

4.5 Le brûlage sur place des résidus agricoles

4.5.1 Introduction

Les systèmes agricoles du monde entier produisent de grandes quantités de résidus de culture. La combustion sur place des déchets agricoles est une pratique commune surtout dans les pays en développement. On a estimé que jusqu'à 40 pour cent des résidus produits dans les pays en développement étaient brûlés dans les champs, ce pourcentage étant plus faible dans les pays développés. Il importe de noter que certains résidus agricoles sont ramassés dans les champs et utilisés comme source d'énergie, en particulier dans les pays en développement. Les émissions produites par ce type de combustion sont comptabilisées dans le module Energie du présent manuel. Les utilisateurs veilleront à répartir correctement ces deux composantes et à ne pas les compter deux fois.

Ce sous module traite exclusivement des émissions de méthane, de monoxyde de carbone, d'oxyde nitreux et d'oxydes d'azote produites par la combustion des résidus de culture. Dans le présent manuel, le brûlage sur place des résidus agricoles n'est pas considéré comme une source d'émissions nettes de dioxyde de carbone car on suppose que le carbone rejeté dans l'atmosphère est réabsorbé au cours de la période suivante de végétation. Toutefois, la combustion des déchets agricoles produit d'importantes émissions nettes de méthane, de monoxyde de carbone, d'oxyde nitreux et d'oxydes d'azote.

4.5.2 Sources de données

Les annuaires de la production de la FAO (FAO, 1991) par exemple contiennent des statistiques annuelles de la production agricole, pays par pays, pour la plupart des produits agricoles dont les déchets sont brûlés. Chaque pays fournira si possible pour chacune de ces cultures des données concernant la proportion de déchets, la fraction des déchets brûlés, la teneur en matière sèche des déchets ainsi que la teneur en carbone et en azote des déchets. Le tableau 4-15 "Statistiques concernant certains résidus de culture" propose des données par défaut pour les résidus de culture.



TABLEAU 4-15
STATISTIQUES CONCERNANT CERTAINS RESIDUS DE CULTURES

Produit	Rapport déchets/ produit	Fraction de matière sèche	Fraction de carbone	Rapport azote/ carbone
Blé	1,3	0,78-0,88	0,4853	0,012
Orge	1,2	0,78-0,88	0,4567	
Maïs	1	0,30-0,50	0,4709	0,02
Avoine	1,3			
Seigle	1,6			
Riz	1,4	0,78-0,88	0,4144	0,014
Mil	1,4			0,016
Sorgho	1,4			0,02
Pois	1,5			
Haricot	2,1			
Soja	2,1			0,05
Pomme de terre	0,4	0,30-0,60	0,4226	
Betterave fourragère	0,3	0,10-0,20 ^a	0,4072 ^a	
Betterave à sucre	0,2	0,10-0,20 ^a	0,4072 ^a	
Topinambour	0,8			
Arachide	1			

Note : Les statistiques agricoles de ce tableau ne sont pas complètes. Pour les valeurs qui ne sont pas indiquées, utiliser les valeurs applicables par défaut.

Voir pour les sources le manuel de référence pour l'inventaire des gaz à effet de serre.

^a Ces statistiques concernent les feuilles de betteraves.

Comment remplir la feuille de calcul

ETAPE I : CALCUL DE LA QUANTITE DE RESIDUS

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 4-4 BRULAGE SUR PLACE DES RESIDUS AGRICOLES pour entrer les données relatives à ce sous-module.

- 1 Indiquez les principales cultures produisant des déchets brûlés dans les champs en les inscrivant comme étant des catégories sur la feuille de calcul.
- 2 Pour chaque type de culture inscrivez dans la colonne A la production annuelle en gigagrammes, ce qui correspond aussi à des kilotonnes.
- 3 Inscrivez le rapport résidus/produit pour chaque type de culture dans la colonne B. utilisez le tableau 4-15 ci-dessus en l'absence de statistiques disponibles localement.
- 4 Multipliez la production annuelle de chaque type de culture par le rapport résidus/produit pour obtenir la quantité de résidus. Inscrivez le résultat dans la colonne C.

