

02/11/2021



EVALUATION DES ÉMISSIONS DE L'AGRICULTURE

Dans les inventaires nationaux d'émission

Etienne MATHIAS

Citepa

- Statut : association privée à but non lucratif créée en 1961
- Mission : connaître, coordonner, promouvoir, réaliser, et diffuser des études, essais et recherches concernant la pollution atmosphérique
- En particulier : élaboration des inventaires de GES et polluants atmosphérique pour le compte du Ministère de la Transition Ecologique



CITEPA

Beaucoup de chiffres

L'essentiel

SECTEN



Bilan des
émissions
et analyses

GES & PA

Outre-Mer



Territoires
d'Outre-mer

GES & PA

OMINEA



Méthodes
de calcul

GES & PA

Baromètre



Émissions
mensuelles

GES & PA

Pour les experts

CCNUCC



Convention Climat
NIR

GES

CEE-NU



Pollution de l'air
IIR

PA

GIC



Grandes Installations
de Combustion

PA

NAMEA



Branches
économiques

GES & PA

Inv. spatial.



EMEP
INS
IGS

GES & PA

Floreal



Filières
Agricoles
et Forestières

PA



CITEPA

Plan de la présentation

- COP, Giec, Convention Climat, Protocole de Kyoto, Accord de Paris
- Résultats de l'inventaire national GES de la France
- Méthodes d'évaluation des inventaires nationaux
 - Evaluation des émissions de l'élevage
 - Evaluation des émissions des cultures
 - Evaluation des émissions liées à la consommation énergétique
 - Evaluation des émissions/absorptions de CO₂ des terres agricoles
- Perspectives, autres méthodes d'évaluation

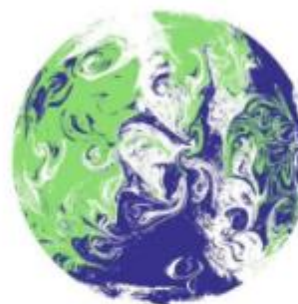


COP, Giec, Convention Climat, Protocole de Kyoto, Accord de Paris

COP-26

Dossier de fond sur les avancées de
l'action climat internationale
depuis la COP-25

Téléchargez le dossier de fond



UN CLIMATE
CHANGE
CONFERENCE
UK 2021



COP 26 : Il reste du pain sur la planche

1) Finalisation et adoption des règles de mise en œuvre de l'Accord de Paris

- 1a) l'article 6 (marchés carbone)
- 1b) l'article 4.10 (fréquence commune des NDC)
- 1c) l'article 13 (tableaux de rapportage)

2) Renforcement de l'ambition

- 2a) ambition et mise en œuvre pré-2020
- 2b) ambition post-2020

3) Financement

- 3a) financement 2020 : l'objectif des 100 milliards de \$
- 3b) financement post-2025



UN CLIMATE
CHANGE
CONFERENCE
UK 2021



Les rapports du Giec



CITEPA

<https://www.ipcc.ch/>

SPECIAL AND METHODOLOGY REPORTS

Methodology Report on Short-lived Climate Forcers

Global Warming of 1.5°C

Climate Change and Land

2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate

SIXTH ASSESSMENT REPORT

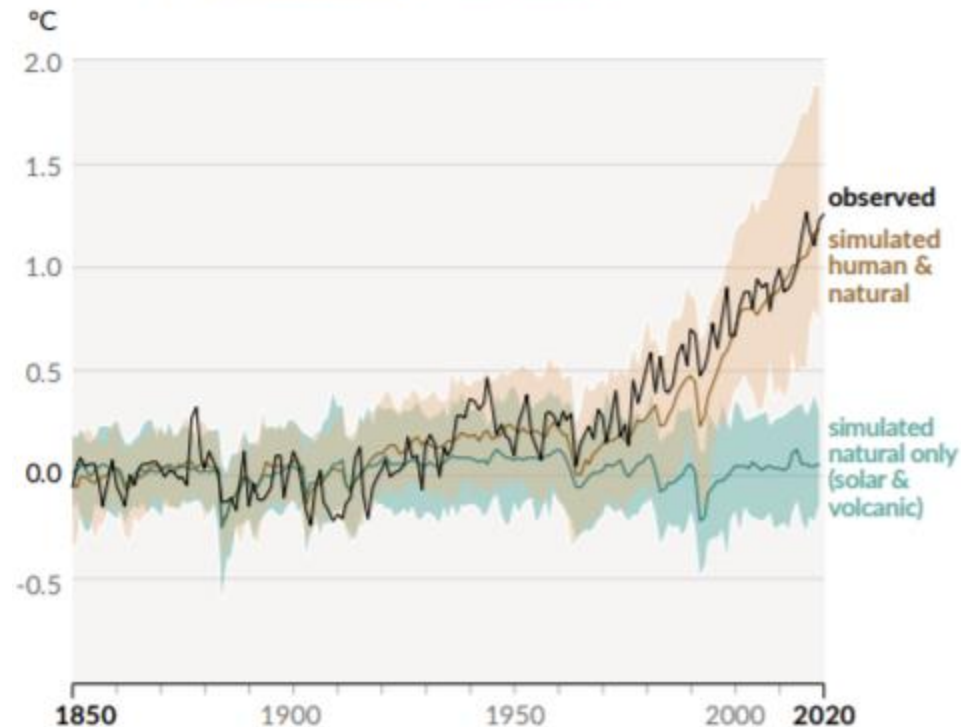
AR6 Synthesis Report: Climate Change 2022

AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability

AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change

AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis

b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850-2020)



AR6 : Observed increases in well-mixed greenhouse gas (GHG) concentrations since around 1750 are unequivocally caused by human activities.

Les lignes directrices du Giec

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>

Publications



- [2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories](#)
- [2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands](#)
- [2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol](#)
- [2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories](#)
- [Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry](#)
- [Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types](#)
- [Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories](#)

[[More Publications](#)]

Le rapportage à la Convention Climat

<https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2021>



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE



Rapport National d'Inventaire pour la France
au titre de la Convention cadre des Nations Unies
sur les Changements Climatiques
et du Protocole de Kyoto

CCNUCC

Avril 2021



Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS (Sheet 1 of 1)

Inventory 2019
Submission 2021 v2
FRANCE

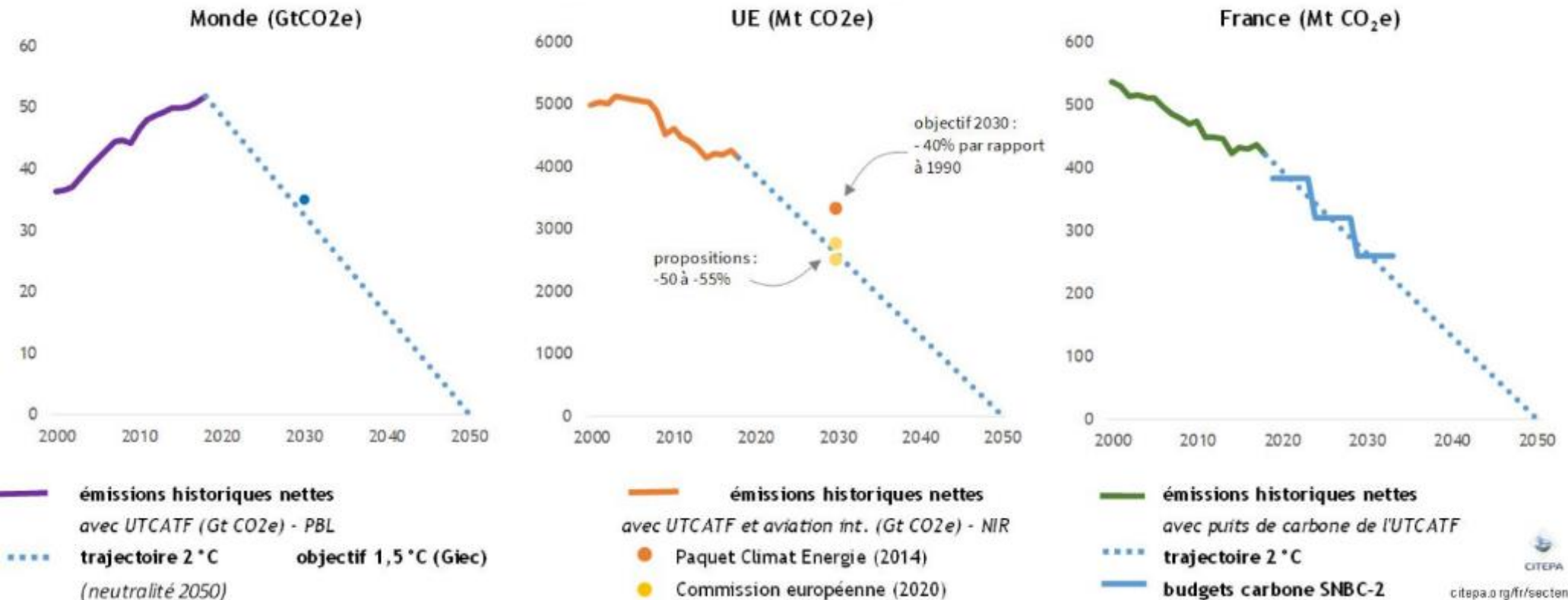
GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total
	CO ₂ equivalent (kt)								
Total (net emissions)⁽¹⁾	297740.41	57690.43	41925.67	14210.88	619.76	381.43	NO,NA	10.29	412578.87
1. Energy	297504.24	2356.34	3476.49						303337.07
A. Fuel combustion (sectoral approach)	294916.38	1348.74	3464.11						299729.24
1. Energy industries	38607.78	48.02	272.38						38928.18
2. Manufacturing industries and construction	51409.99	112.69	562.11						52084.78
3. Transport	132063.60	158.62	1260.89						133483.12
4. Other sectors	71226.35	1027.13	1359.77						73613.25
5. Other	1608.66	2.28	8.97						1619.91
B. Fugitive emissions from fuels	2587.86	1007.60	12.37						3607.84
1. Solid fuels	NO,NA	14.59	NO,NE						14.59
2. Oil and natural gas	2587.86	993.01	12.37						3593.25
C. CO ₂ transport and storage	NO,IE								NO,IE
2. Industrial processes and product use	31546.96	69.02	903.62	14210.88	619.76	381.43	NO,NA	10.29	47741.95
A. Mineral industry	10097.17								10097.17
B. Chemical industry	6665.03	35.54	767.14	136.13	4.36	NO,NA	NO,NA	NO,NA	7608.20
C. Metal industry	13317.44	33.22	NO	NO,IE	67.16	30.55	NO		13448.37
D. Non-energy products from fuels and solvent use	1016.19	0.25	2.33						1018.77
E. Electronic Industry				6.67	81.02	3.43	NO,NA	10.29	101.40
F. Product uses as ODS substitutes				14067.46					14067.46
G. Other product manufacture and use	451.06	NO	134.16	0.62	467.23	347.45			1400.51
H. Other	0.06	NO,NA	NO,NA						0.06
3. Agriculture	2091.23	37637.26	33731.71						73460.20
A. Enteric fermentation		33793.21							33793.21
B. Manure management		3773.58	2374.67						6148.25
C. Rice cultivation		39.01							39.01
D. Agricultural soils		NO	31347.31						31347.31
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO
F. Field burning of agricultural residues		31.47	9.73						41.19
G. Liming	668.64								668.64
H. Urea application	1270.14								1270.14
I. Other carbon-containing fertilizers	152.44								152.44
J. Other	NO	NO	NO						NO
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-34763.01	1224.52	3132.68						-30405.80
A. Forest land	-51798.57	644.58	394.41						-50759.59
B. Cropland	14202.25	113.98	1564.43						15880.67
C. Grassland	-7793.46	177.88	105.49						-7510.08
D. Wetlands	510.54	9.34	0.77						520.64
E. Settlements	10838.42	60.34	620.72						11519.47
F. Other land	NO,NE	NO	NO,NE						NO,NE
G. Harvested wood products	-767.85								-767.85
H. Other	45.66	218.40	NA						264.06
5. Waste	1360.99	16403.28	681.17						18445.45
A. Solid waste disposal	NA	12974.27							12974.27
B. Biological treatment of solid waste		1088.84	204.66						1293.51
C. Incineration and open burning of waste	1360.99	24.68	67.51						1453.17
D. Waste water treatment and discharge		2315.50	409.00						2724.50
E. Other	NO	NO	NO						NO
6. Other (as specified in summary 1.A)									

Protocole de Kyoto - Accord de Paris - Neutralité



CITEPA

Émissions nettes de gaz à effet de serre et objectif de neutralité en 2050



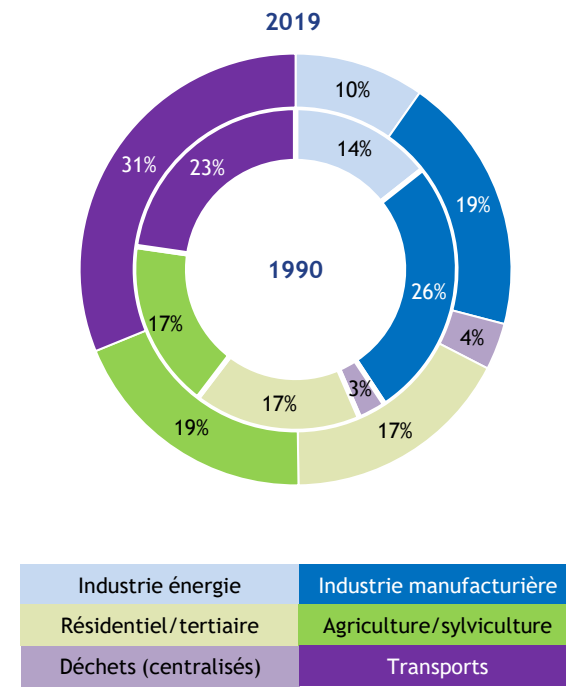
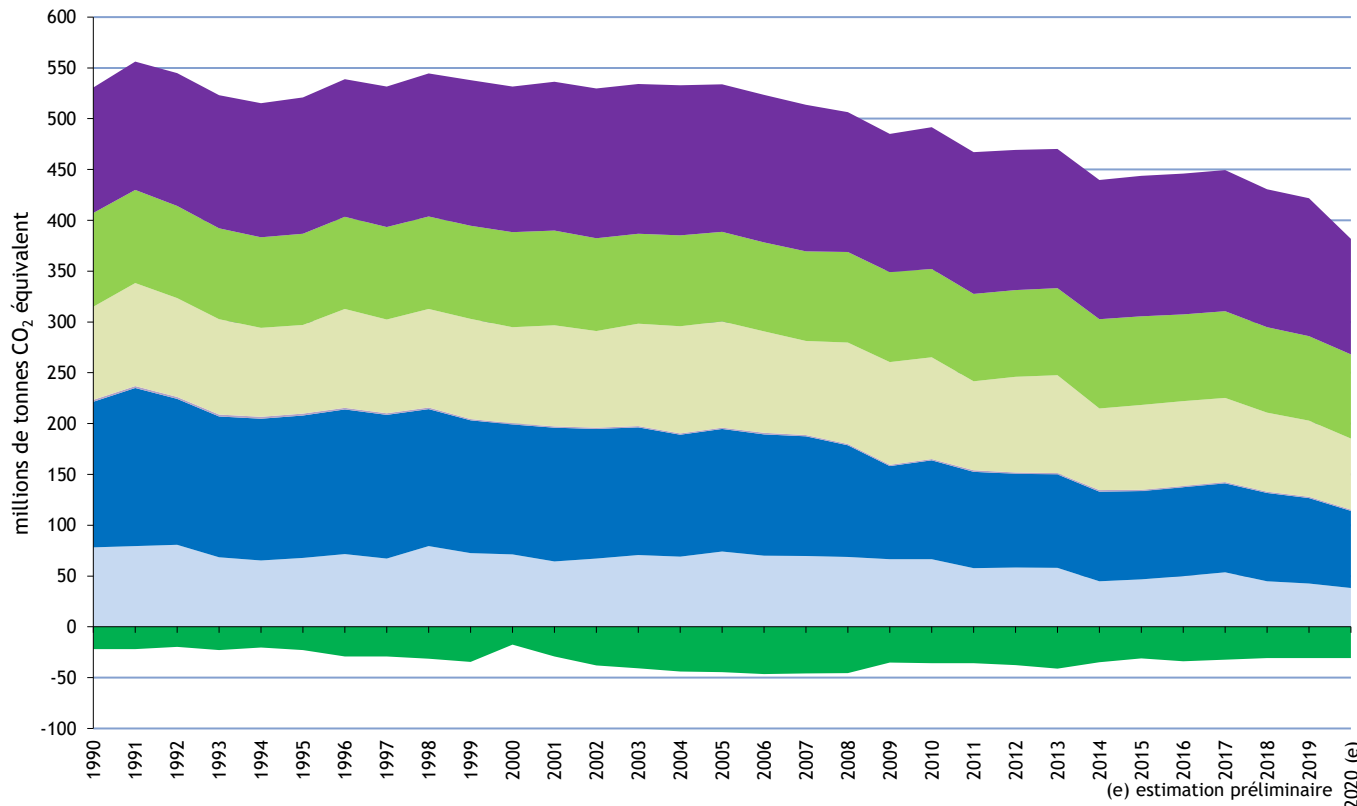
<https://www.citepa.org/fr/2020-co2e/>



