



INSTITUT DE  
L'ELEVAGE **idele**



# Projet GhostAir

(AgriQAir-ADEME)

Flux d'azote en élevage laitier : mieux les  
comprendre pour mieux les maîtriser

X. Vergé, L. Jarrige, G. Leclercq, L. Oble, L. Fraslin,  
C. Brocas, M-A. Billiez, A. Vigan, M. Lemaire



# I- PROJET GhostAir

- AAP ADEME : **AgriQAIR-2024**
- DURÉE : **2024 à 2027 - 3ans**
- THÈME : **Suivi des flux d'azote et des pertes dans les systèmes d'élevage**
- SECTEUR : **Bovins Laitiers**
- PARTENAIRES : **IDELE - EPLE\_Campus Agronova - Trinottières - INNOVAL**



# 1- ACTIONS – GhostAir

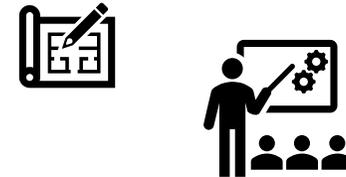
## OBSERVATIONS

- Evaluation de l'efficacité de l'azote dans les systèmes laitiers et incidences sur les performances économiques:
  - . Analyse des BD de Cap2ER, d'INNOVAL et d'INOSYS
  - . Identification des principaux facteurs expliquant les flux d'azote et les pertes



## TRANSFERTS

- Utilisation de ces résultats et des références qui en découleront pour :
  - . Développer et mettre à disposition un outil simplifié de suivi des flux azotés
  - . Développer des kits pédagogiques



## PRATIQUES D'ATTENUATIONS

- Développement d'un cadre d'évaluation des solutions innovantes permettant d'atténuer les pertes azotées (pour ce projet : l' $\text{NH}_3$ )