UTILISATION DE LA FEUILLE DE CALCUL

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

ETAPE 2 : ESTIMATION DE LA QUANTITE DE RESIDUS SECS

- 1 Inscrivez, dans la colonne D la fraction de matière sèche pour chaque culture.
Les valeurs par défaut pour certains types de cultures sont proposés au tableau 4-15.
- 2 Multipliez la quantité de résidus par la fraction de matières sèche pour obtenir la quantité de résidus secs en gigagrammes de matière sèche. Inscrivez le résultat dans la colonne E.

ETAPE 3 : ESTIMATION DE LA QUANTITE TOTALE DE BIOMASSE BRULEE

- 1 Pour chaque culture inscrivez dans la colonne F la fraction brûlée sur place.
Les valeurs entrées doivent être des moyennes représentatives des pratiques de chaque pays . Il n'existe pas de données par défaut.
- 2 Inscrivez la fraction oxydée pour chaque type de culture, dans la colonne G (0,90 valeur par défaut).
- 3 Multipliez la quantité de résidus secs par la fraction brûlée sur place et la fraction de biomasse oxydée pour obtenir la quantité totale de biomasse brûlée (en gigagrammes de matière sèche). Inscrivez le résultat dans la colonne H .

ETAPE 4 : CALCUL DE LA QUANTITE TOTALE DE CARBONE EMISE

- 1 Inscrivez, dans la colonne I la fraction de carbone pour chaque type de résidus.
Les valeurs par défaut pour certaines cultures sont indiquées au tableau 4-15. En l'absence d'autres informations disponibles, utilisez une valeur générale par défaut de 0,5 pour la biomasse vivante.
- 2 Multipliez la quantité totale de biomasse brûlée par la fraction de carbone pour chaque type de résidus pour obtenir la quantité totale de carbone émise en gigagrammes de carbone. Inscrivez les résultats dans la colonne J.
- 3 Additionnez les totaux pour chaque type de culture dans la colonne J et inscrivez le résultat dans la case Total au bas de la colonne.

ETAPE 5 : ESTIMATION DE LA QUANTITE TOTALE D'AZOTE EMIS

- 1 Inscrivez dans la colonne K le rapport azote/carbone pour chaque type de culture .
La valeur générale par défaut du rapport azote/carbone est de 0,01- 0,02 pour les cultures. Le tableau 4-15 indique des valeurs par défaut pour certaines cultures spécifiques.



- 2 Multipliez la quantité totale de carbone émis (colonne J) par le rapport azote/carbone (colonne K) pour obtenir la quantité totale d'azote émis. Inscrivez le résultat dans la colonne L.
- 3 Additionnez la quantité totale d'azote émis pour chaque type de culture et inscrivez le résultat dans la case Total au bas de la colonne L.

ETAPE 6 : ESTIMATION DES EMISSIONS DE GAZ TRACES AUTRES QUE LE CO₂

- 1 Inscrivez les rapports d'émission dans les cases appropriées de la colonne M. Le tableau 4-16 fournit des rapports et des intervalles d'émissions par défaut.

Gaz	Rapports	
	Défaut	Intervalle
CH ₄	0,005	0,003-0,007
CO	0,06	0,04-0,08
N ₂ O	0,007	0,005-0,009
NO _x	0,121	0,094-0,148

Note : pour les composés de carbone, il s'agit du rapport entre la masse de carbone libérée sous forme de CH₄ ou de CO (en unités de C) et la masse totale de carbone rejetée par la combustion (en unités de C); pour les composés azotés, il s'agit du rapport entre la masse de l'azote libéré sous forme de composés azotés et la masse totale de l'azote libéré par le combustible.

Sources : Voir le manuel de référence pour l'inventaire de gaz à effet de serre.

- 2 Multipliez la quantité de carbone rejeté (Total de la colonne J) par les rapports d'émission applicables pour le CH₄ ou CO (colonne M) pour convertir les émissions de carbone en méthane et monoxyde de carbone. Inscrivez les résultats dans les cases appropriées de la colonne N.
- 3 Multipliez la quantité d'azote rejetée (Total de la colonne L) par les rapports d'émission de N₂O ou de NO_x (colonne M) pour convertir les émissions d'azote en oxyde nitreux et en oxydes d'azote. Inscrivez les résultats dans les cases appropriées de la colonne N.
- 4 Pour chaque gaz, multipliez par le rapport³ de conversion de la colonne O pour obtenir la quantité d'émissions imputables au brûlage des déchets agricoles. Entrez les résultats en gigagrammes pour chaque gaz, dans les cases appropriées de la colonne P.

