

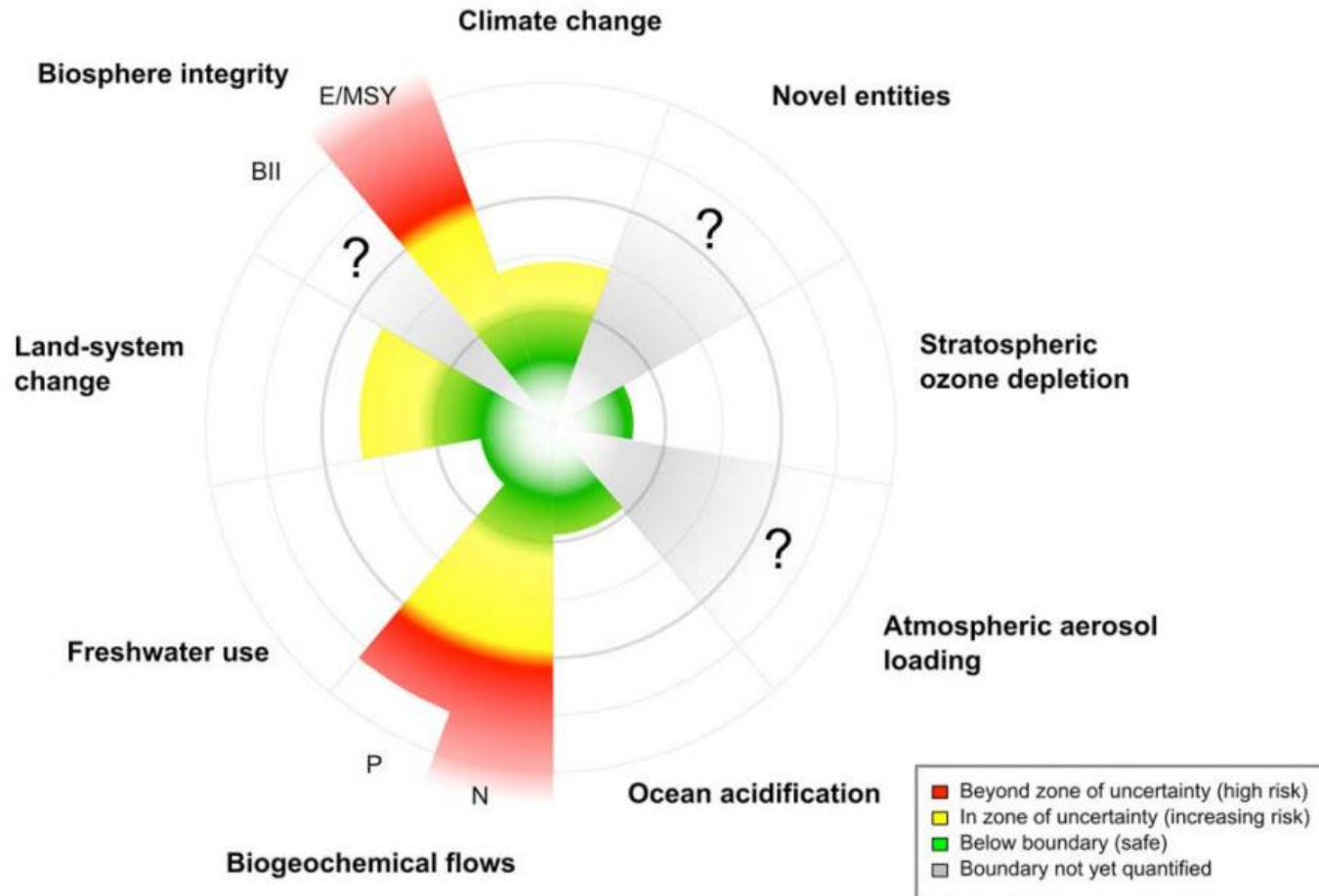
## Le système alimentation/excrétion de Paris : oscillations passées, présentes et futures entre linéarité et circularité

F. Esculier\*, J. Le Noë, S. Barles, G. Billen, B. Créno, J. Garnier,  
J. Lesavre, L. Petit, J-P. Tabuchi

\*fabien.esculier@ponts.org



# Les limites du système Terre à l'Anthropocène



Steffen, Rockström, et al. 2015

# Origines des flux anthropiques d'azote (N) et de phosphore (P)

Bilan annuel

85%  
(Billen et al. 2011)

90%  
(Cordell et al. 2009)

## Alimentation

OMS,  
2002

3,4 kg N →

Brownlie,  
2015

350 g P →



## Excrétion

→ 3,4 kg N

→ 340 g P

Besoin physiologique  
confortable

Besoin physiologique  
confortable

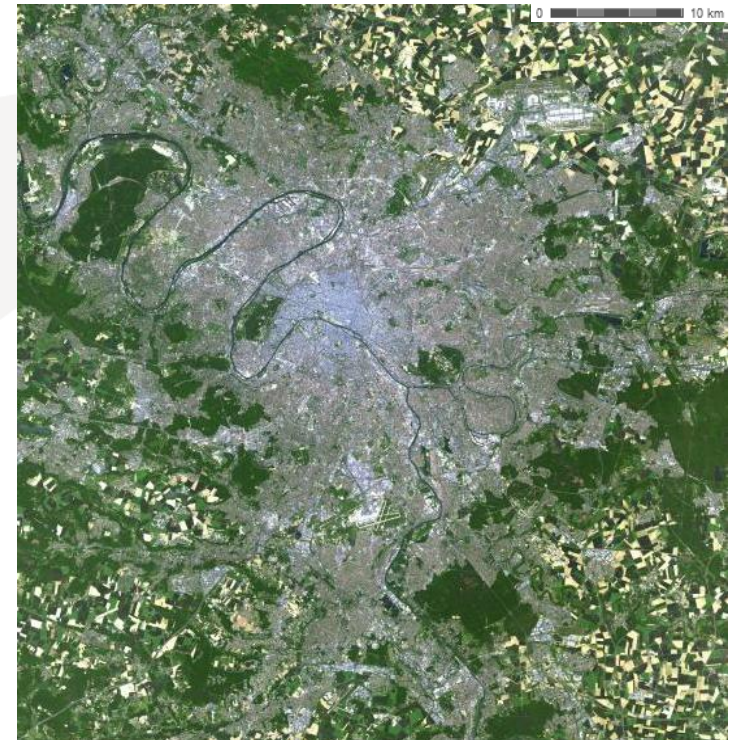
« Il faut manger

pour vivre »



