     | Avec ensilage dans la ration | 0,48      | Kg TSP/PMA                | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
| <b>PM10</b>  |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Toute catégorie     | Sans ensilage dans la ration | 0,22      | kg PM <sub>10</sub> /PMA  | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
| <b>PM2.5</b> |                         |                  |                     |                              |           |                           |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Toute catégorie     | Sans ensilage dans la ration | 0,14      | kg PM <sub>2.5</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |

## 2.2.6 Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Tableau 22 : Facteurs d'émissions de COVNM pour les bovins

| Poste(s)                               | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE     | Unité FE                            | Formule calcul (kg gaz/an)              | Données d'activité   |
|--|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------------------|---|--|
| Bâtiment                               | 2                       | EMEP 2016 | Vache laitière      | Sans ensilage       | 0,00003<br>53 | kg COVNM / MJ ingestion alimentaire | = FE x MJ/kg aliment x ingestion totale | Quantité d'énergie ingérée entrée bâtiment (MJ/kg intrant alimentaire) |
|  |                         |           |                     | Avec ensilage       | 0,00020<br>02 |                                     |   |  |
|  |                         |           | Autres bovins       | Sans ensilage       | 0,00003<br>53 |                                     |   |  |
|  |                         |           |                     | Avec ensilage       | 0,00020<br>02 |                                     |   |  |
| Pâturage                               | 2                       | EMEP 2016 | Vache laitière      | -                   | 0,00000<br>69 | kg COVNM/PMA                        | = FE x population moyenne annuelle      | Population moyenne annuelle (PMA)                                      |
|  |                         |           | Autres bovins       | -                   | 0,00000<br>69 |                                     |   |  |
| Bâtiment, Stockage, Epannage, Pâturage | 1                       | EMEP 2016 | Vache laitière      | Avec ensilage       | 17,937        | kg COVNM/PMA                        | = FE x population moyenne annuelle      | Population moyenne annuelle (PMA)                                      |
|  |                         |           | Vache laitière      | Sans ensilage       | 8,047         |                                     |   |  |
|  |                         |           | Autres bovins       | Avec ensilage       | 8,902         |                                     |   |  |
|  |                         |           | Autres bovins       | Sans ensilage       | 3,602         |                                     |   |  |

## 4. Evaluation par poste

**Tableau 23 : Facteurs d'émissions de COVNM pour les ovins**

| Poste(s)                               | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE  | Unité FE                            | Formule calcul (kg gaz/an)              | Données d'activité   |
|--|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|------------|-------------------------------------|---|--|
| Bâtiment                               | 2                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | Sans ensilage       | 0,001614   | kg COVNM / MJ ingestion alimentaire | = FE x MJ/kg aliment x ingestion totale | Quantité d'énergie ingérée entrée bâtiment (MJ/kg intrant alimentaire) |
|  |                         |           |                     | Avec ensilage       | 0,01076    |                                     |   |  |
| Pâturage                               |                         |           |                     | -                   | 0,00002349 |                                     |   |  |
| Bâtiment, Stockage, Epannage, Pâturage | 1                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | Avec ensilage       | 0,279      | kg COVNM/PMA                        | = FE x population moyenne annuelle      | Population moyenne annuelle (PMA)                                      |
|  |                         |           |                     | Sans ensilage       | 0,169      |                                     |   |  |

**Tableau 24 : Facteurs d'émissions de COVNM pour les caprins**

| Poste(s)                               | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE  | Unité FE                            | Formule calcul (kg gaz/an)              | Données d'activité   |
|--|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|------------|-------------------------------------|---|--|
| Bâtiment                               | 2                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | Sans ensilage       | 0,001614   | kg COVNM / MJ ingestion alimentaire | = FE x MJ/kg aliment x ingestion totale | Quantité d'énergie ingérée entrée bâtiment (MJ/kg intrant alimentaire) |
|  |                         |           |                     | Avec ensilage       | 0,01076    |                                     |   |  |
| Pâturage                               |                         |           |                     | -                   | 0,00002349 |                                     |   |  |
| Bâtiment, Stockage, Epannage, Pâturage | 1                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | Avec ensilage       | 0,624      | kg. NMCOV/PMA                       | = FE x population moyenne annuelle      | Population moyenne annuelle (PMA)                                      |
|  |                         |           |                     | Sans ensilage       | 0,542      |                                     |   |  |



## 4. Evaluation par poste

Tableau 25 : Facteurs d'émissions de COVNM pour les équins

| Poste(s)                               | Niveau qualification FE | Source    | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE  | Unité FE                            | Formule calcul (kg gaz/an)              | Données d'activité   |
|--|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|------------|-------------------------------------|---|--|
| Bâtiment                               | 2                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | Sans ensilage       | 0,001614   | kg COVNM / MJ ingestion alimentaire | = FE x MJ/kg aliment x ingestion totale | Quantité d'énergie ingérée entrée bâtiment (MJ/kg intrant alimentaire) |
| Pâturage                               |                         |           |                     | Avec ensilage       | 0,01076    |                                     |   |  |
|  |                         |           |                     | -                   | 0,00002349 |                                     |   |  |
| Bâtiment, Stockage, Epannage, Pâturage | 1                       | EMEP 2016 | Toute catégorie     | Avec ensilage       | 7,781      | kg COVNM/PMA                        | = FE x population moyenne annuelle      | Population moyenne annuelle (PMA)                                      |
|  |                         |           |                     | Sans ensilage       | 4,275      |                                     |   |  |

## 2.3 Facteurs d'émissions et mode de calcul pour la filière Porc

Dans les élevages porcins, un bâtiment peut être muni de salles sur caillebotis et de salles sur litière, les émissions totales de l'élevage sont donc obtenues en additionnant l'ensemble des émissions de ces deux bâtiments.

### 2.3.1 Méthane

Tableau 26 : Facteurs d'émissions de méthane pour les porcs (1/2)

| Poste(s)  | Niveau qualification FE | Source                  | Stade physiologique       | Type élevage   | Valeur FE | Unité FE                          | Formule calcul (kg gaz/an)   | Données d'activité  |
|---|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--|-----------|-----------------------------------|--|---|
| Bâtiment (fermentation entérique & gestion effluents) | 1                       | Philippe et Nicks, 2015 | Truies en gestation       | Système lisier sur caillebotis                                 | 2,62      | Kg eqCO <sub>2</sub> /500 kg PV/j | =FE x Poids vif animaux produits sur l'année / 500 x durée présence  | Poids vif animaux produits sur l'année (kg)<br>Durée présence (j) |
|   |                         |                         | Truies en lactation       |  | 3,77      |                                   |  |   |
|   |                         |                         | Porcelets en post-sevrage |  | 4,37      |                                   |  |   |
|   |                         |                         | Porcs à l'engraissement   |  | 2,98      |                                   |  |   |
| Gestion effluents (bâtiment – stockage)               | 1                       | IPCC 2006 Tier1         | Porcs engraisés           | Western Europe Liquid/slurry and pit storage – average of 12°C | 7         | Kg CH <sub>4</sub> /PMA           | =FE x population moyenne annuelle  | Population moyenne annuelle (PMA)                                 |
|   |                         |                         | Reproducteurs             | Western Europe Liquid/slurry and pit storage – average of 12°C | 10        |                                   | =FE x population moyenne annuelle  |   |
|   | 2                       | IPCC 2006 Tier2         | Indéfini                  | Système lisier – 12°C  | 20        | %                                 | =FE x MO excrétée (kg/an) x B <sub>0</sub> x 0.67<br>Avec :<br>B <sub>0</sub> =0.45 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg MO excrétée | MO excrétée (kg)<br>Système d'élevage                             |
|   |                         |                         | Indéfini                  | Système fumier en litière accumulée – 12°C                     | 20        |                                   |  |   |
|   |                         |                         | Indéfini                  | Système fumier avec litière évacuée régulièrement – 12°C       | 2         |                                   |  |   |