# 2- Bases de données CAP'2ER

## Analyse descriptive des bases de données CAP'2ER

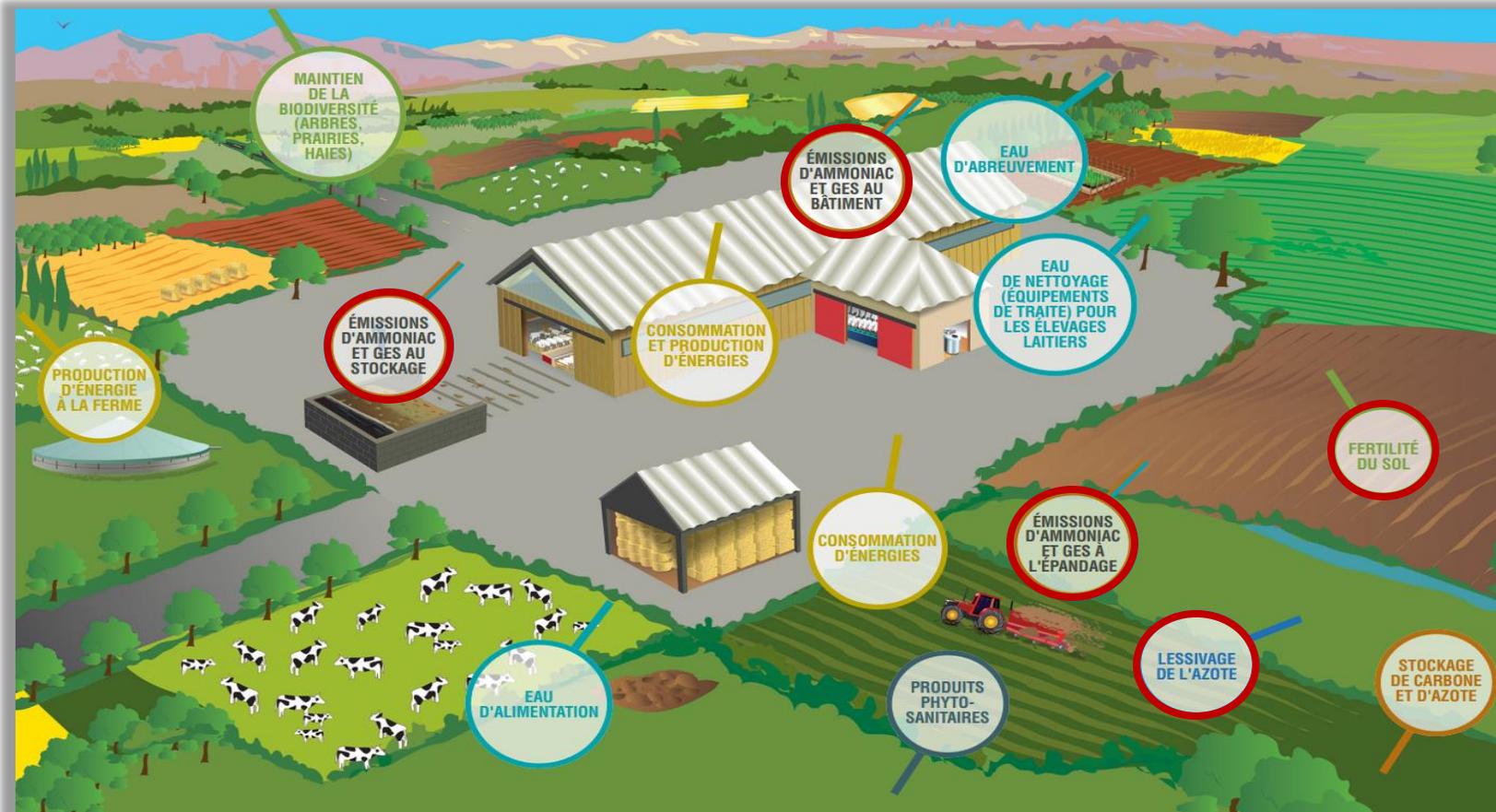


### Base de données CAP'2ER (analyse des données d'élevage de BL)

- CAP'2ER Niveau 2 (Nombre de diagnostics 20 000 en BL)
- De nombreuses données techniques collectées
  - . *Conduite des troupeaux (effectifs, alimentation, logement...)*
  - . *Conduite des surfaces (assolement, fertilisation organique, minérale...)*
- Diagnostic environnemental à l'échelle de l'exploitation
- Approche globale avec de nombreux indicateurs environnementaux

# 2- Bases de données CAP'2ER

## Elevage et environnement



Biodiversité



Sol



Performance nouricière



Autonomie



Économie



Conditions de travail



Changement climatique



Énergie



Azote



Qualité de l'air/eau



Produits phytosanitaires



Eau

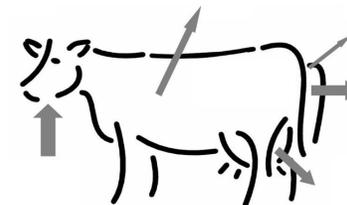
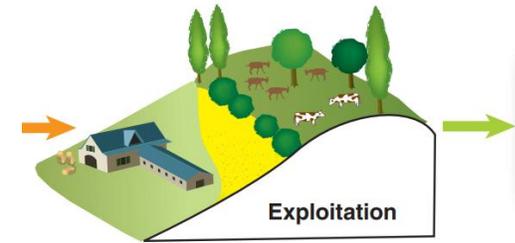


