Le cycle de l'azote et l'azote dans les digestats de méthanisation

Patrick Dabert, Irstea – UR OPAALE Rennes

Bertrand Decoopman, Chambre d'Agriculture de Bretagne Rennes

Christian Couturier, Solagro Toulouse

Cycle de l'azote, les questions abordées

1. *D'où vient l'azote ?*
2. *Quelles sont ses formes ?*
3. *Quelles formes sont assimilables par les plantes ?*
4. *Quel est le cycle de l'azote en méthanisation ?*
5. *Combien d'azote est présent dans les digestats ?*

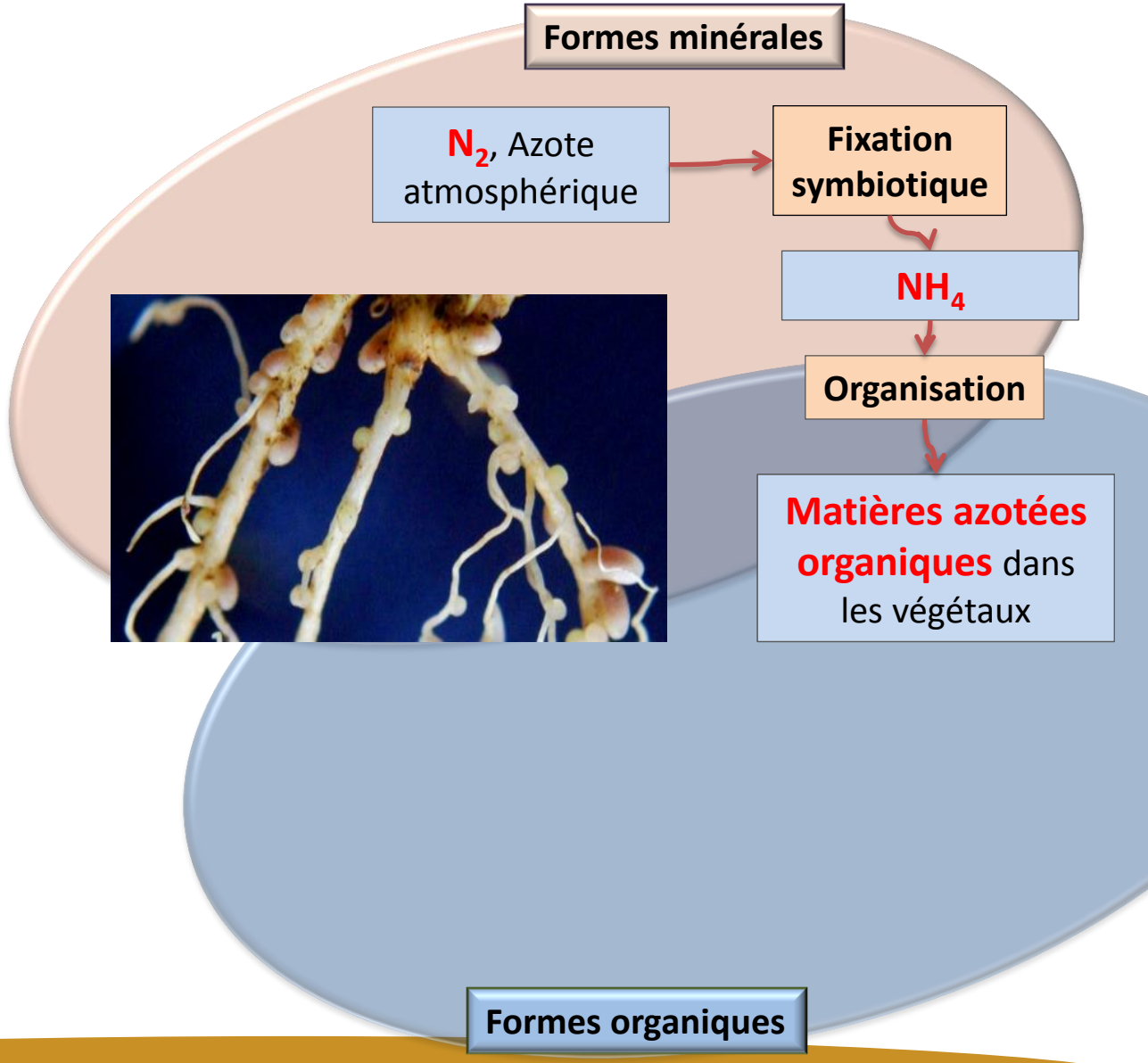
JRI biogaz méthanisation

Le cycle de l'azote : la fixation

Atmosphère = 78 % N_2

Fixation de l'azote par les micro-organismes qui captent le N_2 gazeux et le réduisent en NH_4+

Les plantes captent le NH_4+ pour fabriquer leurs molécules organiques (acides aminés, protéines, etc.)



