



Journée de rencontre VivAgriLab
Orsay 17/02/2022

Recycler les urines humaines en agriculture

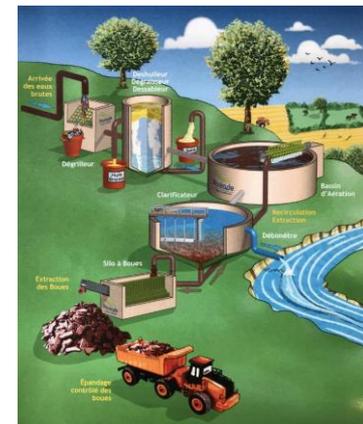
Florent Levavasseur

UMR INRAE AgroParisTech Université Paris-Saclay ECOSYS, Thiverval-Grignon



➤ Pourquoi et comment récupérer les urines ?

- Système d'assainissement actuel :
 - Dilution des urines dans les eaux usées et contamination croisée
 - Impacts associés au traitement en station d'épuration (énergie, pollution de l'air, rejets résiduels en rivière...)
 - Très faible recyclage des nutriments (4% du N via les boues)
- Production d'engrais minéraux :
 - Extraction minière (P et K) avec des ressources limitées (décennies à siècle)
 - Synthèse du N minéral à partir du gaz = 1-2% conso énergétique mondiale
- Intérêt de la collecte séparative à la source des urines pour éviter les impacts associés en STEP et produire des engrais renouvelables



Station d'épuration
(lavoixdunord.fr)