Stockage de carbone

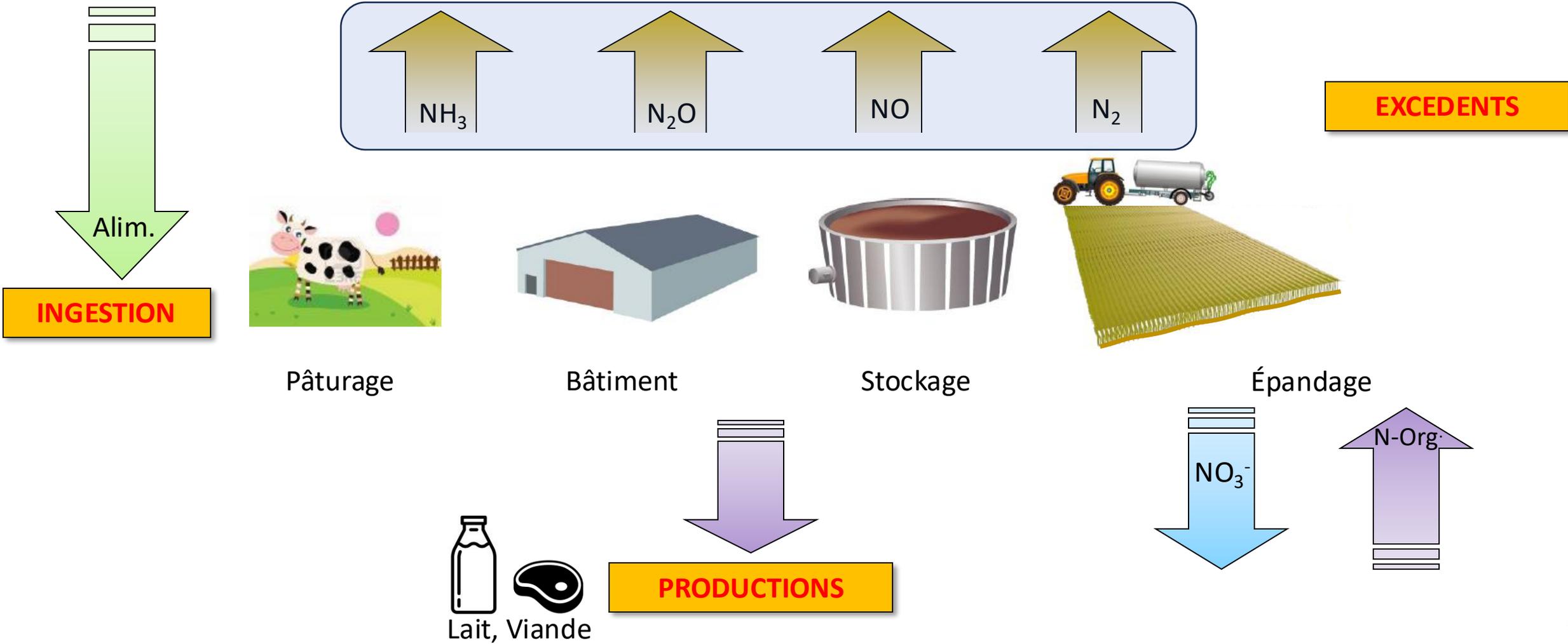
## 2- Bases de données CAP'2ER

### Données utilisées :

- Echelle de l'exploitation (tous animaux laitiers - UGB)
- Atelier laitier uniquement
- Cinq typologies : par zones géographiques et critères d'alimentation
  - Montagne herbager & maïs
  - Plaine avec différentes rations maïs : <10%   10%-30%   >30%
- Avec et sans N-minéral épandu



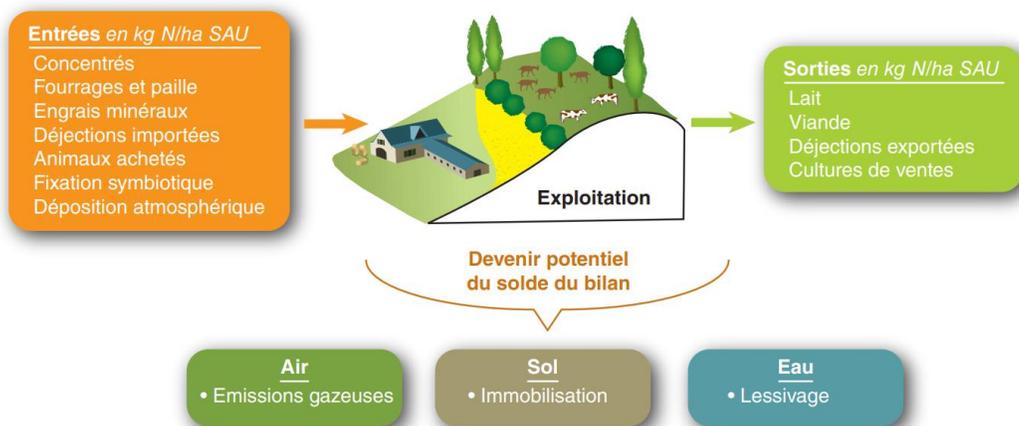
# 3- Flux d'azote en élevage bovin laitier



# 3- Flux d'azote en élevage bovin laitier

Le bilan apparent de l'azote dans CAP'2ER

## Principe général

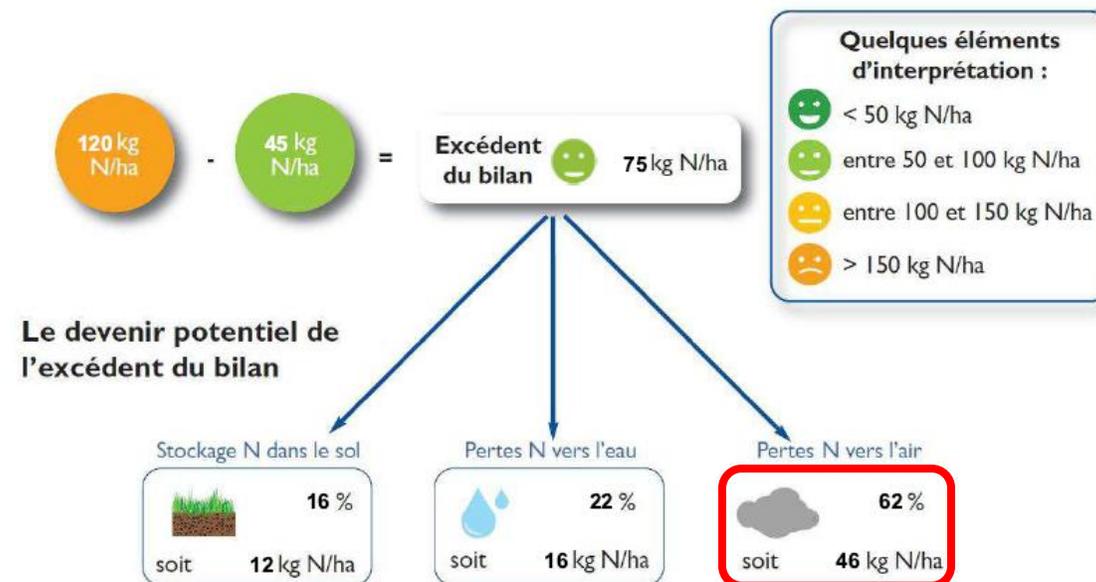


La différence entre les entrées et les sorties est appelée excédent du bilan.