³ Il s'agit du rapport du poids moléculaire du gaz émis à celui de l'azote ou du carbone qu'il contient. Ainsi ce rapport est de 44/28 pour le N₂O et 46/14 pour les NO_x. Le NO₂ a été utilisé comme molécule de référence pour les NO_x.

4.6 Sols cultivés

4.6.1 Introduction

Les systèmes agricoles fournissent des données appropriées pour le calcul des émissions de N₂O (1) dont les émissions directes de N₂O issues des sols cultivés (incluant les systèmes de culture en serre et excluant les effets des animaux en pâturage) (2) les émissions directes de N₂O par le sol issues de la production animale et (3) les émissions indirectes de N₂O issues de l'azote utilisée en agriculture. Les calculs à l'aide de la feuille de calcul 4-5 pourront s'effectuer en 9 étapes.

4.6.2 Sources de données

Toutes les données à intégrer peuvent être fournies par la base de données de la FAO.

Les données suivantes sont nécessaires :

- Quantité totale de fertilisant artificiel utilisé dans le pays (N_{FERT}, en kg N/an).
- Effectif du bétail dans le pays pour les catégories suivantes : bovins non laitiers, vaches laitières, volailles, ovins, porcins et autres animaux, N_(T).
- Légumes secs et graines de soja produits par le pays (Culture_{BF}, en kg/an).
- Production sèche d'autres cultures par le pays (Culture₀, kg/an).
- Superficie des sols organiques cultivés (histosols) dans le pays (F_{OS}, ha).

4.6.3 Méthodologie

Le total des émissions de N₂O–N d'un pays (kg N₂O–N/an) est le suivant :

$$N_2O = N_2O_{DIRECT} + N_2O_{ANIMAUX} + N_2O_{INDIRECT}$$

Comment remplir la feuille de calcul

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 4-5, SOLS CULTIVES figurant à la fin de ce module pour consigner les données relatives à ce module.

ESTIMATION DES EMISSIONS DIRECTES D'OXYDE NITREUX IMPUTABLES AUX CHAMPS AGRICOLES

ETAPE I : QUANTITE D'APPORT DE N

1 Calcul de l'utilisation du fertilisant artificiel (F_{SN})

Il faut inclure dans la feuille de calcul la quantité totale de fertilisant artificiel, F_{SN} utilisée dans le pays sans prendre en compte les émissions de NH₃ et NO_x (F_{SN}). L'équation suivante permet d'effectuer les calculs.

**EQUATION 1**

$$F_{SN} = N_{FERT} \times (1 - \text{Frac}_{GASF})$$

Où :

N_{FERT} = Utilisation totale de fertilisant artificiel dans le pays (kg N/an)

Frac_{GASF} = Fraction de la quantité totale de fertilisant artificiel azoté émis sous forme de $\text{NO}_x + \text{NH}_3$ (kg N/kg N) (voir tableau 4-17).

Inscrivez F_{SN} dans la feuille de calcul 4-5, feuille 1, colonne A.

2 Calcul des émissions d'azote issues des déchets animaux (F_{AW})

Les données requises sont les suivantes : quantité d'animaux élevés dans le pays pour les catégories suivantes : bovins non laitiers, vaches laitières, volailles, ovins, porcins et autres animaux, $N_{(T)}$.

En utilisant les facteurs d'excrétion d'azote fournis dans la liste du tableau 4-6, l'excrétion totale d'azote par bétail peut être calculée à partir des effectifs du bétail. Le tableau 4-7 montre le pourcentage de fumier-N utilisé comme combustible (Frac_{FUEL}), et issu du pâturage des animaux (aire de parcours et paddock) (Frac_{GRAZ}).

