



Comité Français d'Étude et de Développement
de la Fertilisation Raisonnée

Sous le haut patronage



QUALITÉ DE L'AIR ET FERTILISATION : RÉDUIRE LES ÉMISSIONS D'AMMONIAC

14 MARS 2019 – APCA (PARIS)

Les PRO – Produits Résiduaires Organiques - pour la fertilisation des cultures et prairies : quantification des pertes de NH₃, facteurs déterminants - Résultats du projet EvaPRO

Robert Trochard - présentation Baptiste Soenen -



Sous le haut patronage

Présentation du projet EvaPRO

Evaluation des pertes d'azote par Volatilisation Ammoniacale suite à l'épandage de
Produits Résiduaire Organiques

→ projet financé par l'ADEME dans le cadre du programme CORTEA (2015-2019)

ARVALIS
Institut du végétal

INRA UMR ECOSYS
SCIENCE & IMPACT

INSTITUT DE
L'ELEVAGE

AGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHANGEMENTS D'AGRICULTURE
BRETAGNE

Organismes associés :

Financier :

INRA UMR SAS
SCIENCE & IMPACT

ITAVI

ifip
Institut du porc

Terres
Inovia
l'agronomie en mouvement

CITEPA

acta
LES INSTITUTS
TECHNIQUES
AGRICOLLES

ADEME
Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

Objectif 1 : Validation par une méthode de référence de la méthode de mesure Volat'NH₃

Objectif 2 : Acquisition de références inédites en France, et parfois au niveau international

Objectif 3 : Utilisation novatrice du modèle Volt'Air calé sur les résultats des essais au champ pour produire des jeux de données virtuels à destination des travaux sur les facteurs d'émissions

Sous le haut
patronage

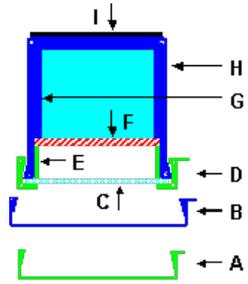


comifer
Comité Français d'Etude et de Développement
de la Fertilisation Révisée

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE, DE LA
PÊCHERIE ET DE LA
PÊCHERIE

cf. présentation EvaMIN

Méthode Volat'NH₃ : suivi des concentrations NH₃ au champ



- A bouchon de scellement final
- B bouchon supérieur de protection
- C membrane PTFE 5 µm (27mm diam.)
- D bouchon percé pour la membrane
- E anneau de fixation (6 mm hauteur)
- F papier filtre imbibé
- G anneau interne – support papier filtre
- H corps du badge
- I velcro pour fixation au support

Projet CASDAR VOLAT'NH₃

Principe n°1 : suivi des quantités de NH₃ émis via des pièges portant des filtres imbibés d'acide (badge ALPHA) installés et relevés à pas de temps réguliers au champ.

Principe n°2 : Suivi par modalités testées à 2 hauteurs de mesures (30 cm et 1 m de la source) + suivi sur des mâts de 3 m entourant les essais pour capter le « bruit de fond » du site d'essai.



Identification des badges				Suivi des badges															
N° badge	Organisme	Site	Date de relevés	Modalité	Bloc	Hauteur	Répliquat	Code badge	Date	Heure	Humidité	Date relevé	Humidité relevé	Humidité relevé	Date expédition	Date réception	Date	Conc en NH ₃ (µg)	NH ₃ en µg
1	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	1	1m	1	ARVALIS-180115-1	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
2	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	1	30cm	1	ARVALIS-180115-2	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
3	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	2	1m	1	ARVALIS-180115-3	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
4	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	2	30cm	1	ARVALIS-180115-4	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
5	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	3	1m	1	ARVALIS-180115-5	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
6	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	3	30cm	1	ARVALIS-180115-6	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
7	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	4	1m	1	ARVALIS-180115-7	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
8	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	4	30cm	1	ARVALIS-180115-8	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
9	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	5	1m	1	ARVALIS-180115-9	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
10	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	5	30cm	1	ARVALIS-180115-10	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
11	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	6	1m	1	ARVALIS-180115-11	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
12	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	6	30cm	1	ARVALIS-180115-12	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
13	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	7	1m	1	ARVALIS-180115-13	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
14	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	7	30cm	1	ARVALIS-180115-14	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
15	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	8	1m	1	ARVALIS-180115-15	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
16	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	8	30cm	1	ARVALIS-180115-16	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
17	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	9	1m	1	ARVALIS-180115-17	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
18	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	9	30cm	1	ARVALIS-180115-18	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
19	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	10	1m	1	ARVALIS-180115-19	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
20	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	10	30cm	1	ARVALIS-180115-20	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5
21	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	1m	11	1m	1	ARVALIS-180115-21	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	1.2	1.2
22	ARVALIS	ARVALIS	2018-01-15	30cm	11	30cm	1	ARVALIS-180115-22	2018-01-15	14:00	85	2018-01-15	85	85	2018-01-15	2018-01-15	2018-01-15	0.5	0.5

