Débat public du 9 novembre 2026

Engrais azotés et Souveraineté alimentaire

Gilles BILLEN
CNRS, Sorbonne-Université

1ère Partie:

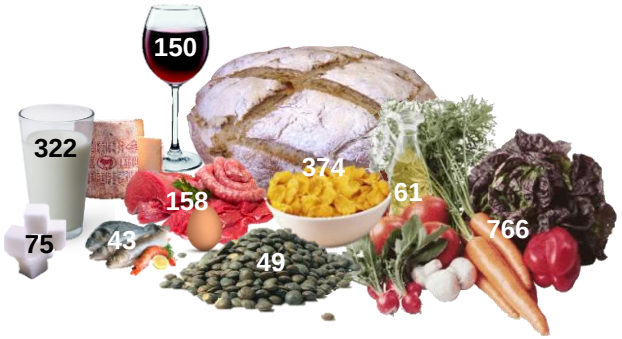
Azote et souveraineté: de quoi parlons-nous?

Pourquoi l'azote est-il au cœur des débats sur la souveraineté alimentaire et la transition écologique?

3 raisons:

1. L'azote des protéines est le constituant essentiel de la nourriture

Avec un besoin universel de ~3.6 kgN/pers/an



2. L'azote est l'élément limitant principal de la production agricole

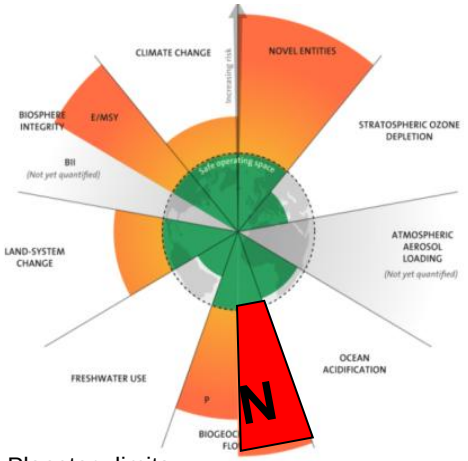
Les apports d'N au sol déterminent le rendement dans la plupart des systèmes agricoles



3. Les pertes d'azote vers l'environnement (hydriques ou gazeuses) causent des perturbations majeures du fonctionnement des écosystèmes et dépassent les limites planétaires