Résultats de l'inventaire national GES de la France

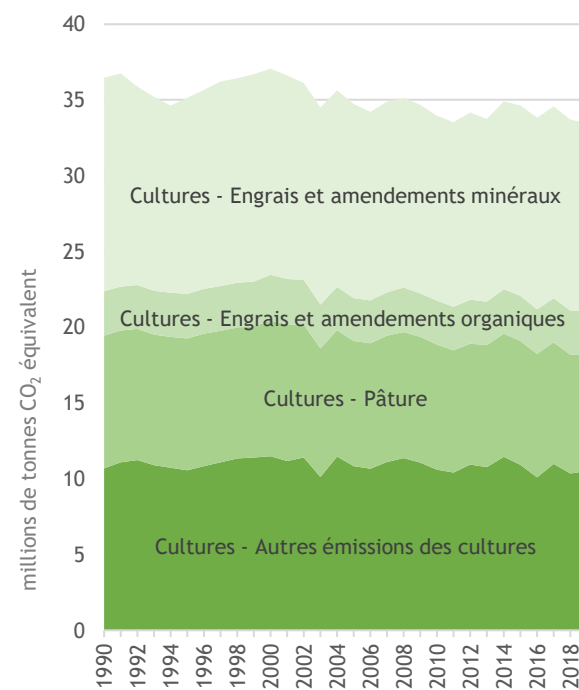
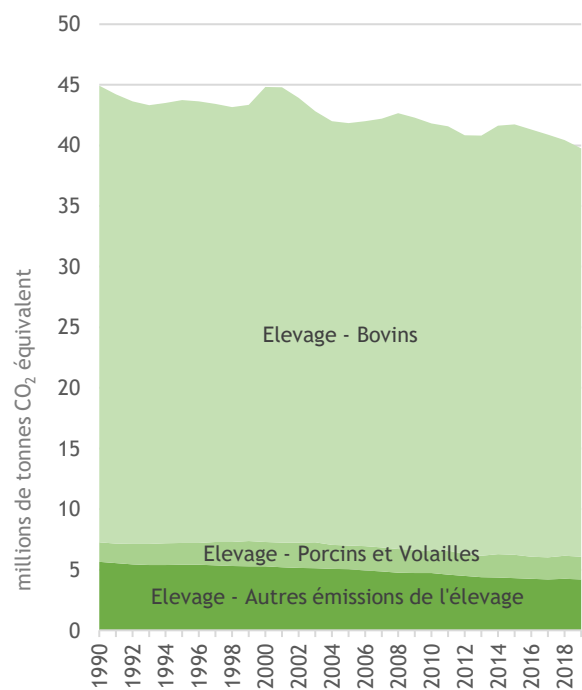
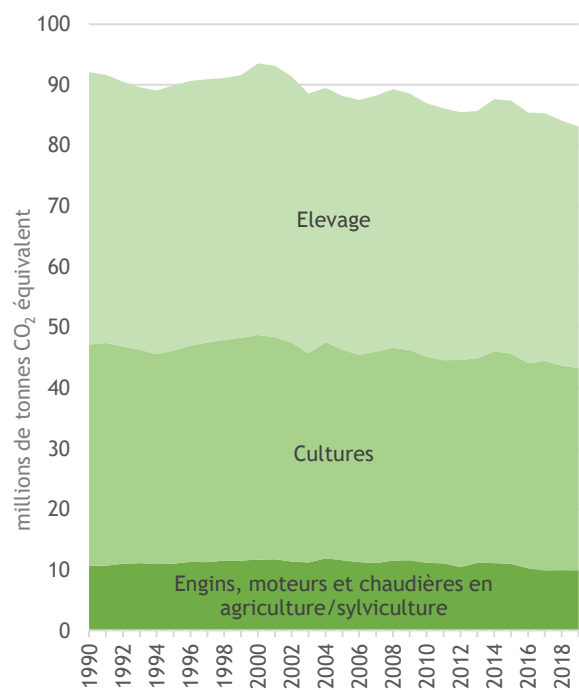
Les émissions de la France

- 405 MtCO₂e en 2019
- Agriculture : 83 MtCO₂e en 2019 (19% des émissions nationales hors UTCATF)

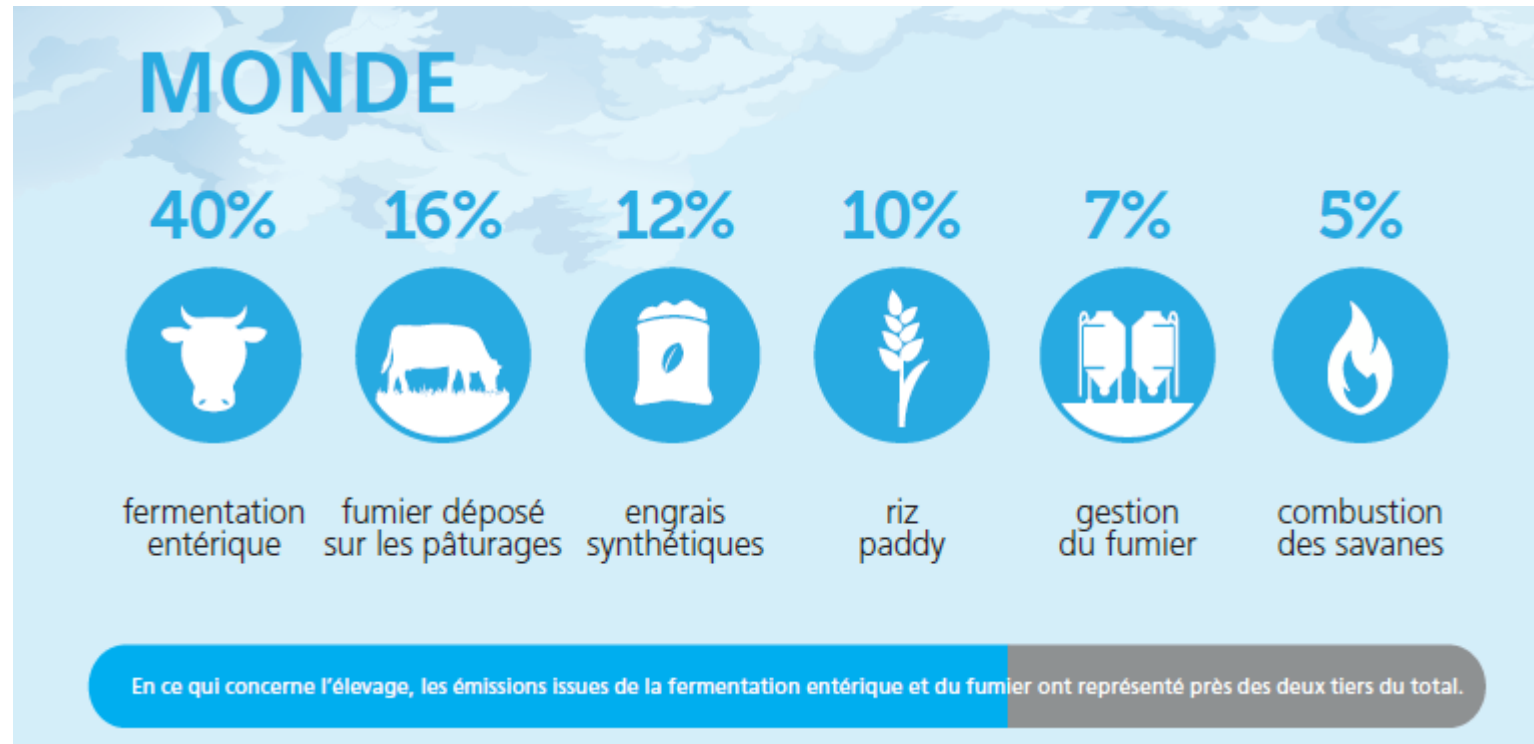


Les émissions agricoles de la France

- Elevage (48%), Cultures (41%), Energie (12%) en 2019

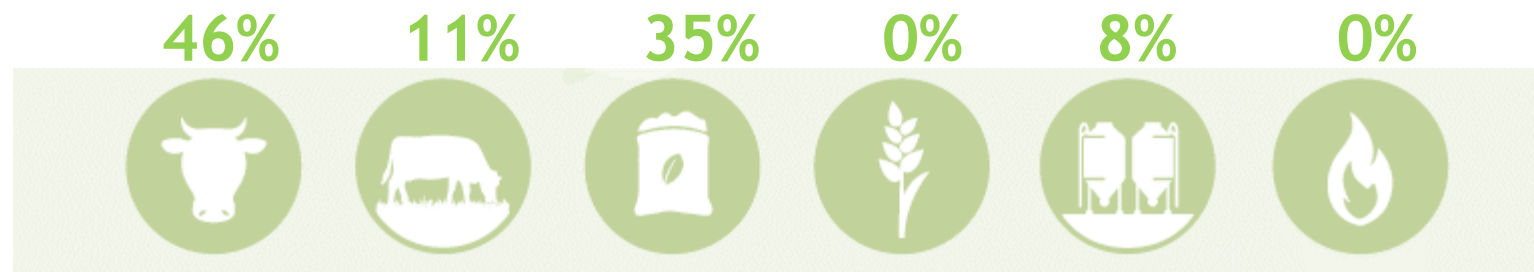


Principaux responsables des émissions agricoles



FRANCE

<https://www.fao.org/3/i6340f/i6340f.pdf>



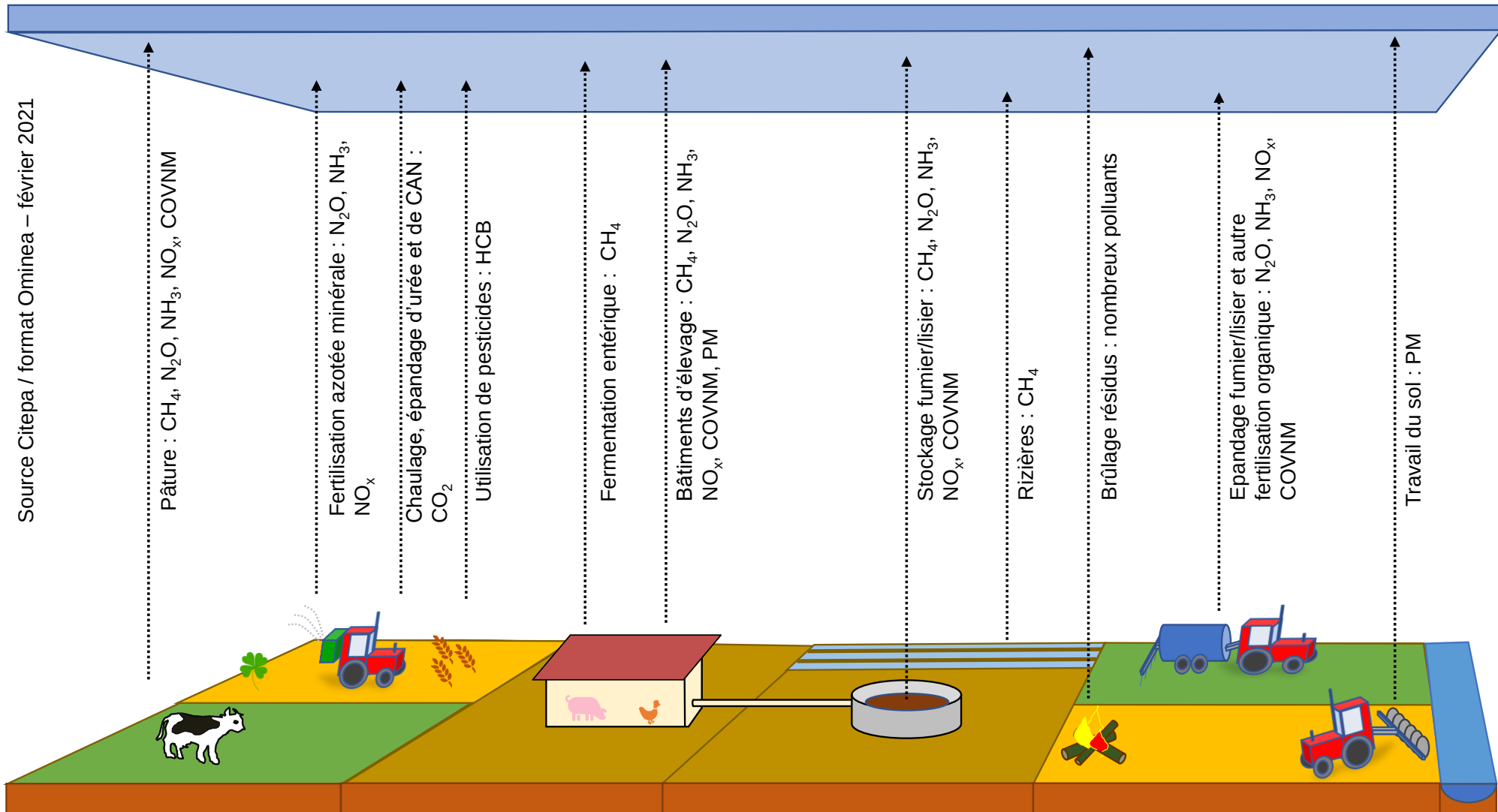
Inventaire CCNUCC <https://www.citepa.org/fr>

Les émissions de l'agriculture



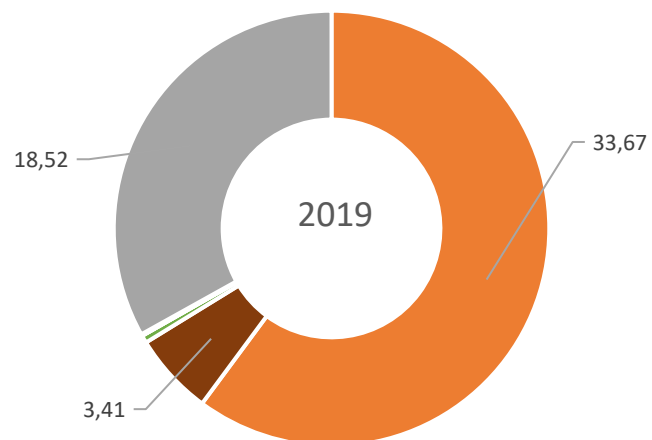
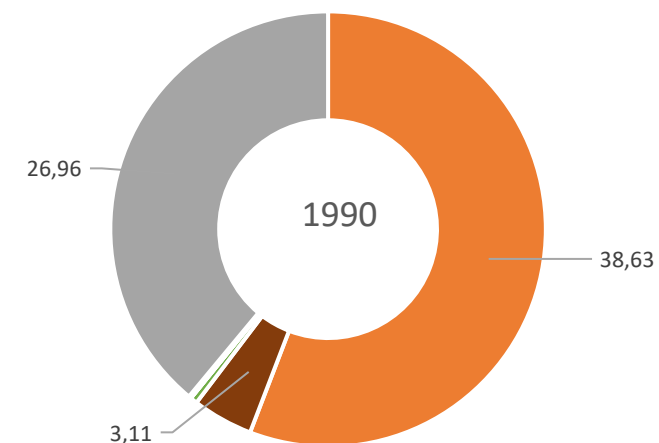
CITEPA