EQUATION 2

$$F_{AW} = (N_{ex} (1 - (\text{Frac}_{FUEL} + \text{Frac}_{GRAZ} + \text{Frac}_{GASM})))$$

EQUATION 3

$$N_{ex} = \sum_{(T)} [N_{(T)} \times Nex_{(T)}]$$

EQUATION 4

$$N_{ex(SGDA)} = \sum_{(T)} [N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times SGDA_{(T)}]$$

Où :

$SGDA_{(T)}$ = fraction produite de $Nex_{(T)}$ dans les différents systèmes de gestion des déchets animaux dans le pays (à partir des tableaux 4-6 and 4-7) ;

F_{AW} = azote du fumier utilisé comme fertilisant dans le pays, corrigé des émissions de NH_3 et NO_x , à l'exclusion du fumier produit pendant le pâturage (kg N/an) ;

Frac_{FUEL} = fraction d'excrétion d'azote contenu dans les excréments du bétail et utilisée comme combustible (kg N/kg N totalement excrété) ;

$Frac_{GRAZ}$	=	fraction d'azote du bétail excrété et répandu sur le sol pendant le pacage des animaux (kg N/kg N excrété); estimation du pays ;
$Frac_{GASM}$	=	fraction de la quantité totale d'excrétion d'azote qui est émis sous forme de NO_x ou NH_3 (kg N/kg N) (voir tableau 4-17) ;
$N_{(T)}$	=	nombre d'animaux par type d'animal dans le pays ;
Nex	=	total d'excrétion d'azote par les animaux du pays (kg N/an) ;
$Nex_{(T)}$	=	excrétion d'azote par type d'animal dans le pays (kg/an) (voir tableau 4-6) ;
$Nex_{(AWMS)}$	=	excrétion d'azote par système de gestion des déchets animaux (kg/an).

Feuille de calcul 4-5A (supplémentaire) AZOTE DU FUMIER UTILISE COMME FERTILISANT

Utiliser la feuille de calcul 4-5A (supplémentaire) pour calculer l'azote du fumier utilisé comme engrais, corrigé des émissions de NH_3 et NO_x , à l'exclusion du fumier produit pendant le pâturage

- Inscrivez dans la colonne A, la quantité totale d'excrétion d'azote, Nex pour tous les SGDA de la colonne A, feuille 3 de la feuille de calcul 4-1,
- Inscrivez dans la colonne B la fraction d'azote brûlé en tant que combustible, $Frac_{FUEL}$. Voir le tableau 4-17 pour les données par défaut.
- Inscrivez la fraction d'azote excrété pendant le pâturage, $Frac_{GRAZ}$, dans la colonne C. Voir tableau I en Annexe A, aires de parcours et paddock.
- Inscrivez la fraction d'azote excrété émis sous forme de NO_x et de NH_3 , $Frac_{GASM}$, dans la colonne D. Voir le tableau 4-17 pour les données par défaut. Il convient de noter que les données en Annexe A sont mentionnées en pourcentage. Divisez ces valeurs par 100 pour obtenir la fraction d'azote excrété pendant le pâturage.
- Additionnez les colonnes B, C et D et soustrayez le total de un. Inscrivez ce chiffre dans la colonne E.
- Multipliez les colonnes A et E, et inscrivez le résultat dans la colonne F pour obtenir l'azote du fumier utilisé (corrigé des émissions de NH_3 et NO_x , à l'exclusion du fumier produit pendant le pâturage), F_{AW} , dans la colonne F.
- Entrez F_{AW} dans la feuille de calcul 4-5, feuille I dans la colonne A.



TABLEAU 4-17
RECAPITULATIF DES VALEURS PAR DEFAUT POUR LES PARAMETRES

FracBURN	=	0,25 dans les pays en développement 0,10 ou moins dans les pays développés (kg N/kg N-culture)
FracFUEL	=	0,0 kg N/kg d'azote excrété ^a
FracGASF	=	0,1 kg NH ₃ -N + NO _x -N/kg de l'engrais d'azote artificiel appliqué
FracGASM	=	0,2 kg NH ₃ -N + NO _x -N/kg d'azote excrété par le bétail
FracGRAZ	=	Voir tableau A-1, Annexe A (Colonne Aire de pâturage, de paddock ^a)
FracLEACH	=	0,3 kg N/kg engrais azoté ou fumier
FracNCRBF	=	0,03 kg N/kg de biomasse sèche
FracNCRO	=	0,015 kg N/kg de biomasse sèche
FracR	=	0,45 kg N/kg culture-N

^a Il convient que les pays fournissent les données spécifiques au plan national.