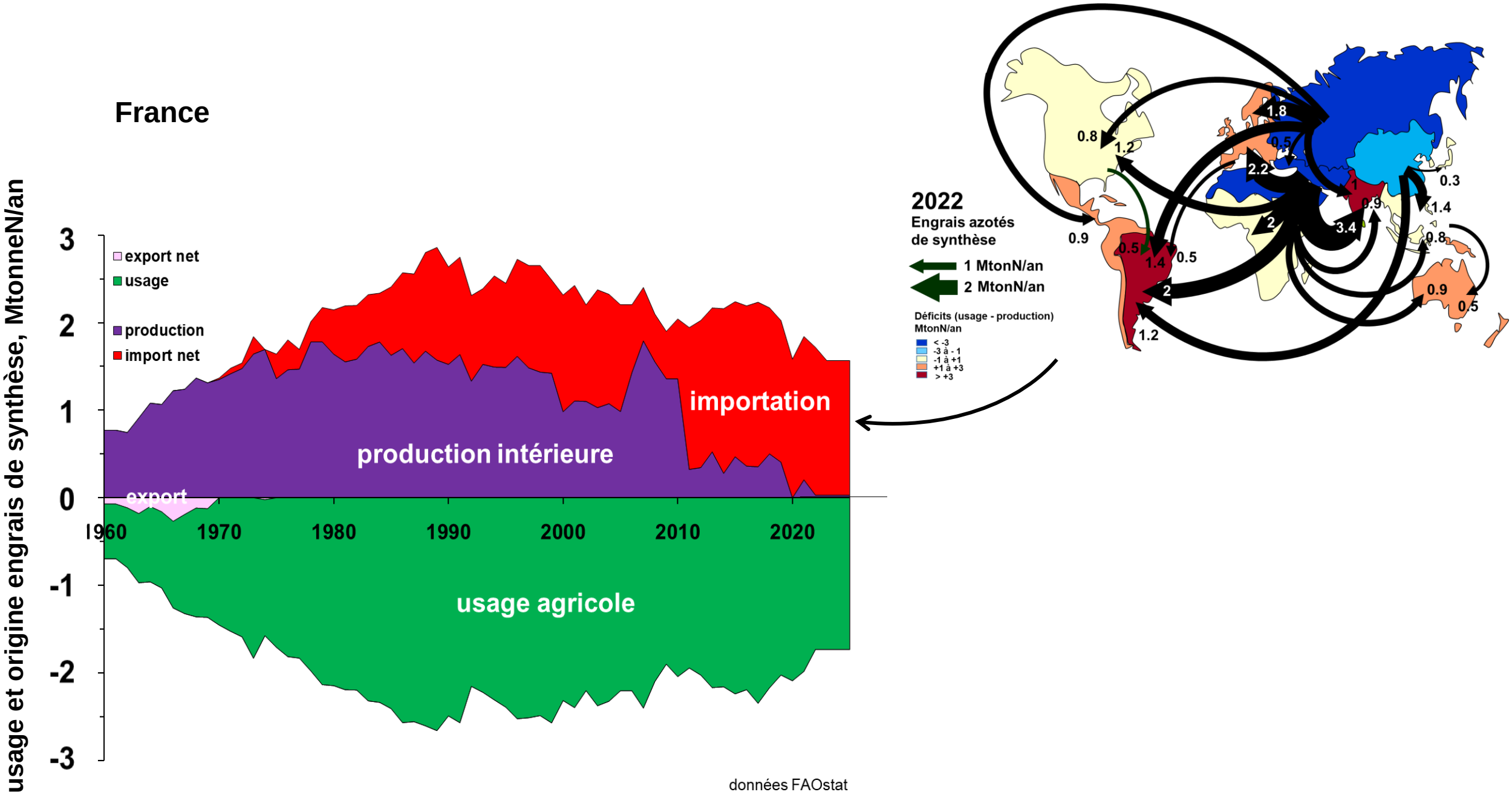


Eutrophisation, contamination eau potable, pollution atmosphérique, émission de N_2O …



Planetary limits:
Steffen et al, 2015; Persson et al., 2022

La dépendance de la France aux importations d'engrais N de synthèse



Le paradoxe de l'azote

La forme la plus abondante d'N sur terre est inaccessible pour la plupart des organismes



Le supplice de Tantale



Azote atmosphérique inerte (N_2)

80% de l'atmosphere

La cascade de l'azote

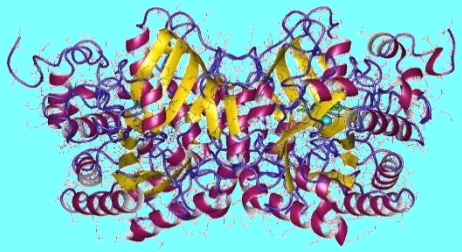
Dénitri-fication

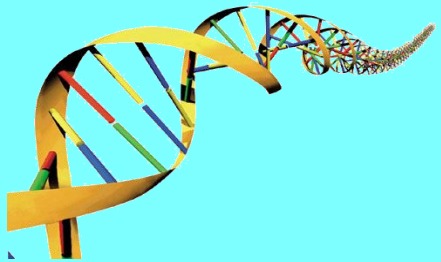
N_2O

Ammonif, nitrif, volatilis, lessivage

Formes réactives de l'azote:

NH_3 , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , N_2O, NO_2…
N organique N: protéines, acide nucléiques