Source Citepa / format Ominea – février 2021

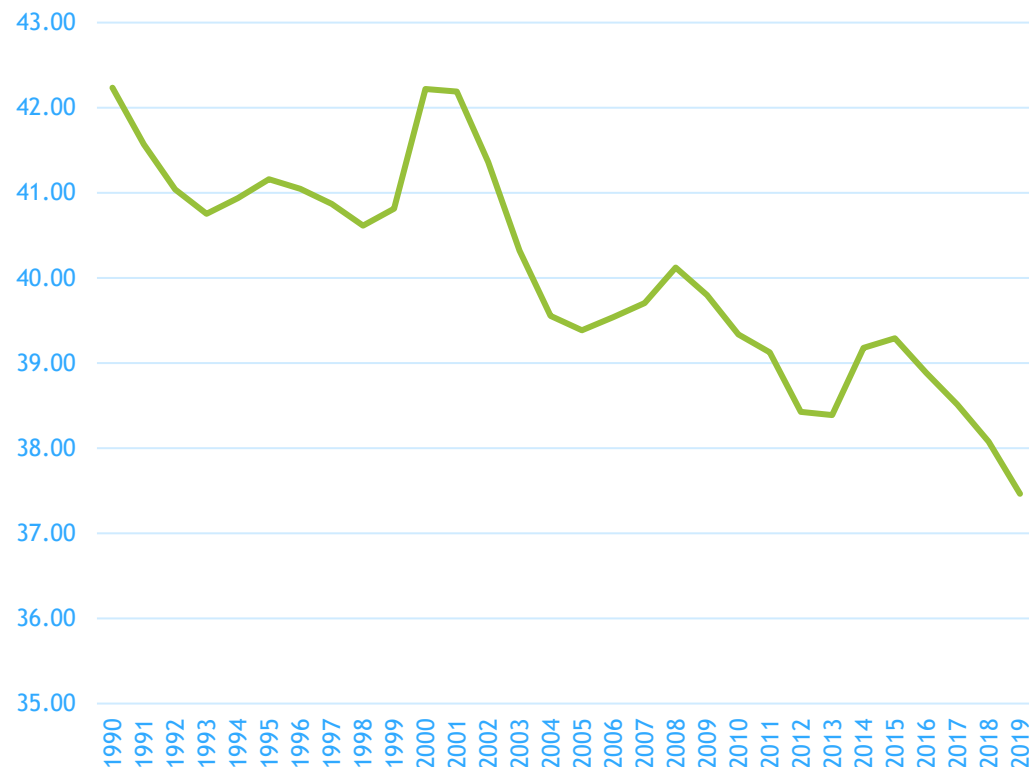


Emissions de CH₄ (Mt CO₂e)

Périmètre : métropole + DOM



Evolution CH₄ agriculture en Mt CO₂e (hors énergie)

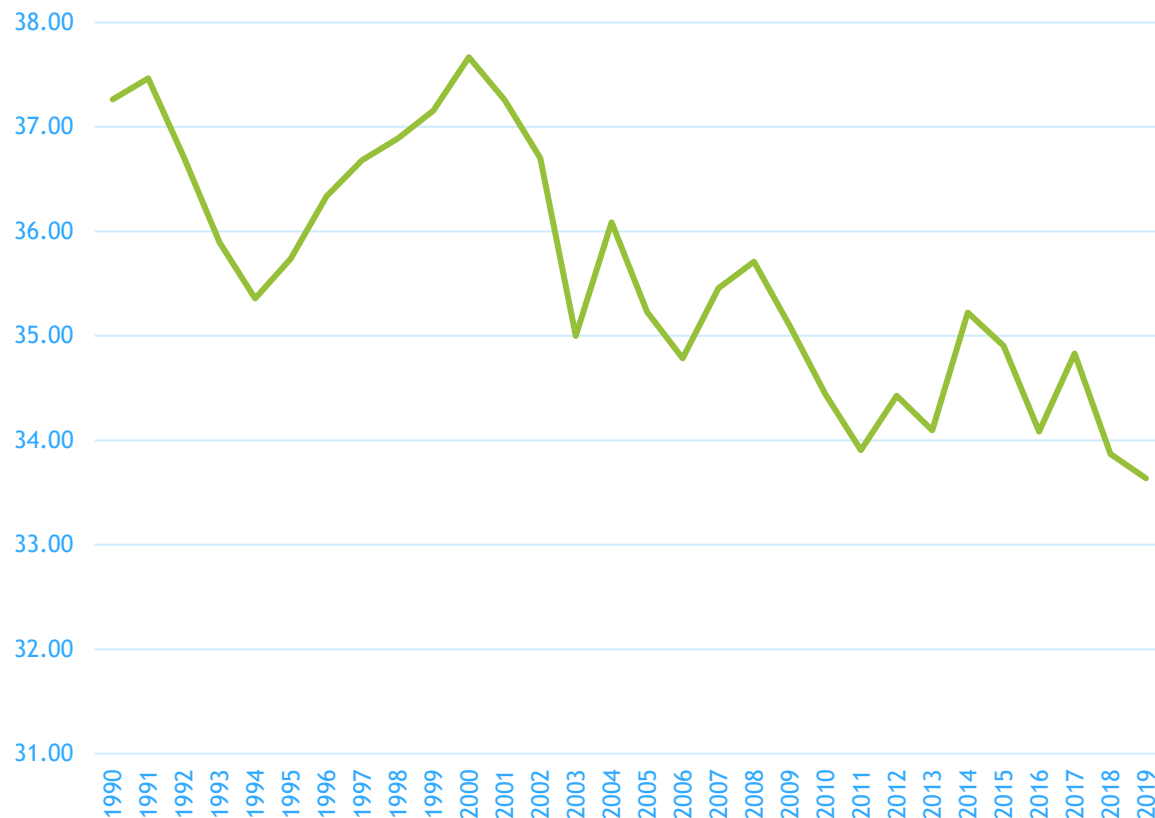
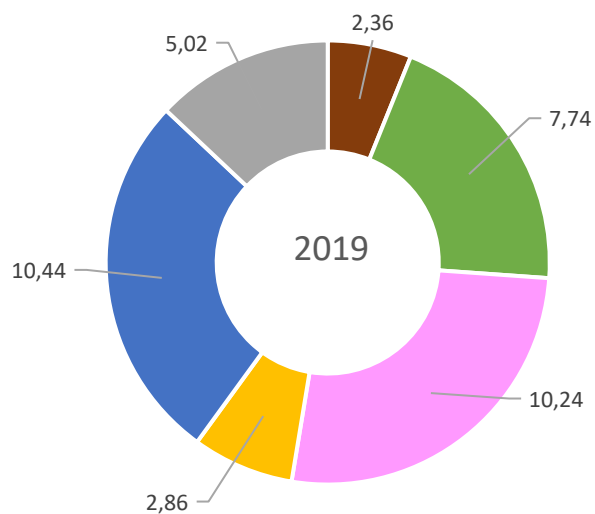
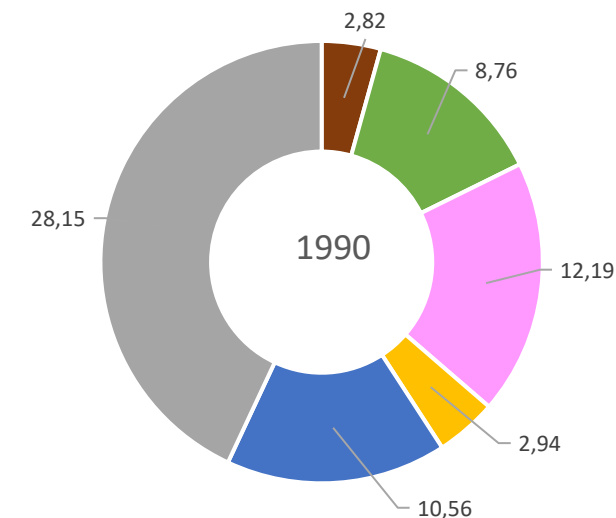


Fermentation entérique	
Gestion des déjections (bâtiment+stockage)	
Pâturage	
Engrais et amendements minéraux	
Engrais et amendements organiques	
Brûlage de résidus agricoles	
Autres émissions des cultures	
Autres secteurs	

Emissions de N₂O (Mt CO₂e)

Périmètre : métropole + DOM

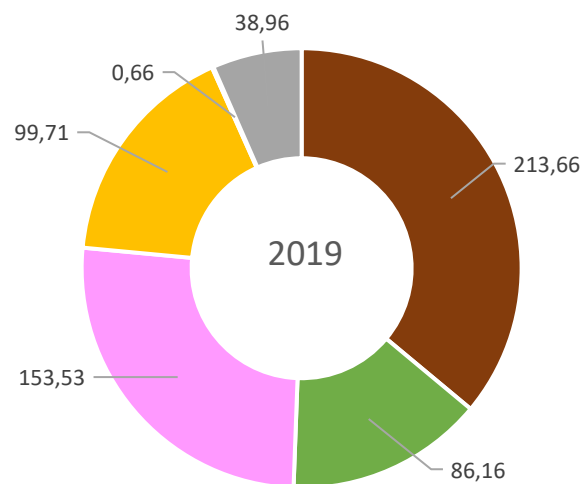
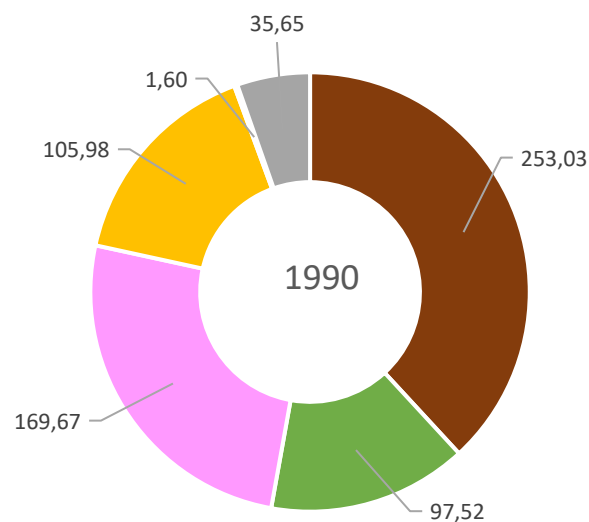
Evolution N₂O agriculture en Mt CO₂e (hors énergie)



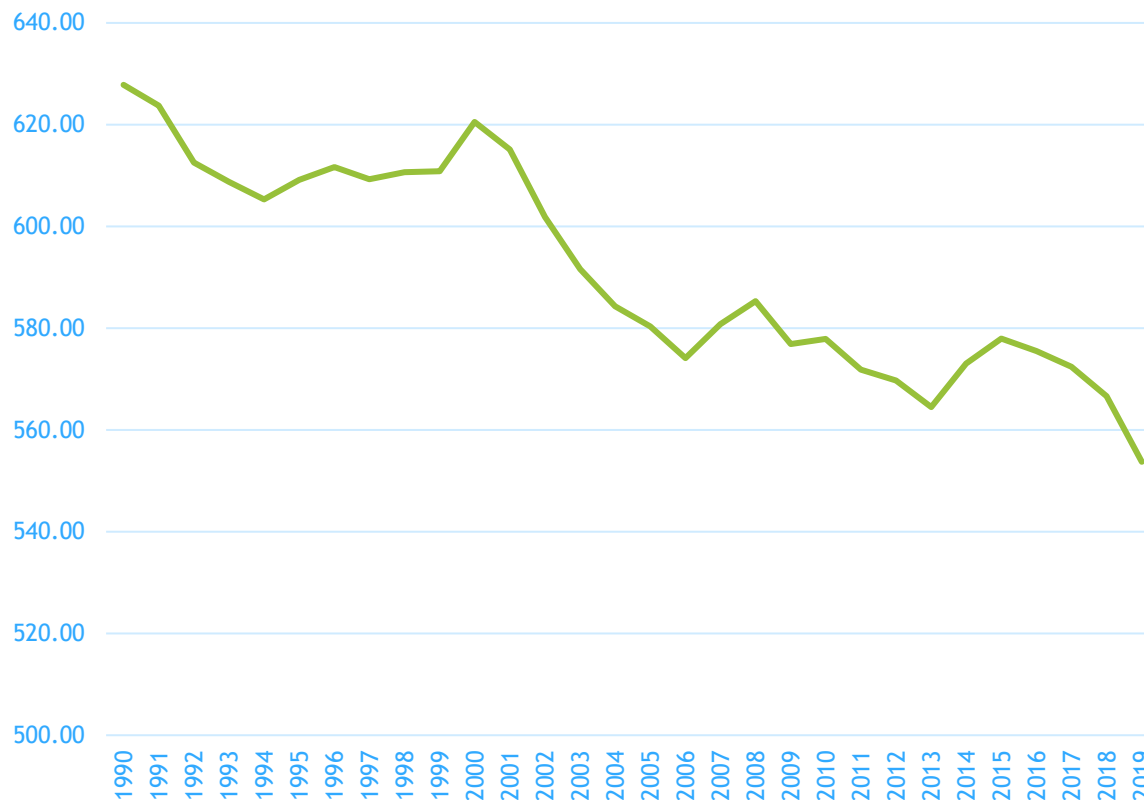
Gestion des déjections (bâtiment+stockage)	
Pâturage	
Engrais et amendements minéraux	
Engrais et amendements organiques	
Brûlage de résidus agricoles	
Autres émissions des cultures	
Autres secteurs	

Emissions de NH₃ (tonnes NH₃)

Périmètre : métropole



Evolution NH₃ agriculture en kt NH₃ (hors énergie)



Gestion des déjections (bâtiment+stockage)	
Pâturage	
Engrais et amendements minéraux	
Engrais et amendements organiques	
Brûlage de résidus agricoles	
Autres émissions des cultures	
Autres secteurs	



Méthodes d'évaluation des inventaires nationaux

Principe général

- Emission = Activité x facteur d'émission
- Différents niveaux de précision requis en fonction de l'importance des émissions :
 - Rang 1 (Tier 1) : Facteurs d'émission par défaut du GIEC
 - Rang 2 (Tier 2) : Prise en compte de paramètres plus précis: (production de lait, poids moyen des animaux, répartition entre modes de gestion des déjections)
 - Rang 3 (Tier 3) : Méthodologie de comptabilisation propre au pays et bien documentée

Emissions de l'élevage



CITEPA

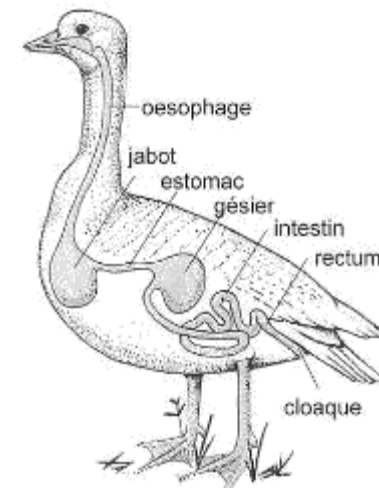
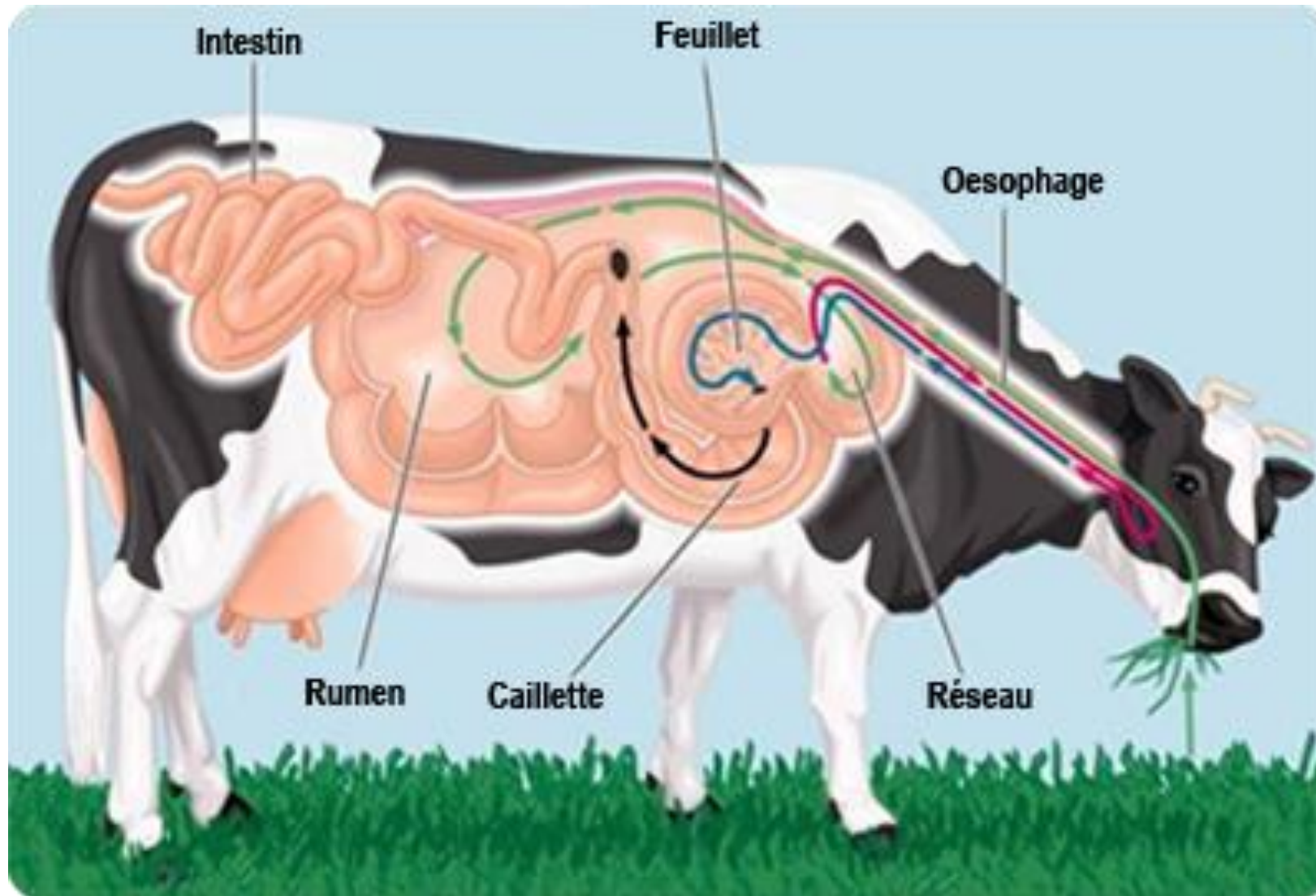


Photo P.N.H.C.