Légende :
- Mécanisme
- Matières

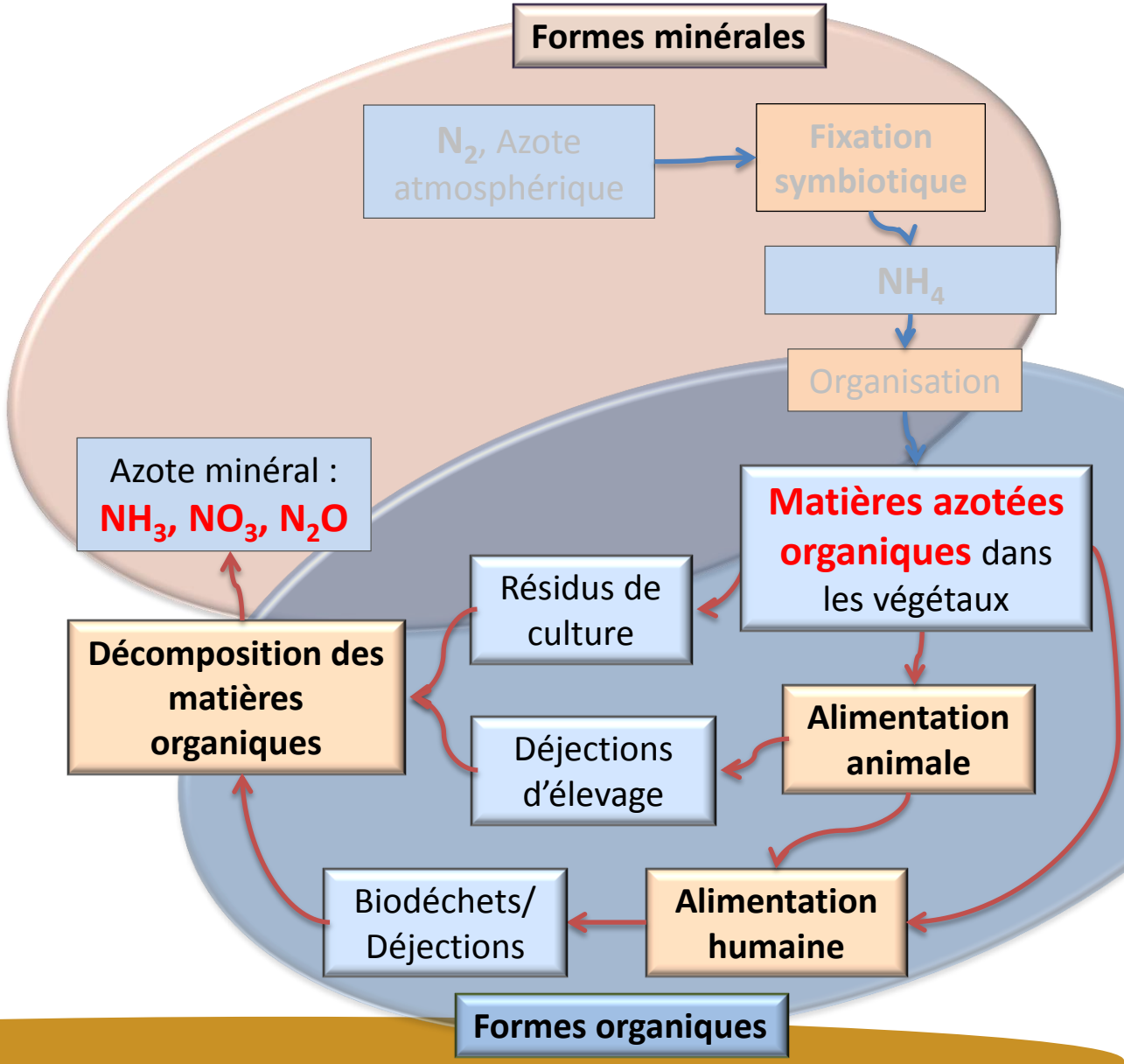
irstea

JRI biogaz méthanisation

Le cycle de l'azote : l'organisation et la minéralisation

Les formes azotées « passent » des végétaux vers les animaux et l'homme par l'alimentation.

Tout cet azote organique est minéralisé et retourne dans l'environnement sous formes :
Solide : MO
Liquide : NH_4, NO_3, NO_2
Gazeuse : NH_3, N_2O, N_2