### • 3 devenirs potentiels

- Une partie de l'azote **volatilisé vers l'air**
- Une partie de l'azote **stocké dans le sol**
- Une partie de l'azote **lessivé dans le sol et perdu vers l'eau**

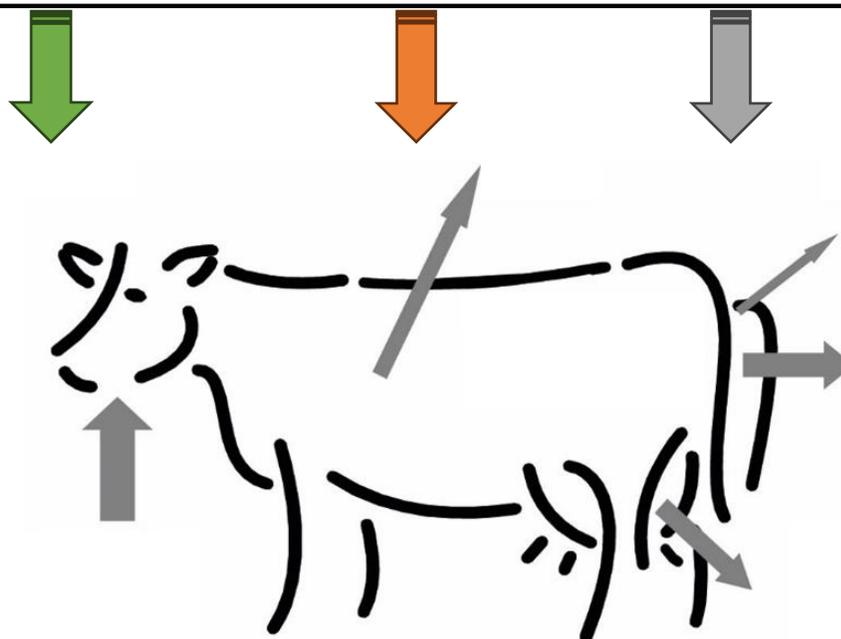
## Exemple de résultats



# 4- Résultats préliminaires – Efficacité N-Prod.

		N-ingéré (gN / jour / UGB)	N-mobilisé total (gN / jour / UGB)	N-déjections (gN / jour / UGB)	Efficacité N-Production (%)
Plaine Herbagée	< 10% maïs	432	67	365	16%
Plaine Herbe-Maïs	10-30% maïs	451	77	374	17%
Plaine Maïs	> 30% maïs	420	85	335	20%
Montagne Maïs		399	76	323	19%
Montagne Herbagée		378	70	308	19%

*Base de données CAP'2ER, 2025)*

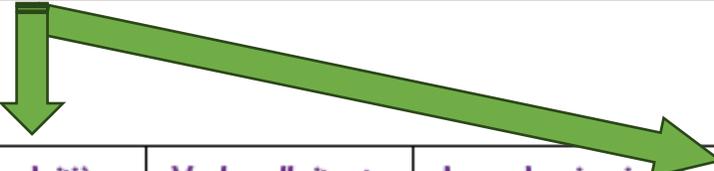


**Azote non valorisé  
dans les productions :  
80% environ**

# 4- Résultats préliminaires – Efficacité N-Prod.

	N-ingéré (gN / jour / UGB)	N-mobilisé total (gN / jour / UGB)	N-déjections (gN / jour / UGB)	Efficacité N-Production (%)
Plaine Herbagée < 10% maïs	432	67	365	16%
Plaine Herbe-Maïs 10-30% maïs	451	77	374	17%
Plaine Maïs > 30% maïs	420	85	335	20%
Montagne Maïs	399	76	323	19%
Montagne Herbagée	378	70	308	19%

Base de données CAP'2ER, 2025)



	Vache laitière	Vache allaitante	Jeune bovin viande	Génisses laitières
N ingéré (g/j)	460	240	200	180
N fixé (lait ou muscle – g/j)	128	40	38	20
N total excrété (g/j)	332	200	162	160
Valorisation (%)	28	17	19	11