Principe n°3 : Les quantités de NH₃ captés sont extraites et quantifiées par analyses au laboratoire (prestataire actuel = LDAR).

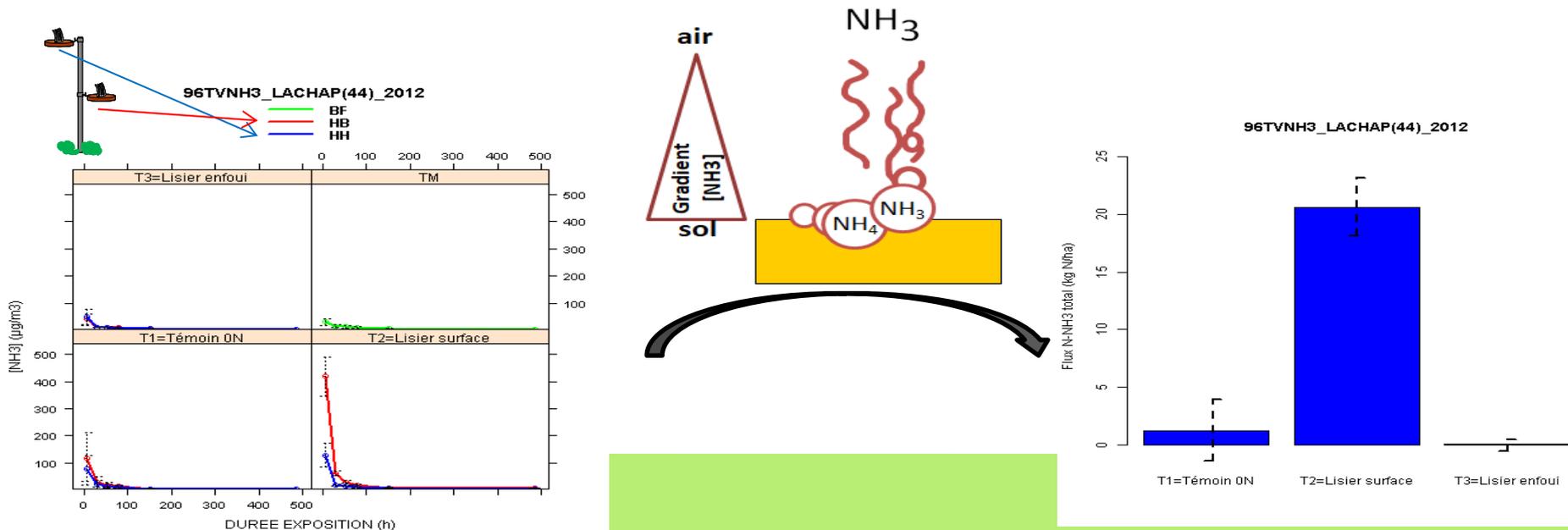


Sous le haut patronage

Technique initiée par le CEH d'Edimburgh (Sutton et al. 2001)

Méthode Volat'NH₃ : le calcul des flux par les Gradients

Utilisation du principe du gradient [NH₃] à l'origine du phénomène



Sous le haut patronage

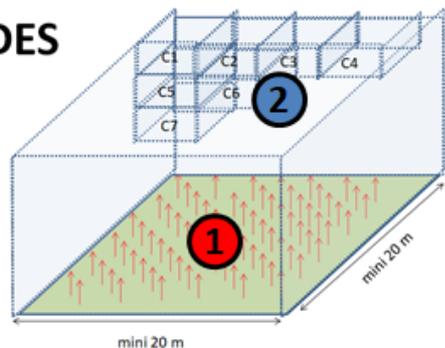
comifer
Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée



Méthode Volat'NH₃ : le calcul des flux par FIDES inversé

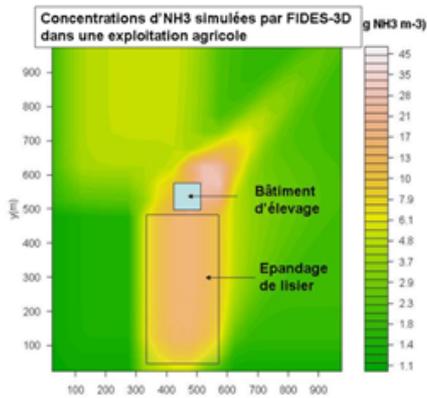
Inversion d'un modèle d'estimation des [NH₃] à partir d'une source connue (FIDES)

FIDES

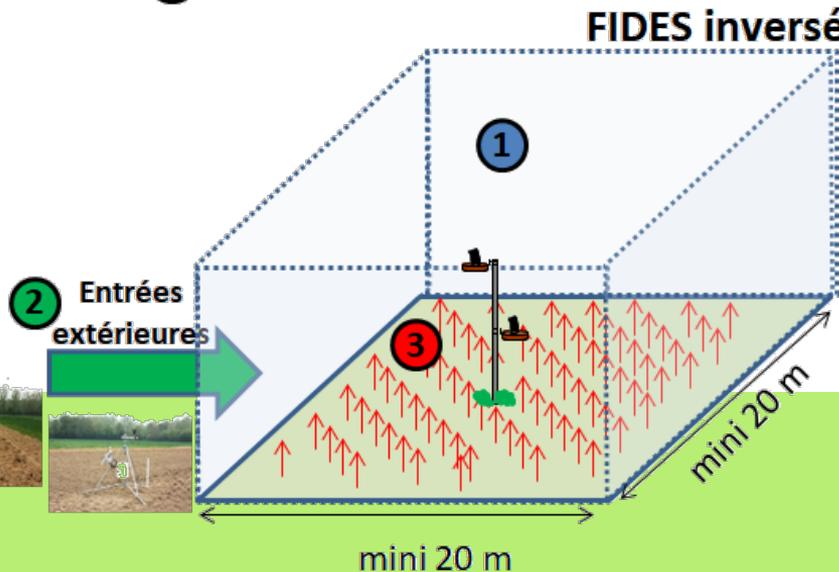


- 1 mesurant [NH₃] en certains points ...
- 2 et connaissant l'environnement extérieur ...
- 3 ... on estime la source

- 1 connaissant la source ...
- 2 ... on calcule [NH₃] en tout point



FIDES inversé



Méthode Volat'NH₃ : le calcul des flux de perte par volatilisation ammoniacale

➤ Méthode des Gradients :

Méthode mise au point et validée dans le projet VOLAT'NH₃

Mise en routine dans un script R

Non utilisable en valeurs absolues, mais permet d'évaluer la qualité des émissions calculées

➤ Méthode FIDES inversée :