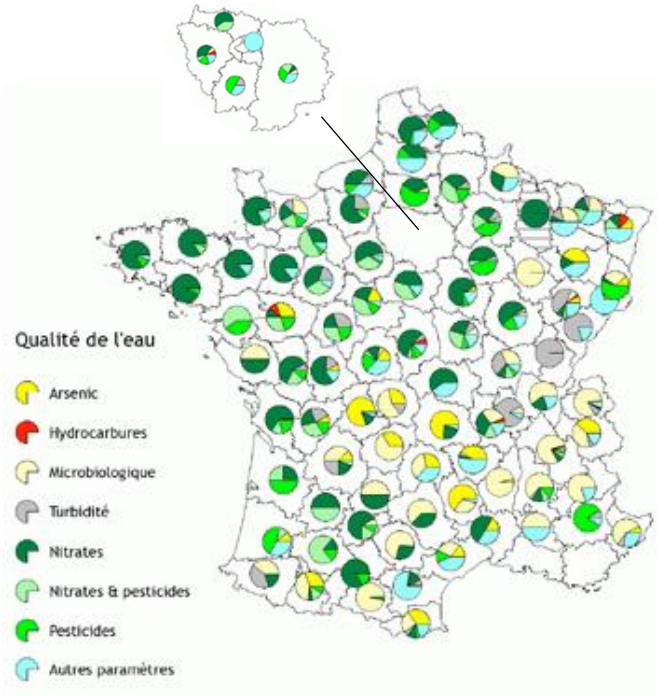




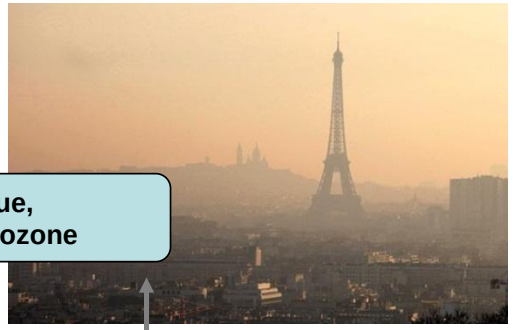
Les formes réactives de l'N sont très mobiles (gazeuses ou solubles) et retournent à la forme inerte N_2

La cascade de l'azote perdu

Les pertes environnementales d'azote sont à l'origine de graves dysfonctionnements



Entre 1998 et 2008:
abandon de 440 captages d'eau potable



Pollution atmosphérique, effet de serre et couche d'ozone

pratiques agricoles

N_2O, NH_3

N_2O

NO_x

aquifère

NO_3^-

Zones humides

rivières

Contamination des eaux souterraines



conc NO_3 > 50 mgNO_3/l

Rejets urbains

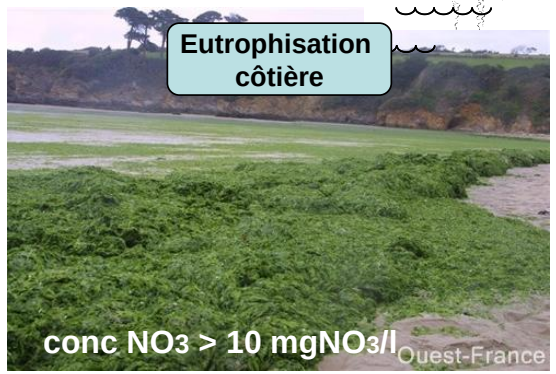
estuaire

Zone marine côtière

Contamination des eaux de surface



Eutrophisation côtière



conc NO_3 > 10 mgNO_3/l

Ouest-France

Le paradoxe de l'azote

La forme la plus abondante d'N sur terre est inaccessible pour la plupart des organismes



Le supplice de Tantale



Azote atmosphérique inerte (N_2)