Fermentation entérique



CITEPA



Fermentation entérique Tier 1

ÉQUATION 10.19

ÉMISSIONS DUES A LA FERMENTATION ENTERIQUE D'UNE CATEGORIE DE BETAIL

$$Emissions = FE_{(T)} \cdot \left(\frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

TABLEAU 10.10
FACTEURS D'ÉMISSIONS DE LA FERMENTATION ENTERIQUE POUR LES METHODES DE NIVEAU 1¹
(KG CH₄ TÊTE⁻¹ AN⁻¹)

Bétail	Pays développés	Pays en voie de développement	Poids vif
Buffles	55	55	300 kg
Moutons	8	5	65 kg – pays développés 45 kg – pays en voie de développement
Chèvres	5	5	40 kg
Chameaux	46	46	570 kg
Chevaux	18	18	550 kg
Mules et ânes	10	10	245 kg
Cervidés	20	20	120 kg
Alpacas	8	8	65 kg
Stadés	1,5	1,0	
Volaille	Données insuffisantes pour le calcul	Données insuffisantes pour le calcul	
Autres (lamas, etc.)	À déterminer ¹	À déterminer ¹	

TABLEAU 10.11
FACTEURS D'ÉMISSIONS DE NIVEAU 1 POUR LA FERMENTATION ENTERIQUE DES BOVINS¹

Caractéristiques régionales	Catégorie de bétail	Facteur d'émissions ¹ (kg CH ₄ tête ⁻¹ an ⁻¹)	Observations
Amérique du Nord : Secteur laitier commercialisé très productif, fourrage et céréales de très bonne qualité. Troupeaux de vaches à viande séparés, surtout en pâturages avec compléments alimentaires saisonniers. Génisses/bouvillons à forte croissance finissant leur vie dans des parcs d'engraissement avec un régime céréalier. Les vaches laitières forment une petite partie de la population.	Laitières	121	Production moyenne de lait de 8 400 kg tête ⁻¹ an ⁻¹ .
	Autres bovins	54	Inclut les vaches à viande, les taureaux, les veaux, les génisses/bouvillons en croissance et les bovins de parcs d'engraissement.
Europe de l'Ouest : Secteur laitier commercialisé très productif, fourrage et céréales de très bonne qualité. Vaches laitières également utilisées pour la production de veau à viande. Très peu de troupeaux de vaches élevées uniquement pour la viande. Peu de parcs d'engraissement aux céréales.	Laitières	109	Production moyenne de lait de 6 000 kg tête ⁻¹ an ⁻¹ .
	Autres bovins	57	Inclut les taureaux, les veaux et les génisses/bouvillons en croissance.
Europe de l'Est : Secteur laitier commercialisé, principalement fourrage. Troupeaux de vaches à viande séparés, principalement pâturages. Peu de parcs d'engraissement aux céréales.	Laitières	89	Production moyenne de lait de 2 550 kg tête ⁻¹ an ⁻¹ .
	Autres bovins	58	Inclut les vaches à viande, les taureaux et les jeunes.



Fermentation entérique Tier 2

EQUATION 10.21

CH₄ EMISSION FACTORS FOR ENTERIC FERMENTATION FROM A LIVESTOCK CATEGORY

$$EF = \left[\frac{GE \cdot \left(\frac{Y_m}{100} \right) \cdot 365}{55.65} \right]$$

Where:

EF = emission factor, kg CH₄ head⁻¹ yr⁻¹

GE = gross energy intake, MJ head⁻¹ day⁻¹

Y_m = methane conversion factor, per cent of gross energy in feed converted to methane

TABLE 10.12
CATTLE/BUFFALO CH₄ CONVERSION FACTORS (Y_M)

Livestock category	Y _m ^b
Feedlot fed Cattle ^a	3.0% ± 1.0%
Dairy Cows (Cattle and Buffalo) and their young	6.5% ± 1.0%
Other Cattle and Buffaloes that are primarily fed low quality crop residues and by-products	6.5% ± 1.0%
Other Cattle or Buffalo – grazing	6.5% ± 1.0%

^a When fed diets contain 90 percent or more concentrates.

^b The ± values represent the range.

Source: IPCC Expert Group.

TABLE 10.13
SHEEP CH₄ CONVERSION FACTORS (Y_M)

Category	Y _m ^a
Lambs (<1 year old)	4.5% ± 1.0%
Mature Sheep	6.5% ± 1.0%

^a The ± values represent the range.



Fermentation entérique Tier 2

EQUATION 10.16
GROSS ENERGY FOR CATTLE/BUFFALO AND SHEEP

$$GE = \left[\frac{\left(\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_{work} + NE_p}{REM} \right) + \left(\frac{NE_g + NE_{wool}}{REG} \right)}{\frac{DE\%}{100}} \right]$$

Where:

GE = gross energy, MJ day⁻¹

NE_m = net energy required by the animal for maintenance (Equation 10.3), MJ day⁻¹

NE_a = net energy for animal activity (Equations 10.4 and 10.5), MJ day⁻¹

NE_l = net energy for lactation (Equations 10.8, 10.9, and 10.10), MJ day⁻¹

NE_{work} = net energy for work (Equation 10.11), MJ day⁻¹

NE_p = net energy required for pregnancy (Equation 10.13), MJ day⁻¹

REM = ratio of net energy available in a diet for maintenance to digestible energy consumed (Equation 10.14)

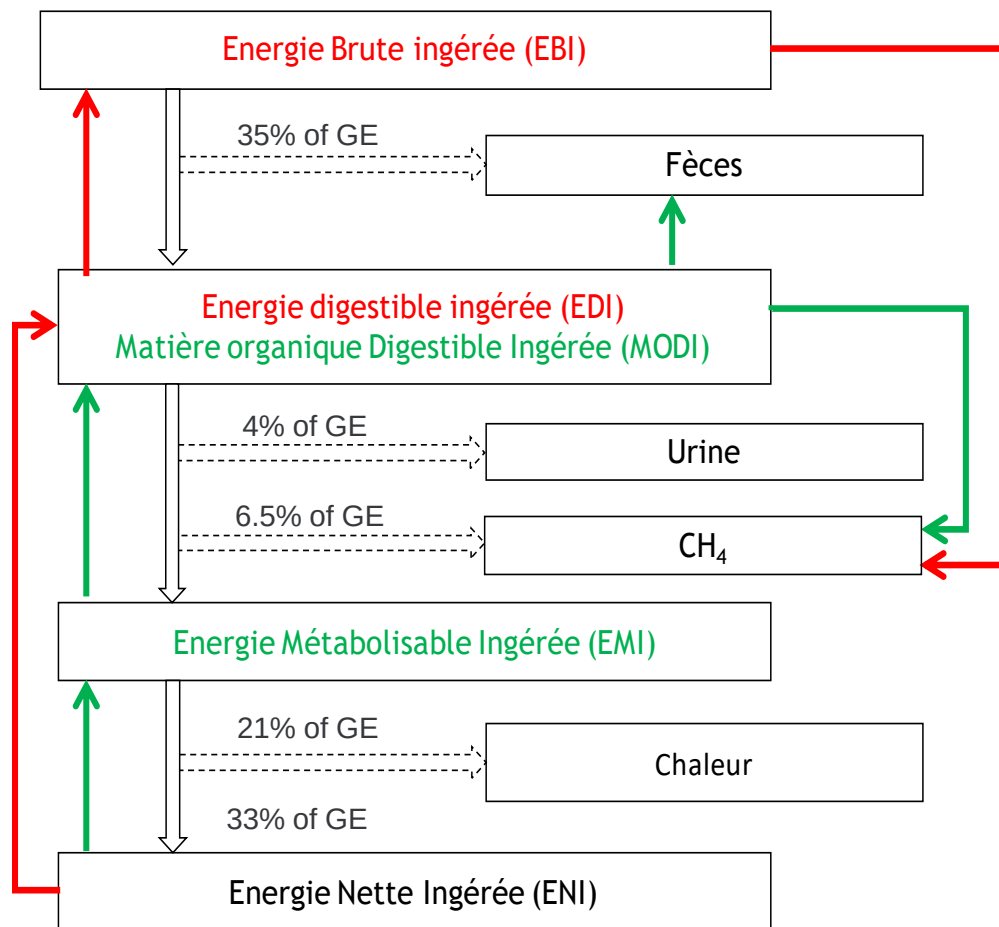
NE_g = net energy needed for growth (Equations 10.6 and 10.7), MJ day⁻¹

NE_{wool} = net energy required to produce a year of wool (Equation 10.12), MJ day⁻¹

REG = ratio of net energy available for growth in a diet to digestible energy consumed (Equation 10.15)

DE% = digestible energy expressed as a percentage of gross energy

Une histoire d'énergie



Répartition de l'énergie brute

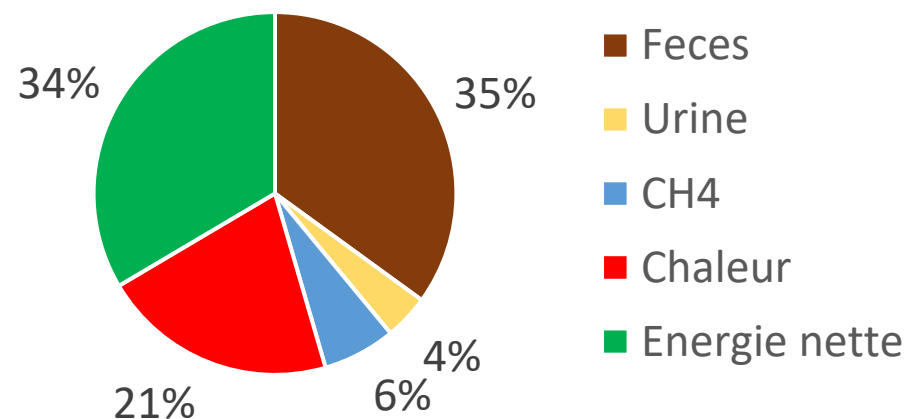
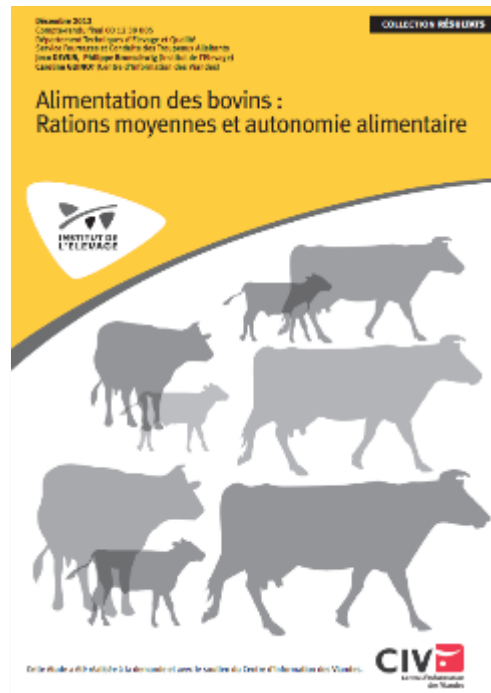


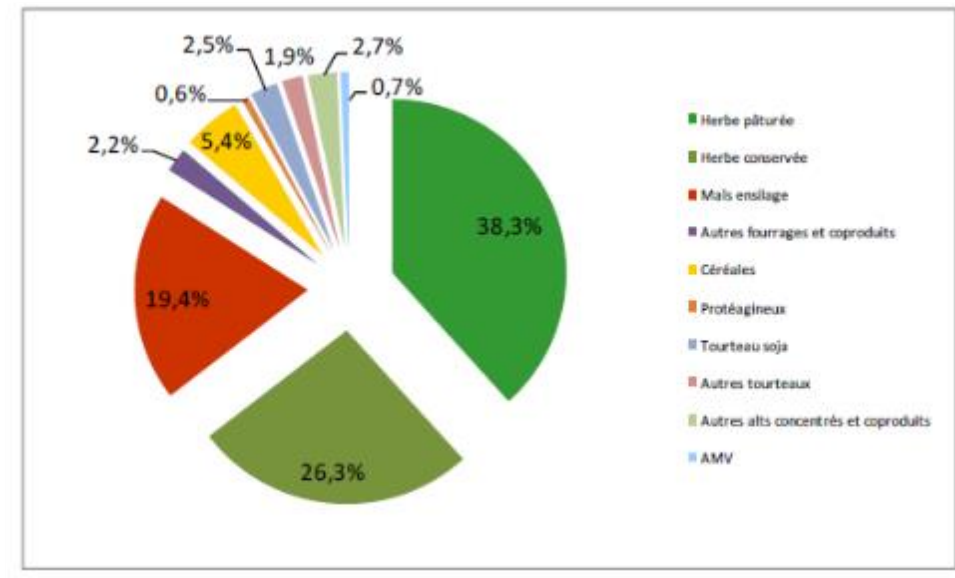
Schéma comparatif de la méthode de la méthode MONDFERENT I (vert) avec la méthode GIEC 2006 (rouge)

De l'herbe, de l'ensilage, des concentrés

- Les paramètres utilisés dans les calculs sont basés sur des références publiées sur l'alimentation (préconisations ou enquêtes)