Méthode mise au point et validée dans le projet EvaPRO

Mise en routine dans un script R

Plus performante, peut être utilisée en valeurs absolues

Sous le haut patronage

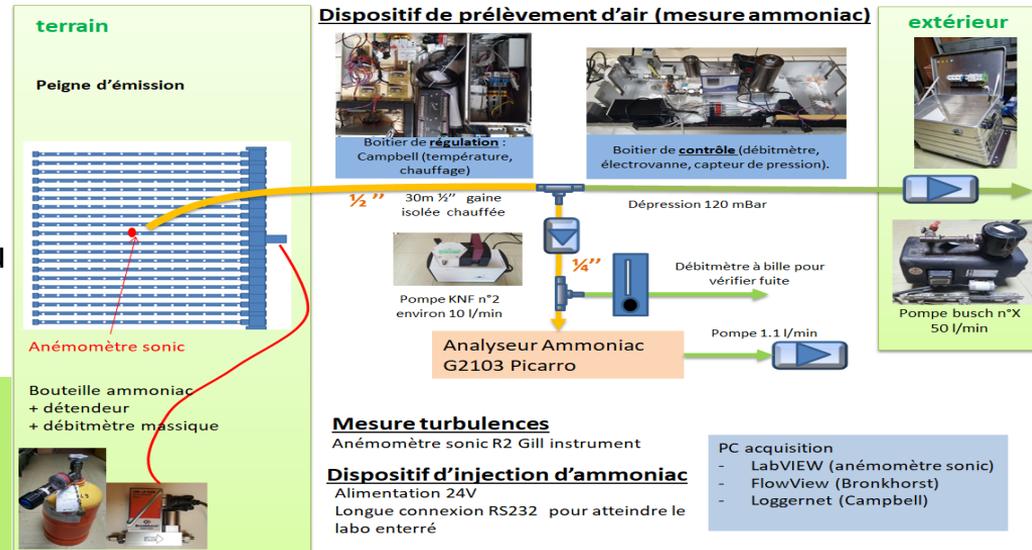
Validation de la méthode Volat'NH₃ - FIDES inversé

Évaluation théorique de la méthode, avril 2018, <https://www.biogeosciences.net/15/3439/2018/>

Principe : utiliser FIDES en mode direct pour simuler des [NH₃] à pas de temps mi-horaire à partir d'un flux connu, puis utilisation de la méthode FIDES inversé sur des [NH₃] moyennées sur plusieurs heures pour ré-estimer ces flux.

Évaluation au champ de la méthode

Principe : générer une source d'intensité connue sur une surface équivalente à celles rencontrées dans les essais agronomiques (20 m x 20 m ou 10 m x 40 m) et estimation du flux avec la méthode FIDES inversé pour évaluer les performances.

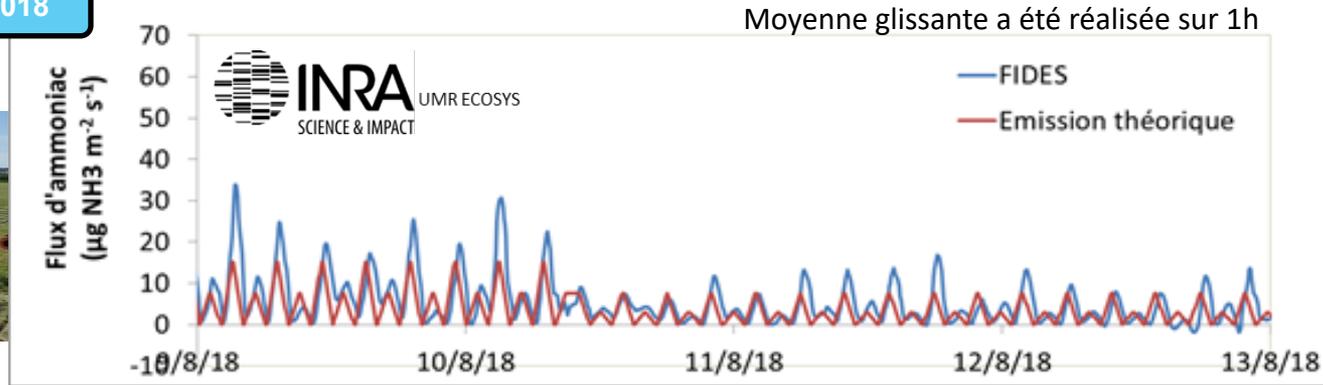


Sous le haut patronage

Validation de la méthode Volat'NH₃ - FIDES inversé

Premiers résultats de l'évaluation au champ

Essai INRA-ECOSYS Grignon - 2018



Les émissions estimées par le modèle FIDES inversé suivent globalement les variations de la source théorique mais avec un retard d'environ 20 min.

La comparaison modèle FIDES inversé / émission théorique est bonne sur une partie de la période, mais surestimation moyenne de l'ordre de 50% sur l'ensemble de la période pour tous les niveaux. Les raisons de cette surestimation sont actuellement investiguées.