Usine Haber-Bosch pour
produire engrais N



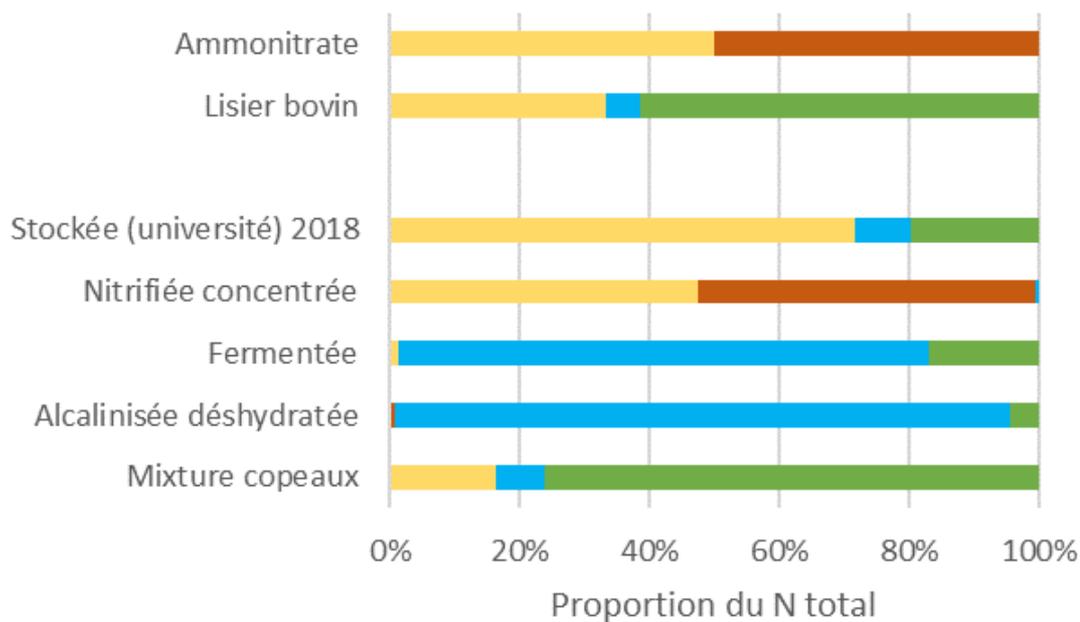
Toilette
séparative

➤ Traitements possibles et caractéristiques

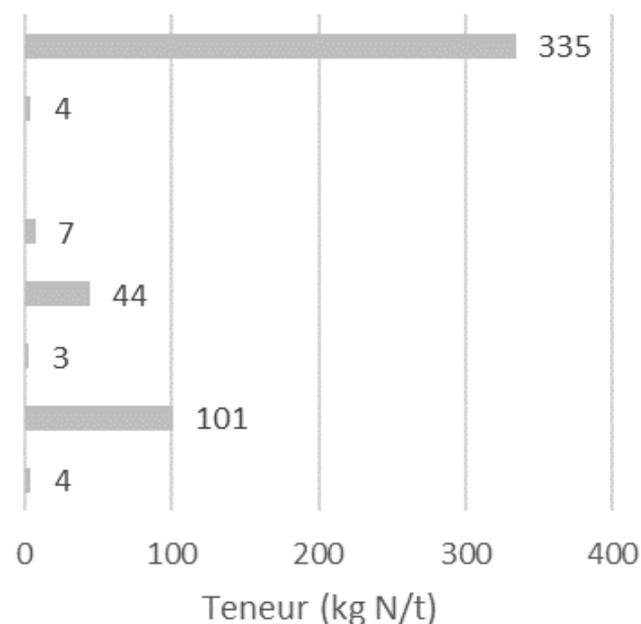
D'après Martin (2020)

- Différents traitements possibles pour concentrer, stabiliser l'azote et/ou traiter les contaminants : simple stockage, nitrification, déshydratation...
- Variabilité des teneurs et des formes de l'azote entre urinofertilisants

Forme de l'azote



Teneur en azote



■ Ammoniacal ■ Nitrique ■ Uréique ■ Organique



Urine stockée
(0.6 % N)



Urine alcalinisée
déshydratée (10 % N)

INRAE

Résultats PROLEG

17/02/2022 – F. Levvasseur

➤ Fertiliser avec des urinofertilisants

- Bonne efficacité fertilisante (70 à 100% / engrais minéral)
- Mais des quantités à épandre importantes (pour 100 kg N/ha) : de 15 à 25 m³/ha pour l'urine stockée
- Efficacité sous conditions de limiter la volatilisation (jusqu'à 1/3 N volatilisé pour urine stockée en conditions défavorables) :

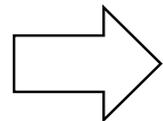
→ Besoin d'adapter le matériel et les périodes d'apport pour ne pas dégrader le sol et limiter la volatilisation

→ Intérêt du traitement de l'urine : acidification ou nitrification (↘ volat) et concentration (↘ charge)