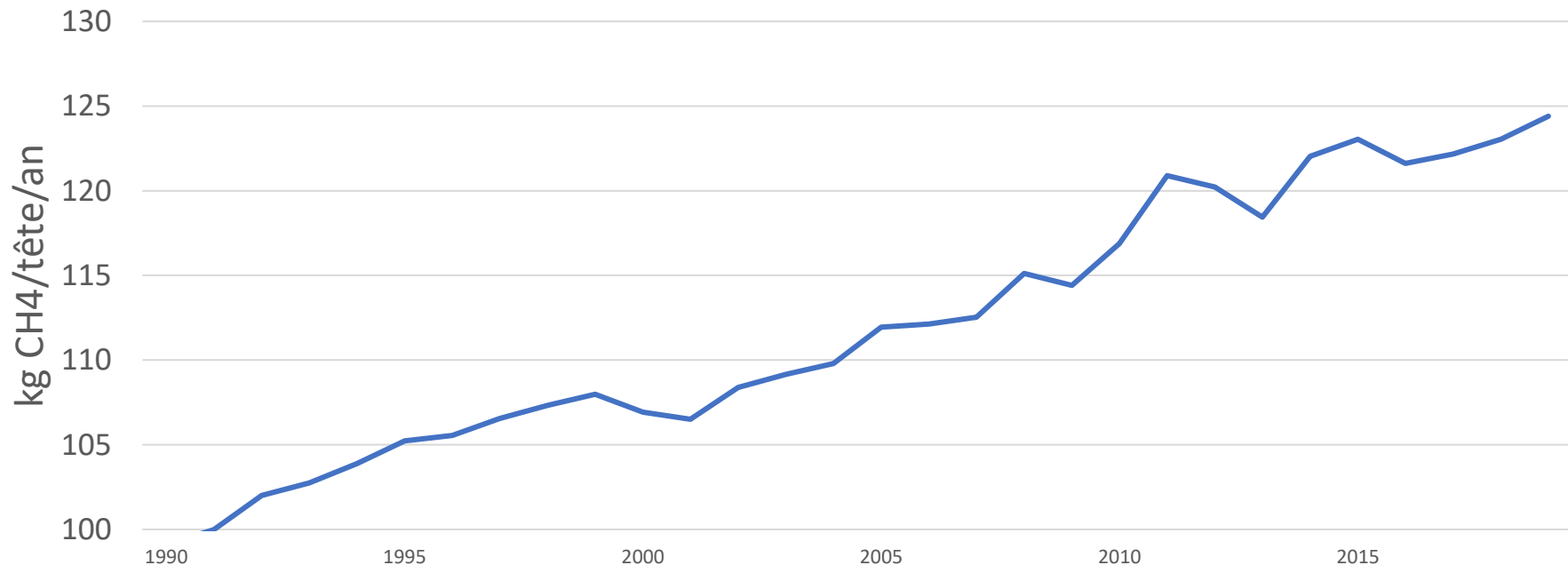
Ration moyenne du cheptel bovin



Alimentation des bovins : rations moyennes et autonomie alimentaire (idele.fr)

Vaches laitières

- Pour les vaches laitières, les résultats sont simplifiés et exprimés en fonction de la seule production laitière.
- $\text{CH}_4 \text{ (kg/animal/an)} = 0,0105 \times \text{rendement laitier (kg/animal/an)} + 48,971$



CH4 - gestion du fumier Tier 2

ÉQUATION 10.23

FACTEUR D'ÉMISSIONS DE CH₄ DUES À LA GESTION DU FUMIER

$$FE_{(T)} = (SV_{(T)} \cdot 365) \cdot \left[B_{o(T)} \cdot 0,67 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot \sum_{S,k} \frac{FCM_{S,k}}{100} \cdot GF_{(T,S,k)} \right]$$

Où :

$FE_{(T)}$ = facteur d'émissions de CH₄ de la catégorie de bétail T , kg CH₄ animal⁻¹ an⁻¹

$SV_{(T)}$ = solides volatils quotidiennement excrétés par la catégorie de bétail T , kg matière sèche animal⁻¹ jour⁻¹

365 = base du calcul annuel de production de SV, jours an⁻¹

$B_{o(T)}$ = capacité maximum de production de méthane pour le fumier produit par la catégorie de bétail T , m³ CH₄ kg⁻¹ de SV excrétés

0,67 = facteur de conversion de m³ de CH₄ en kilogrammes de CH₄

$FCM_{(S,k)}$ = facteurs de conversion du méthane pour le système de gestion du fumier S par région climatique k , %

$GF_{(T,S,k)}$ = fraction de fumier de la catégorie de bétail T traitée à l'aide du système de gestion du fumier S dans la région climatique k , non dimensionnel



Systèmes de gestion des déjections

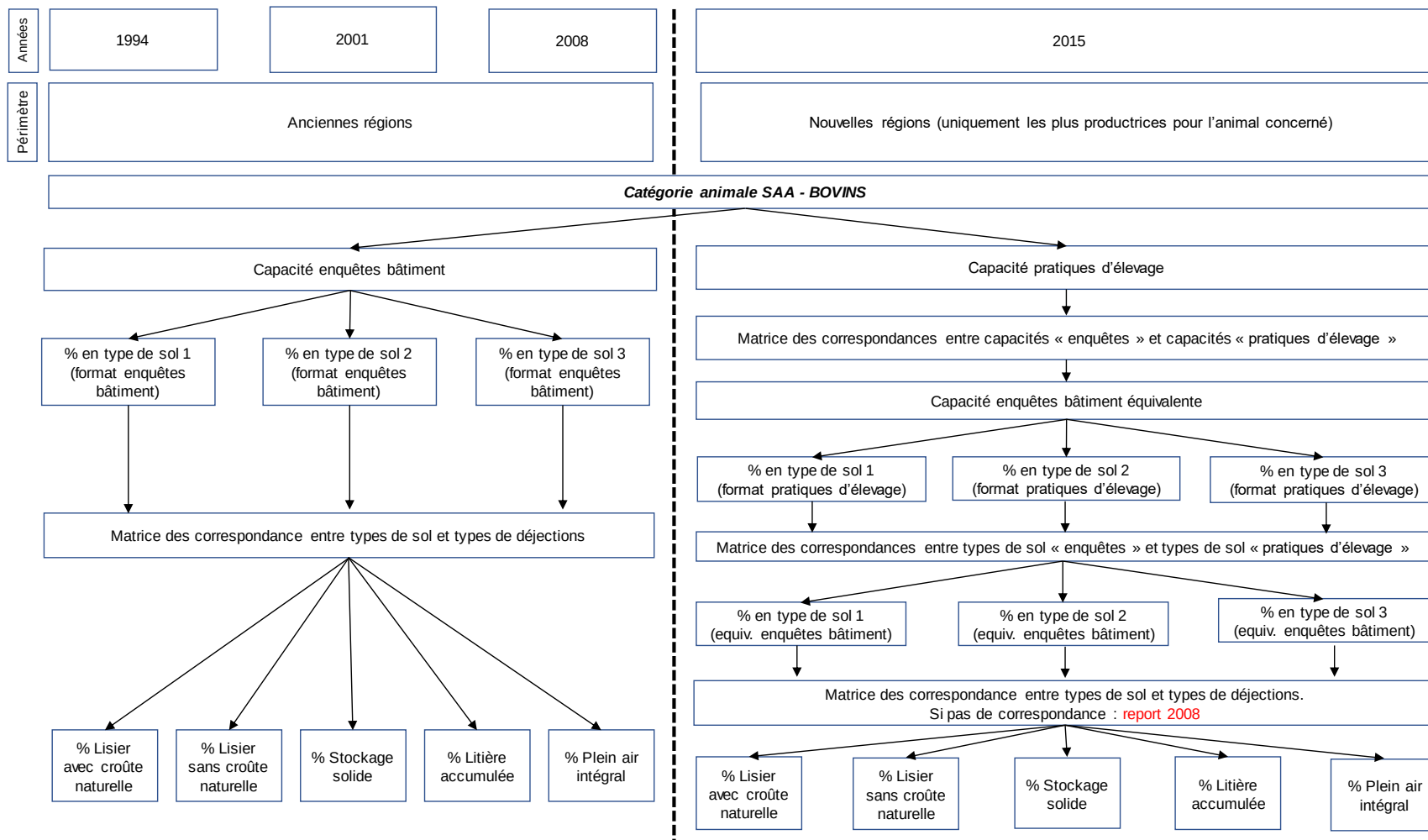


Figure 9 : Sources et retraitements des données d'enquêtes pour les bovins

Méthanisation

SAS VARENERGIES

37120 CHAMPIGNY-SUR-VEUDE



Taille de l'installation: 250 kW | Mise en service: Début 2019 (Prévision)

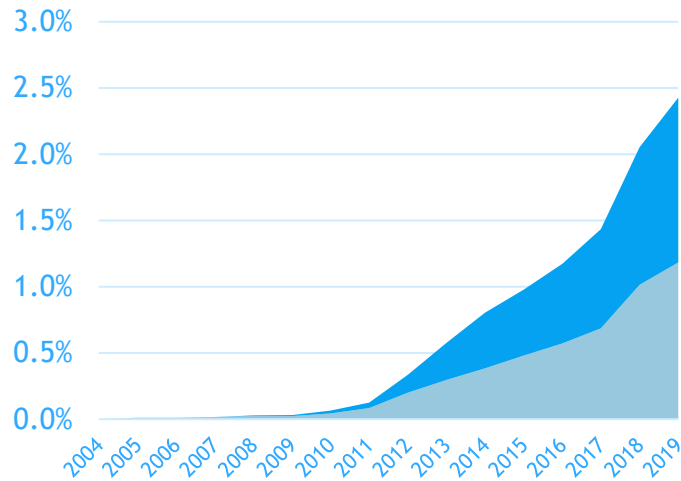
<https://planet-biogas.com/fr/>



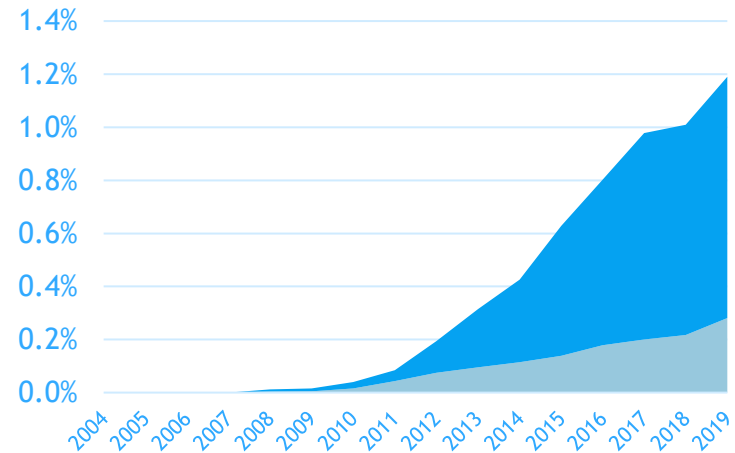
CITEPA

Part des effluents méthanisés

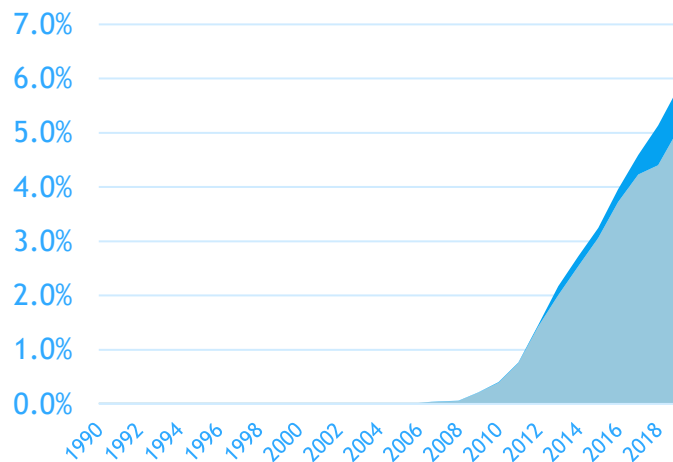
Vaches laitières



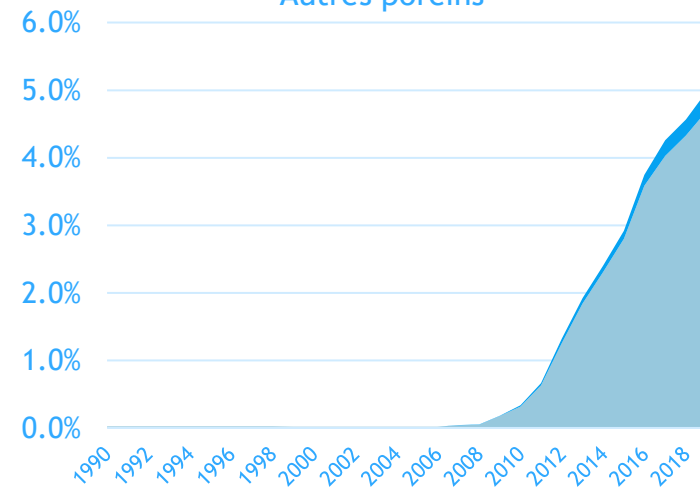
Autres bovins



Truies



Autres porcins



Azote excrété et émissions de N₂O

ÉQUATION 10.30 TAUX ANNUELS D'EXCRETION DE N

$$Nex_{(T)} = N_{taux(T)} \bullet \frac{MAT}{1000} \bullet 365$$

Où :

$Nex_{(T)}$ = excrétion annuelle de N de la catégorie de bétail T , kg N animal⁻¹ an⁻¹

$N_{taux(T)}$ = taux d'excrétion de N par défaut, kg N (1 000 kg masse animale)⁻¹ jour⁻¹ (voir tableau 10.19)

$MAT_{(T)}$ = masse animale type pour la catégorie de bétail T , kg animal⁻¹

ÉQUATION 10.31 TAUX ANNUELS D'EXCRETION DE N (NIVEAU 2)

$$Nex_{(T)} = N_{consommation(T)} \bullet (1 - N_{retention(T)})$$

Où :

$Nex_{(T)}$ = taux annuels d'excrétion de N, kg N animal⁻¹ an⁻¹

$N_{consommation(T)}$ = consommation annuelle de N par tête de l'espèce/catégorie T , kg N animal⁻¹ an⁻¹

$N_{retention(T)}$ = fraction de consommation annuelle de N qui est retenue par l'animal de l'espèce/catégorie T ,
non dimensionnel