# 4. Evaluation par poste

Tableau 27 : Facteurs d'émissions de méthane pour les porcs (2/2)

| Poste(s)              | Niveau qualification FE | Source               | Stade physiologique | Type élevage   | Valeur FE                | Unité FE                           | Formule calcul (kg gaz/an)  | Données d'activité  |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|--|--------------------------|------------------------------------|---|---|
| Gestion effluents air | 2                       | IPCC 2006 Tier2      | Indéfini            | -  | 1                        |                                    |   |   |
| Traitement            | 2                       | Rigolot et al., 2010 | Indéfini            | Traitement biologique sans séparation de phase                   | 5,1                      | % C traité                         | = FE x C traité x 16/14   | Carbone effluents entrée traitement (kg) Type de traitement   |
|                       |                         |                      |                     | Traitement biologique avec séparation de phase (vis compacteuse) | 5,2                      |                                    |   |   |
|                       |                         |                      |                     | Traitement biologique avec séparation de phase (centrifugeuse)   | 5,7                      |                                    |   |   |
|                       |                         |                      |                     | Compostage de lisier sur paille                                  | 0,06                     |                                    |   |   |
|                       | 3                       |                      | Indéfini            | Compostage de fumier   | 0,015<br>(0,0002 -0,015) | Kg C-CH <sub>4</sub> / kg C traité | = FE x C traité x 16/14<br>x FA <sub>C/N</sub> x FA <sub>température</sub> x FA <sub>durée</sub><br>Avec :<br>FA <sub>C/N</sub> : effet rapport C/N<br>FA <sub>température</sub> : effet température extérieure<br>FA <sub>durée</sub> : effet durée compostage | Carbone effluents entrée traitement (kg) Type de traitement Rapport C/N Température (°C) Durée compostage (j) |

## 2.3.2 Protoxyde d'azote

Tableau 28 : Facteur d'émissions de protoxyde d'azote pour les porcs (1/3)

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source                                    | Stade physiologique       | Typologie d'élevage  | Valeur FE | Unité FE                           | Formule calcul (kg gaz/an)  | Données d'activité  |
|----------|-------------------------|---|---------------------------|--|-----------|------------------------------------|---|---|
| Bâtiment | 1                       | <i>Philippe et Nicks, 2015</i>            | Truies en gestation       | Système lisier sur caillebotis   | 0,23      | Kg eqCO <sub>2</sub> /500 kg PV/j  | =FE x Poids vif animaux produits sur l'année / 500 x durée présence | Poids vif animaux produits sur l'année (kg)<br>Durée présence (j) |
|          |                         |   | Truies en lactation       |  | 0,06      |                                    |   |   |
|          |                         |   | Porcelets en post-sevrage |  | 0,38      |                                    |   |   |
|          |                         |   | Porcs à l'engraissement   |  | 0,83      |                                    |   |   |
|          | 2                       | <i>IPCC 2006 Tier2, MONDFERENT2, 2015</i> | Indéfini                  | Système lisier avec stockage des effluents sous les animaux                    | 0,002     | Kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excréte | =FE x N excréte x 44/28   | N excréte (kg)  |
|          | 2                       | <i>IPCC 2006 Tier2, OMINEA 2018</i>       | Indéfini                  | Système lisier avec évacuation fréquente et stockage ext sans croûte naturelle | 0         | Kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excréte | =FE x N excréte x 44/28   | N excréte (kg)  |
|          | 2                       | <i>IPCC 2006 Tier2</i>                    | Indéfini                  | Système fumier en litière accumulée  | 0,07      | Kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excréte | =FE x N excréte x 44/28   | N excréte (kg)  |
|          | 2                       | <i>IPCC 2006 Tier2, OMINEA 2018</i>       | Indéfini                  | Système fumier avec litière évacuée régulièrement                              | 0,005     | Kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excréte | =FE x N excréte x 44/28   | N excréte (kg)  |
|          | 2                       | <i>Corpen 2003</i>                        | Indéfini                  | Système lisier   | 0         | % N excréte                        | =FE x N excréte x 44/28   | N excréte (kg)  |
|          |                         |   | Indéfini                  | Système sur paille   | 4         |                                    |   |   |
| Indéfini |                         |   | Système sur sciure        | 8  |           |                                    |   |   |

## 4. Evaluation par poste

Tableau 29 : Facteur d'émissions de protoxyde d'azote pour les porcs (2/3)

| Poste(s)         | Niveau qualification FE | Source                                  | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                           | Formule calcul (kg gaz/an)  | Données d'activité   |
|------------------|-------------------------|---|---------------------|---------------------|-----------|------------------------------------|---|--|
| Bâtiment (suite) | 3                       | Rigolot et al., 2010, MONDFERENT2, 2015 | Indéfini            | Système sur paille  | 0,048     | Kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excréte | $=FE \times 0.8 \times 2 \times N_{\text{excrété}} \times \frac{44}{28} \times FA_{\text{surface}} \times FA_{\text{maintenance}}$ Avec :<br>$FA_{\text{surface}} \quad 0.8 \quad - \quad 1m^2/\text{porc} ; 0.5 \quad - \quad 2m^2/\text{porc}$ $FA_{\text{maintenance}} \quad 0.8 \text{ - litière sèche} ; 0.5 \text{ - litière humide}$ | N excréte (kg)<br>Type de litière<br>Surface par porc<br>Maintenance litière |
|                  |                         |   | Indéfini            | Système sur sciure  | 0,072     | Kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excréte | $=FE \times 0.8 \times 2 \times N_{\text{excrété}} \times \frac{44}{28} \times FA_{\text{surface}} \times FA_{\text{maintenance}}$ Avec :<br>$FA_{\text{surface}} \quad 0.8 \quad - \quad 1m^2/\text{porc} ; 0.5 \quad - \quad 2m^2/\text{porc}$ $FA_{\text{maintenance}} \quad 0.8 \text{ - litière sèche} ; 0.5 \text{ - litière humide}$ | N excréte (kg)<br>Type de litière<br>Surface par porc<br>Maintenance litière |

## 4. Evaluation par poste

Tableau 30 : Facteur d'émissions de protoxyde d'azote pour les porcs (3/3)

| Poste(s)   | Niveau qualification FE | Source               | Stade physiologique | Typologie d'élevage  | Valeur FE | Unité FE                            | Formule calcul (kg gaz/an)           | Données d'activité                                    |
|------------|-------------------------|----------------------|---------------------|--|-----------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| Plein air  | 2                       | IPCC 2006            | Indéfini            | -  | 0,02      | kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excréte  | =FE x N total excréte annuel x 44/28 | N excréte (kg)  |
| Stockage   | 2                       | EMEP, 2016 Tier2     | Indéfini            | Lisier en fosse extérieure sans croûte naturelle                 | 0         | Kg N <sub>2</sub> O-N/kg TAN stocké | = FE x TAN stocké x 44/28            | N effluents entrée stockage (kg)                      |
|            |                         |                      |                     | Fumier   | 0,01      |                                     |                                      |   |
|            | 2                       | Rigolot et al., 2010 | Indéfini            | Fumier   | 3,2       | % N stocké                          | = FE x N stocké x 44/28              | N effluents entrée stockage (kg)                      |
| Traitement | 2                       | Rigolot et al., 2010 | Indéfini            | Traitement biologique sans séparation de phase                   | 0,8       | % N traité                          | = FE x N traité x 44/28              | N effluents entrée traitement (kg) Type de traitement |
|            |                         |                      | Indéfini            | Traitement biologique avec séparation de phase (vis compacteuse) | 0,8       |                                     |                                      |   |
|            |                         |                      | Indéfini            | Traitement biologique avec séparation de phase (centrifugeuse)   | 0,7       |                                     |                                      |   |
|            |                         |                      | Indéfini            | Compostage de lisier sur paille                                  | 0,06      | Kg N-N <sub>2</sub> O/kg N traité   |                                      |   |

## 4. Evaluation par poste

|  |   |                             |          |                      |                      |                                   |   |   |
|--|---|-----------------------------|----------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|---|---|
|  | 3 | <i>Rigolot et al., 2010</i> | Indéfini | Compostage de fumier | 0,03<br>(0,003-0,03) | Kg N-N <sub>2</sub> O/kg N traité | $= FE \times N \text{ traité} \times 44/28 \times FA_{C/N} \times FA_{\text{retourne}} \times FA_{\text{durée}}$ Avec :<br>FA <sub>C/N</sub> : effet rapport C/N<br>FA <sub>retourne</sub> : effet nombre retournements<br>FA <sub>durée</sub> : effet durée compostage | N effluents entrée traitement (kg) Type de traitement |
|--|---|-----------------------------|----------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|---|---|