Sous le haut patronage

Acquisition de références inédites sur la volatilisation ammoniacale des PRO

Objectifs : acquérir de données de volatilisation ammoniacale (Volat'NH₃) suite à l'épandage des produits organiques nouveaux ou peu renseignés dans la bibliographie :

digestats,

lisiers de canard,

lisier de bovins,

lisier de porcs,

phases liquides et solides de raclage en V de bâtiments porcs,

fientes et fumiers de volailles,

fumier et compost de fumier de bovins.

➔ 17 essais au champ (31 modalités d'épandage), répartis sur 2 années (2016 et 2017)



Sous le haut patronage

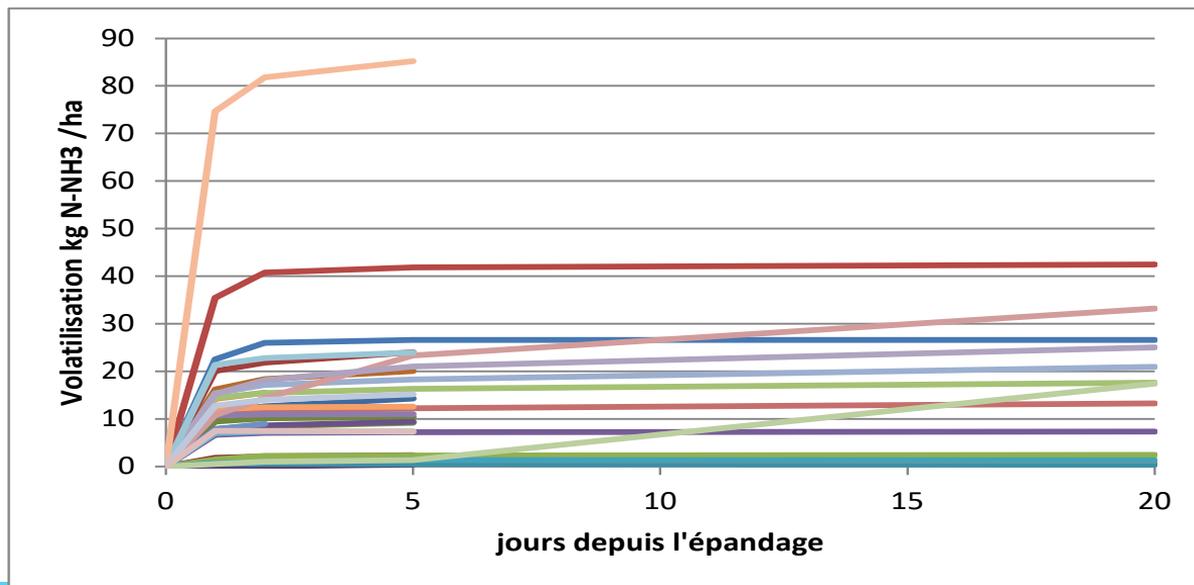


Réseau expérimental EvaPRO (2016-2017)

code essai	modalité 1	modalité2	modalité 3
ARV_LJ_2016 2017	Lisier canard à rotir	digestat lisier de bovins + lisier de canard à rotir + cive + déchets argoalimentaires	
ID_A_2016	Fumier de bovins allaitants	Fumier composté de bovins allaitants	
ID_P_2016	Lisier de bovins	phase liquide de lisier de bovin après séparation de phase	phase solide de lisier de bovin après séparation de phase
TI_2016 2017	Lisier de porcs	digestat de lisier de porcs	
IF_P_2016 2017	phase liquide (urines) stockage non couvert projet EFAC-raclage en V	phase liquide (urine) stockage couvert projet EFAC-raclage en V	
IF_A_2016 2017	phase solide (crottes) projet EFAC-raclage en V		
IN_2016	phase liquide digestat (urine+ crottes) stockage non couvert	phase liquide digestat (urine+ crottes) stockage couvert	Lisier de porcs
CR_2016	Lisier de porcs	digestat de lisier de porcs	digestat de lisier de porcs sol nu
CR_2017	phase liquide digestat (urine+ crottes) stockage non couvert	phase liquide digestat (urine+ crottes) stockage couvert	
IT_FP_2016	fumier poulet chair (paille)		
IT_FD_2016	fumier dinde (paille +copeaux)		
IT_FS_2017	Fientes sèches de poules		
IT_LC_2017	lisier de canard gavage		