Émissions des cultures



CITEPA

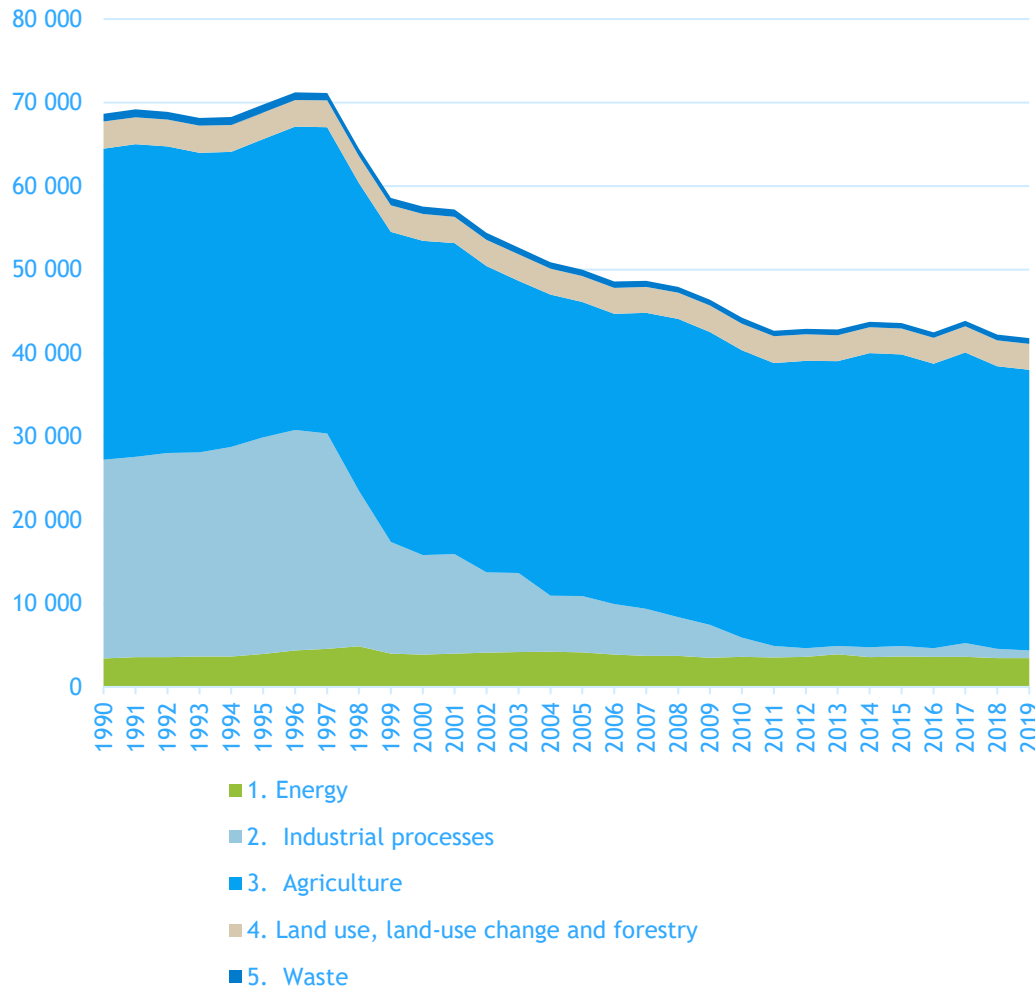




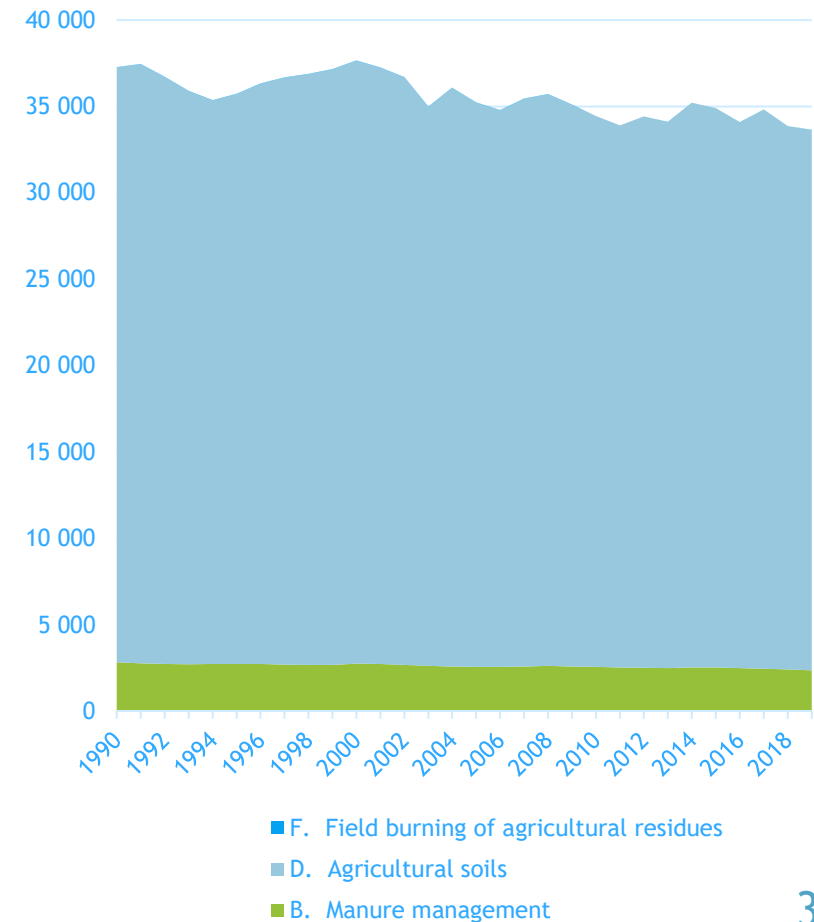
CITEPA

Emissions de N₂O de la France

Emissions de N₂O de la France en kt CO₂e



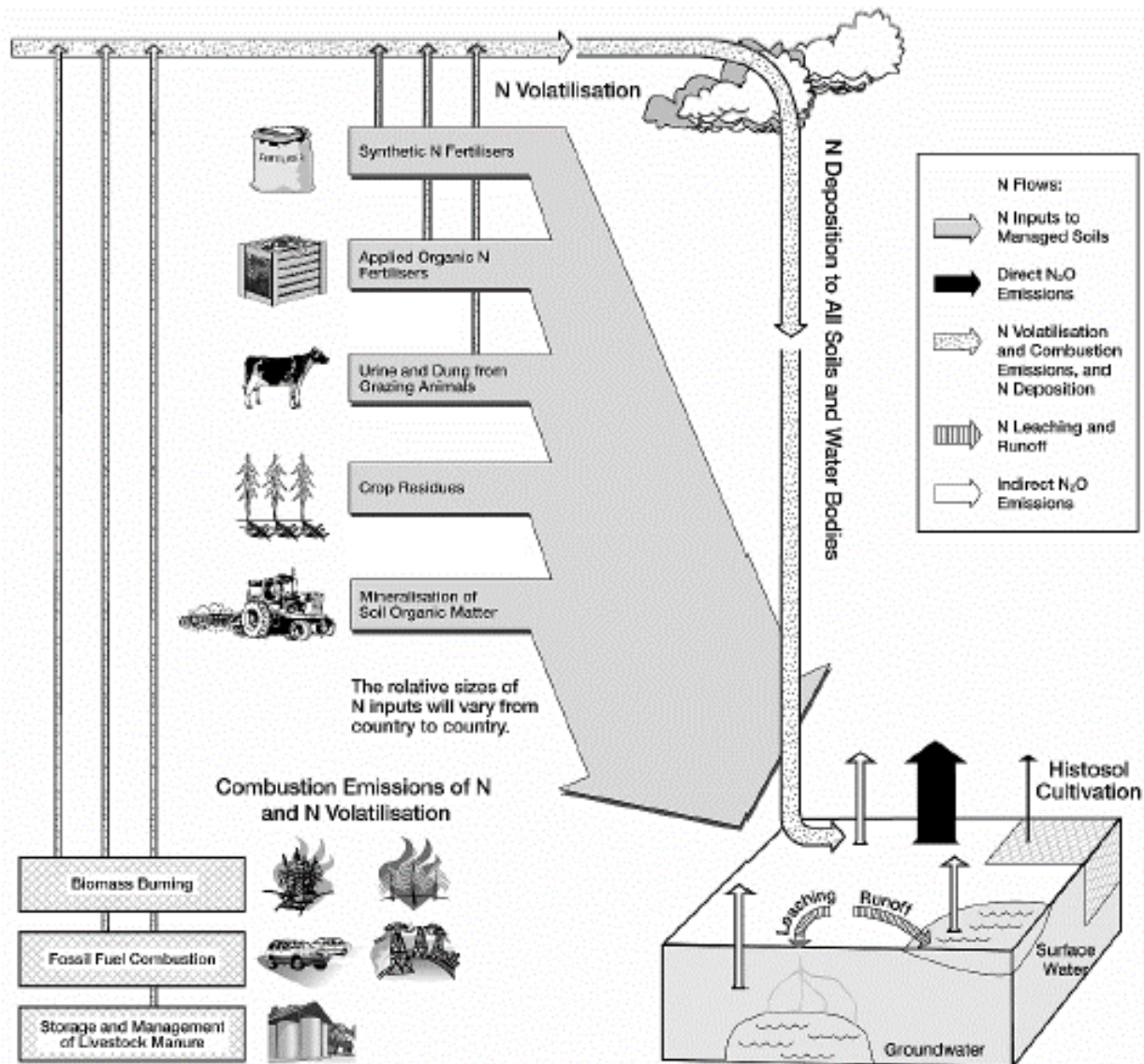
Emissions de N₂O agricoles en kt CO₂e





CITEPA

Flux d'azote (GIEC)

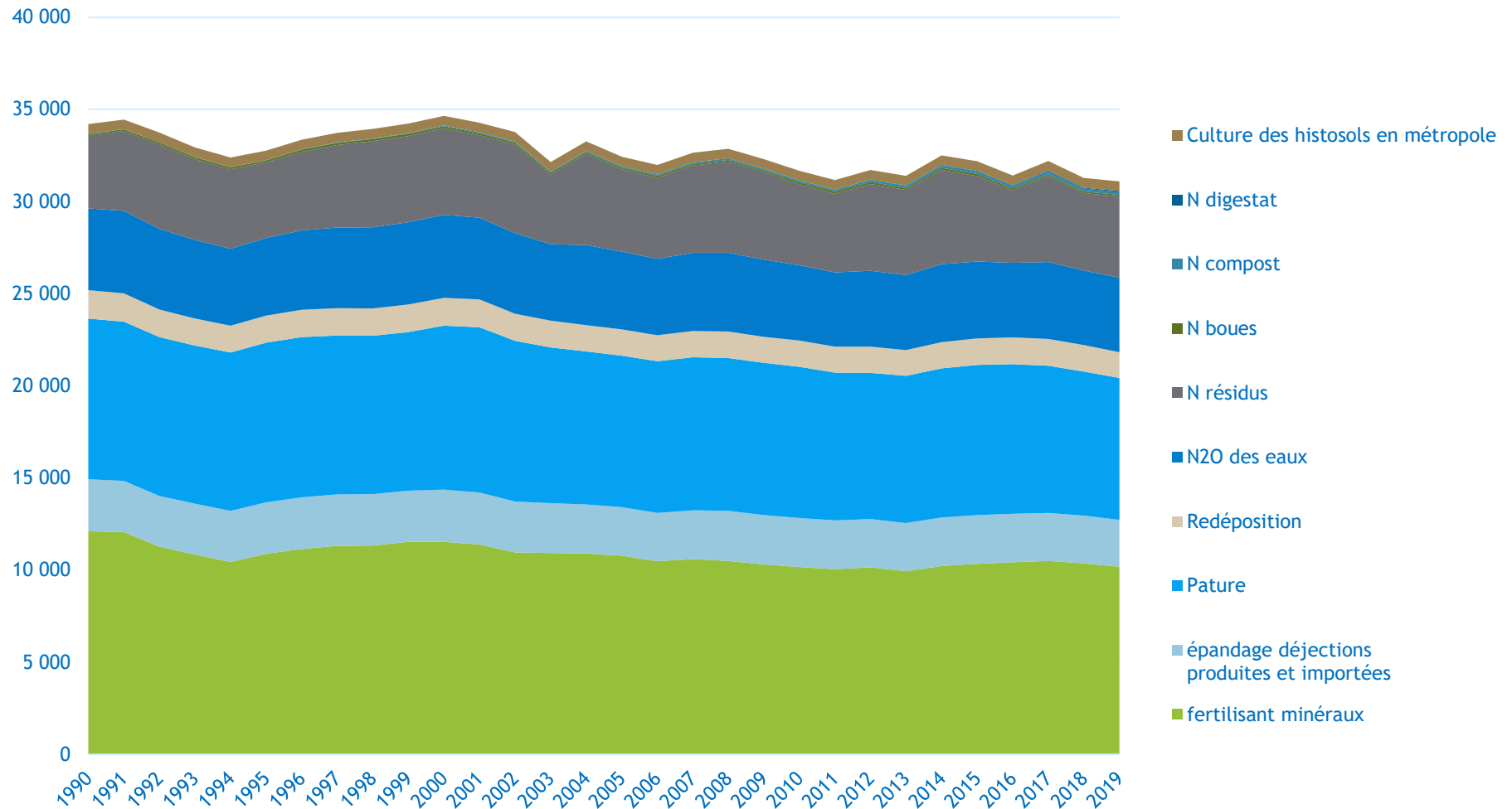




CITEPA

Emissions de N₂O

Emissions de N₂O des sols cultivés (kt CO₂e)



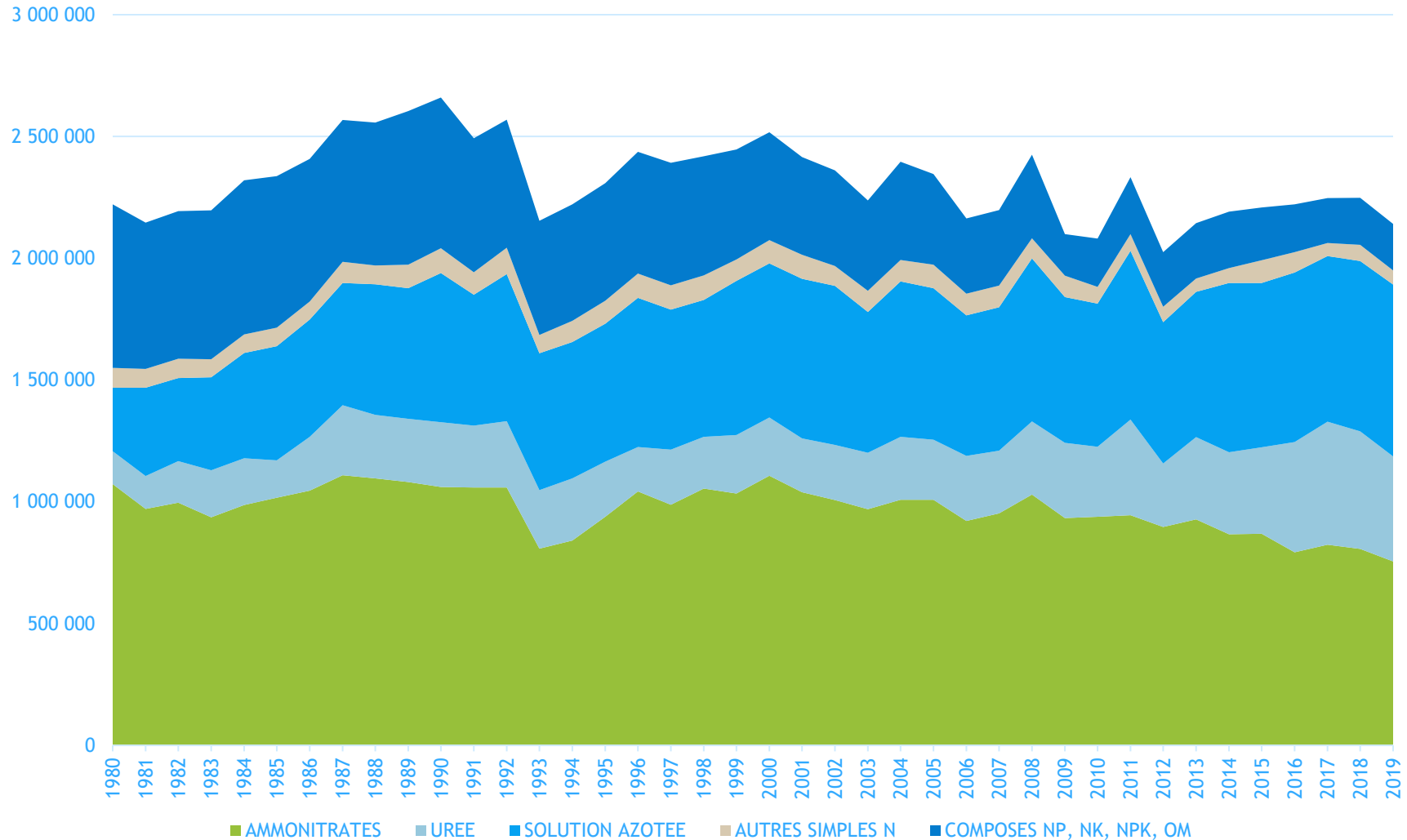
Émissions de N₂O des cultures

TABLE 11.1
DEFAULT EMISSION FACTORS TO ESTIMATE DIRECT N₂O EMISSIONS FROM MANAGED SOILS

Emission factor	Default value	Uncertainty range
EF ₁ for N additions from mineral fertilisers, organic amendments and crop residues, and N mineralised from mineral soil as a result of loss of soil carbon [kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹]	0.01	0.003 - 0.03
EF _{1FR} for flooded rice fields [kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹]	0.003	0.000 - 0.006
EF _{2 CO₂, Temp} for temperate organic crop and grassland soils (kg N ₂ O-N ha ⁻¹)	8	2 - 24
EF _{2 CO₂, Trop} for tropical organic crop and grassland soils (kg N ₂ O-N ha ⁻¹)	16	5 - 48
EF _{2F, Temp, Org, R} for temperate and boreal organic nutrient rich forest soils (kg N ₂ O-N ha ⁻¹)	0.6	0.16 - 2.4
EF _{2F, Temp, Org, P} for temperate and boreal organic nutrient poor forest soils (kg N ₂ O-N ha ⁻¹)	0.1	0.02 - 0.3
EF _{2F, Trop} for tropical organic forest soils (kg N ₂ O-N ha ⁻¹)	8	0 - 24
EF _{3PRP, CFP} for cattle (dairy, non-dairy and buffalo), poultry and pigs [kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹]	0.02	0.007 - 0.06
EF _{3PRP, SO} for sheep and 'other animals' [kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹]	0.01	0.003 - 0.03
Sources: EF ₁ : Bouwman et al. 2002a,b; Stehfest & Bouwman, 2006; Novoa & Tejeda, 2006 in press; EF _{1FR} : Akiyama et al., 2005; EF _{2CO₂, Temp} , EF _{2CO₂, Trop} , EF _{2F, Temp} : Klemetsson et al., 1999. IPCC Good Practice Guidance, 2000; EF _{2F, Temp} : Alm et al., 1999; Laine et al., 1996; Martikainen et al., 1995; Minkinen et al., 2002; Regina et al., 1996; Klemetsson et al., 2002; EF _{3, CFP} , EF _{3, SO} : de Klein, 2004.		