# Cadre et méthodologie

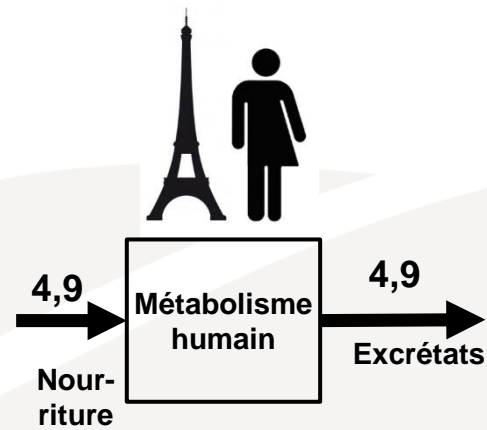
- **Objectif** : relier l'échelle humaine et l'échelle planétaire en évaluant l'empreinte azote et phosphore du métabolisme humain
- **Limites temporelles** : 2012-2013
- **Limites spatiales** :  
l'agglomération parisienne :  
10,6 millions d'habitants  
agglomérés en 2012
- **Méthodologie** : Analyse de flux de substances. Empreinte amont-aval centrée sur le métabolisme humain.  
Exploitation de bases de données majoritairement locales



Géoportail

# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris

kgN/pers/an



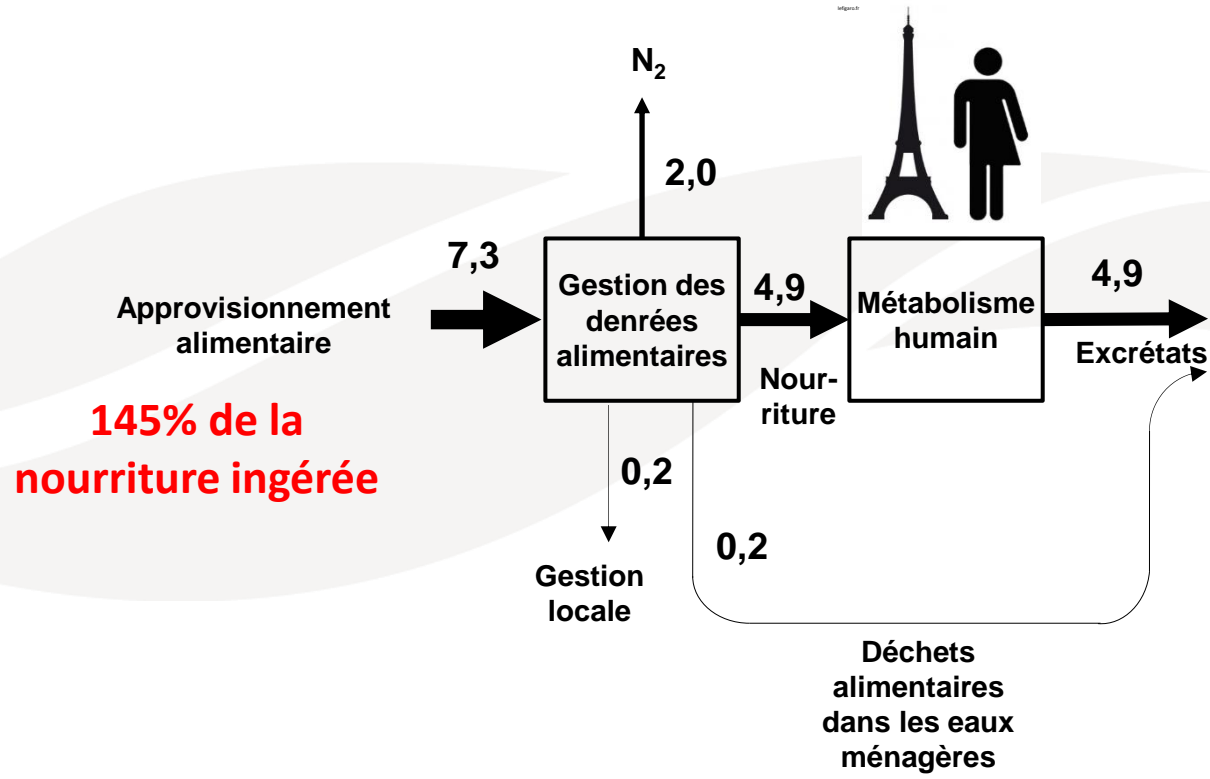
**150% du besoin physiologique**





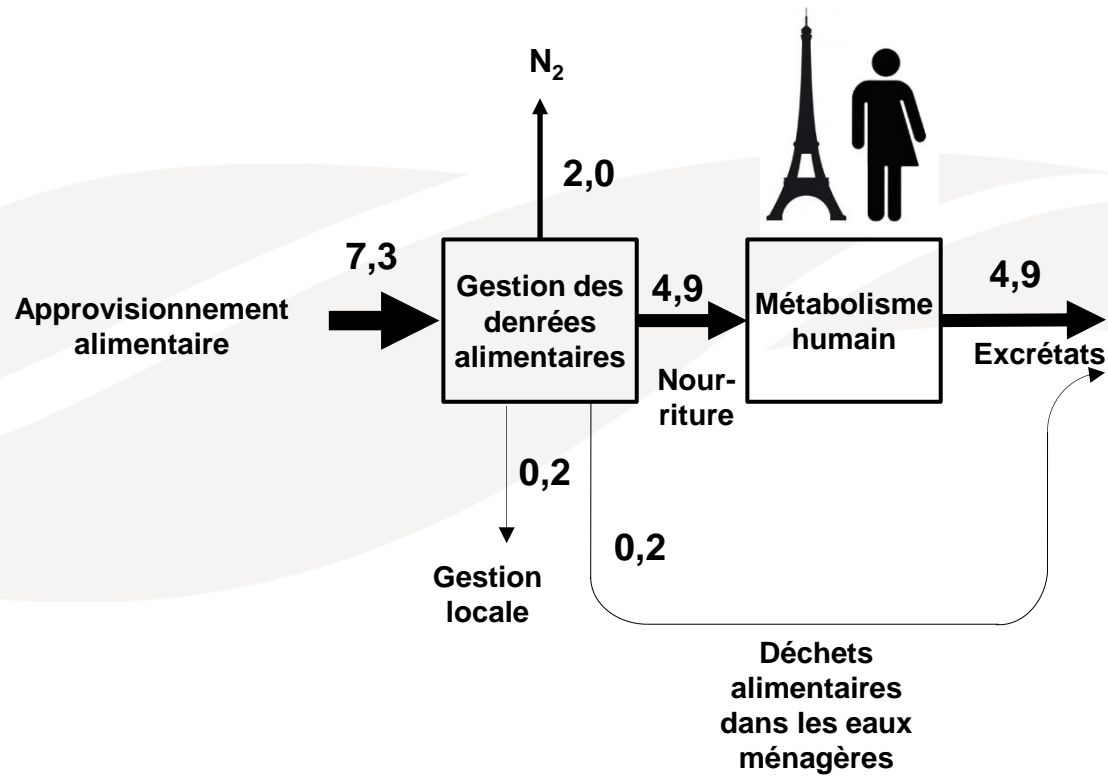
Le azote d'un  
du Grand Paris

kgN/pers/an



# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris

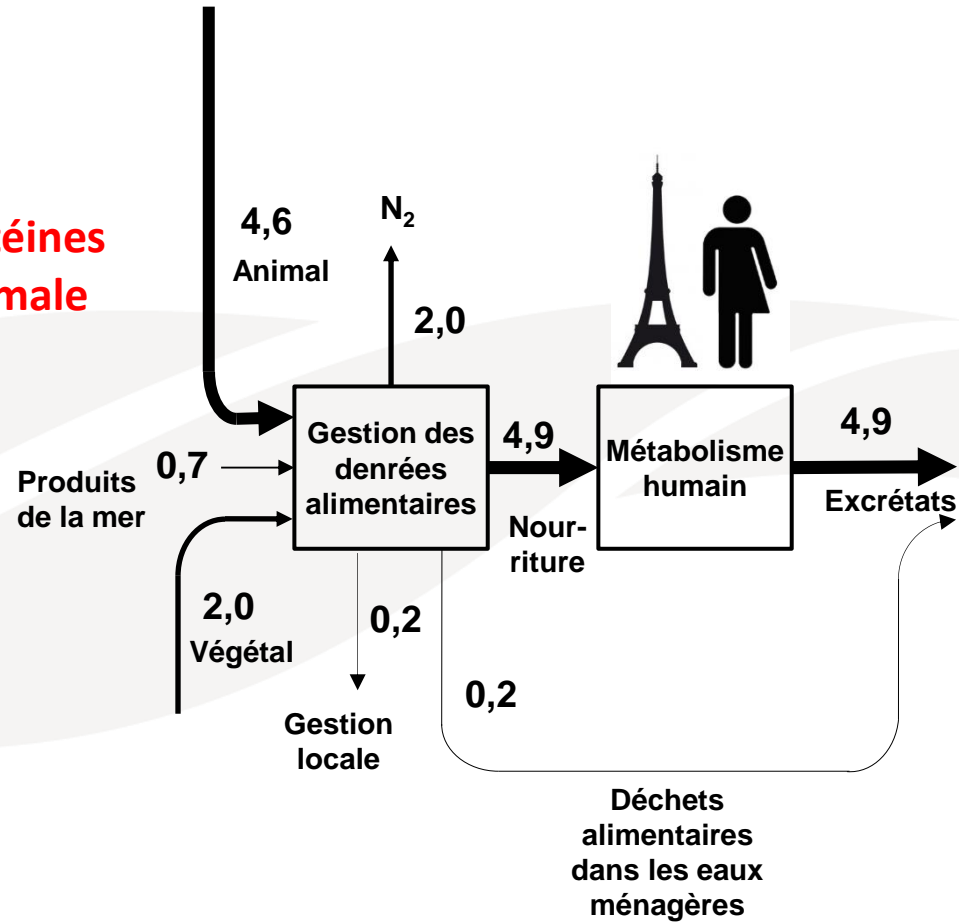
kgN/pers/an



# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris

kgN/pers/an

> 70% de protéines d'origine animale

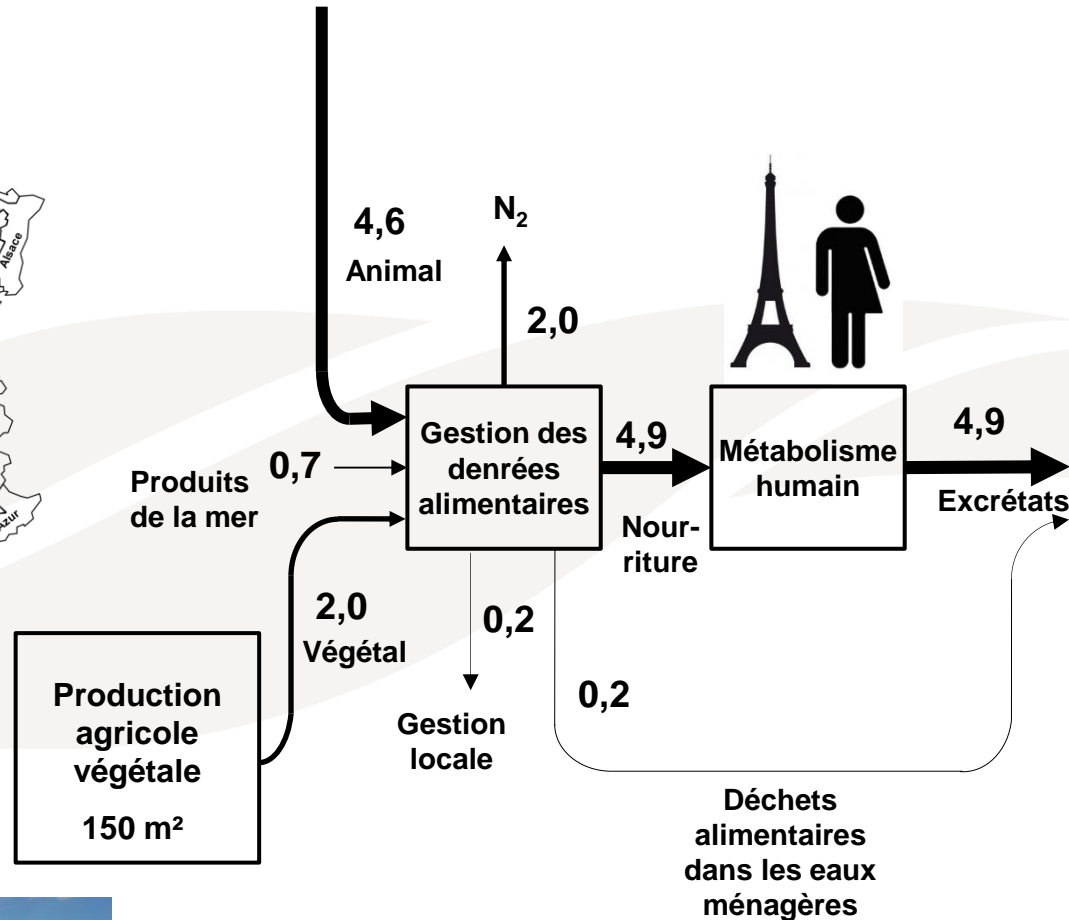
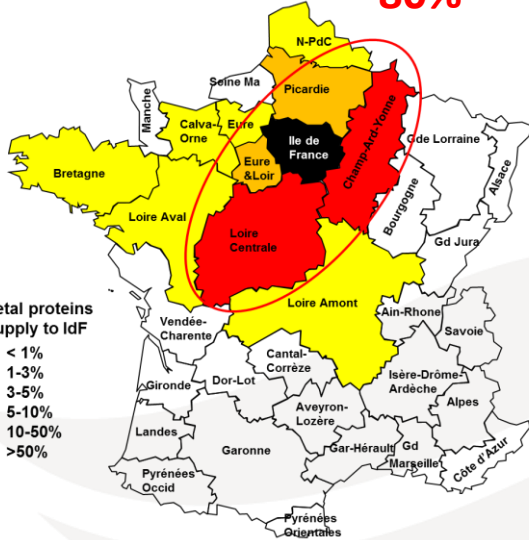




# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris

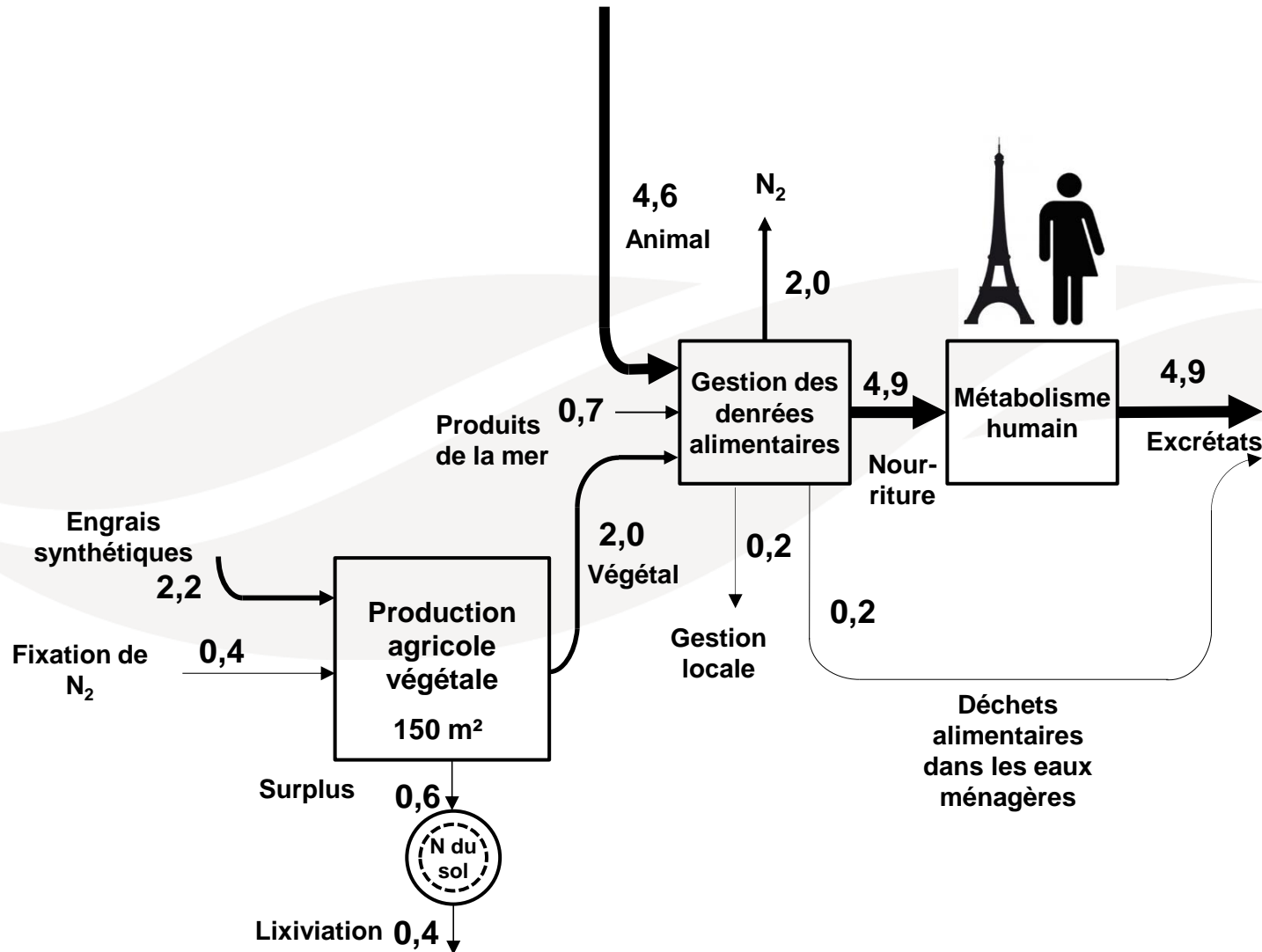
kgN/pers/an

80%



# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris

kgN/pers/an



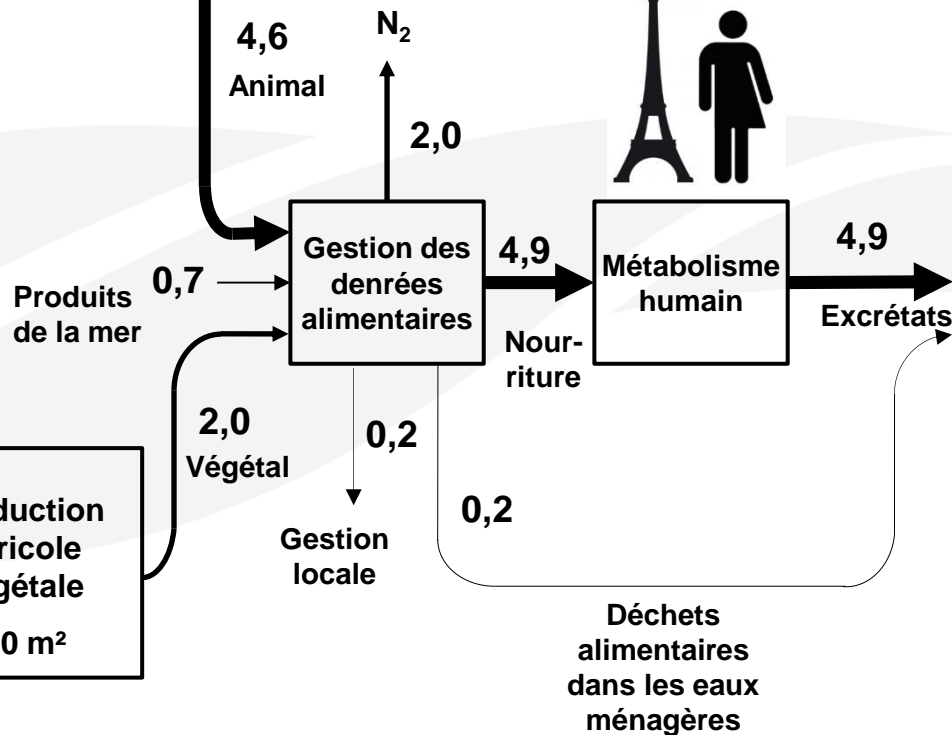
# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris



www.actu-environnement.com

**Production agricole animale**  
4.410 m<sup>2</sup>

**Production agricole végétale**  
150 m<sup>2</sup>



# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris

270 m<sup>2</sup> de ville

32 m<sup>2</sup> de logement



Production agricole animale  
4.410 m<sup>2</sup>

Production agricole végétale  
150 m<sup>2</sup>

Produits de la mer

4,6  
Animal

N<sub>2</sub>  
2,0

Gestion des denrées alimentaires

Métabolisme humain

4,9

Excrétats

0,7

2,0  
Végétal

4,9  
Nourriture

0,2

Gestion locale

0,2

Déchets alimentaires dans les eaux ménagères



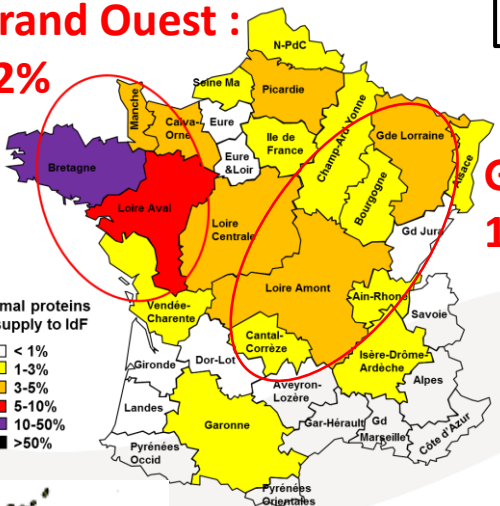
# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris

Production agricole animale  
4.410 m<sup>2</sup>

Production agricole végétale  
150 m<sup>2</sup>

Grand Ouest :  
32%

Grand Est :  
13%

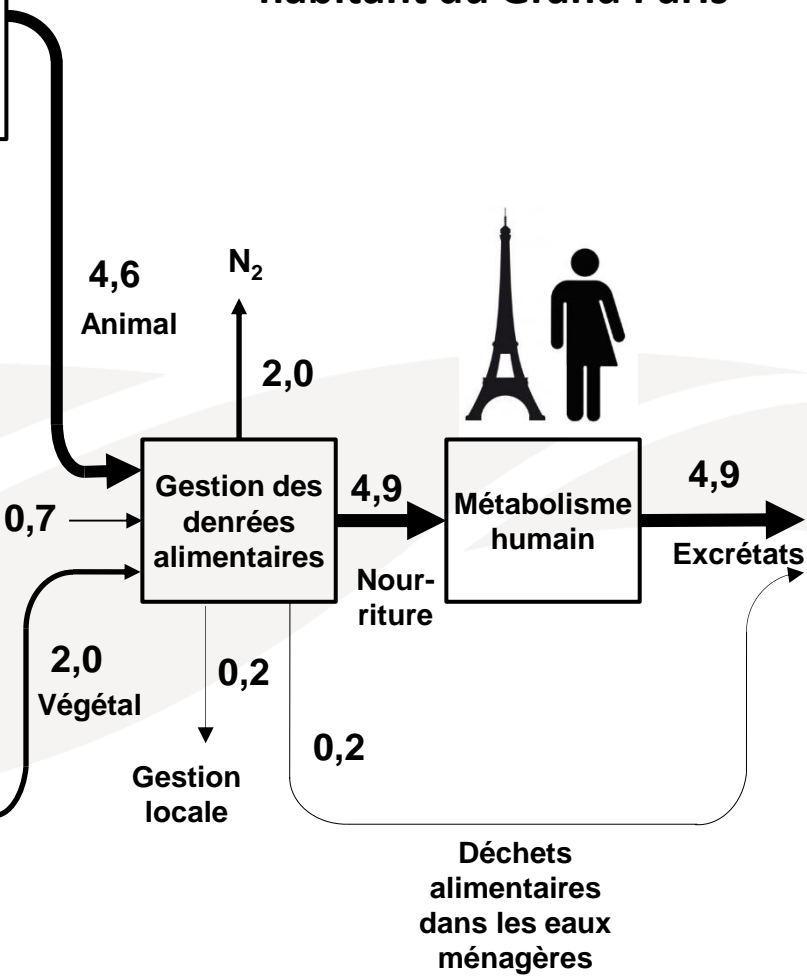


Animal proteins % supply to IdF

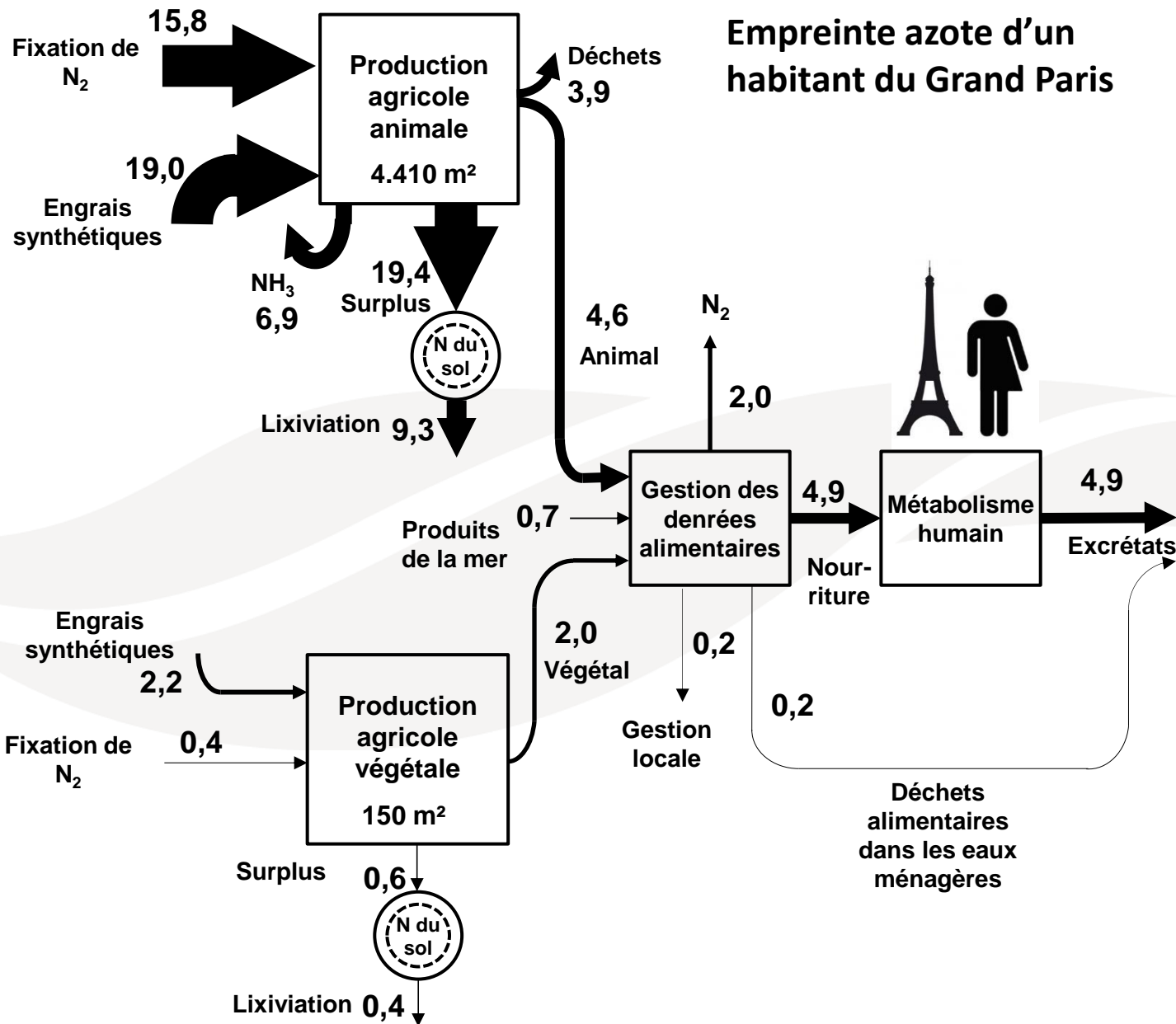
- < 1%
- 1-3%
- 3-5%
- 5-10%
- 10-50%
- >50%