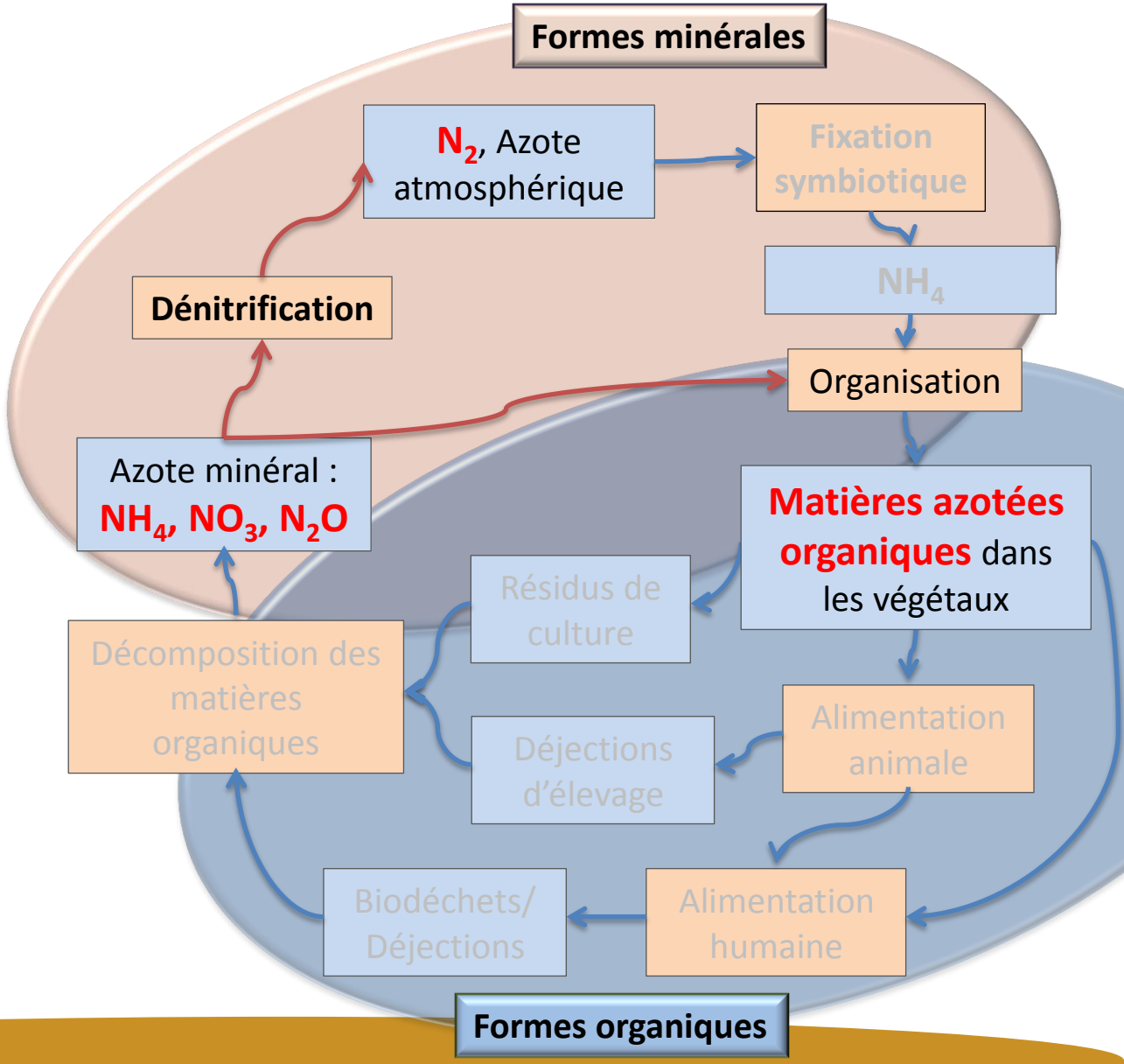
Légende : **Mécanisme** / **Matières**

irstea

JRI biogaz méthanisation

Le cycle de l'azote : bouclage du cycle

L'azote doit passer par une phase minérale pour que les racines des plantes puissent l'absorber.
Et le cycle peut redémarrer, avec des fuites qui peuvent se produire dans l'air ou dans l'eau