### 2.3.3 Ammoniac

Tableau 31 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (1/5)

| Poste(s)                       | Niveau qualification FE | Source                       | Stade physiologique       | Typologie d'élevage             | Valeur FE | Unité FE                     | Formule calcul (kg gaz/an)  | Données d'activité   |
|--------------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------|------------------------------|---|--|
| Bâtiment / stockage / épandage | 1                       | <i>EMEP, 2016 Tier1</i>      | Porcs à l'engrais         | Système lisier                  | 6,7       | Kg NH <sub>3</sub> /PMA      | =FE x population moyenne annuelle   | Population moyenne annuelle (PMA)                          |
|                                |                         |                              |                           | Système litière                 | 6,5       |                              |   |  |
|                                |                         |                              | Truies                    | Système lisier                  | 15,8      |                              |   |  |
|                                |                         |                              |                           | Système litière                 | 18,2      |                              |   |  |
|                                |                         |                              |                           | Plein air                       | 7,3       |                              |   |  |
| Bâtiment                       | 1                       | <i>Philippe et al., 2011</i> | Truies en gestation       | Bâtiment lisier sur caillebotis | 12,1      | g NH <sub>3</sub> /porc/j    | =Σ <sub>stade physiologique i</sub> (effectif porcs engraisés x durée présence) | Effectif porcs engraisés sur l'année Durée de présence (j) |
|                                |                         |                              | Truies allaitantes        |                                 | 21,7      |                              |   |  |
|                                |                         |                              | Porcelets en post-sevrage |                                 | 1,84      |                              |   |  |
|                                |                         |                              | Porcs en engraissement    |                                 | 9,1       |                              |   |  |
|                                | 1                       | <i>Vigan et al., 2018</i>    | Truies en gestation       | Bâtiment lisier                 | 4,56      | Kg NH <sub>3</sub> /place/an | = FE x nbre places  | Nombre de places   |
|                                |                         |                              | Truies allaitantes        |                                 | 7,45      |                              |   |  |

## 4. Evaluation par poste

|  |   |   |                              |                 |      |   |   |                                  |
|--|---|---|------------------------------|-----------------|------|---|---|----------------------------------|
|  |   |   | Porcelets en post-sevrage    |                 | 0,66 |   |   |                                  |
|  |   |   | Porcs en engraissement       |                 | 3,93 |   |   |                                  |
|  | 2 | <i>Corpen, 2003</i>                       | Indéfini                     | Bâtiment lisier | 25   | % N excrété                             | = FE x N excrété x 17/14                                      | N excrété (kg)<br>Type d'élevage |
|  |   |   |                              | Bâtiment paille | 24   |   |   |                                  |
|  |   |   |                              | Bâtiment sciure | 20   |   |   |                                  |
|  | 2 | <i>EMEP, 2016 Tier2 ;<br/>OMINEA 2018</i> | Porcs à l'engrais (8-110 kg) | Système lisier  | 0,28 | Kg N-NH <sub>3</sub> /kg<br>TAN excrété | = FE x TAN excrété x 17/14<br>Avec :<br>TAN = 0.7 x N excrété | N excrété (kg)                   |
|  |   |   |                              | Système litière | 0,27 |   |   |                                  |
|  |   |   | Truies et porcelets          | Système lisier  | 0,22 |   |   |                                  |
|  |   |   |                              | Système litière | 0,25 |   |   |                                  |



## 4. Evaluation par poste

Tableau 32 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (2/5)

| Poste(s)            | Niveau qualification FE | Source                      | Stade physiologique          | Typologie d'élevage | Valeur FE            | Unité FE                           | Formule calcul (kg gaz/an)  | Données d'activité   |
|---------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|---|--|
| Bâtiment            | 3                       | <i>Rigolot et al., 2010</i> | Indéfini                     | Système lisier      | 0,24<br>(0,08-0,36)  | Kg N-NH <sub>3</sub> /kg N excrété | = FE x N excrété x FA <sub>dilution</sub> x FA <sub>temperature</sub> x FA <sub>ventilation</sub> x FA <sub>sol</sub> x FA <sub>effluent</sub> x 17/14<br>Avec :<br>FA <sub>dilution</sub> : effet teneur N ammoniacal<br>FA <sub>temperature</sub> : effet température ambiante<br>FA <sub>ventilation</sub> : effet taux renouvellement d'air<br>FA <sub>sol</sub> : effet type de sol<br>FA <sub>effluent</sub> : effet fréquence évacuation effluents | N excrété (kg)<br>Teneur TAN lisier (g/mol)<br>Température bâtiment (°C)<br>Type de sol<br>Fréquence d'évaluation des effluents        |
|                     |                         |                             | Indéfini                     | Système litière     | 0,20<br>(0,006-0,53) | Kg N-NH <sub>3</sub> /kg N excrété | = FE x N excrété x FA <sub>surface</sub> x FA <sub>maintenance</sub> x FA <sub>quantité</sub> x 17/14<br>Avec :<br>FA <sub>surface</sub> : effet surface par porc<br>FA <sub>maintenance</sub> : effet maintenance litière<br>FA <sub>quantité</sub> : effet quantité litière   | N excrété (kg)<br>Surface par porc (m <sup>2</sup> )<br>Maintenance litière<br>Quantité litière (kg/porc)                              |
|                     | 3                       | <i>Durand, 2018</i>         | Porcs à l'engrais (8-110 kg) | Système lisier      | 0,28                 | % TAN excrété                      | = FE x TAN excrété x FA <sub>solxévacuation</sub> x FA <sub>cooling</sub> x FA <sub>lavageair</sub> x FA <sub>acidebenzoïque</sub><br>Avec :<br>FA <sub>solxévacuation</sub> : effet type de sol et modalité d'évacuation des effluents<br>FA <sub>cooling</sub> : effet cooling<br>FA <sub>lavageair</sub> : effet lavage air<br>FA <sub>acidebenzoïque</sub> : effet utilisation acide benzoïque  | TAN excrété (kg)<br>Type de sol et modalité d'évacuation des effluents<br>Cooling (O/N)<br>Lavage d'air (O/N)<br>Acide benzoïque (O/N) |
| Truies et porcelets | 0,22                    |                             |                              |                     |                      |                                    |   |  |

## 4. Evaluation par poste

Tableau 33 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (3/5)

| Poste(s) | Niveau qualification FE | Source                            | Stade physiologique          | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                               | Formule calcul (kg gaz/an)   | Données d'activité   |
|----------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------|--|--|--|
| Courette | 2                       | EMEP, 2016 Tier2                  | Indéfini                     | Système lisier      | 0,53      | Kg N-NH <sub>3</sub> / kg TAN excrété  | = FE x TAN excrété x 17/14<br>Avec :<br>TAN = 0.7 x N excrété  | N excrété (kg)   |
|          |                         |                                   | Porcs à l'engrais (8-110 kg) | Système litière     | 0,53      | Kg N-NH <sub>3</sub> / kg TAN excrété  | = FE x TAN excrété x 17/14<br>Avec :<br>TAN = 0.7 x N excrété  | N excrété (kg)   |
| Stockage | 2                       | EMEP, 2016 Tier2 ;<br>OMINEA 2018 | Porcs à l'engrais (8-110 kg) | Lisier              | 0,14      | Kg N-NH <sub>3</sub> / kg TAN stocké   | = FE x TAN stocké x 17/14  | TAN effluents entrée stockage (kg)                                   |
|          |                         |                                   |                              | Fumier              | 0,45      |  |  |  |
|          |                         |                                   | Truies et porcelets          | Lisier              | 0,14      |  |  |  |
|          |                         |                                   |                              | Fumier              | 0,45      |  |  |  |
|          | 2                       | Corpen 2003                       | Indéfini                     | Lisier              | 5         | % N stocké                             | = FE x N stocké x 17/14  | N effluents entrée stockage (kg)                                     |
|          | 2                       | Vigan et al., 2018                | Indéfini                     | Lisier              | 11,9      | % N stocké                             | = FE x N stocké x 17/14  | N effluents entrée stockage (kg)                                     |
|          |                         |                                   |                              | Fumier              | 16,3      |  |  |  |
|          | 3                       | Rigolot et al., 2010              | Indéfini                     | Lisier              | 1,57      | g N-NH <sub>3</sub> /m <sup>2</sup> /j | = FE x surface stockage x durée stockage x FA <sub>température</sub> x FA <sub>dilution</sub> x 17/14<br>Avec :<br>FA <sub>temperature</sub> : effet température<br>FA <sub>dilution</sub> : effet teneur N ammoniacal (0.88-1.13) | Surface stockage (m <sup>2</sup> )<br>Durée stockage sur l'année (j) |