Animal proteins % supply to IdF

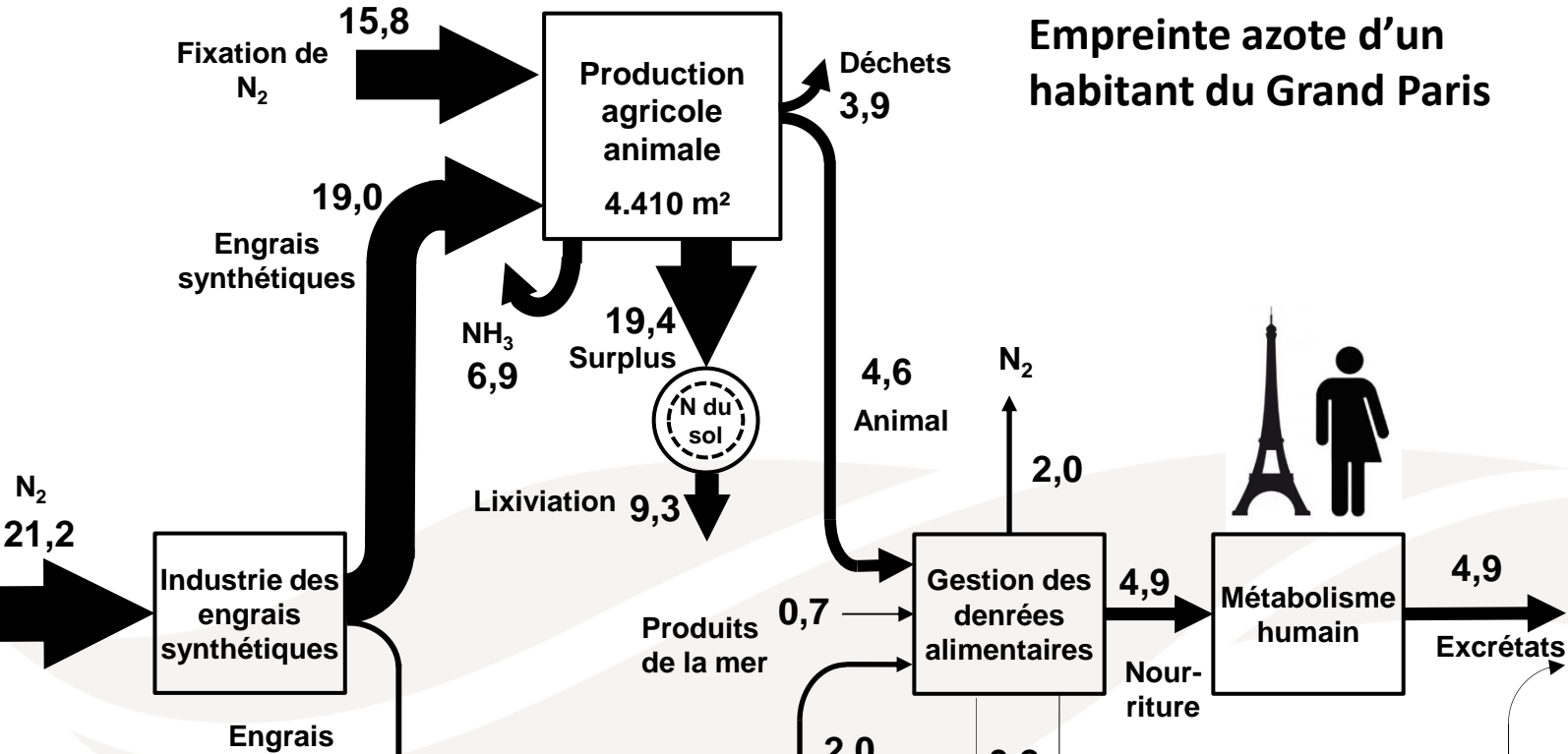
- < 1%
- 1-3%
- 3-5%
- 5-10%
- 10-50%
- >50%



# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris



# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris



Usine Yara au Havre, ouverture fin années 60

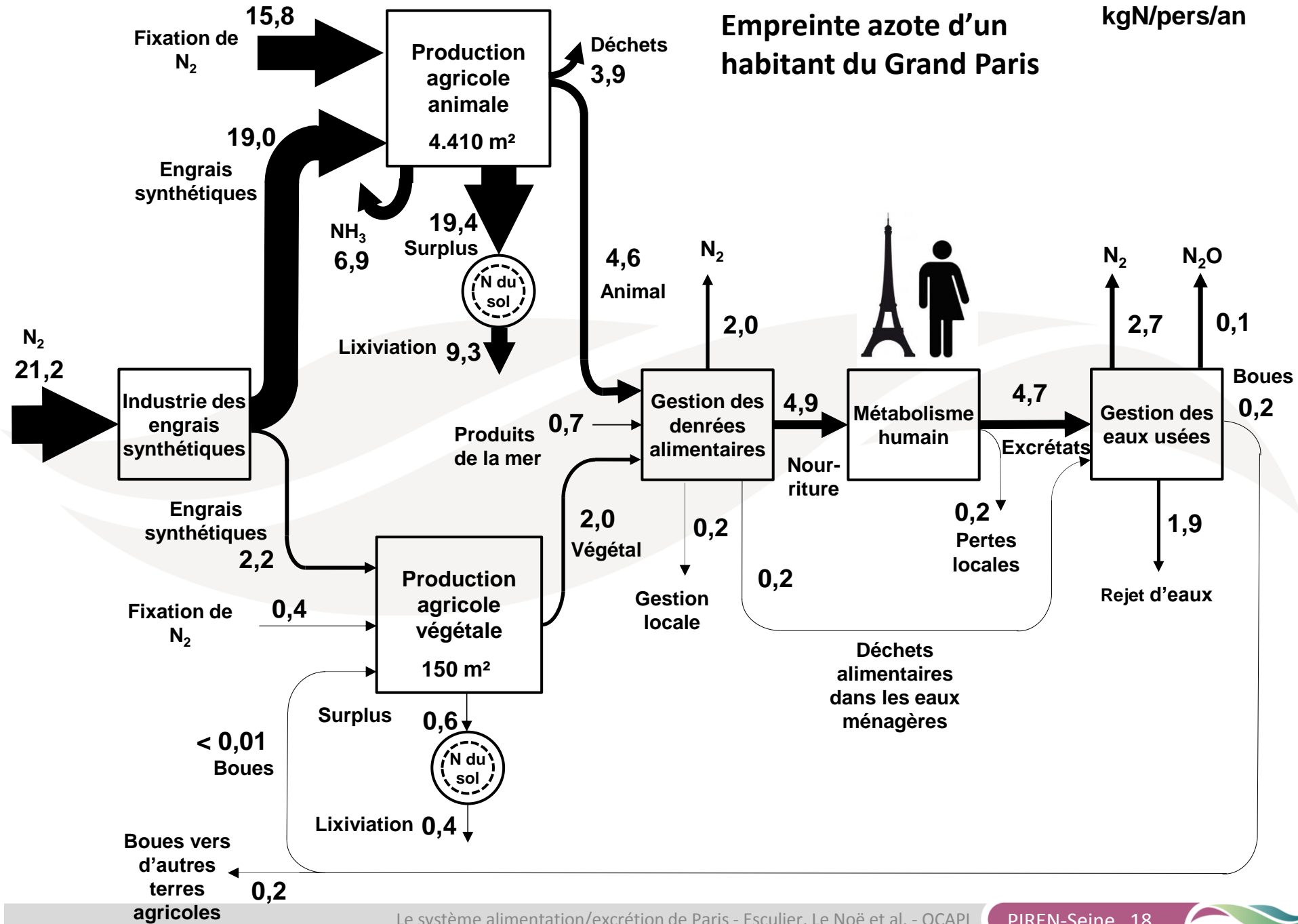
Déchets alimentaires dans les eaux ménagères





# Empreinte azote d'un habitant du Grand Paris

kgN/pers/an



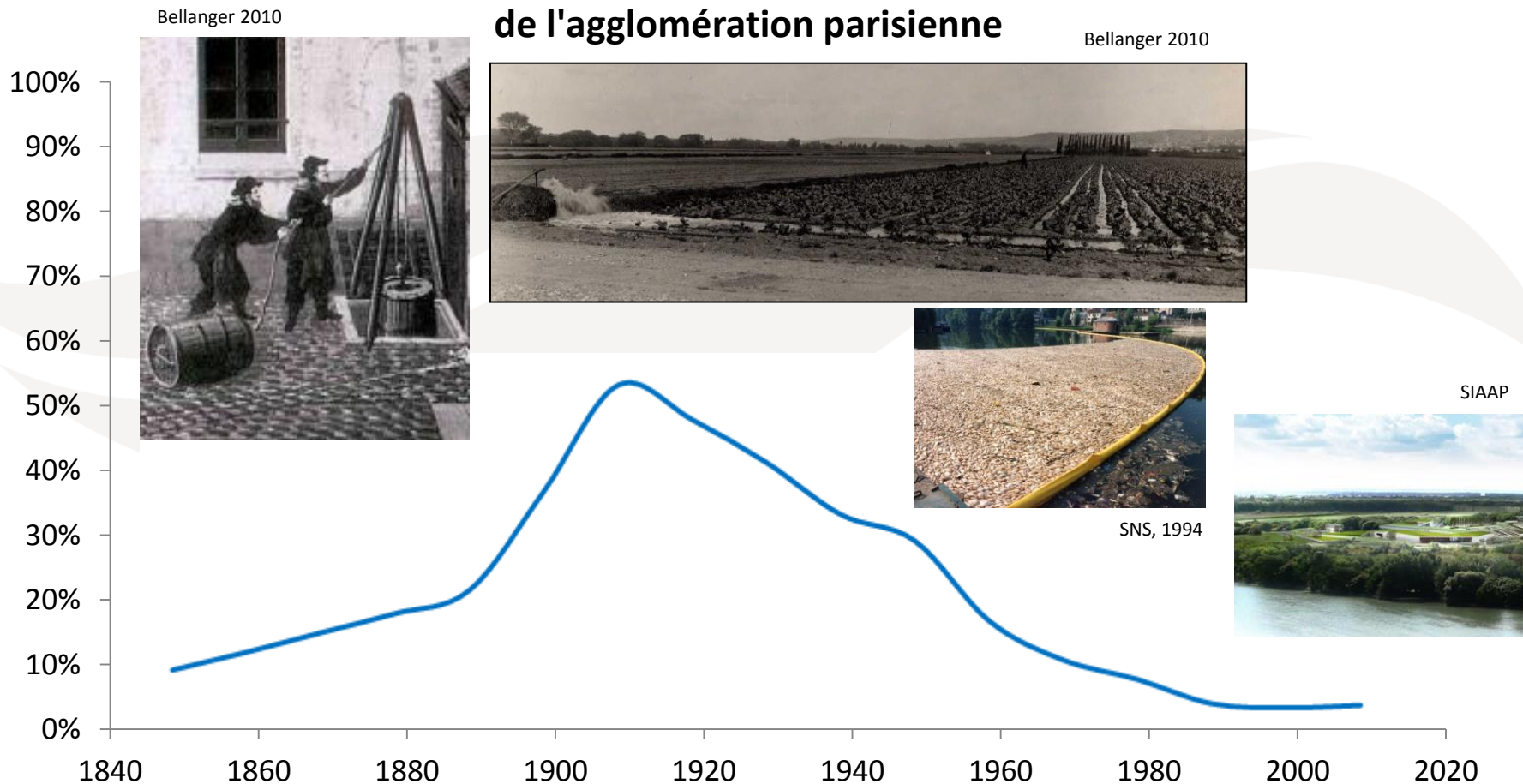
# Beaucoup de changements possibles

- Régime alimentaire :
  - Quantité totale de protéines ;
  - Proportion de protéines animales ;
- Agrosystèmes :
  - Systèmes intensifs VS extensifs
- Recyclage :
  - Biodéchets : généralisé en 2025 théoriquement... mais quelle gestion de l'azote dans la « valorisation » ?
  - Excréments humains