3. Calcul de l'apport total d'azote dans les cultures fixant le N (F_{BN})

L'apport d'azote provenant des cultures avec fixation de N (F_{BN} , kg N/an) peut se calculer à partir de la production de biomasse sèche de légumes secs et de graines de soja du pays, Culture_{BF} (kg/an):

EQUATION 5

$$F_{BN} = 2 \times \text{Culture}_{BF} \times \text{Frac}_{NCRBF}$$

Où :

- Culture_{BF} = Production de légumes secs + graines de soja dans le pays (kg biomasse sèche/an) ;
- Frac_{NCRBF} = Fraction d'azote dans la culture fixant le N (kg N/kg de biomasse sèche) (voir tableau 4-17). Le facteur 2 convertit la production de culture de la FAO en biomasse totale de cette culture.

Inscrivez F_{BN} dans la feuille de calcul 4-5, feuille 1 colonne A.

4. Calcul d'apport d'azote à partir des résidus de culture (F_{CR})

Les données nécessaires pour calculer l'azote issu des résidus de cultures (F_{CR}) sont les suivantes :

- Production de biomasse sèche des légumes secs et graines de soja dans le pays, Culture_{BF} (kg/an)
- Biomasse sèche d'autres cultures produites dans le pays, Culture₀ (kg/an)

Ces chiffres peuvent être fournis par les bases de données de la FAO.

Le calcul des résidus de culture qui retournent aux sols (F_{CR} , en kg N/an) se fait de la manière suivante :

EQUATION 6

$$F_{CR} = 2 \times [Culture_0 \times Frac_{NCR0} + Culture_{BF} \times Frac_{NCRBF}] \times (1 - Frac_R) \times (1 - Frac_{BURN})$$

Où :

- $Culture_{BF}$ = production de légumes secs + graines de soja dans le pays (kg biomasse sèche/an)
- $Culture_0$ = production de cultures ne fixant pas N dans le pays (kg biomasse sèche/an) ;
- $Frac_{NCRBF}$ = fraction d'azote dans les cultures fixant N (kg N/kg biomasse sèche) (voir tableau 4-17)
- $Frac_{NCR0}$ = fraction d'azote dans les cultures ne fixant pas N (kg N/kg de biomasse sèche) (voir tableau 4-17) ;
- $Frac_R$ = fraction de résidu de culture extrait des champs sous forme de culture (kg N/kg culture N) (voir tableau 4-17);
- $Frac_{BURN}$ = fraction de résidu de culture qui est brûlée au lieu d'être laissée sur place (voir tableau 4-17).

Le facteur 2 convertit la production de culture comestible en biomasse totale de culture produite.

Feuille de calcul 4-5B (supplément) APPORT D'AZOTE ISSU DES RESIDUS DE CULTURE

Utilisez la feuille de calcul 4-5B (supplément) pour calculer l'apport d'azote issu des résidus de culture.

- 1 Inscrivez dans la colonne A la production pour le pays de culture ne fixant pas N, $Culture_0$. Si les données de production ne sont pas disponibles sous forme de biomasse sèche, multipliez $Culture_0$ par (1-0,15) afin de prendre en compte la teneur en eau de la culture.
- 2 Entrez dans la colonne B la fraction d'azote des cultures ne fixant pas N, $Frac_{NCR0}$. Voir tableau 4-17 pour les valeurs par défaut.
- 3 Entrez la production de légumes secs et de graines de soja $Culture_{BFN}$, dans la colonne C. Si les données de production ne sont pas disponibles sous forme de biomasse sèche multipliez $Culture_0$ par (1 - 0,15) afin de prendre en compte la teneur en eau de la culture .
- 4 Entrez la fraction d'azote des cultures ne fixant pas N, $Frac_{NCRBF}$ dans la colonne D. Voir tableau 4-17 pour les données par défaut.
- 5 Soustrayez la fraction de résidu de culture ôtée des champs, $Frac_R$, de un, et inscrivez le résultat dans la colonne F. Voir tableau 4-17 pour les données par défaut.