**Azote non valorisé  
dans les productions :  
entre 70% et 90 %**

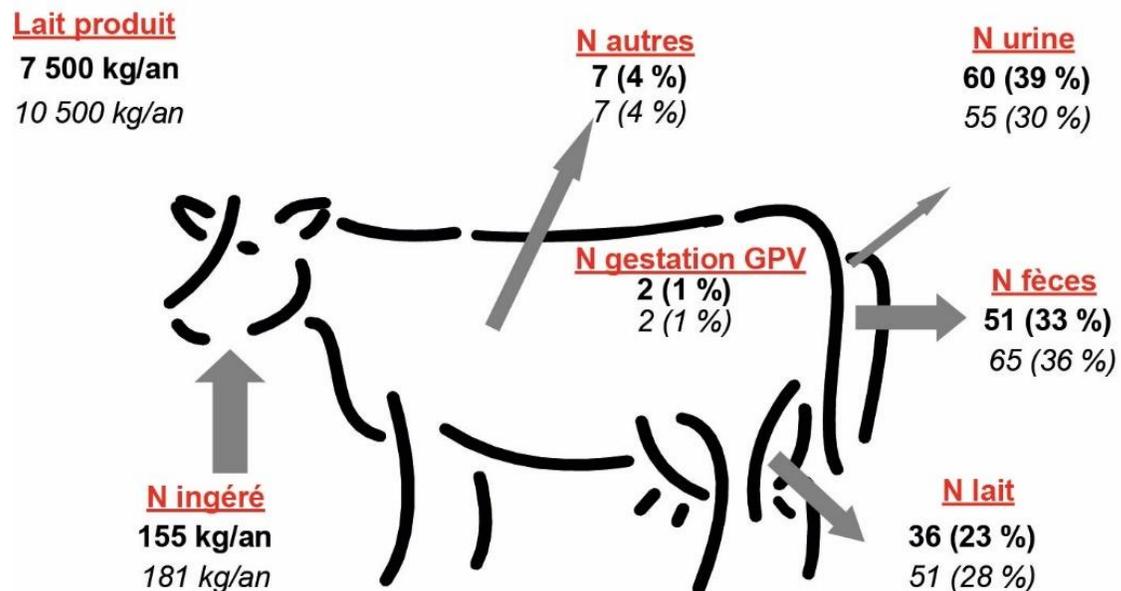


Peyraud et al. 2014

# 4- Résultats préliminaires – Efficacité N-Prod.

	<b>N-ingéré</b> (kgN / an / UGB)	<b>N-mobilisé total</b> (kgN / an / UGB)	<b>N-déjections</b> (kgN / an / UGB)	<b>Efficacité N-Production</b> (%)	<b>Lait Corrigé</b> (l/VL)
Plaine Herbagée < 10% maïs	158	24	133	16%	5 248
Plaine Herbe-Maïs 10-30% maïs	165	28	137	17%	6 276
Plaine Maïs > 30% maïs	153	31	122	20%	6 777
Montagne Maïs	146	28	118	19%	6 154
Montagne Herbagée	138	26	112	19%	5 480

Base de données CAP'2ER, 2025)