80% de l'atmosphere

La cascade de l'azote

Dénitri-fication

N_2O

Ammonif, nitrif, volatilis, lessivage

Fixation d'N_2

2 processus

Formes réactives de l'azote:
NH_3 , NH_4^+, NO_2^- , NO_3^- , N_2O, NO_2…

N organique N: protéines, acide nucléiques



Recyclage interne

Les formes réactives de l'N sont très mobiles (gazeuses ou solubles) et retournent à la forme inerte N_2

Deux processus pour la fixation de l' N_2 atmosphérique

(1) Fixation symbiotique

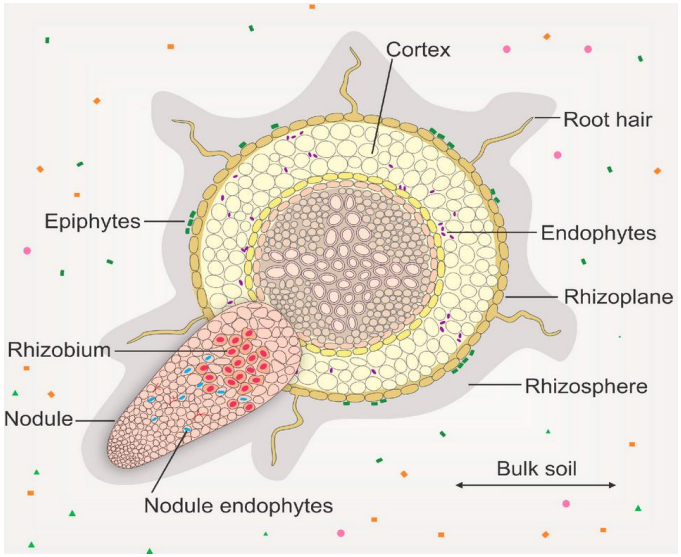
Légumineuses graines
Lentilles, pois, haricots, soja,…

Légumineuses Fourrage
Trèfle, luzerne,…

N_2 + sucre → protéines

Azotobacter
Rhizobium en symbiose avec les légumineuses











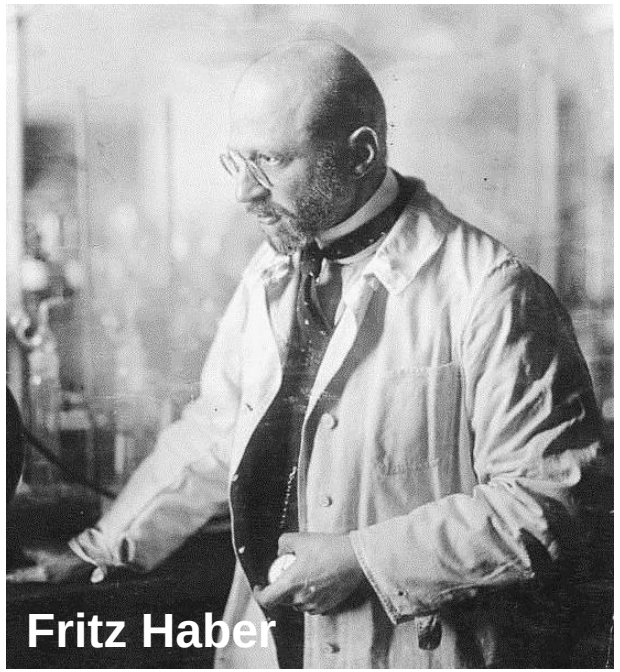
Deux processus pour la fixation de l' N_2 atmosphérique