Tonne à lisier et buse palette



www.ontariopork.on.ca ur



Epandeur à pendillard sans tonne sur culture



www.bioenergie-promotion.fr

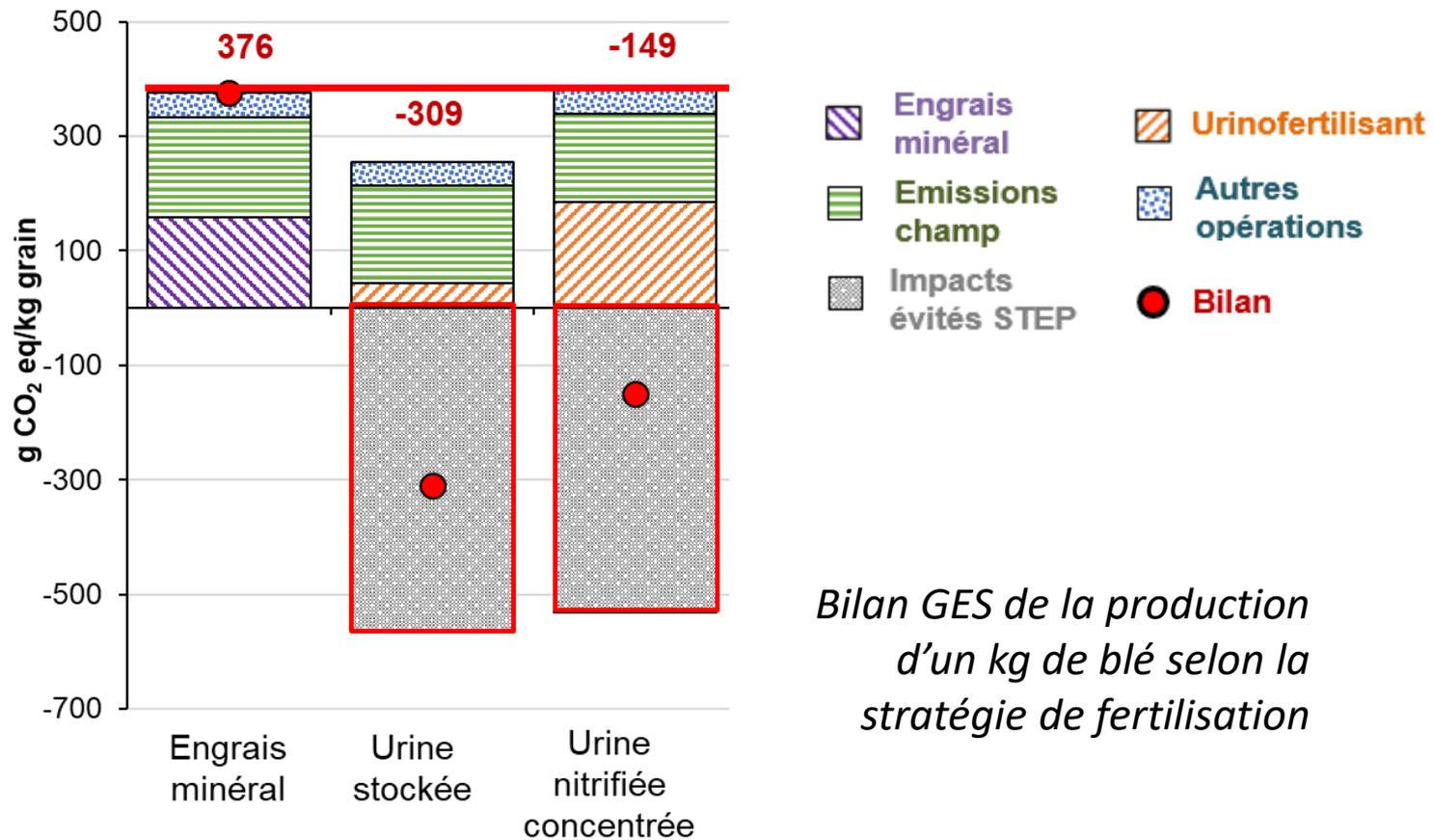
Enfouisseur sur chaumes



www.web-agri.fr

➤ Bilan environnemental : exemple du bilan GES

- Forte amélioration du bilan GES de la production agricole :
 - Moindres émissions liées à la production des engrais
 - Emissions GES évitées en STEP
 - Même avec traitement et/ou transport sur longue distance



➤ Bilan environnemental

- Des bénéfices environnementaux
- Energie et volatilisation → Points de vigilance
- Des questions non abordées dans le bilan (contaminations par les résidus médicamenteux, aspect logistique...)

- : impact < 0

+ : impact modéré

++ : impact élevé

+++ : impact très élevé

Filière	Utilisation énergie	Changement climatique	Particules fines	Eutrophisation	Acidification	Épuisement ressource eau	Épuisement ressource min, fossiles, renouvelable
Engrais minéral	+	+	++	+	++	+	++
Urine stockée	-	-	++	-	++	-	+
Urine nitrifiée concentrée	++	-	+	-	+	-	+
Urine alcalinisée déshydratée	+++	-	+++	-	+++	-	++