- 6 Soustrayez la fraction de résidus de culture brûlée, $Frac_{BURN}$, de un, et inscrivez le résultat dans la colonne G. Voir tableau 4-17 pour les données par défaut.
- 7 Multipliez les colonnes A et B, et les colonnes C avec D. Additionnez les produits, et multipliez les résultats avec les valeurs des colonnes F et G. Multipliez le résultat par 2 et inscrivez les résultats dans la colonne H pour obtenir l'apport d'azote issu des résidus de culture, F_{CR} .
- 8 Inscrivez F_{CR} dans la feuille de calcul 4-5, feuille 1 colonne A.

ETAPE 2 : ESTIMATION DES EMISSIONS DIRECTES D'HEMIOXYDE D'AZOTE SANS PRISE EN COMPTE DE LA CULTURE DES HISTOSOLS

- 1 Inscrivez les facteurs d'émission pour les émissions directes dans la colonne B. Utilisez les valeurs par défaut proposées au tableau 4-18 ou encore des données plus précises disponibles localement, pour le facteur d'émission FE_1 .
- 2 Multipliez la quantité d'apport de N (colonne A) par le facteur d'émission pour les émissions directes (colonne B) pour obtenir les émissions directes du sol en N_2O . Multipliez le résultat final par 10^{-6} pour le convertir en gigagrammes. Inscrivez les résultats dans la colonne C.
- 3 Additionnez les émissions directes du sol et inscrivez le total au bas de la colonne C.

ETAPE 3 : ESTIMATION DES EMISSIONS DIRECTES DE N_2O ISSUES DE LA CULTURE DES HISTOSOLS

- 1 Inscrivez la superficie de sols organiques cultivés, F_{OS} , dans la colonne D.
- 2 Inscrivez le facteur d'émission pour les émissions directes du sol dans la colonne E. Utilisez les valeurs par défaut pour le facteur d'émission, FE_2 proposées au tableau 4-18 ou des données plus précises disponibles localement.
- 3 Multipliez la superficie des sols organiques cultivés (colonne D) par le facteur d'émission pour les émissions directes du sol (colonne E) pour obtenir les émissions directes totales issues des histosols. Multipliez le résultat final par 10^{-6} pour le convertir en gigagrammes. Inscrivez le résultat dans la colonne F.

TABLEAU 4-18 RECAPITULATIF DES FACTEURS D'EMISSION PAR DEFAUT POUR LES EMISSIONS AGRICOLES DE N₂O		
FE ₁	=	0,0125 (0,0025 - 0,0225) kg N ₂ O–N/kg apport d'azote
FE ₂	=	5 tempéré et 10 tropical (2 -15) (kg N/ha/an)
FE ₃	=	voir tableau 4-8
FE ₄	=	0,01 (0,002 - 0,02) kg N ₂ O–N par kg NH ₃ –N and NO _x –N émis
FE ₅	=	0,025 (0,002 - 0,12) kg N ₂ O–N par kg épandage d'azote/écoulement
FE ₆	=	0,01 (0,002 - 0,12) kg N ₂ O–N par kg N d'eaux usées produits

ETAPE 4 : ESTIMATION DU TOTAL DES EMISSIONS DIRECTES DE N₂O

Les émissions directes de N₂O peuvent se calculer à partir de l'équation suivante :

EQUATION 7

$$N_2O_{DIRECT} \text{ (kg N/an)} = [F_{SN} + F_{AW} + F_{CR} + F_{BN}] \times EF_1 + F_{OS} \times EF_2$$

I Additionnez les deux totaux des colonnes C and F et multipliez ensuite par le rapport de conversion 44/28 pour obtenir les émissions totales directes de N₂O Emissions. Inscrivez le résultat dans le colonne G.

ETAPE 5 : ESTIMATION DES EMISSIONS DE N₂O DU SOL, ISSUES DU PATURAGE DES ANIMAUX

Seules les émissions issues des aires de pâturage et de parcours sont traitées ici. Les émissions de N₂O issues des autres systèmes de gestion de déchets sont mentionnées sous la rubrique Gestion du Fumier (feuille de calcul 4-1, feuille 2). Les émissions de N₂O issues du pâturage des animaux (N₂O_{ANIMAUX} en kg N/an) peuvent être calculées de la manière suivante :

EQUATION 8

$$N_2O_{ANIMAUX} = N_2O_{(SGDA)} = \sum_{(T)} [N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times SGDA_{(T)} \times EF_{3(SGDA)}]$$