Consommation d'engrais azotés par forme

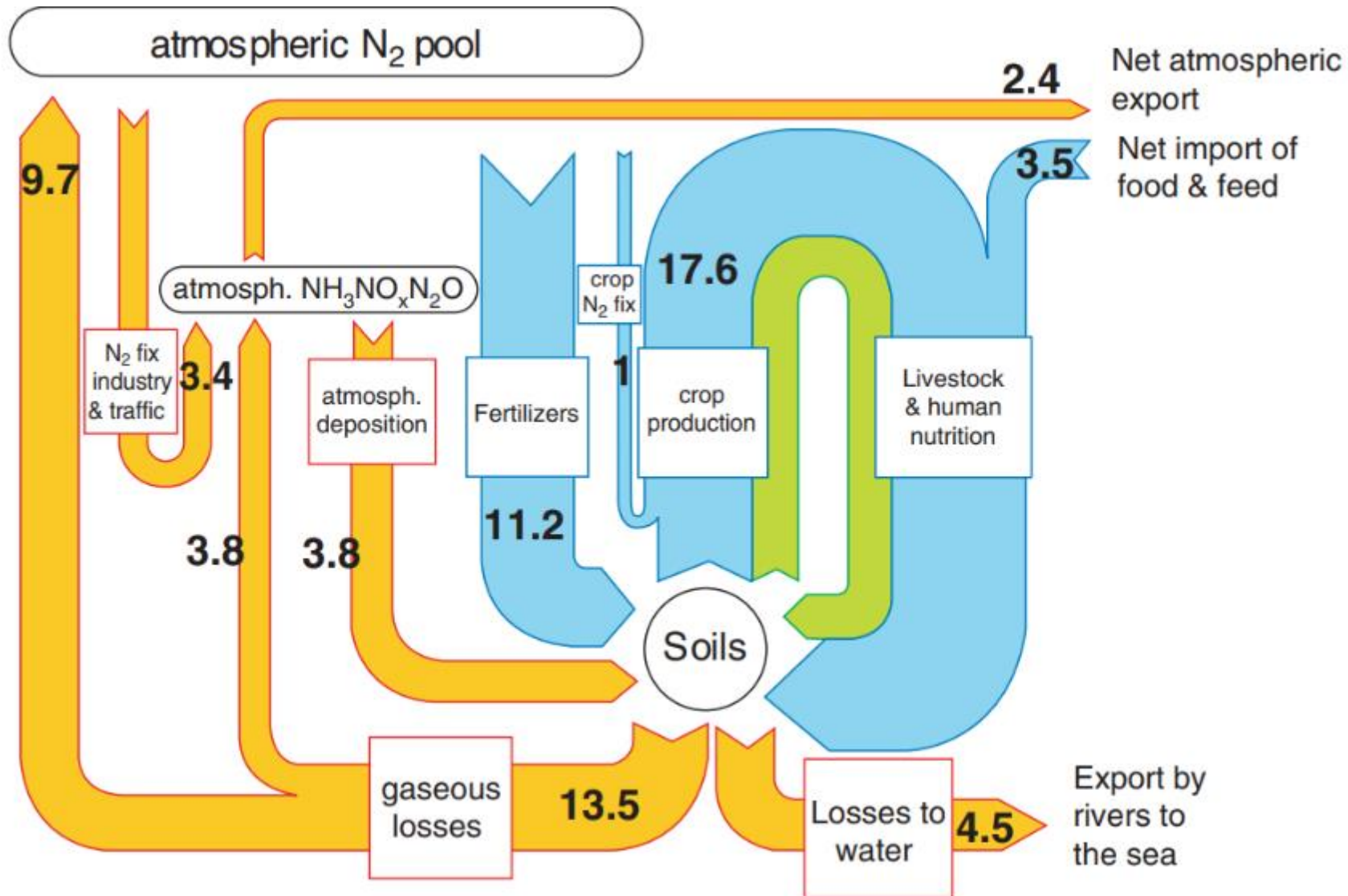
Consommation d'engrais azotés par forme (tN)





CITEPA

Budget azote de l'UE 27 en 2000





CITEPA

Émissions de CO₂ dues au chaulage

CO₂ Emissions from additions of carbonate limes to soils can be estimated with Equation 11.12:

EQUATION 11.12

ANNUAL CO₂ EMISSIONS FROM LIME APPLICATION

$$CO_2\text{-C Emission} = (M_{\text{Limestone}} \cdot EF_{\text{Limestone}}) + (M_{\text{Dolomite}} \cdot EF_{\text{Dolomite}})$$

Where:

CO₂-C Emission = annual C emissions from lime application, tonnes C yr⁻¹

M = annual amount of calcic limestone (CaCO₃) or dolomite (CaMg(CO₃)₂), tonnes yr⁻¹

EF = emission factor, tonne of C (tonne of limestone or dolomite)⁻¹



Émissions de CO₂ provenant de l'application d'urée

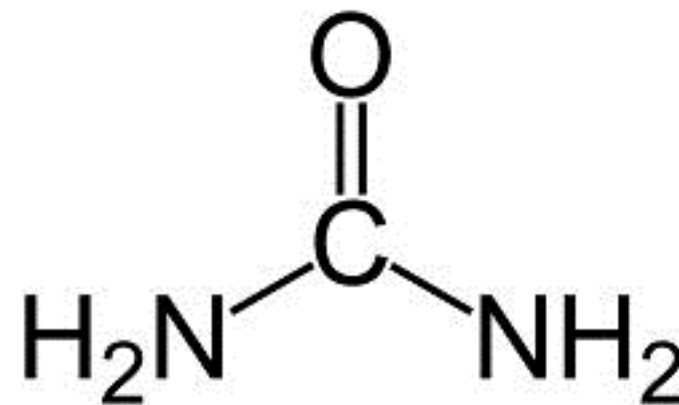
EQUATION 11.13
ANNUAL CO₂ EMISSIONS FROM UREA APPLICATION
$$CO_2\text{-C Emission} = M \bullet EF$$

Where:

CO₂-C Emission = annual C emissions from urea application, tonnes C yr⁻¹

M = annual amount of urea fertilisation, tonnes urea yr⁻¹

EF = emission factor, tonne of C (tonne of urea)⁻¹



- $1\text{kg riz} / (4000\text{ kg riz/ha}) \times 1300\text{ g CH}_4/\text{ha/jour} \times 160\text{ jours}$
= 50g CH₄/kg riz

(avec une plage d'erreur de 800 - 2200 g CH₄/ha/jour)

- Sur le web on trouve une référence de l'IRD à 120 gCH₄/kg riz...

(L'émission et la consommation de méthane par les sols : mécanismes, bilan, contrôle (ird.fr))

Emissions liées à la consommation énergétique

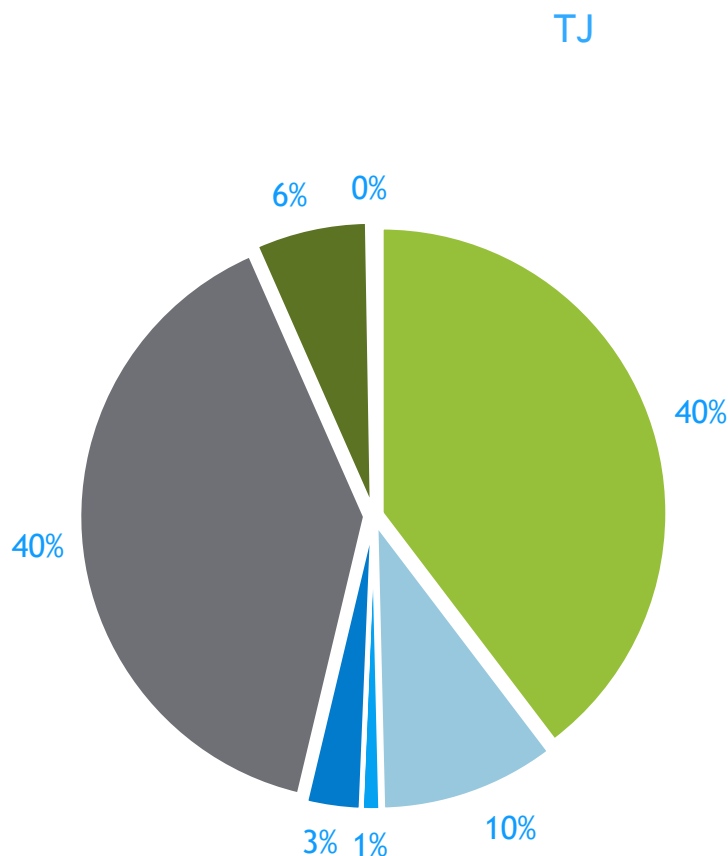


CITEPA

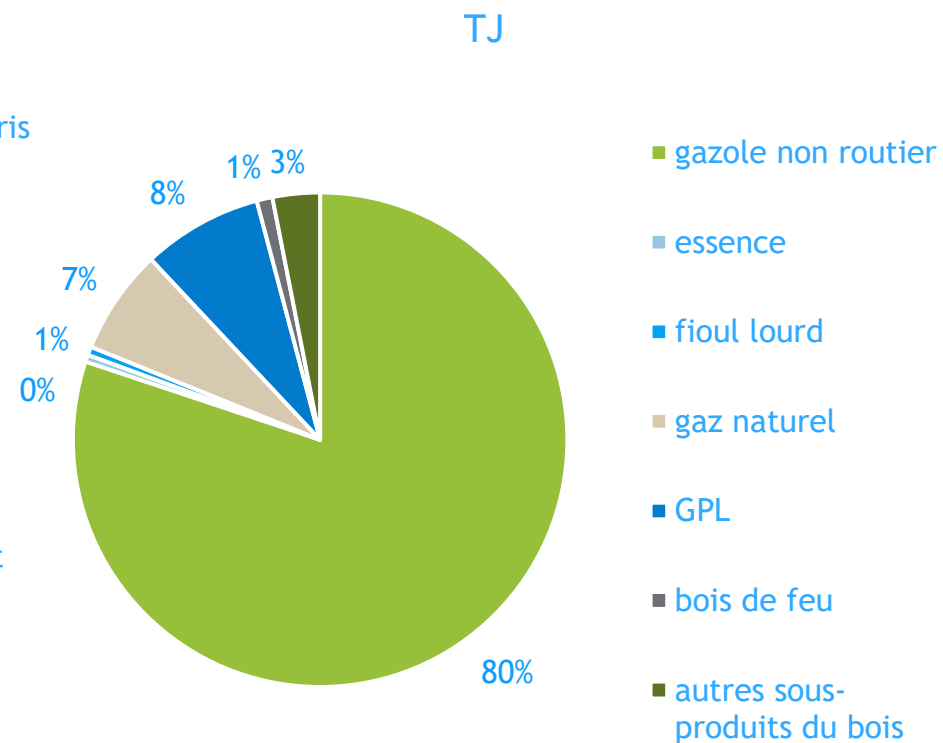


Surtout du GNR, surtout des engins

- $1L \times 0,845 \text{ kg/L} \times 42 \text{ GJ/t} \times 75 \text{ kg CO}_2/\text{GJ} / 1000 = 2,6 \text{ kg CO}_2/\text{L}$



- Cultures Tracteurs et engins automoteurs
- Cultures Serres et abris hauts
- Cultures Séchoirs
- Cultures Irrigation
- Cultures Autres
- Elevages Tracteurs et engins automoteurs
- Elevages Bâtiments d'élevage
- Elevages Laiteries et salles de traite
- Elevages Autres