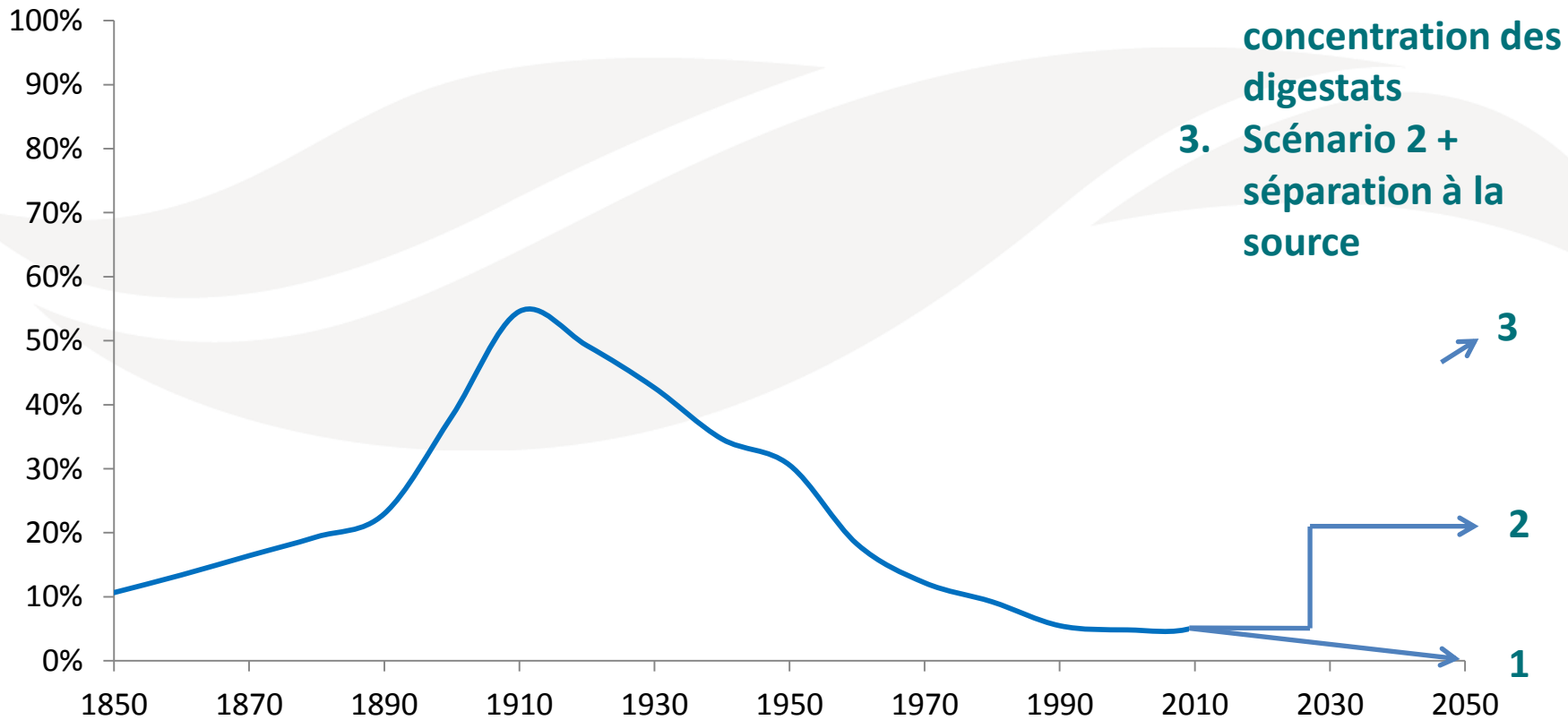
# Perspective historique

## Taux de recyclage agricole de l'azote des urines et matières fécales de l'agglomération parisienne



# Prospective

## Taux de recyclage agricole de l'azote des urines et matières fécales de l'agglomération parisienne



1. Scénario linéaire incinération
2. Scénario concentration des digestats
3. Scénario 2 + séparation à la source





# Le scénario 3 : séparation à la source

- 2016 : 1 urinoir
- Début 2018 : + 50 personnes
- Fin 2018 : + 300 personnes



- 2019 : > 1.000 personnes ??



etc.



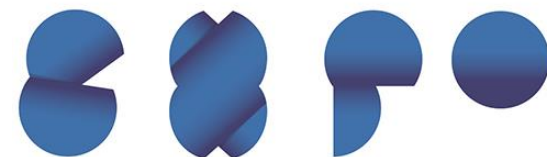
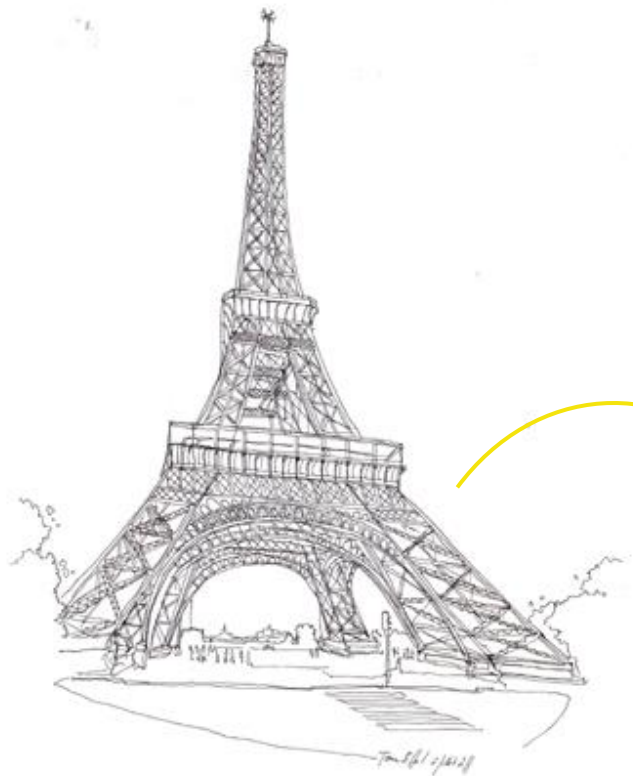
# Conclusion

- Alimentation et excrétion font système et invitent à l'établissement d'une politique nutriments
- Quatre politiques à harmoniser (voire créer) pour une transition écologique :
  - Alimentation
  - Agriculture
  - Gestion des biodéchets
  - Gestion des excréments
- Séparation à la source actuellement sous-investie au regard de son potentiel





Merci de votre attention !



FRANCE 2025

**Paris, future  
capitale mondiale  
des JO,  
de l'Expo...  
et du pipi en lingots !**



# Le scénario 3 séparation à la source

- De très bons résultats sur le papier....

(scénarios OCAPI-WINGS) :

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre (possiblement facteur 4) ;
- Des gestions des urines et matières fécales différentes selon les quartiers et les bâtiments ;
- De nouvelles filières économiques et de nouveaux emplois locaux ;
- Le retour d'un mutualisme ville-campagne

... à mettre à l'épreuve du concret !