## 4. Evaluation par poste

|  |   |  |          |        |     |            |                         |                                  |
|--|---|--|----------|--------|-----|------------|-------------------------|----------------------------------|
|  | 2 |  | Indéfini | Fumier | 7,3 | % N stocké | = FE x N stocké x 17/14 | N effluents entrée stockage (kg) |
|--|---|--|----------|--------|-----|------------|-------------------------|----------------------------------|

Tableau 34 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (4/5)

| Poste(s)   | Niveau qualification FE  | Source               | Stade physiologique     | Typologie d'élevage               | Valeur FE   | Unité FE                            | Formule calcul (kg gaz/an)  | Données d'activité                 |
|------------|--|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------------------------|
| Stockage   | 3  | <i>Durand, 2018</i>  | Indéfini                | Lisier                            | 0,14  | Kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN stocké | = FE x TAN excrété x 17/14 x FA <sub>alimentation</sub> x FA <sub>couverture</sub><br>Avec :<br>FA <sub>alimentation</sub> : effet mode d'alimentation fosse<br>FA <sub>couverture</sub> : effet couverture fosse | TAN effluents entrée stockage (kg) |
|            | 2  |                      |                         |                                   |   |                                     | <i>Rigolot et al., 2010</i>   | Indéfini                           |
| Traitement | Traitement biologique avec séparation de phase (vis compacteuse) | 2,3                  | = FE x N traité x 17/14 |                                   |   |                                     |   |                                    |
|            | Traitement biologique avec séparation de phase (centrifugeuse)   | 3,3                  | = FE x N traité x 17/14 |                                   |   |                                     |   |                                    |
|            | Compostage de lisier sur paille                                  | 0,1                  | = FE x N traité x 17/14 |                                   |   |                                     |   |                                    |
|            | 3  | Compostage de fumier | 0,45 (0,06-0,59)        | Kg N-NH <sub>3</sub> /kg N traité | = FE x N traité x 17/14 x FA <sub>MS</sub> x FA <sub>C/N</sub> x FA <sub>température</sub> x FA <sub>durée</sub><br>Avec :<br>FA <sub>MS</sub> : effet MS |                                     |   |                                    |

## 4. Evaluation par poste

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  | $FA_{C/N}$ : effet rapport C/N<br>$FA_{température}$ : effet température extérieure<br>$FA_{durée}$ : effet durée compostage |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Tableau 35 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (5/5)

| Poste(s)  | Niveau qualification FE | Source                 | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                         | Formule calcul (kg gaz/an)                | Données d'activité                                  |
|-----------|-------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|-----------|----------------------------------|---|---|
| Plein air | 1                       | EMEP 2016              | Truie               | -                   | 7,3       | kg NH <sub>3</sub> /PMA          | = FE x population moyenne annuelle        | Population moyenne annuelle (PMA)<br>Type d'élevage |
|           | 2                       | EMEP 2016, OMINEA 2018 | Truie               | -                   | 0,25      | kg N-<br>NH <sub>3</sub> /kg TAN | =FE x N ammoniacal excrété annuel x 17/14 | TAN excrété (kg)<br>Type d'élevage                  |

### 2.3.4 Oxydes d'azote

Tableau 36 : Facteur d'émissions de NOx pour les porcs

| Poste(s)            | Niveau qualification FE | Source           | Stade physiologique          | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|---------------------|-------------------------|------------------|------------------------------|---------------------|-----------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bâtiment / stockage | 1                       | EMEP, 2016 Tier1 | Porcs à l'engrais (8-110 kg) | Système lisier      | 0,002     | Kg NO <sub>2</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|                     |                         |                  |                              | Système litière     | 0,069     |                         |                                    |                                   |

## 4. Evaluation par poste

|  |  |  |                     |                 |       |  |                             |
|--|--|--|---------------------|-----------------|-------|--|-----------------------------|
|  |  |  | Truies et porcelets | Système lisier  | 0,006 |  | =FE x effectif moyen truies |
|  |  |  |                     | Système litière | 0,204 |  |                             |
|  |  |  |                     | Plein air       | 0     |  |                             |

### 2.3.5 Particules

Tableau 37 : Facteur d'émissions de particules pour les porcs

| Poste(s)     | Niveau qualification FE | Source                     | Stade physiologique       | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                      | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|--------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>TSP</b>   |                         |                            |                           |                     |           |                               |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | <i>Faburé et al., 2011</i> | Indéfini                  | -                   | 0,77      | kg TSP/place/an               | = FE x nbre places                 | Nbre places                       |
|              | 1                       | <i>EMEP, 2016 Tier1</i>    | Porcs à l'engrais         | -                   | 1,05      | Kg TSP/PMA                    | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|              |                         |                            | Porcelet en post-sevrage  | -                   | 0,27      |                               |                                    |                                   |
|              |                         |                            | Truies                    | -                   | 0,62      |                               |                                    |                                   |
| <b>PM10</b>  |                         |                            |                           |                     |           |                               |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | <i>Faburé et al., 2011</i> | Indéfini                  | -                   | 0,35      | kg PM <sub>10</sub> /place/an | = FE x nbre places                 | Nbre places                       |
|              |                         |                            | Truies                    | -                   | 0,231     |                               |                                    |                                   |
|              |                         |                            | Porcelets en post-sevrage | -                   | 0,147     |                               |                                    |                                   |
|              |                         |                            | Porcs à l'engraissement   | -                   | 0,305     |                               |                                    |                                   |
|              | 1                       | <i>EMEP, 2016 Tier1</i>    | Porcs à l'engrais         | -                   | 0,14      | kg PM <sub>10</sub> /PMA      | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|              |                         |                            | Porcelet en post-sevrage  | -                   | 0,05      |                               |                                    |                                   |
|              |                         |                            | Truies                    | -                   | 0,17      |                               |                                    |                                   |
| <b>PM2.5</b> |                         |                            |                           |                     |           |                               |                                    |                                   |

## 4. Evaluation par poste

|            |   |                            |                          |   |       |                                |                                    |                                   |
|------------|---|----------------------------|--------------------------|---|-------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Multiposte | 1 | <i>Faburé et al., 2011</i> | Indéfini                 | - | 0,08  | kg PM <sub>2,5</sub> /place/an | = FE x nbre places                 | Nbre places                       |
|            | 1 | <i>EMEP, 2016 Tier1</i>    | Porcs à l'engrais        | - | 0,006 | kg PM <sub>2,5</sub> /PMA      | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|            |   |                            | Porcelet en post-sevrage | - | 0,002 |                                |                                    |                                   |
|            |   |                            | Truies                   |   | 0,01  |                                |                                    |                                   |

### 2.3.6 Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Tableau 38 : Facteurs d'émissions de COVNM pour les porcs

| Poste(s)           | Niveau qualification FE | Source           | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE    | Unité FE                | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|--------------------|-------------------------|------------------|---------------------|---------------------|--------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bâtiment           | 2                       | <i>EMEP 2016</i> | Porcs à l'engrais   | -                   | 0.00170<br>3 | kg COVNM/kg MO excrétée | = FE x MO excrétée                 | Matière organique excrétée (kg)   |
|                    |                         |                  | Truie               | -                   | 0.00704<br>2 |                         |                                    |                                   |
| Bâtiment, Stockage | 1                       | <i>EMEP 2016</i> | Porcs à l'engrais   | -                   | 0.551        | kg.COVNM/PMA            | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|                    |                         |                  | Truies              | -                   | 1.704        |                         |                                    |                                   |

### 2.3.7 Pertes totales N sur les étapes « Bâtiment » et « Stockage » pour la filière porc

Quelques références fournissent des données sur les pertes totales N de filières de gestion des effluents au cours des étapes « bâtiment » et « stockage ».