Emissions/absorptions de CO₂ des terres agricoles



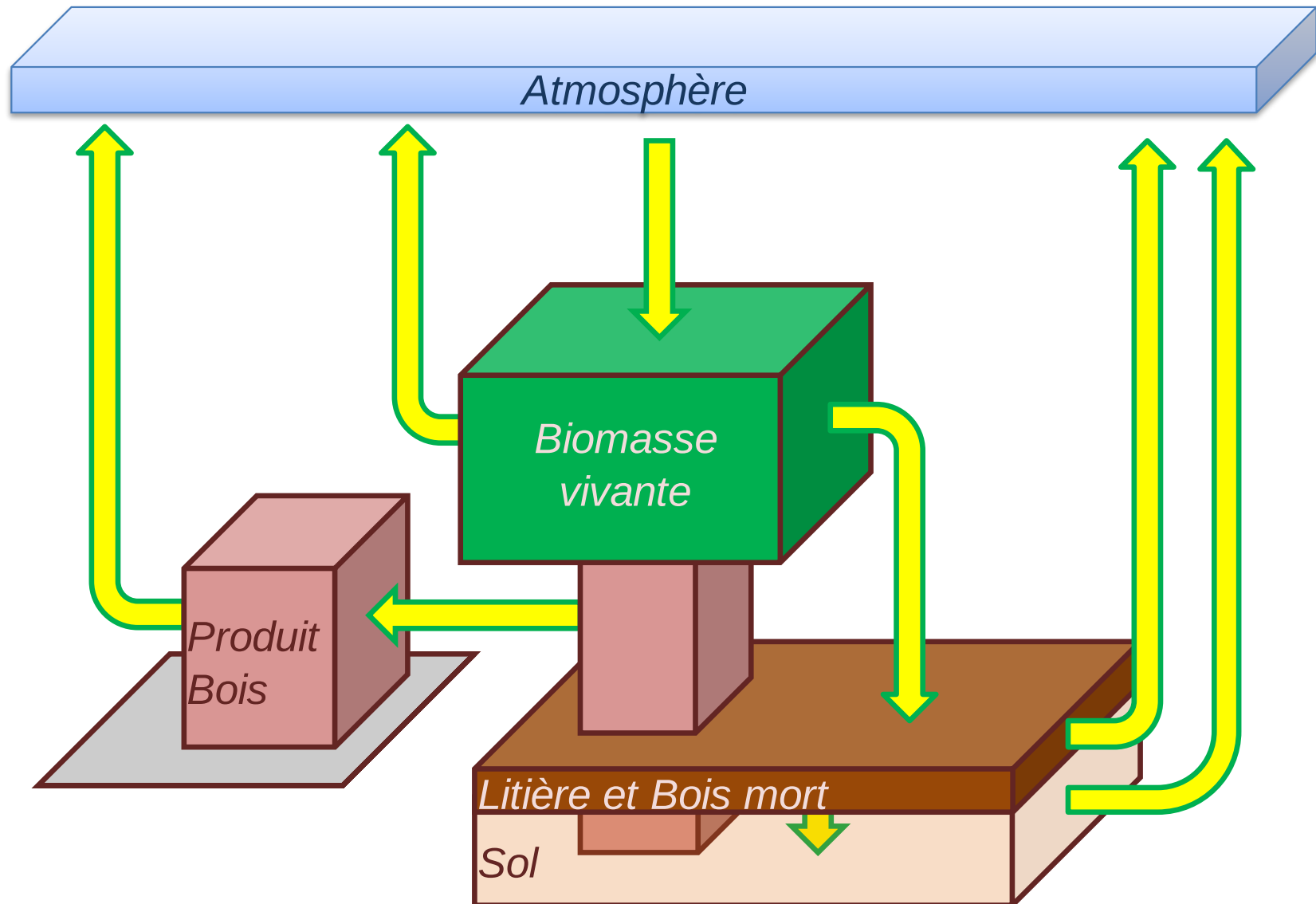
CITEPA



Des flux et des stocks



CITEPA

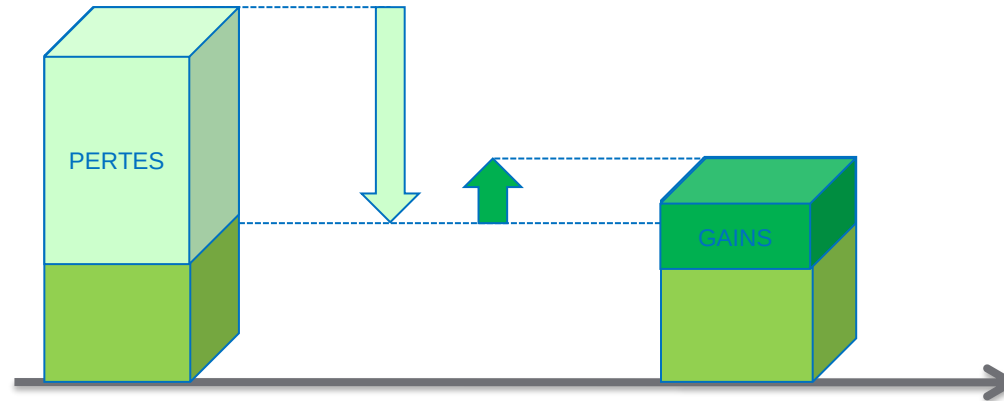


Deux méthodes, une seule vérité

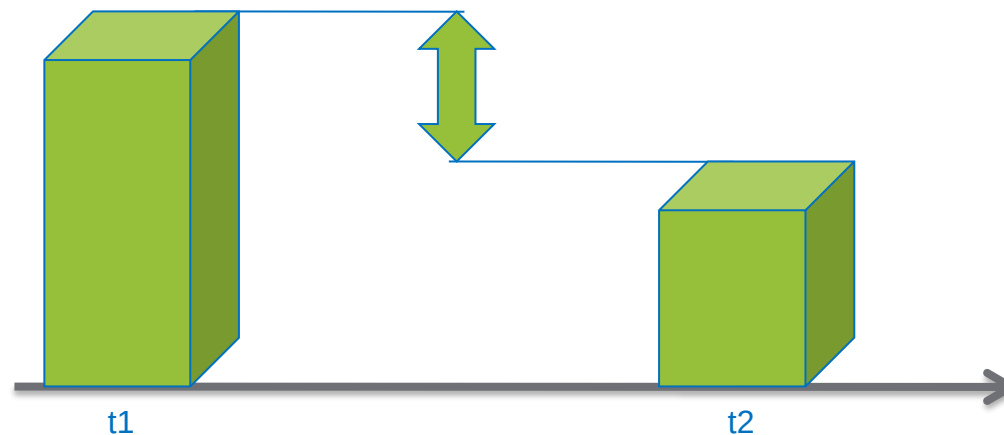


CITEPA

Gains - Pertes



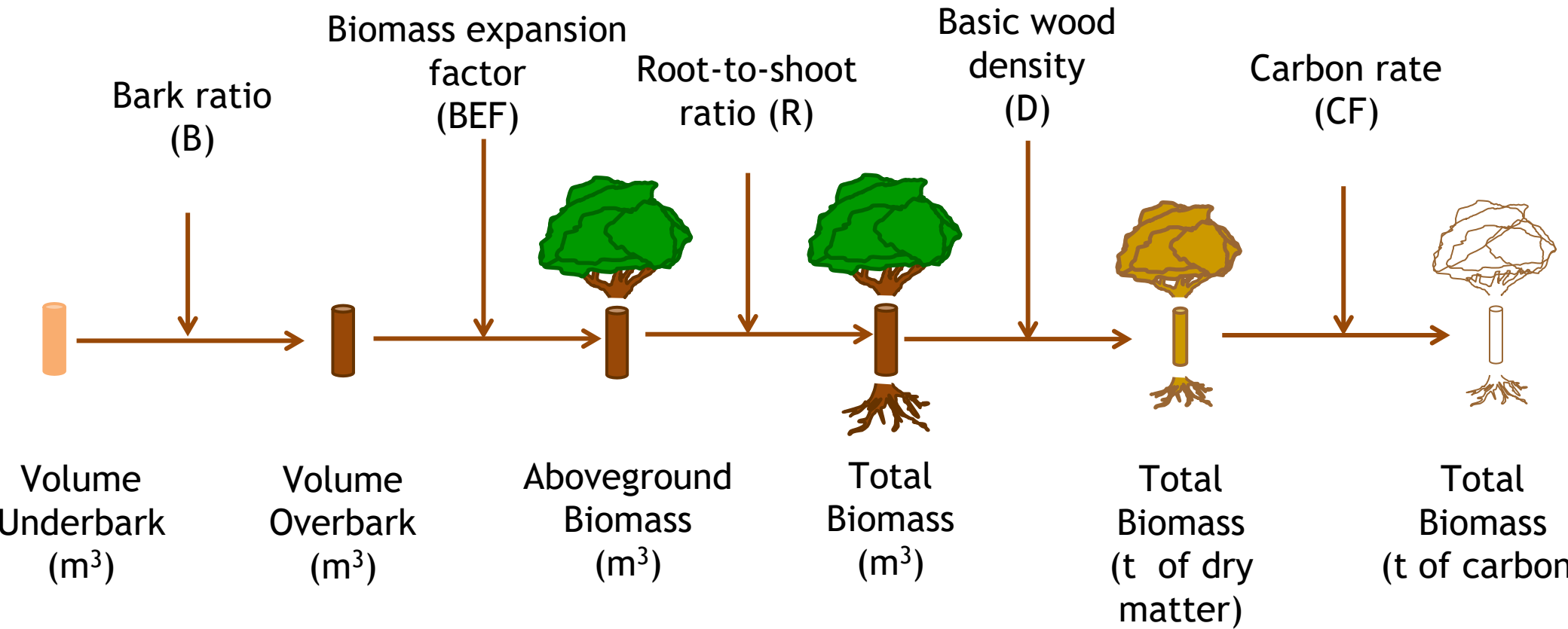
Variation de stocks



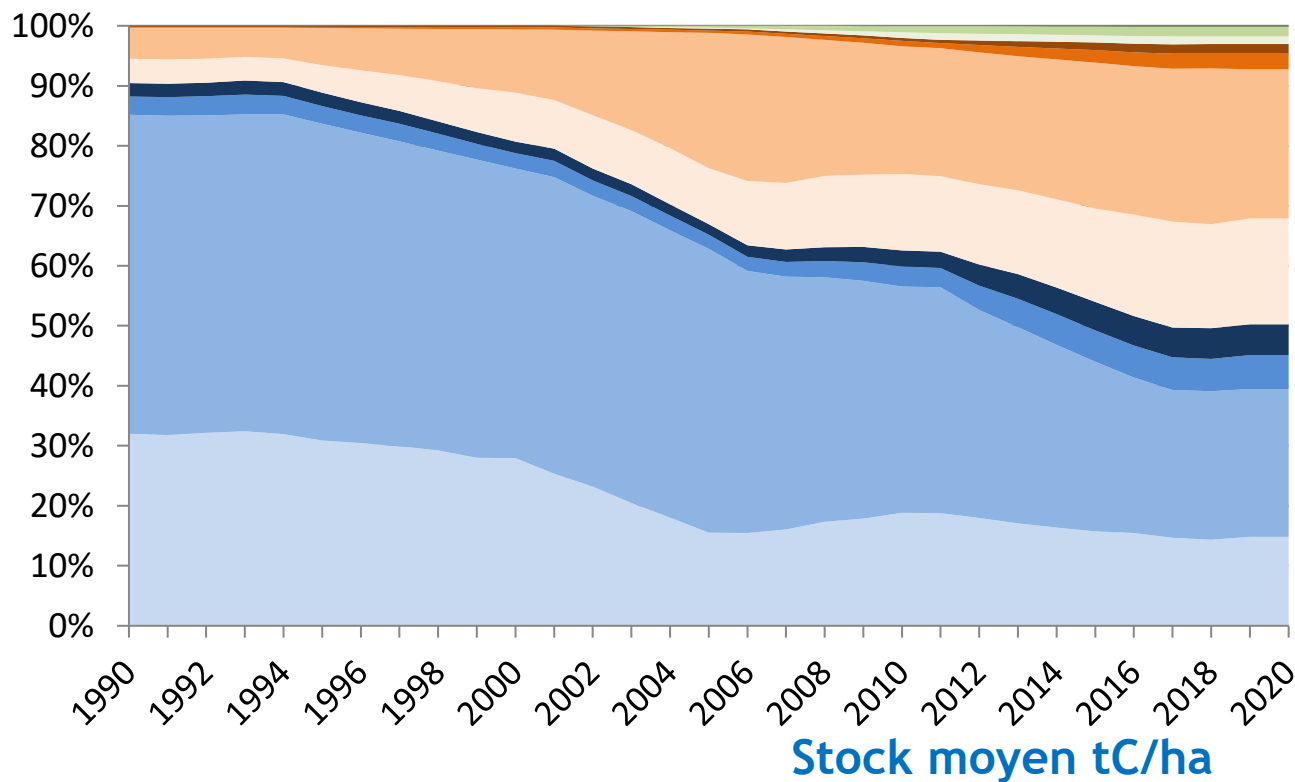
Jeux d'unités



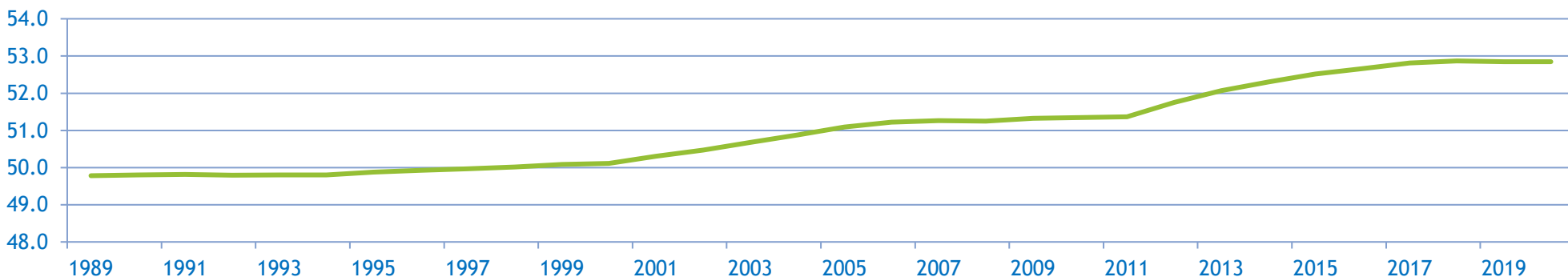
CITEPA



Sols en cultures



- Apports élevés avec fumier semis direct
- Apports élevés sans fumier semis direct
- Apports moyens semis direct
- Apports faibles semis direct
- Apports élevés avec fumier TCS (travail profond sans retournement, travail superficiel)
- Apports élevés sans fumier TCS (travail profond sans retournement, travail superficiel)
- Apports moyens TCS (travail profond sans retournement, travail superficiel)
- Apports faibles TCS (travail profond sans retournement, travail superficiel)
- Apports élevés avec fumier labour (avec retournement du sol)
- Apports élevés sans fumier labour (avec retournement du sol)



Inventaire CCNUCC <https://www.citepa.org/fr>

Quelques paysages carbonés



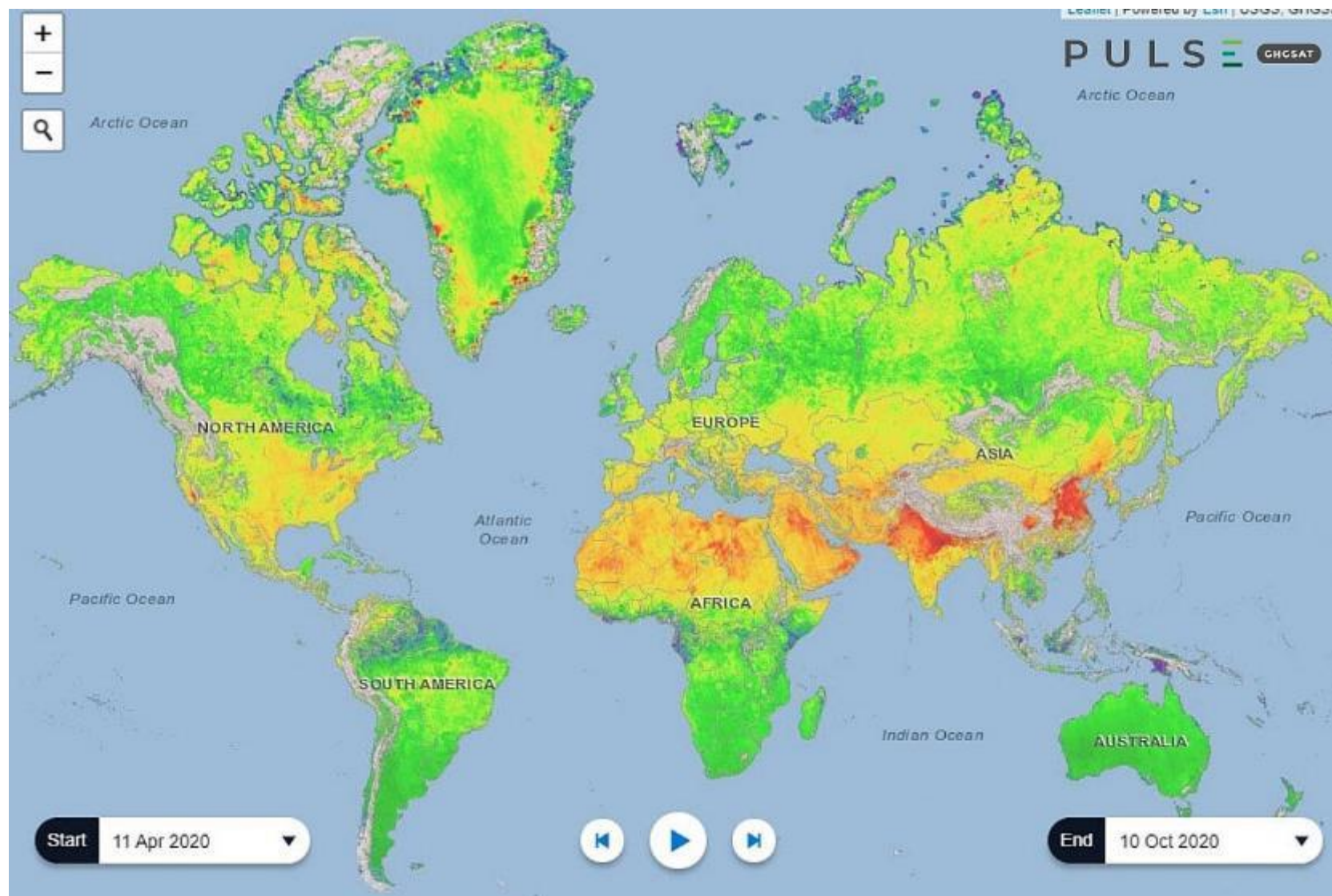


Perspectives, autres méthodes

Le méthane vu d'en haut



CITEPA



<https://pulse.ghgsat.com/>

Encore des choses à connaître

Sur les vaches par exemple:

- Populations : incertitudes sur la bonne compréhension des catégories SAA (passage d'une catégorie à l'autre, animaux vivant moins d'un an, ...).
- Alimentation : évolution des pratiques non prise en compte
- Excrétion azotée : évolution des pratiques non prise en compte et références anciennes
- Fermentation entérique : améliorations en cours pour mieux prendre en compte l'évolution des pratiques
- Facteurs d'émission fumier/litière accumulée : forte incertitude sur les FE des guidebook internationaux utilisés (question de l'adéquation de ces FE au système)
- Emissions à la pâture : temps pâture, révision des FE
- Couvertures de fosses : non prises en compte

Raffinement Giec 2019



- Mise en application : prévue pour l'inventaire portant sur l'année 2021, publié en 2023
- Principales modifications identifiées pour les sols agricoles : révision des facteurs d'émission de N₂O
- Engrais minéraux : passage de 1% à 1,6% d'azote volatilisé en N₂O ;
- Épandage des déjections : passage de 1% à 0,6% d'azote volatilisé en N₂O ;
- Pâturage : passage de 2% à 0,6% d'azote volatilisé en N₂O pour les bovins porcins et volailles, et de 1% à 0,3% d'azote volatilisé en N₂O pour les autres.
- Emissions indirectes liées à la redéposition : passage de 1% à 1,4%
- Emissions indirectes liées au lessivage : passage de 0,75% à 1,1%