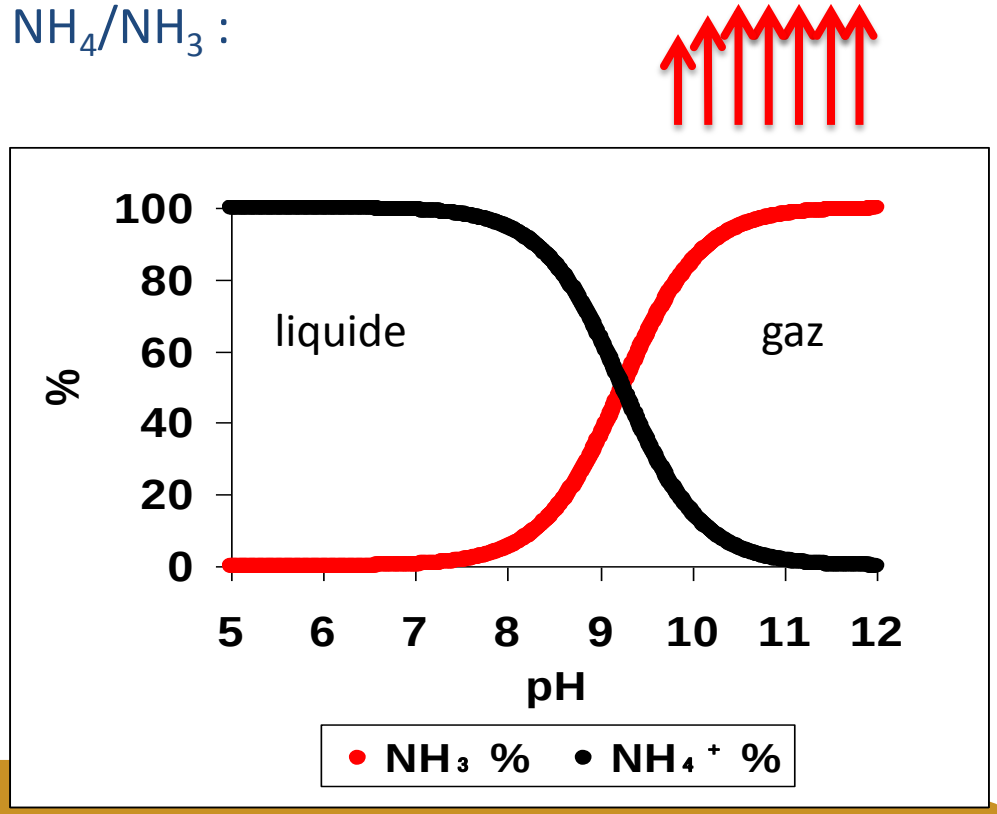


Légende : Mécanisme / Matières

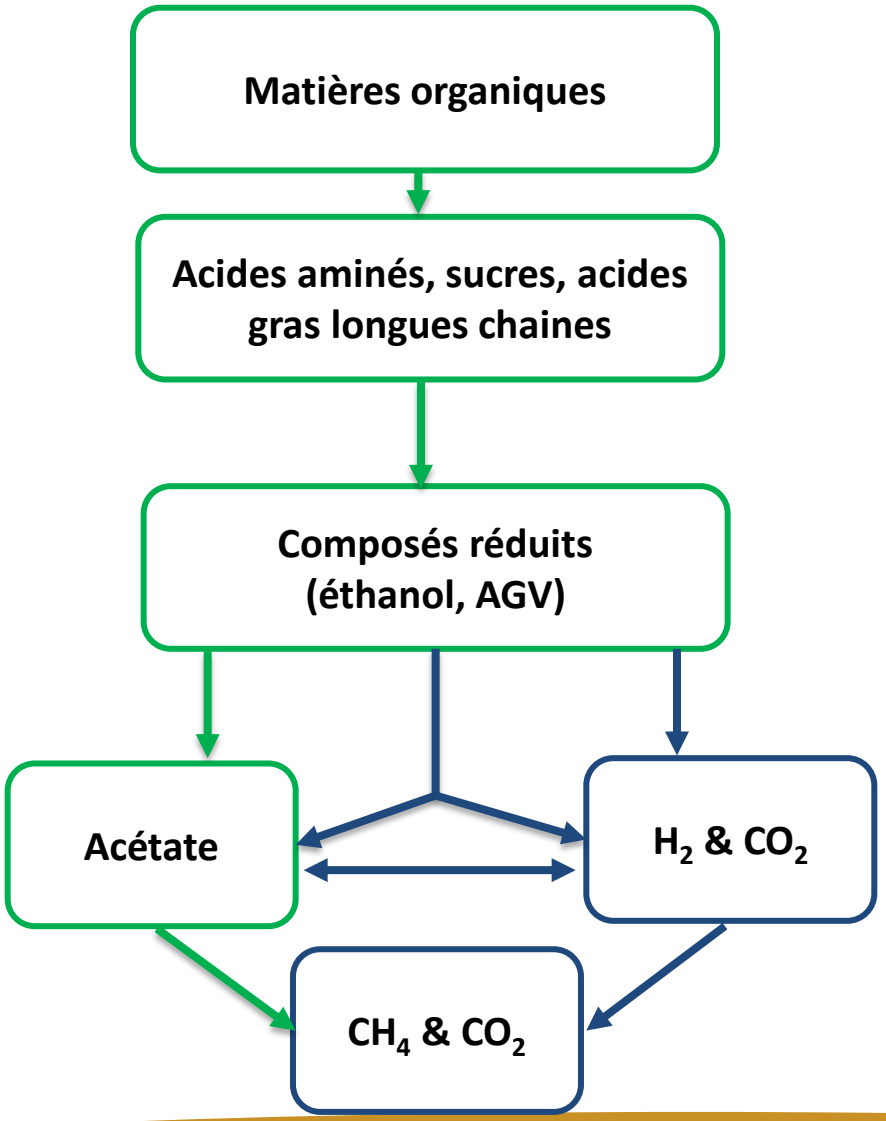
irstea

Les points clés

- Alternance de phases gaz (N_2, NH_3, N_2O), liquide (NH_4, NO_2, NO_3, MO dissoute), solide (MO)
- Minéralisation en absence d'O_2 produit du NH_4/NH_3
- Forme assimilée (NH_4)
- Equilibres physiques et chimiques NH_4/NH_3 :
  - pH
  - Température
  - Concentration