Le RMT Elevages et Environnement (2016) indique des pertes moyennes. Deux projets permettent de compléter avec quelques données expérimentales mesurées au cours de filières de gestion des effluents connectées à des salles d'engraissement : EMITEC (Espagnol et al., 2014) et EFAC (Lagadec et al., 2018).

**Tableau 39 : Pertes N cumulées Bâtiment + Stockage pour différents itinéraires (exprimées en pourcentage de l'azote excrété)**

| Type de filière                                    | Modalités Bâtiment  | Modalités Stockage des effluents | RMT (2016) | EMITEC (2014) | EFAC (2018) |
|--|---|----------------------------------|------------|---------------|-------------|
| Filières lisier                                    | Bâtiment avec caillebotis intégral et stockage des lisiers sous les animaux pendant leur durée de présence                | Fosse à lisier non couverte      | 29,3%      | 36,2%         |             |
|  | Bâtiment avec caillebotis intégral et stockage des lisiers sous les animaux pendant leur durée de présence + lavage d'air | Fosse à lisier non couverte      |            | 28%           |             |
|  |   | Fosse à lisier couverte          |            | 21%           |             |
|  | Bâtiment avec caillebotis intégral et évacuation gravitaire des lisiers tous les 15 jours                                 | Fosse à lisier non couverte      |            | 26%           |             |
|  |   | Fosse à lisier couverte          |            | 20%           |             |
|  | Bâtiment avec caillebotis intégral et flushing  | Fosse à lisier non couverte      |            | 31%           |             |
|  |   | Fosse à lisier couverte          |            | 23%           |             |
| Bâtiment avec caillebotis intégral et raclage en V | Stockage de la fraction liquide dans une fosse découverte et compostage de la fraction solide                             |                                  |            | 44,2%         |             |
|  |   |                                  |            | 43,9%         |             |
| Bâtiment avec caillebotis intégral et raclage en V | Méthanisation en voie liquide des fractions liquides et solides issues du raclage en V                                    |                                  |            | 25%           |             |
| Filières litière                                   | Bâtiment sur litière paille   | Stockage litière en andain       | 57%        |               |             |
|  | Bâtiment sur litière sciure   | Stockage litière en andain       | 72%        |               |             |
|  | Bâtiment sur litière paille   | Compostage                       | 69,9%      |               |             |
|  | Bâtiment sur litière sciure   | Compostage                       | 74,8%      |               |             |

## 2.4 Facteurs d'émissions et mode de calcul pour la filière Volailles

### 2.4.1 Méthane

Tableau 40 : Facteurs d'émissions du méthane en volailles

| Poste                                   | Niveau qualification FE | Source           | Stade physiologique        | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                | Formule calcul (kg gaz/an)   | Données d'activité                    |
|---|-------------------------|------------------|----------------------------|---------------------|-----------|-------------------------|--|---------------------------------------|
| Gestion effluents (bâtiment – stockage) | 1                       | IPCC 2006 Tier1  | Pondeuses                  | Elevage cage        | 0,03      | Kg CH <sub>4</sub> /PMA | = FE x Population moyenne annuelle   | Population moyenne annuelle (PMA)     |
|   |                         |                  | Poulets                    |                     | 0,02      | Kg CH <sub>4</sub> /PMA | = FE x Population moyenne annuelle   | Population moyenne annuelle (PMA)     |
|   |                         |                  | Dindes                     |                     | 0,09      | Kg CH <sub>4</sub> /PMA | = FE x Population moyenne annuelle   | Population moyenne annuelle (PMA)     |
|   |                         |                  | Canards                    |                     | 0,03      | Kg CH <sub>4</sub> /PMA | = FE x Population moyenne annuelle   | Population moyenne annuelle (PMA)     |
|   | 2                       | IPCC 2006 Tier 2 | Poulettes et Pondeuses     | Elevage sur litière | 1,5       | %                       | =FE x MO excrétée (kg/an) x B <sub>0</sub> x 0.67<br>Avec :<br>B <sub>0</sub> poudeuses =0.39<br>B <sub>0</sub> autres volailles =0.36<br>m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg MO excrétée | MO excrétée (kg)<br>Système d'élevage |
|   |                         |                  | Volailles (hors pondeuses) |                     |           |                         |  |                                       |



## 2.4.2 Protoxyde d'azote

Tableau 41 : Facteurs d'émissions du protoxyde d'azote en volailles

| Postes                                  | Niveau de qualification du FE | Source             | Stade physiologique | Typologie élevage                | Valeur FE | Unité FE                                      | Formule calcul (kg gaz/an) | Données d'activité          |
|---|-------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------------|-----------|---|----------------------------|-----------------------------|
| Gestion effluents (bâtiment – stockage) | 2                             | IPCC 2006          | Volailles           | Tout type de sol                 | 0,001     | kg N <sub>2</sub> O/ kg N excrété             | = FE x N excrété           | N excrété (kg)              |
| Stockage                                | 2                             | EMEP 2016, Tiers 2 | Poulets             | Tas de fumier                    | 0.002     | Kg N-N <sub>2</sub> O/kg N excrété            | =FE x N excrété x 44/28    | N excrété (kg)              |
|   |                               |                    | Oies                |                                  |           |   |                            |                             |
|   |                               |                    | Dindes              |                                  |           |   |                            |                             |
| Parcours                                | 2                             | EMEP, 2013         | Volailles           | Elevage avec accès à un parcours | 30        | kg N <sub>2</sub> O/kg N excrété sur parcours | = FE x kg N excrété        | N excrété sur parcours (kg) |
|   |                               | Meda et al. 2012   | Poulets             | Elevage avec accès à un parcours | 10        | kg N <sub>2</sub> O/kg N excrété sur parcours | = FE x kg N excrété        | N excrété sur parcours (kg) |

## 4. Evaluation par poste

### 2.4.3 Ammoniac

Tableau 42 : Facteurs d'émissions de l'ammoniac en volailles

| Poste(s)                           | Niveau qualification FE | Source             | Stade physiologique  | Type élevage                   | Valeur FE | Unité FE                             | Formule calcul (kg gaz/an)  | Données d'activité                 |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------------|---|------------------------------------|
| Bâtiment-<br>stockage-<br>épandage | 1                       | EMEP, 2016 Tiers 1 | Poulets              | Non défini                     | 0,22      | kg N-NH <sub>3</sub> /PMA            | = FE x Population moyenne annuelle                                    | Population moyenne annuelle (PMA)  |
|                                    |                         |                    | Dindes               | Non défini                     | 0,95      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Canards              | Non défini                     | 0,68      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Pondeuses            | Non défini                     | 0,48      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Oies                 | Non défini                     | 0,35      |                                      |   |                                    |
| Bâtiment                           | 2                       | EMEP, 2016 Tiers 2 | Pondeuses            | Elevage sur litière ou en cage | 0,41      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN excrété | = FE x TAN excrété x 17/14<br>Avec :<br>TAN excrété = 0.7 x N excrété | N excrété (kg)                     |
|                                    |                         |                    | Oies                 | Elevage sur litière            | 0,57      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Poulets              | Elevage sur litière            | 0,28      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Dindes               | Elevage sur litière            | 0,35      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Canards              | Elevage sur litière            | 0,24      |                                      |   |                                    |
| Parcours                           | 2                       | Meda et al. 2012   | Poulets              | Accès parcours                 | 0,0125    | kg N-NH <sub>3</sub> /kg N           | = FE x kg N excrété sur parcours                                      | N excrété (kg) sur parcours        |
| Stockage                           | 2                       | EMEP 2016, Tiers 2 | Pondeuses            | Non défini-                    | 0,14      | kg N-NH <sub>3</sub> /kg TAN stocké  | = FE x TAN stocké x 17/14   | TAN effluents entrée stockage (kg) |
|                                    |                         |                    | Pondeuses (poulette) | Non défini                     | 0,14      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Poulets              | Non défini                     | 0,17      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Dindes               | Non défini                     | 0,24      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Canards              | Non défini                     | 0,24      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Pintades             | Non défini                     | 0,16      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Cailles              | Non défini                     | 0,17      |                                      |   |                                    |
|                                    |                         |                    | Volailles            | Non défini                     | 0,24      |                                      |   |                                    |