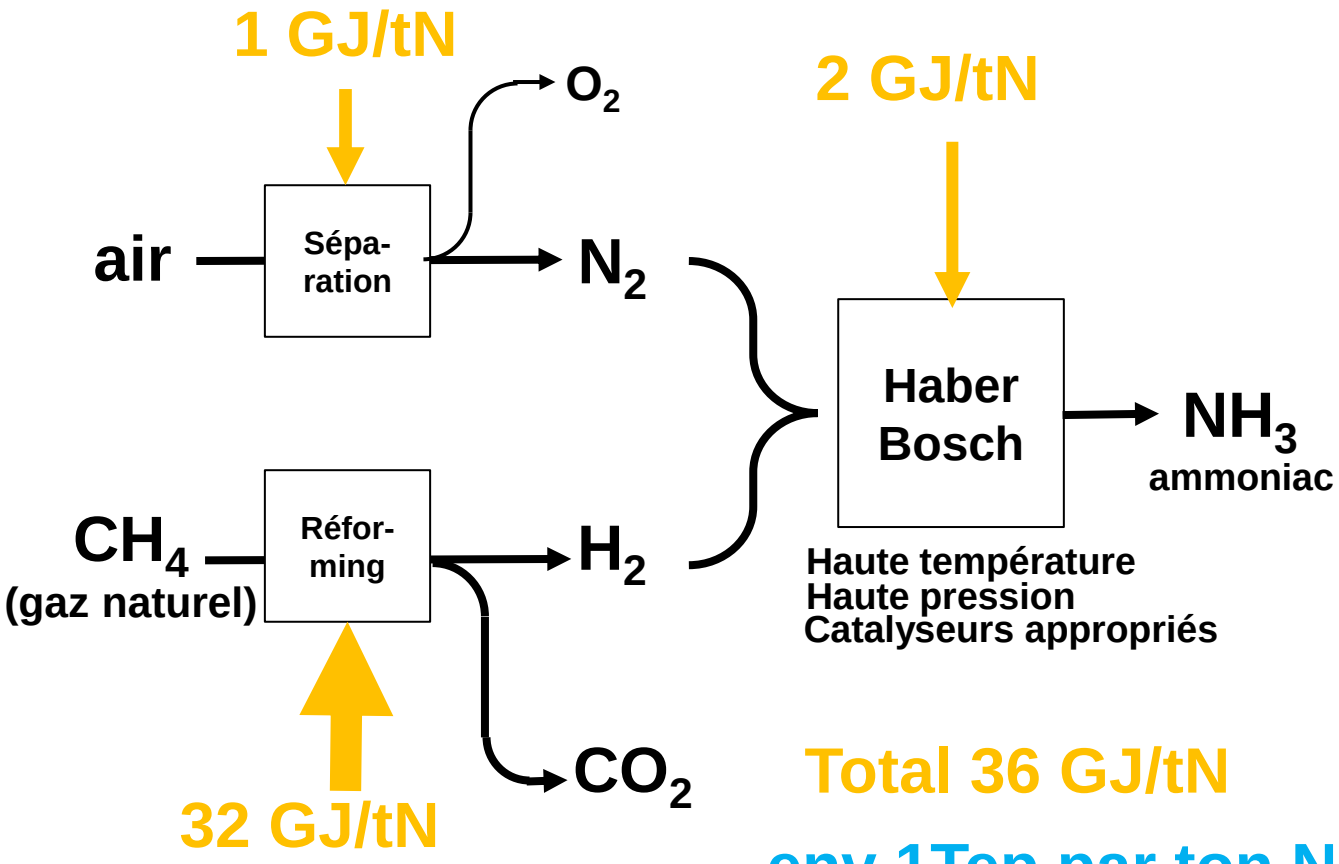
(2) Les engrais de synthèse industriels

Le procédé Haber- Bosch (1909)