Où :

N₂O_{ANIMAUX} = émissions de N₂O issues de la production animale du pays (kg N/an) ;

N₂O_(SGDA) = émissions de N₂O issues des systèmes de gestion des déchets animaux du pays (kg N/an) ;
 = [N_(T=1) × Nex_(T=1) × SGDA_(T=1) × EF_{3(SGDA)}] + ... +
 [N_(T=TMAX) × Nex_(T=TMAX) × SGDA_(T=TMAX) × EF_{3(SGDA)}] ;



$N_{(T)}$	=	nombre d'animaux de type T pour le pays ;
$Nex_{(T)}$	=	excrétion de N des animaux de type T pour le pays (kg N/animal /an); (voir tableau 4-6) ;
$SGDA_{(T)}$	=	fraction de $Nex_{(T)}$ qui est gérée dans l'un des différents systèmes distinctifs de gestion des déchets animaux pour les animaux de type T du pays ; (voir tableau 4-7) ;
$FE_3(AWMS)$	=	facteur d'émission de N_2O pour un SGDA (kg N_2O-N /kg de Nex dans le SGDA) ; (voir tableau 4-8) ;
T	=	type de catégorie animale ;
T_{MAX}	=	Nombre maximal de types maximum d'animaux déterminés pour le pays.

- Inscrivez dans la colonne A l'excrétion d'azote, $Nex_{(SGDA)}$, valeur pour pâturage, parcours et aire d'exercice (à partir de la feuille de calcul 4-1 supplémentaire).
- Inscrivez dans la colonne B, le facteur d'émission pour le SGDA. Utilisez les valeurs par défaut proposées au tableau 4-18 ou des données plus précises disponibles localement pour les facteurs d'émission, FE_3 .
- Multipliez $Nex_{(SGDA)}$ (colonne A) par le facteur d'émission (colonne B) et ensuite par le rapport de conversion 44/28 pour obtenir les émissions d'hémioxyde d'azote issues du pâturage des animaux. Multipliez le résultat final par 10^{-6} pour le convertir en gigagrammes. Inscrivez le résultat dans la colonne C.

ETAPE 6 : ESTIMATION DES EMISSIONS INDIRECTES VENANT DU DEPOS DE NH_3 ET NO_x ATMOSPHERIQUES

- Inscrivez dans la colonne A la quantité totale de fertilisant artificiel N appliquée au sol, $N_{(FERT)}$.
- Inscrivez dans la colonne B, la fraction de fertilisant artificiel N appliqué qui se volatilise ($Frac_{GASF}$). Utilisez les valeurs par défaut proposées au tableau 4-17 ou des données plus précises disponibles localement.
- Multipliez la quantité totale de fertilisant artificiel appliquée dans le pays (colonne A) par la fraction de fertilisant artificiel N appliqué qui se volatilise (colonne B) pour obtenir la quantité totale de fertilisant artificiel appliqué au sol qui se volatilise. Inscrivez le résultat dans la colonne C.
- Inscrivez dans la colonne D le total d'excrétion de N par bétail (Nex) calculé en utilisant l'équation 3.
- Inscrivez dans la colonne E la fraction de la quantité totale de fumier-N excrété qui se volatilise ($Frac_{GASM}$). Utilisez les valeurs par défaut proposées au tableau 4-17 ou des données plus précises disponibles localement.

- 6 Multipliez le total d'excrétion de N par le bétail, (N_{ex}), (colonne D) par la fraction de la quantité totale de fumier-N excrétée qui se volatilise, $Frac_{GASM}$, (colonne E). Inscrivez le résultat dans la colonne F.
- 7 Inscrivez dans la colonne G le facteur d'émission, FE_4 . Utilisez les valeurs par défaut proposées au tableau 4-18 ou des données plus précises disponibles localement.
- 8 Additionnez les colonnes C et F et ensuite multipliez par le facteur d'émission, FE_4 , (colonne G) pour obtenir les émissions d'hémioxyde d'azote. Multipliez le résultat final par 10^{-6} pour le convertir en gigagrammes. Inscrivez le résultat dans la colonne H.