# 4. Evaluation par poste

## 2.4.4 Oxydes d'azote

Tableau 43 : Facteurs d'émissions de l'oxyde d'azote en volailles

| Poste(s)            | Niveau qualification FE | Source              | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bâtiment / stockage | 1                       | EMEP, Tier1<br>2016 | Pondeuses           | Déchet solide       | 0,005     | Kg NO <sub>2</sub> /PMA | = FE x population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|                     |                         |                     | Poulets             | Système litière     | 0,002     |                         |                                    |                                   |
|                     |                         |                     | Dindes              | Système lisier      | 0,008     |                         |                                    |                                   |
|                     |                         |                     | Canards             | Système litière     | 0,004     |                         |                                    |                                   |
|                     |                         |                     | Oies                | Système litière     | 0,002     |                         |                                    |                                   |

## 2.4.5 Particules

Tableau 44 : Facteurs d'émissions de particules en volailles

| Poste(s)     | Niveau qualification FE | Source              | Espèces   | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE       | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|--------------|-------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>TSP</b>   |                         |                     |           |                     |           |                |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016, Tiers 1 | Pondeuses | -                   | 0,19      | kg TSP/PMA     | = FE x Population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|              |                         |                     | Poulets   |                     | 0,04      |                |                                    |                                   |
|              |                         |                     | Dindes    |                     | 0,11      |                |                                    |                                   |
|              |                         |                     | Canard    |                     | 0,14      |                |                                    |                                   |
|              |                         |                     | Oies      |                     | 0,24      |                |                                    |                                   |
| <b>PM10</b>  |                         |                     |           |                     |           |                |                                    |                                   |
| Multiposte   | 1                       | EMEP, 2016 Tiers 1  | Pondeuses | -                   | 0,04      | kg PM10/PMA    | = FE x Population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|              |                         |                     | Poulets   |                     | 0,02      |                |                                    |                                   |
|              |                         |                     | Dindes    |                     | 0,11      |                |                                    |                                   |
|              |                         |                     | Canard    |                     | 0,14      |                |                                    |                                   |
|              |                         |                     | Oies      |                     | 0,24      |                |                                    |                                   |
| <b>PM2.5</b> |                         |                     |           |                     |           |                |                                    |                                   |
| Multi poste  | 1                       |                     | Pondeuses | -                   | 0,003     | kg PM2,5 / PMA | = FE x Population moyenne annuelle |                                   |
|              |                         |                     | Poulets   |                     | 0,002     |                |                                    |                                   |

## 4. Evaluation par poste

|  |  |                          |        |  |       |  |  |   |
|--|--|--------------------------|--------|--|-------|--|--|---|
|  |  | EMEP,<br>2016 Tiers<br>1 | Dindes |  | 0,02  |  |  | Population<br>moyenne<br>annuelle (PMA) |
|  |  |                          | Canard |  | 0,02  |  |  |   |
|  |  |                          | Oies   |  | 0,033 |  |  |   |

### 2.4.6 Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Tableau 45 : Facteurs d'émissions des COVNM en volailles

| Poste(s)                               | Niveau qualification FE | Source             | Stade physiologique | Typologie d'élevage | Valeur FE | Unité FE                | Formule calcul (kg gaz/an)         | Données d'activité                |
|--|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bâtiment, Stockage, Epannage, Parcours | 1                       | EMEP 2016, Tiers 1 | Pondeuses           | -                   | 0.165     | Kg COVNM / PMA          | = FE x Population moyenne annuelle | Population moyenne annuelle (PMA) |
|  |                         |                    | Poulets             |                     | 0.108     |                         |                                    |                                   |
|  |                         |                    | Dindes              |                     | 0.489     |                         |                                    |                                   |
|  |                         |                    | Canards et oies     |                     | 0.489     |                         |                                    |                                   |
| Bâtiment                               | 2                       | EMEP 2016, Tiers 2 | Pondeuses           | -                   | 0,005684  | kg COVNM/kg MO excrétée | = FE x MO excrétée                 | MO excrétée (kg)                  |
|  |                         |                    | Poulets             |                     | 0,009147  |                         |                                    |                                   |
|  |                         |                    | Dindes              |                     | 0,005684  |                         |                                    |                                   |
|  |                         |                    | Canards et oies     |                     | 0,005684  |                         |                                    |                                   |

### 2.4.7. Pertes totales N sur les étapes « Bâtiment/ parcours » et « Stockage » pour la filière volaille

Les pertes d'azote par volatilisation au bâtiment sont définies à partir de coefficients de volatilisation indiqués dans le tableau 46 et d'après Ponchant et al., 2012 ; Aubert ,2013 et le CORPEN volailles 2006 et 1996 :

Tableau 46 : Coefficients de volatilisation de l'azote en filière avicoles au bâtiment et au parcours

| Liste effluent                                     | Volatilisation au bâtiment (% du N excrété) | Volatilisation au parcours (% du N excrété au parcours) * |
|--|---|---|
| Fumier Pailleux- Claustration                      | 32  | -   |
| Fumier Pailleux- accès parcours                    | 32  | 60  |
| Fumier Gras (canards et oies PAG)                  | 46  | -   |
| Fumier Gras (canards et oies PAG) - accès parcours | 46  | 60  |
| Fumier Reproducteur                                | 55  | -   |
| Lisier   | 21  | -   |
| Fientes préséchées                                 | 20  | -   |
| Fientes séchées                                    | 20  | -   |

\*Le CORPEN (1996) estime que 23 % des déjections ont lieu sur parcours pour les volailles de chair et 82 % de déjection ont lieu sur parcours pour les canards et oies PAG.

Concernant les formes d'azote volatilisées de fumiers, celle-ci sont estimés être au bâtiment à 85% de l'ammoniac, environ 8.5% du N<sub>2</sub>O (environ 10 fois moins) et les 6.5% sont sous forme de NO<sub>x</sub> (ITAVI, 2013). Cette répartition reste fonction de l'état et de l'entretien de la litière, dont l'humidité couplée à l'activité des animaux seront plus ou moins propices à l'établissement de zone anaérobies...

Pour les lisiers la part de N<sub>2</sub>O est négligeable (cela vaut également au stockage) car les conditions anaérobies sont non propices à sa production.

Les pertes d'azote par volatilisation au bâtiment sont définies à partir de coefficients de volatilisation indiqués dans le tableau 47 et d'après Ponchant et al., 2012 ; Aubert ,2013 et le CORPEN volailles 2006 et 1996 :

Tableau 47 : Coefficients de volatilisation de l'azote en filière avicoles au stockage

| Liste effluent      | Volatilisation au stockage sans traitement (en % de N en sortie du bâtiment) |
|---------------------|--|
| Fumier Pailleux     | 15   |
| Fumier Gras         | 15   |
| Fumier Reproducteur | 15   |
| Lisier              | 20   |
| Fientes préséchées  | 30   |
| Fientes séchées     | 25   |

Les formes d'azotes perdus au stockage par typologie d'effluent sont similaires aux pertes au bâtiment puisque les processus sont identiques.

## 2.5 Facteurs d'abattement des émissions gazeuses

Cette partie présente des pratiques permettant des réductions des émissions gazeuses aux différents postes d'émissions relatifs à la gestion des effluents (bâtiment, stockage et traitement).