D'abord pour la production d'explosifs,
Ensuite pour la production d'engrais









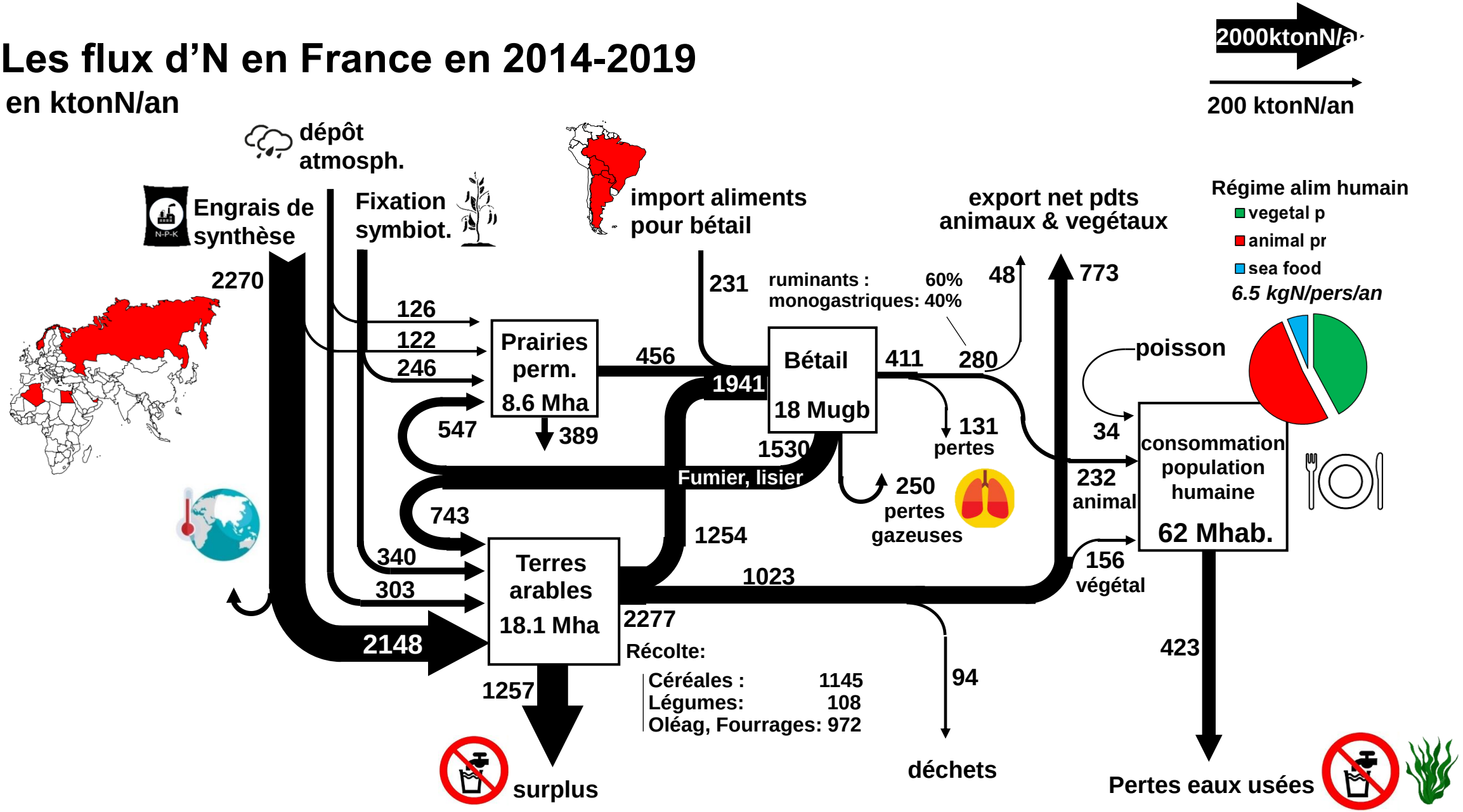
Total 36 GJ/tN

env 1Tep par ton N