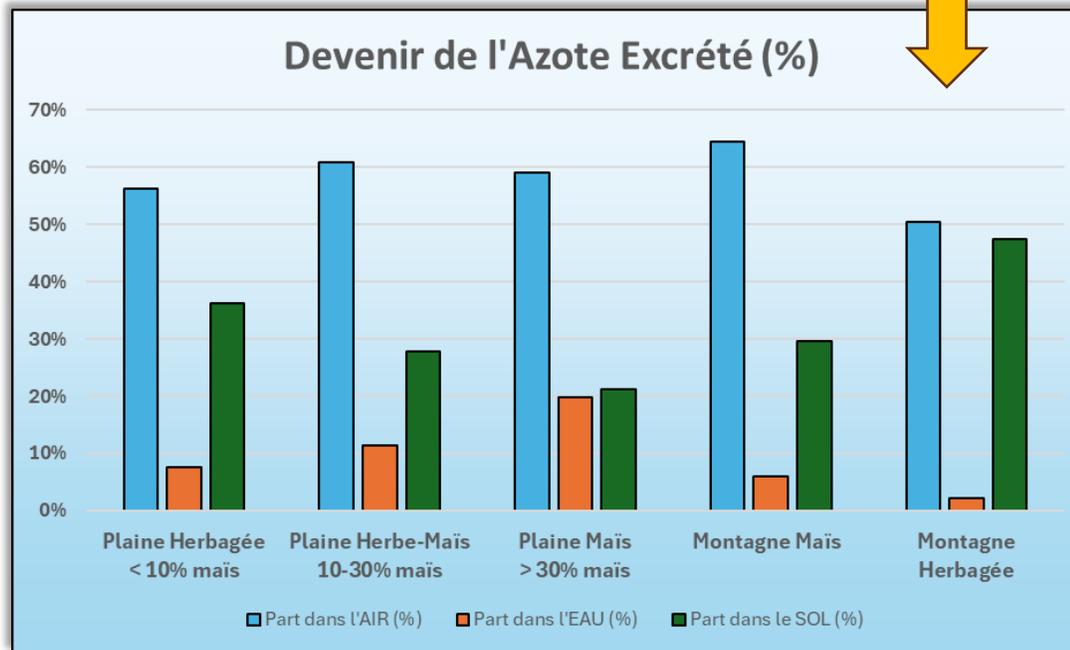


P. Faverdin et J.V. Milgen, 2019

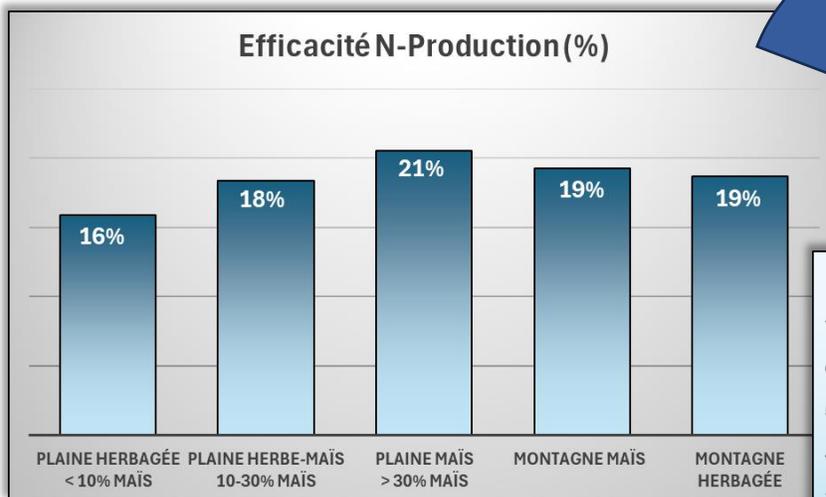
# 4- Résultats préliminaires – Devenir N-Excr.

	<b>N-ingéré</b> (kgN / an / UGB)	<b>N-mobilisé total</b> (kgN / an / UGB)	<b>N-déjections</b> (kgN / an / UGB)	<b>Efficacité N-Production</b> (%)	<b>Lait Corrigé</b> (l/VL)
<b>Plaine Herbagée</b> < 10% maïs	158	24	133	16%	5 248
<b>Plaine Herbe-Maïs</b> 10-30% maïs	165	28	137	17%	6 276
<b>Plaine Maïs</b> > 30% maïs	153	31	122	20%	6 777
<b>Montagne Maïs</b>	146	28	118	19%	6 154
<b>Montagne Herbagée</b>	138	26	112	19%	5 480

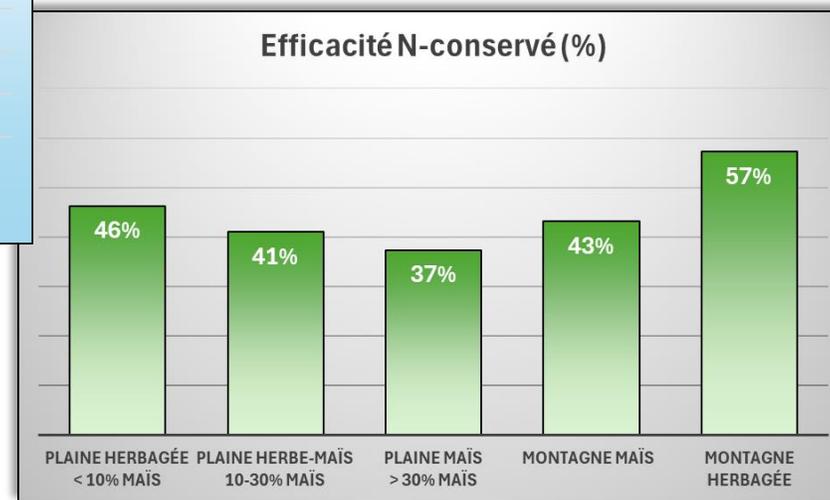
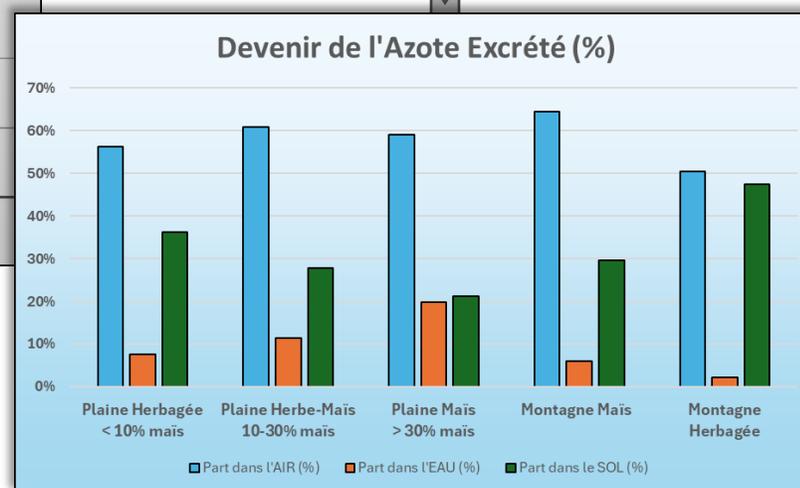
Base de données CAP'2ER, 2025)