### 2.5.1 Pâturage et Parcours

Tableau 32 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en bovins

| BOVINS  | Espèces concernées | Cas de référence                      | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | NO <sub>x</sub> | PM | Source              |
|---|--------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----|---------------------|
| Augmenter le temps passé au pâturage par les bovins |                    | Animaux élevés uniquement au bâtiment | ↘               |                  | -50%            |                 |    | <i>Citepa, 2019</i> |

### 2.5.2 Bâtiment

Tableau 32 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en bovins

| BOVINS  | Espèces concernées                | Cas de référence                      | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | NO <sub>x</sub> | PM | Source              |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----|---------------------|
| Réduire la concentration azotée des rations             | Vaches laitières (principalement) |                                       |                 | ↘                | -5/-15%         | ↘               |    | <i>Citepa, 2019</i> |
| Limiter le temps de présence des déjections au bâtiment | Tous                              |                                       |                 |                  | -20%            |                 |    | <i>Citepa, 2019</i> |
| Augmenter l'apport en paille en système fumier          | Tous                              |                                       |                 |                  | 0/-50%          |                 |    | <i>Citepa, 2019</i> |
| Augmenter le temps passé au pâturage par les bovins     |                                   | Animaux élevés uniquement au bâtiment | ↘               | ↗                | -50%            |                 |    | <i>Citepa, 2019</i> |

## 4. Evaluation par poste

Tableau 32 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en porcs (1/2)

| Bonnes pratiques   | Stades physiologiques concernés | Cas de référence   | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | NO <sub>x</sub> | PM | Source  |
|--|---------------------------------|--|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----|---|
| Alimentation multiphase  | Tous                            | Elevage sur caillebotis intégral, alimentation biphase, stockage des lisiers en préfosse et évacuation par gravité en fin de bande |                 | ↘                | -20/-40%        |                 |    | <i>Citepa, 2019; RMT, 2019; Pellerin et al., 2013</i>       |
| Utilisation d'acide benzoïque dans l'aliment   | Tous                            |  |                 |                  | -15/-26%        |                 |    | <i>GEREP V3.9 ; Citepa, 2019; RMT E&amp;E, 2019</i>         |
| Caillebotis intégral - stockage des lisiers en préfosse avec évacuation du lisier minimum tous les 15 jours  | Tous                            |  |                 |                  | -15%/-20%       |                 |    | <i>GEREP V3.9 ; RMT E&amp;E, 2019</i>                       |
| Caillebotis intégral - stockage des lisiers en préfosse avec évacuation du lisier minimum 2 fois par semaine | Tous                            |  |                 |                  | -25%            |                 |    | <i>GEREP V3.9 ; Citepa, 2019; Bittman et al., 2014</i>      |
| Caillebotis intégral - Evacuation mécanique des excréments avec racleurs en V                                | Tous                            |  |                 |                  | -40/-50%        |                 |    | <i>GEREP V3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&amp;E, 2010</i>        |
| Caillebotis intégral - Evacuation des excréments par chasse avec la fraction liquide du lisier               | Tous                            |  |                 |                  | -20/-40%        |                 |    | <i>GEREP V3.9 ; RMT E&amp;E, 2019; Bittman et al., 2014</i> |
| Caillebotis intégral - Lisier flottant   | Tous                            |  |                 |                  | -20/-30%        |                 |    | <i>GEREP V3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&amp;E, 2019</i>        |
| Caillebotis intégral - Acidification du lisier   | Tous                            |  |                 |                  | -60%            |                 |    | <i>GEREP V3.9</i>   |
| Caillebotis intégral - Balles flottantes dans le canal à effluents   | Tous                            |  |                 |                  | -25%            |                 |    | <i>GEREP V3.9 ; Bittman et al., 2014</i>                    |
| Lisiothermie   |                                 |  |                 |                  | -45/-75%        |                 |    | <i>Citepa, 2019; Bittman et al., 2014</i>                   |
| Caillebotis partiel - stockage en préfosse sur toute la durée de présence des animaux                        | Tous                            |  |                 |                  | +25%            |                 |    | <i>GEREP V3.9</i>   |
| Caillebotis partiel - Stockage en préfosse - évacuation du lisier minimum tous les 15 jours                  | Tous                            |  |                 |                  | +10%            |                 |    | <i>GEREP V3.9</i>   |
| Caillebotis partiel - Stockage en préfosse - évacuation du lisier minimum 2 fois par semaine                 | Tous                            |  |                 |                  | 0%              |                 |    | <i>GEREP V3.9</i>   |

## 4. Evaluation par poste

|   |      |  |  |  |      |  |  |            |
|---|------|--|--|--|------|--|--|------------|
| Caillebotis partiel - Evacuation mécanique avec racleurs en V | Tous |  |  |  | -20% |  |  | GEREP V3.9 |
|---|------|--|--|--|------|--|--|------------|

**Tableau 32 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en porcs (2/2)**

| Bonnes pratiques   | Stades physiologiques concernés | Cas de référence   | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | NO <sub>x</sub> | PM       | Source  |
|--|---------------------------------|--|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------|---|
| Caillebotis partiel - Evacuation par chasse avec la fraction liquide du lisier | Tous                            | Elevage sur caillebotis intégral, alimentation biphase, stockage des lisiers en préfosse et évacuation par gravité en fin de bande |                 |                  | 0%              |                 |          | GEREP V3.9                                      |
| Caillebotis partiel - Acidification du lisier                                  | Tous                            |  |                 |                  | -30%            |                 |          | GEREP V3.9                                      |
| Biolaveur  | Tous                            |  |                 |                  | -30/-90%        |                 | -70/-90% | GEREP V3.9 ; Citepa, 2019; RMT E&E, 2019        |
| Laveur d'air combiné   | Tous                            |  |                 |                  | -80%            |                 |          | GEREP V3.9                                      |
| Laveur acide   | Tous                            |  |                 |                  | -70/-90%        |                 |          | GEREP V3.9 ; Citepa, 2019; Bittman et al., 2014 |
| Brumisation  | Tous                            |  |                 |                  | -22/-30%        |                 | -14/-46% | Citepa, 2019                                    |



**Tableau 32 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en volailles**

| Bonnes pratiques   | Espèces concernées      | Cas de référence   | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | NOx      | PM            | Source        |               |
|--|-------------------------|--|-----------------|------------------|-----------------|----------|---------------|---------------|---------------|
| Tapis d'évacuation sans pré-séchage forcé sous cages, au moins deux fois par semaine   | Pondeuses en cages      | Stockage en fosse profondes  |                 |                  | -70%            |          |               | RMT E&E, 2019 |               |
| Tapis d'évacuation avec pré-séchage forcé sous cages, au moins une fois par semaine    | Pondeuses en cages      |  |                 |                  | -80%            |          |               | RMT E&E, 2019 |               |
| Evacuation vers un sécheur extérieur type Seconov (cages)                              | Pondeuses en cages      |  |                 |                  | -87%            |          |               | ITAVI 2003    |               |
| Tapis d'évacuation sans pré-séchage forcé sous volières au moins deux fois par semaine | Pondeuses volière       | Système d'élevage au sol, préfosse recouverte de caillebotis et gisoir béton |                 |                  | -75%            |          |               | RMT E&E, 2019 |               |
| Tapis d'évacuation avec pré-séchage forcé sous volières au moins une fois par semaine  | Pondeuses volière       |  |                 |                  | -85%            |          |               | RMT E&E, 2019 |               |
| Evacuation vers un sécheur extérieur type Seconov (volières)                           | Pondeuses volière       |  |                 |                  | -90%            |          |               | ITAVI 2003    |               |
| Litière accumulée, caillebotis (béton)   | Pondeuses au sol        |  |                 |                  | -40%            |          |               | RMT E&E, 2019 |               |
| Tapis de collecte des effluents ou racleur (béton)                                     |                         |  |                 |                  | -70%            |          |               | RMT E&E, 2019 |               |
| Séchage des fientes dans la préfosse (béton)   |                         |  |                 |                  |                 | -45%     |               |               | RMT E&E, 2019 |
| Litière accumulée, caillebotis (terre battue)  |                         |  |                 |                  |                 | -40%     |               |               | RMT E&E, 2019 |
| Tapis de collecte des effluents ou racleur (terre battue)                              |                         |  |                 |                  |                 | -70%     |               |               | RMT E&E, 2019 |
| Séchage des fientes dans la préfosse (terre battue)                                    |                         |  |                 |                  |                 | -45%     |               |               | RMT E&E, 2019 |
| Système d'abreuvoirs anti-fuites   | Volailles sur litière   |  |                 | -20/-30%         |                 |          | RMT E&E, 2019 |               |               |
| Alimentation multiphase  | Tous                    |  | ↓               | -5/-10%          |                 |          | RMT E&E, 2019 |               |               |
| Système combideck ou plancher chauffant  | Volailles sur litière   |  |                 | -40%             |                 |          | RMT E&E, 2019 |               |               |
| Ecoulement gravitaire (lisier), évacuation minimum tous les 15 jours                   | Elevage sur caillebotis |  |                 | -15%             |                 |          | RMT E&E, 2019 |               |               |
| Evacuation par racleur (lisier) 1 à 2 fois par semaine                                 |                         |  |                 | -30%             |                 |          | RMT E&E, 2019 |               |               |
| Brumisation  | Tous                    |  |                 | -22/-30%         |                 | -10/-25% | RMT E&E, 2019 |               |               |

|                                |                       |  |  |  |  |          |  |  |                            |
|--------------------------------|-----------------------|--|--|--|--|----------|--|--|----------------------------|
| Additif biologique sur litière | Volailles sur litière |  |  |  |  | -5/ -30% |  |  | <i>Rousset et al. 2012</i> |
|--------------------------------|-----------------------|--|--|--|--|----------|--|--|----------------------------|