Le cycle de l'azote dans l'agriculture française aujourd'hui

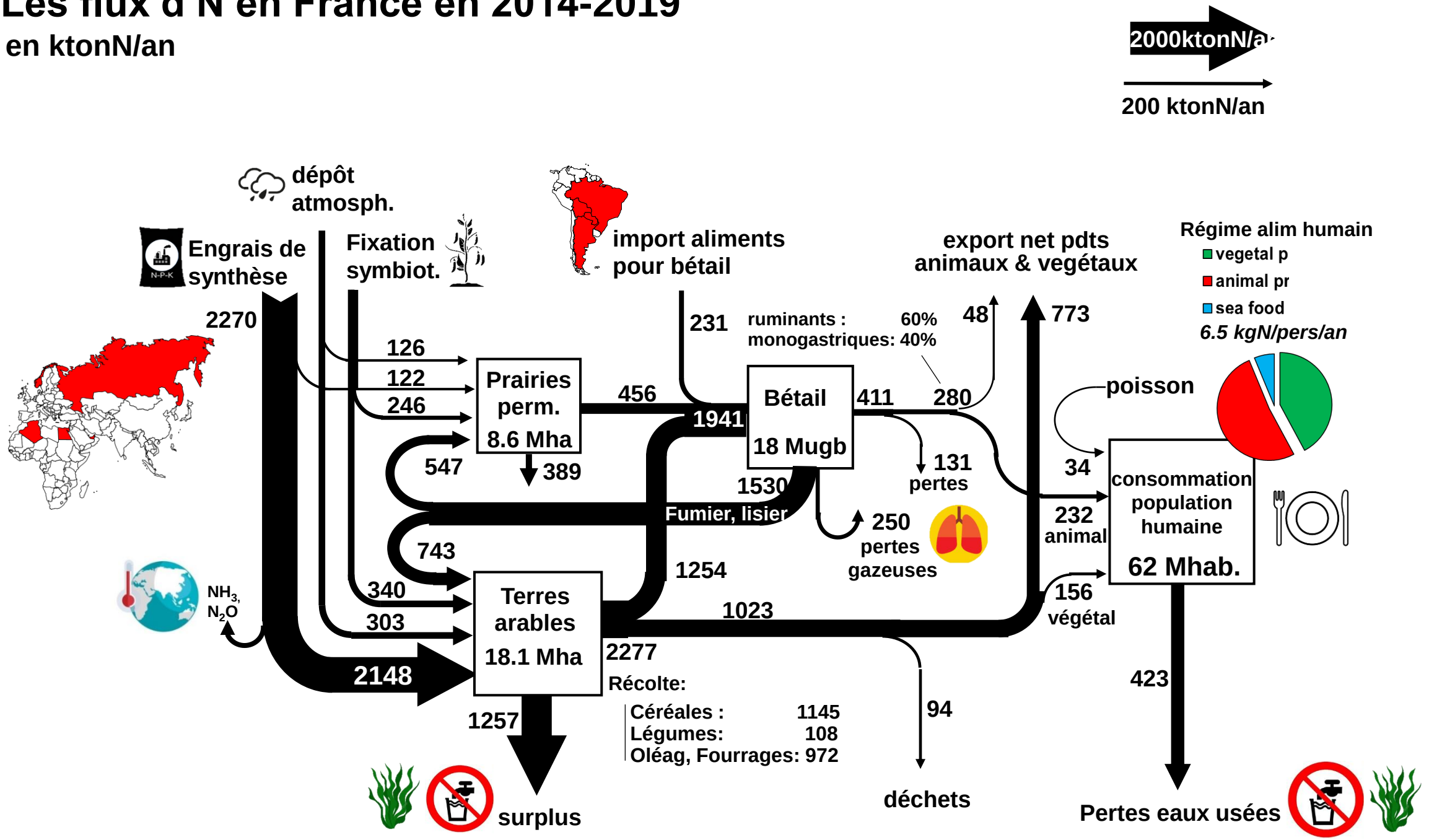
Les flux d'N en France en 2014-2019

en ktonN/an