Résultats expérimentaux EvaPRO (2016-2017)

Ensemble des cinétiques de volatilisation d'azote ammoniacal cumulée



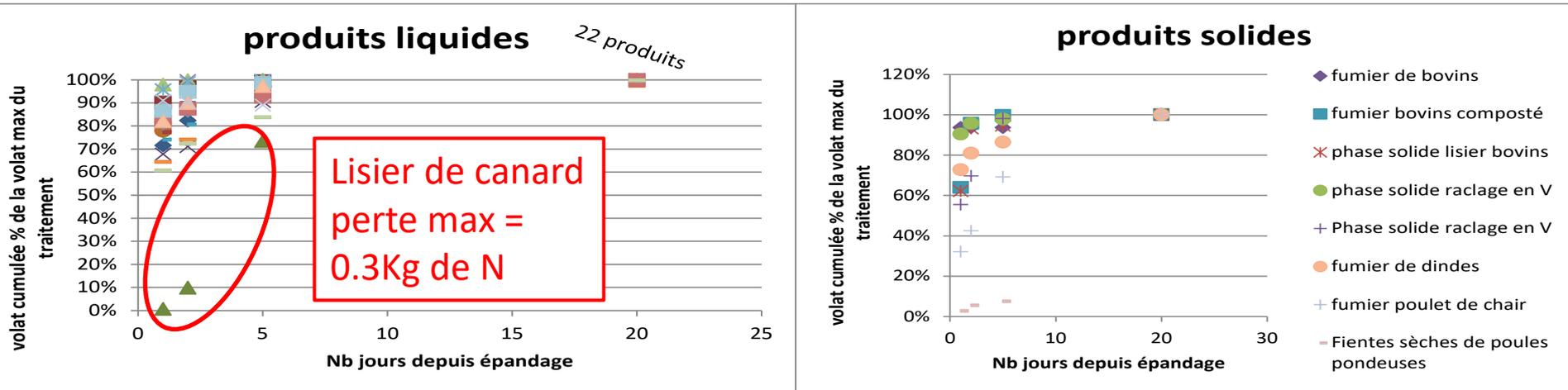
Certains suivis sur
5j d'autres 21j

Perte d'azote par volatilisation ammoniacale allant de 0.3 à 85.2 kg de N/ha
2 cinétiques particulières fumier de poulet de chair et fientes sèches : N uréique ?

Sous le haut patronage

Résultats expérimentaux EvaPRO (2016-2017)

Volatilisation d'azote ammoniacal cumulée 1, 2, 5 et 20 jours après l'épandage



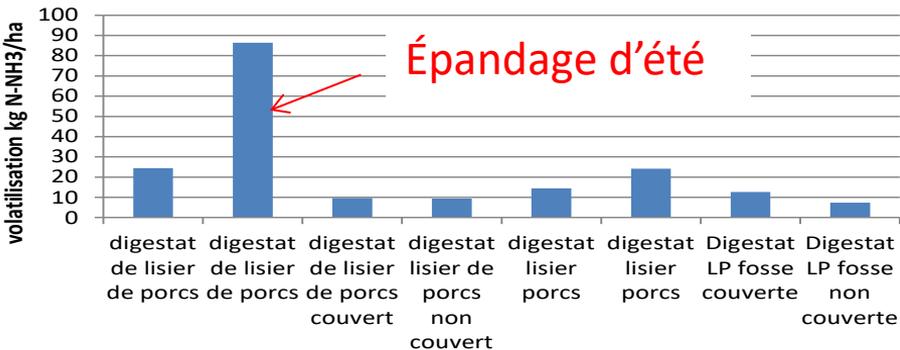
Comparaison des traitement en %, sur la base de la volatilisation max de chaque traitement

- produits liquides : entre 60 et 80% du total perdu en 1 jour
- produits solides : entre 30 et 90% du total perdu en 1 jour