### 2.5.3 Stockage / traitement

Tableau 32 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques lors du stockage et du traitement en herbivores

| Bonnes pratiques                                  | Type effluents | Cas de référence | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | NO <sub>x</sub> | PM | Sources      |
|---|----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----|--------------|
| Couvrir la fosse à lisier d'une couverture rigide | Lisier bovin   |                  | (↗)             |                  | -80%            |                 |    | Citepa, 2019 |
| Couvrir la fosse à lisier d'une couverture souple | Lisier bovin   |                  | (↗)             |                  | -60%            |                 |    | Citepa, 2019 |
| Favoriser le développement d'une croûte naturelle | Lisier bovin   |                  |                 | ↗                | -40%            |                 |    | Citepa, 2019 |

Tableau 32 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques lors du stockage et du traitement en porcs

| Bonnes pratiques  | Type effluents | Cas de référence | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | NO <sub>x</sub> | PM | Sources  |
|---|----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----|--|
| Fosse non couverte alimentée par le bas (extérieure)                    | Lisier porcin  |                  |                 |                  | -40%            |                 |    | GEREP v3.9   |
| Couvertures rigide  | Lisier porcin  |                  | (↗)             |                  | -70/-90%        |                 |    | GEREP v3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&E, 2019 ; Bittman et al., 2014 |
| Couvertures souple  | Lisier porcin  |                  | (↗)             |                  | -70/-90%        |                 |    | GEREP v3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&E, 2019 ; Bittman et al., 2014 |
| Croûte naturelle, paille, balles en plastique, matériaux légers en vrac | Lisier porcin  |                  | (↗)             | ↗                | -40%            |                 |    | GEREP v3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&E, 2019 ; Bittman et al., 2014 |

## 4. Evaluation par poste

|  |               |  |            |  |  |      |  |  |   |
|--|---------------|--|------------|--|--|------|--|--|---|
| Couvertures souples flottantes, plaques géométriques en plastique, couvertures gonflables, feuilles de plastique souples | Lisier porcin |  |            |  |  | -60% |  |  | GEREP v3.9<br>Bittman et al., 2014                |
| Méthanisation  | Lisier porcin |  | -60 à -80% |  |  |      |  |  | Levasseur et al., 2013 ;<br>Pellerin et al., 2013 |

**Tableau 33 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques lors du stockage et du traitement en volailles**

| Bonnes pratiques                           | Type effluents              | Cas de référence                       | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | NO <sub>x</sub> | PM | Sources               |
|--|-----------------------------|--|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----|-----------------------|
| Couvertures rigide & souple                | Lisier de canards           |  | (↗)             |                  | -70/-90%        |                 |    | RMT E&E, 2019         |
| Couvertures d'andin de fumier et de fiente | Fumiers de poulets de chair |  |                 |                  | -10/-35%        |                 |    | Santonja et al., 2017 |
|  | Fientes de pondeuses        | Fosse profonde                         |                 |                  | -20/-50%        |                 |    |                       |
|  | Fientes de pondeuses        | Tapis de collecte                      |                 |                  | -65/-75         |                 |    |                       |
| Compostage                                 | Fumiers de volailles        | Aération passive (trois retournements) |                 |                  | +20/+40%        |                 |    | Santonja et al., 2017 |
|  |                             | Aération forcée                        |                 |                  | +50/+60%        |                 |    |                       |

### 3 Références bibliographiques :

Aubert C., 2013- Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre et zinc par les poulets, dindes et canards - 10èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, p 131-135.

Bittman S., Dedina M., Howard C.M., Oenema O., Sutton M.A., 2014. Options for ammonia mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen. TFRN, LRTAP, 83p.

CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. ADEME, Angers. 56 pages.

Corpen, 2003. Estimation des rejets d'azote – phosphore – potassium – cuivre et zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites. 41p.

CORPEN, 2006. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre et zinc par les élevages avicoles.

Cortus E.L., Lemay P., Barber M., Hill G.A., Godbout S., 2008. A dynamic model of ammonia emission from urine puddles. *Biosystems engineering*, 99, 390– 402.

Degré A., Verheve D. et Debouche C., 2001, Emissions gazeuses en élevage porcin et modes de réduction : revue bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 135-143.

Durand A., 2018. Descriptif méthodologique de l'outil de calcul des émissions de NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> et particules des élevages IED porcins. Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie et CITEPA, 39p.

EMEP, 2016. 3.B: Manure management, 62p.

Espagnol S., Guingand N., Genermont S., 2014. Emissions gazeuses d'itinéraires techniques en élevages porcins combinant de bonnes pratiques. Rapport final projet ADEME, 98p.

Espagnol S., Hassouna M., Robin P., Levasseur P., Paillat J-M., 2006. Emissions gazeuses de NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> lors du stockage de fumier de porc provenant d'une litière accumulée : effets du retournement. *Journées de la recherche porcine*, 38, 41-48.

Guérin, F., Abril G., Richard S., Burban B., Reynouard C., Seyler P. et Delmas R., 2006, Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: Significance of downstream rivers, *Geophys. Res. Lett.*, 33p.  
Hassouna M., Meda B., Chantal A., Dourmad J-Y., Garcia-Launay F., 2015. MONDFERENT2: excretions of organic matter and nitrogen of poultry and pig productions to assess gas emissions. CITEPA et INRA, 97p.

IPCC, 2006. Chapter 10: Emissions from livestock and manure management, 87p.

ITAVI 2003. Caractérisation des fumiers, lisiers et fientes de volailles. Etude OFIVAL, 41 p.

Lagadec S., Toudic A., Decoopman B., Espagnol S., Richard R., Genermont S., Hassouna M., 2018. Flux d'azote et de carbone au bâtiment avec raclage en V, stockage, méthanisation et épandage des produits obtenus. 61p.

Marquis A., 2002, Émissions de gaz à effet de serre par les animaux aux bâtiments, document disponible sur : <http://www.c-ciarn.uoguelph.ca/documents/marquis.pdf>

Méda B., 2012, Une approche dynamique des flux d'éléments et d'énergie des ateliers de production avicole avec ou sans parcours : Conception et application du modèle MOLDAVI. Manuscrit de thèse 239p.

MONDFERENT. (2013). *Emissions de méthane par les bovins en France*. Theix: INRA.

Monteny G.J., Erisman J.W., 1998. Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 46, 225-247.

OMINEA, 2018. Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France. Ministère de la transition écologique et solidaire et CITEPA, 559-640.

Philippe F-X., Nicks B., 2015. Review on greenhouse gas emissions from pig houses: production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 199, 10-25.

Ponchant P., Rousset N., Aubert C., Hassouna M., 2012 - Estimation des niveaux de volatilisation de l'azote dans les bâtiments d'élevage, *TeMA n°23*, p 7-9.

Rigolot C., Espagnol S., Robin P., Hassouna M., Béline F., Paillat J-M., Dourmad J-Y., 2010. Modelling of manure production by pigs and NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emissions. Part II: effect of animal housing, manure storage and treatment practices. *Animal*, 12p. doi : 10.1017/S1751731110000509

RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. 356 pages.

RMT élevages et environnement, 2018. Evaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. 26p.

Rousset N., Aubert C., Ponchant P., Allain E., Berreute Y., 2012. Ensemencement des litières en cours d'élevage de poulets de chair avec des complexes de microorganismes sélectionnés pour réduire les émissions d'ammoniac dans les bâtiments. *TeMA n°23*, 6 pages.

Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN

Vigan A., Guingand N., Espagnol S., Hassouna M., Lagadec S., Loyon L., Mathias E., Eglin T., Robin P., 2018. Contribution de ELFE à l'établissement de facteurs d'émission d'ammoniac au bâtiment et au stockage en élevage porcin. *Journées de la recherche porcine*, 50, 13-24.