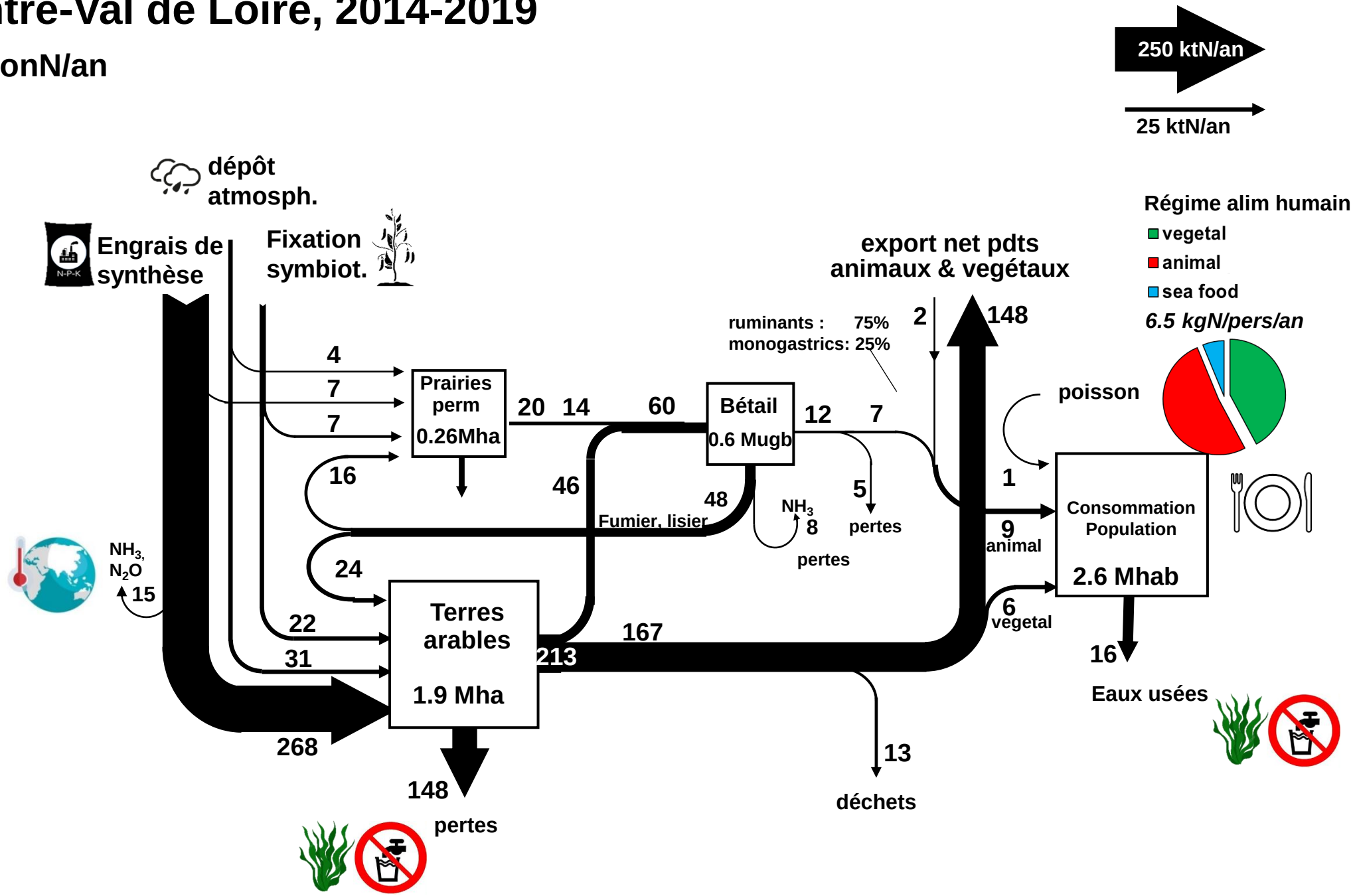
Les flux d'N en France en 2014-2019

en ktonN/an



Centre-Val de Loire, 2014-2019

en ktonN/an



Bretagne, 2014-2019

en ktonN/an