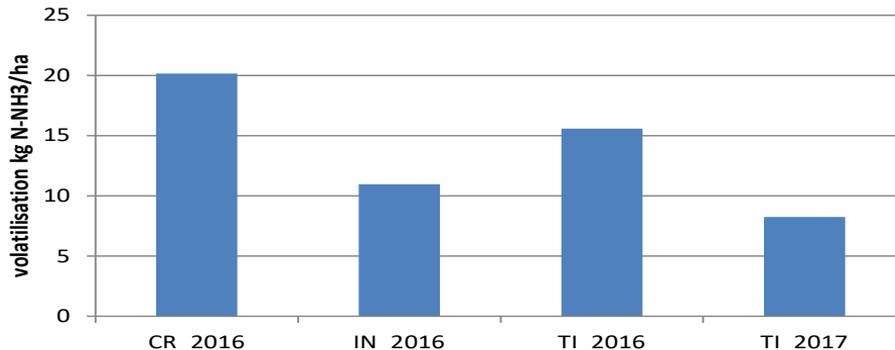
Résultats expérimentaux EvaPRO (2016-2017)

Pertes liées aux digestats de lisier de porcs

digestat de lisier de porcs



Lisiers de porcs



Les digestats de lisiers de porcs perdent en moyenne 15.7% du N-NH₄ (de 6 à 50%)

Les lisiers de porcs perdent en moyenne 22% du N-NH₄ (de 15 à 32%)

Sous le haut patronage

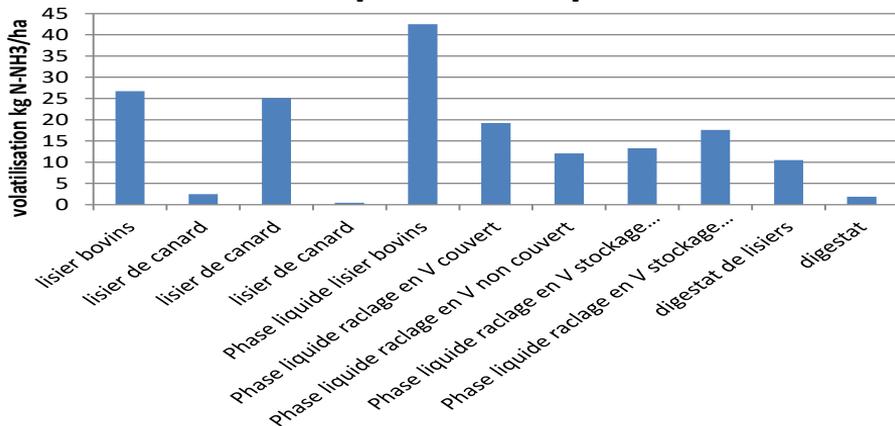


comifer
Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Révisée

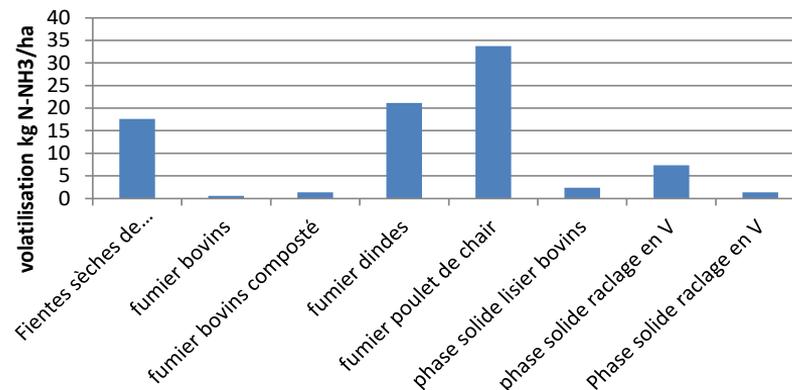
Résultats expérimentaux EvaPRO (2016-2017)

Autres nouvelles références

Autres produits liquides



Produits solides



➔ Des pertes par volatilisation variables, liées à la composition du PRO en N-NH₄ (et N-Urée?) et aux conditions pédoclimatiques (pH sol, pluies/T°C/vent après l'apport)

Sous le haut patronage



Comité Français d'Étude et de Développement
de la Fertilisation Raisonnée

Sous le haut patronage



MERCI DE VOTRE ATTENTION

DES QUESTIONS ?