Les transformations de l'azote pendant la méthanisation



Hydrolyse

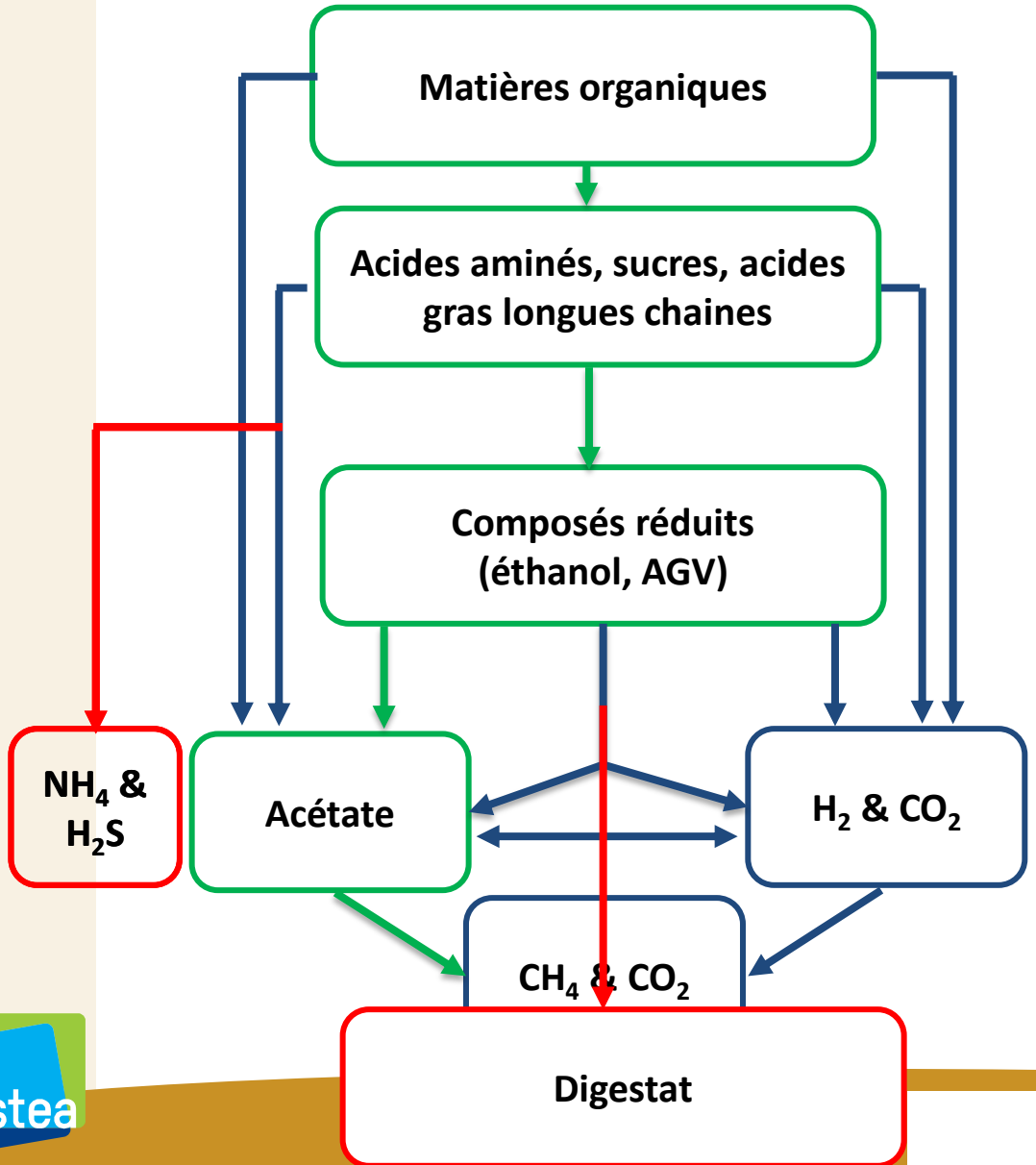
Acidogenèse

Acétogenèse

Méthanogenèse

Garcia et al., *Anaerobe*, 2000

Les transformations de l'azote pendant la méthanisation



Hydrolyse

Acidogenèse

Acétogenèse

Méthanogenèse

Garcia et al., *Anaerobe*, 2000

JRI biogaz méthanisation

Les transformations de l'azote pendant la méthanisation

La méthanisation ne change pas la quantité d'azote total mais permet de transformer l'azote organique en NH_4 directement assimilable par les racines.