# 4- Résultats préliminaires – Efficacité N-Expl.

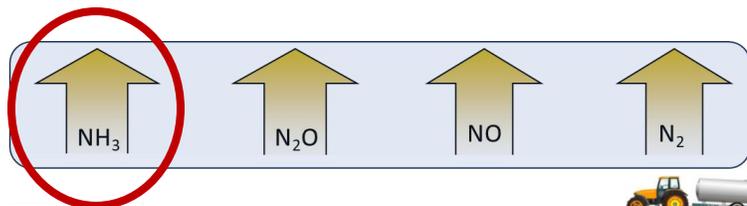


	N-ingéré (kgN / an / UGB)	N-mobilisé total (kgN / an / UGB)	N-déjections (kgN / an / UGB)	Efficacité N-Production (%)
Plaine Herbagée < 10% maïs	158	24	133	16%
Plaine Herbe-Maïs 10-30% maïs	165	28	137	17%
Plaine Maïs > 30% maïs	153	31	122	20%
Montagne Maïs	146	28	118	19%
Montagne Herbagée	138	26	112	19%

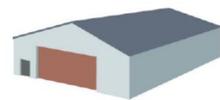


N-Ingéré

# 4- Pertes dans l'air ...l' $\text{NH}_3$ première cause



Pâturage



Bâtiment



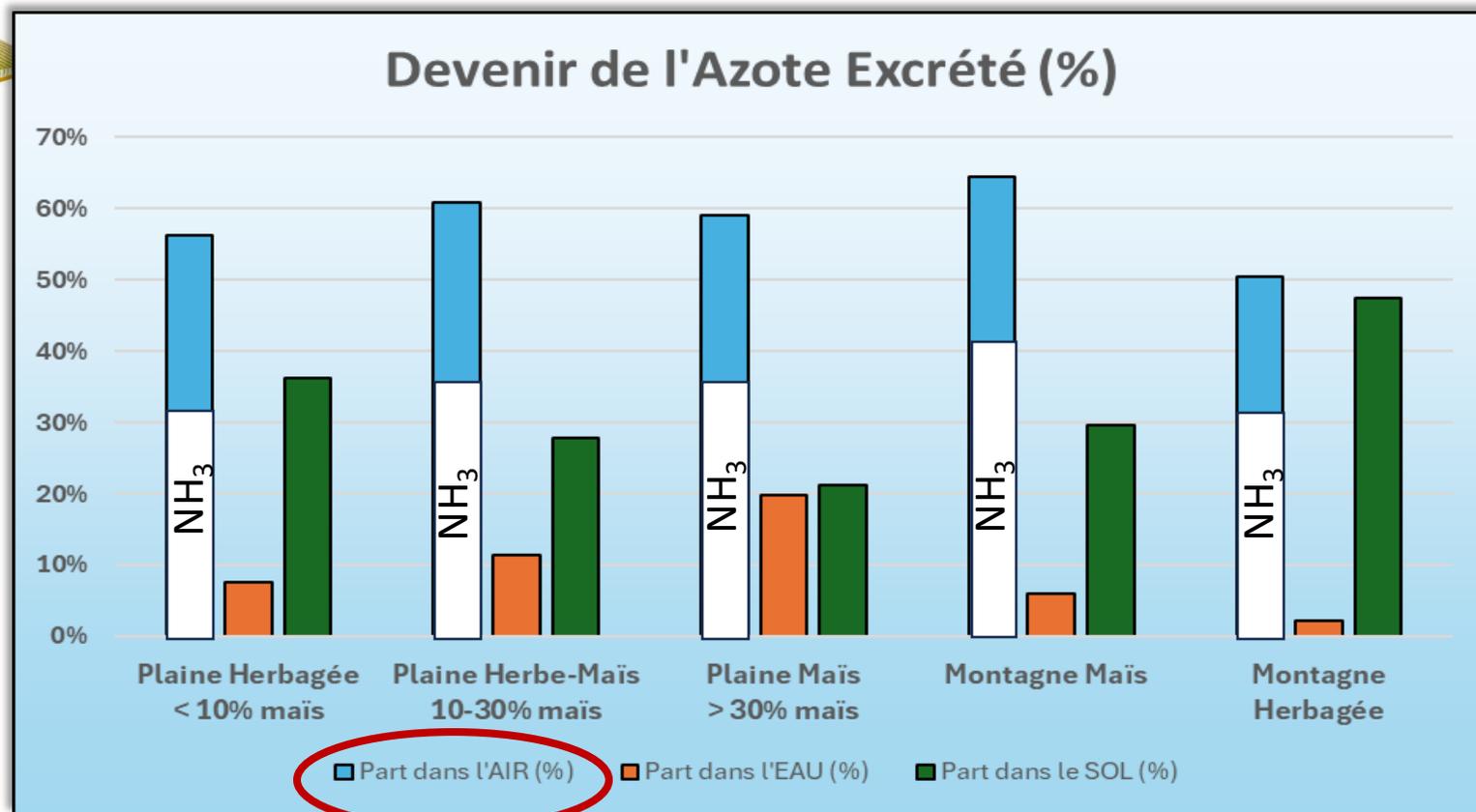
Stockage



Épandage

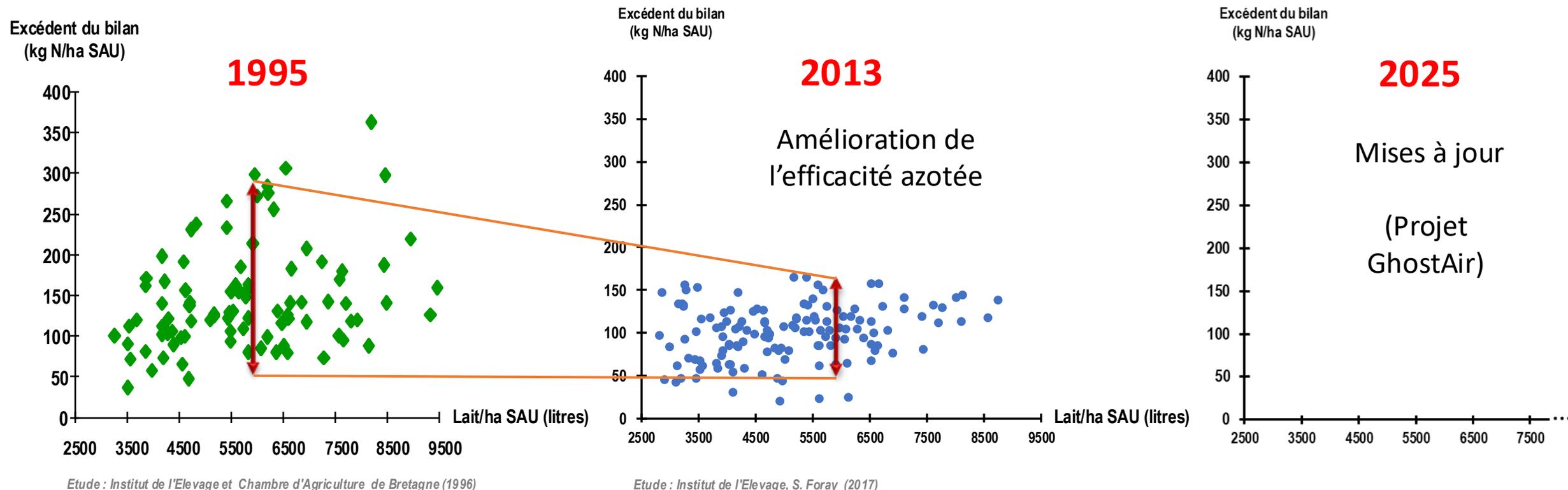
## Focus Ammoniac ( $\text{NH}_3$ )

Part de l' $\text{NH}_3$  dans les pertes vers l'air : environ 2/3



# 4- Amélioration de l'efficacité azotée

## Solde du bilan de l'azote (kgN/ha SAU) et production laitière par ha de SAU



- A l'échelle de l'exploitation, amélioration de l'efficacité azotée observée.
- Marges de progrès plus réduites mais toujours possibles

# 5- Possibilités futures

- Etudes des systèmes bio et conventionnels séparés
  - Influence de la taille des troupeaux
  - Impacts de la part des animaux pour le renouvellement
  - Identification des exploitations les plus performantes et des techniques/pratiques associées
  - Impacts économiques
  - Impacts sur le temps de travail
  - Evolutions dans le temps
- ...etc.

# 5- A retenir

- L'étude technico-économique du projet "GhostAir" a pour objectifs :
  - de faire un suivi des flux d'azote au sein des systèmes de productions bovins laitiers
  - de proposer des kits pédagogiques autour de cette thématique
  - d'identifier où se situent et quelle est l'étendue des marges de manœuvres toujours possibles
  - d'identifier les leviers d'atténuation des pertes d'azote qui seront les plus efficaces
- Réduire l'excédent azoté c'est :
  - réduire essentiellement les pertes potentielles vers l'air ( $\text{NH}_3$ ) et ensuite vers l'eau
  - optimiser le stockage de l'azote organique dans les sols

Pour cette raison, les systèmes herbagers sont alors les plus efficaces

- De gros efforts ont déjà été effectués ces dernières décennies

# Merci de votre attention

Retrouvez les diaporamas de nos conférences  
sur **idele.fr**



Venez échanger avec nos ingénieurs  
sur notre

**stand B08 (Hall 2/3)**