ETAPE 7 : ESTIMATION DES EMISSIONS INDIRECTES ISSUES DE L'EPANDAGE

- 1 Inscrivez dans la colonne I la quantité totale de fertilisant artificiel utilisée dans le pays $N_{(FERT)}$.
- 2 Inscrivez dans la colonne J la quantité d'excrétion totale de N du bétail (N_{ex}) calculée à l'aide de l'équation 3.
- 3 Inscrivez dans la colonne K la fraction de N qui s'infiltré dans le sol, $Frac_{LEACH}$. Utilisez les valeurs par défaut proposées au tableau 4-17 ou des données plus précises disponibles localement.
- 4 Inscrivez dans la colonne L, le facteur d'émission FE_5 . Utilisez les valeurs par défaut proposées au tableau 4-18 ou des données plus précises disponibles localement.
- 5 Additionnez la quantité totale de fertilisant artificiel utilisé dans le pays $N_{(FERT)}$ (colonne I) avec le N_{ex} (colonne J). Multipliez par $Frac_{LEACH}$ (colonne K) et ensuite par FE_5 (colonne L) pour obtenir les émissions indirectes d'hémioxyde d'azote imputables à l'épandage. Multipliez le résultat final par 10^{-6} pour le convertir en gigagrammes. Inscrivez le résultat dans la colonne M.

ETAPE 8 : ESTIMATION DES EMISSIONS INDIRECTES

Les émissions indirectes de N_2O (kg/an) peuvent à présent se calculer dans la feuille de calcul 4-5, feuille 1 (rejet atmosphérique), et 2 (épandage et écoulement) de la manière suivante :

EQUATION 9

$$N_2O_{INDIRECTe} = N_2O_{(G)} + N_2O_{(L)}$$

Où :

$$N_2O_{(G)} = (N_{FERT} \times Frac_{GASF} + N_{ex} \times Frac_{GASM}) \times FE_4;$$

$$N_2O_{(L)} = (N_{FERT} + N_{ex}) \times Frac_{LEACH} \times FE_5.$$



Où :

- $Frac_{LEACH}$ = fraction d'apport d'azote dans les sols qui est perdue par le biais de l'épandage et de l'écoulement (kg N/kg d'azote appliqué); (voir tableau 4-19);
- $N_2O_{INDIRECT}$ = émissions indirectes de N_2O à partir du pays (kg N/an);
- $N_2O_{(G)}$ = émissions de N_2O à partir du pays provoquées par rejet atmosphérique de NH_3 et NO_x (kg N/an);
- $N_2O_{(L)}$ = émissions de N_2O à partir du pays causées par l'épandage et l'écoulement d'azote (kg N/an).

- I Additionnez les deux totaux des colonnes H et M et multipliez ensuite par le rapport de conversion 44/28 pour obtenir les émissions indirectes totales d'oxyde nitreux. Inscrivez le résultat dans la colonne N.

ETAPE 9 : TOTAL DES EMISSIONS DE N_2O A PARTIR DES SOLS CULTIVES

Emissions totales d'hémioxyde d'azote imputables aux sols cultivés peuvent être calculées comme la somme des émissions directes (feuille de calcul 4-5, feuille 2, étape 4), émissions des déchets animaux (feuille de calcul 4-5, feuille 3, étape 5) et émissions indirectes (feuilles de calcul 4-5, feuille 5, étape 8). Ainsi :

Total N_2O —émissions de N à partir du pays (kg N_2O —N/an) sont:

EQUATION 10

$$N_2O = N_2O_{DIRECT} + N_2O_{ANIMAUX} + N_2O_{INDIRECT}$$

- I Additionnez les totaux de la colonne G (feuille de calcul 4-5, feuille 2, étape 4), colonne C (feuille de calcul 4-5, feuille 3, étape 5) et colonne N (feuille de calcul 4-5, feuille 5, étape 8) pour obtenir le total des émissions d'hémioxyde d'azote imputables aux sols cultivés. Inscrivez le résultat dans la colonne O.

TABLEAU 4-19 VALEURS PAR DEFAUT DES PARAMETRES POUR LES EMISSIONS INDIRECTES	
$Frac_{NPR}$	0,16 kg N/kg de protéine
$Frac_{LEACH}$	0,3 (0,1-0,8) kg N/kg de fertilisant ou de fumier-N

page blanche