Exemple d'évolution des teneurs en azote minéral	NH_4 / N total	
	avant méthanisation	après méthanisation
Fumier de bovin	10%	46%
Fumier volaille	21%	53%
Fientes volaille	31%	59%
Fumier porcin	17%	50%
Lisier bovin	38%	63%
Lisier porcin	66%	80%
Paille	5%	43%

irstea

JRI biogaz méthanisation

Influence de l'origine des substrats sur la composition des digestats

	AGRI1	AGRI2	TERR	BIOD	OMR
	Bovin	Porc	Porc et IAA	Bio-déchets	FFOM
MS (% MB)	17,4	5,7	7,4	19,3	25,1
NTK (KgN/tMB)	7	4,2	7,3	4,4	4,4
NH_4 (KgN/tMB)	3,4	2,8	5,2	1,7	1,5
NH_4/NTK (%)	48,6	66,7	71,2	38,6	34,1

- *Suivi sur 1 an : faible variabilité de la composition des digestats au cours du temps (généralement < 10% et toujours < 20%) malgré variation des intrants dans le méthaniseur*
- *Quantité et Nature des formes azotées influencée par la nature des intrants*

Conséquences sur la filière

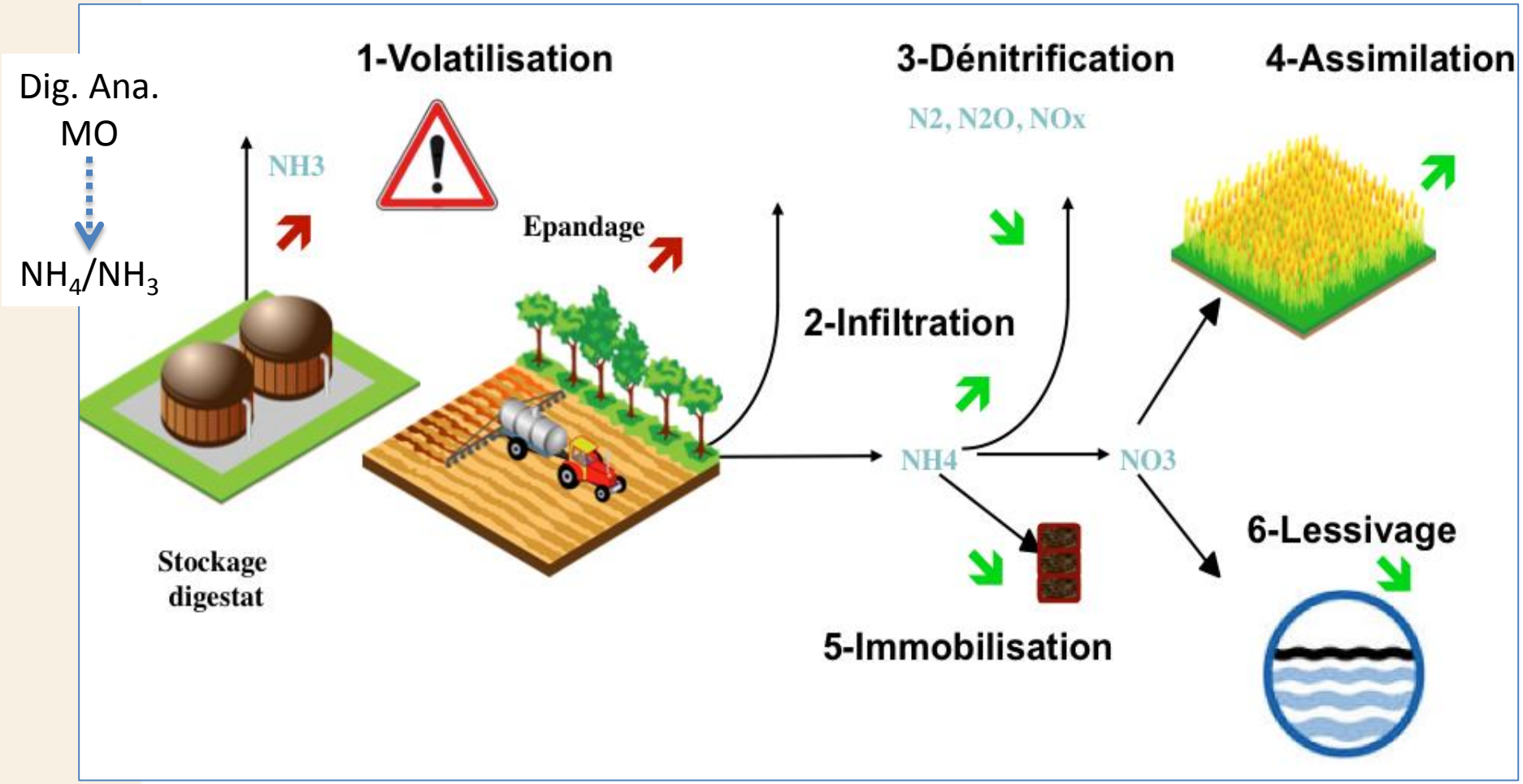
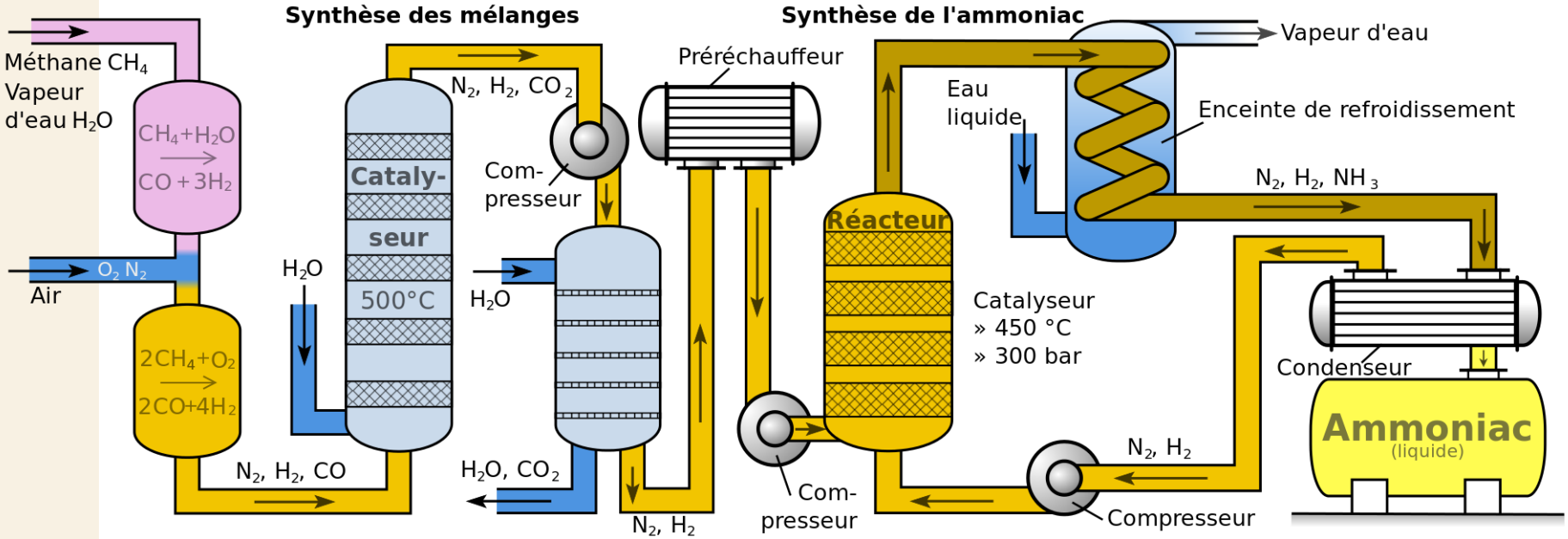


Illustration de l'augmentation et de la réduction des risques d'émissions de polluants liés à la méthanisation … comparé à l'épandage direct

Merci de votre attention

Production d'engrais chimique



Dans le procédé actuel de production d'engrais :
Il faut ~ 1 kg de gaz naturel pour produire 1 kg de NH3

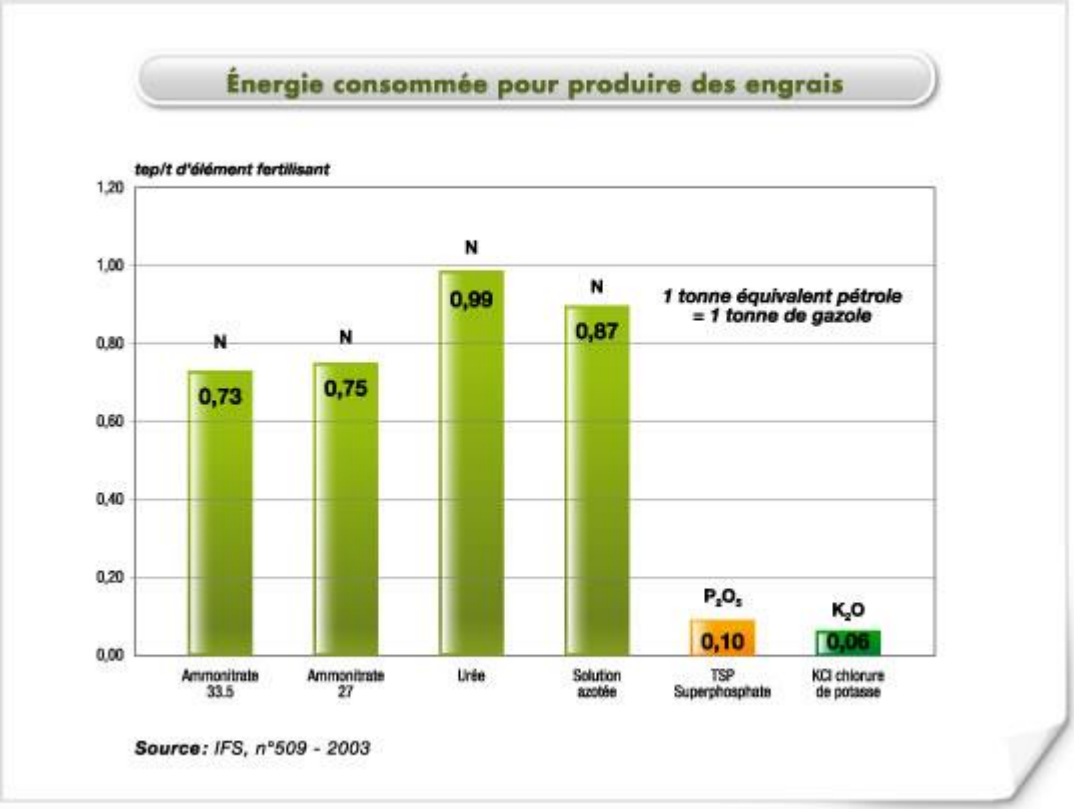
Wikipedia procédé Haber-Bosch, prix Nobel 1918 et 1931

Production d'engrais chimique

	Ecoinvent (tep)	Azote.info (tep)
1 tonne d'ammonitrate (N=35% pour l'ACV / N=33,7% pour azote.info)	0,46	0,73
1 tonne d'urée	0,93	0,99
1 tonne d'UAN	0,70	0,87
1 t de TSP (triple superphosphate)	0,21	0,10

Calcul à partir d'une analyse de cycle de vie

Production d'engrais chimique



- http://www.azote.info/environnement-et-azote/les-bilans-environnementaux.html

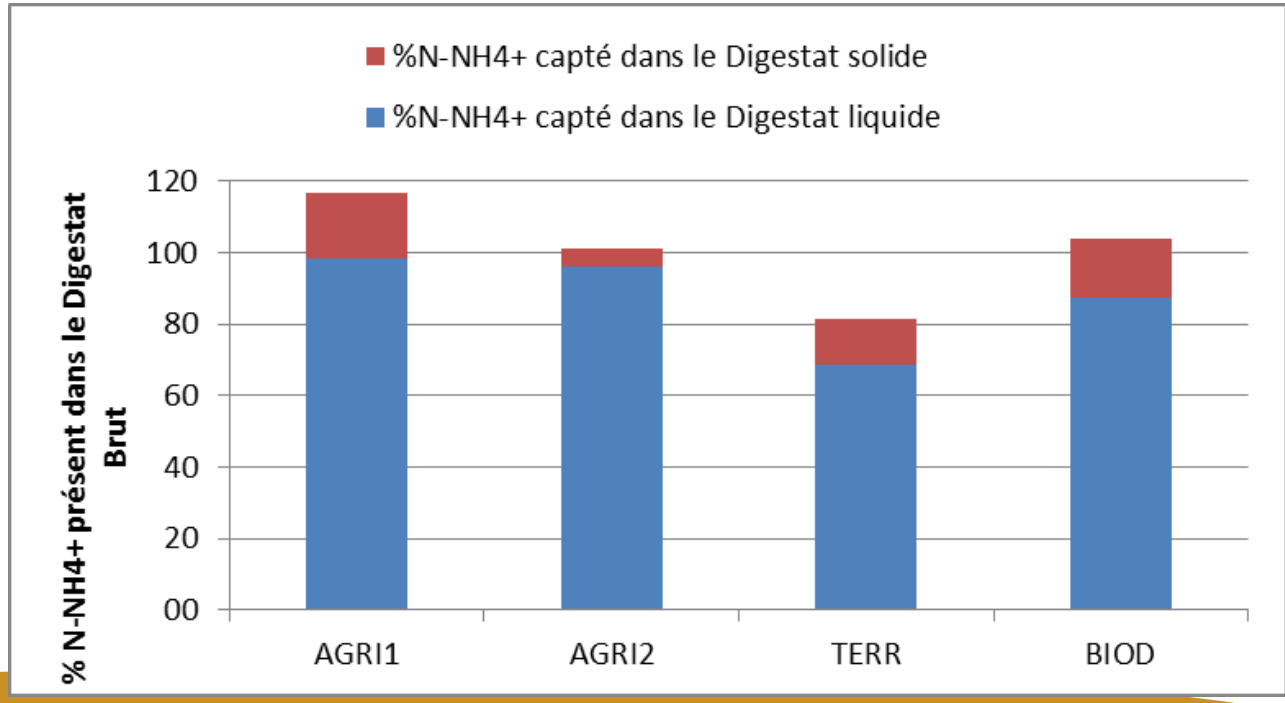
JRI biogaz méthanisation

Devenir de l'azote lors de la séparation de phase

FILIÈRE	PROCÉDÉ	TAUX DE MS DANS LE LIQUIDE
Agricole	Presse à vis	> 50%
BIOD	Presse + tamis + centrif.	< 20%
TERR	Centrifugation	< 20%

Les différents procédés présentent des efficacités très variables … selon les intrants

Devenir de l'azote lors de la séparation de phase

FILIÈRE	PROCÉDÉ	TAUX DE MS DANS LE LIQUIDE
Agricole	Presse à vis	> 50%
BIOD	Presse + tamis + centrif.	< 20%
TERR	Centrifugation	< 20%

La majorité du NH4 passe dans la phase liquide