INRAE

AgroParisTech

université
PARIS-SACLAY

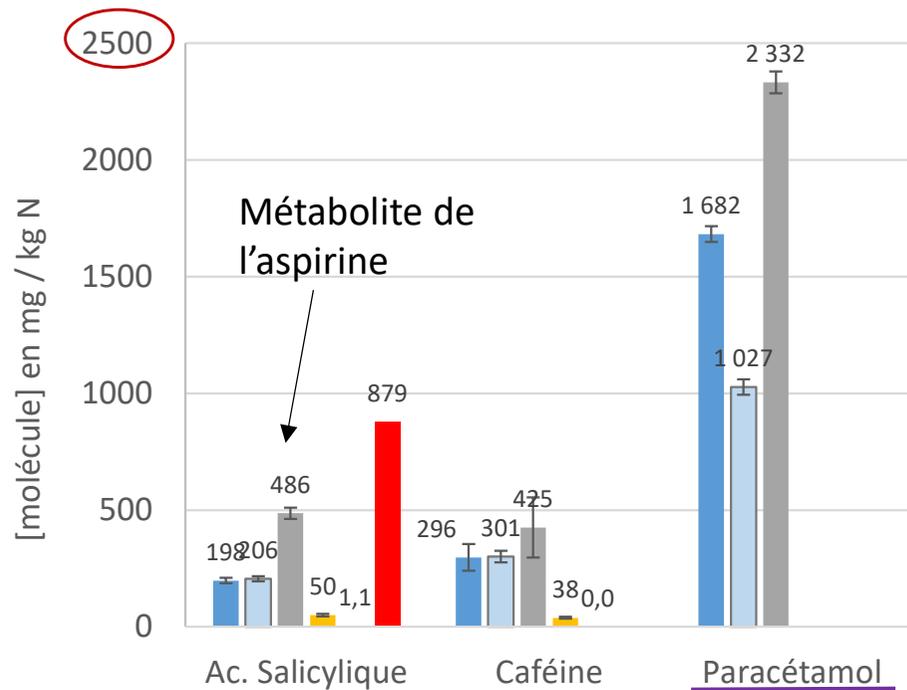
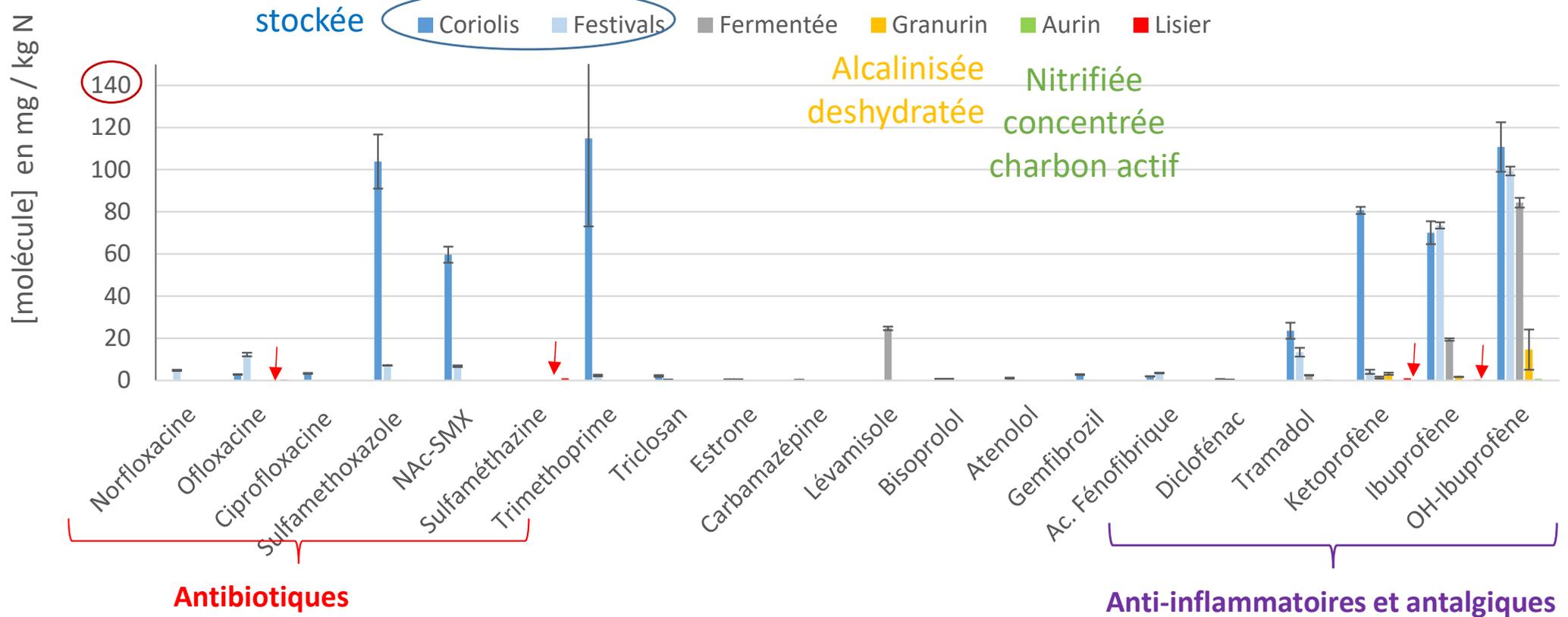


Résultats du projet AgroCapi

Quelles vigilances dans l'emploi des urino-fertilisants ? Micropolluants organiques

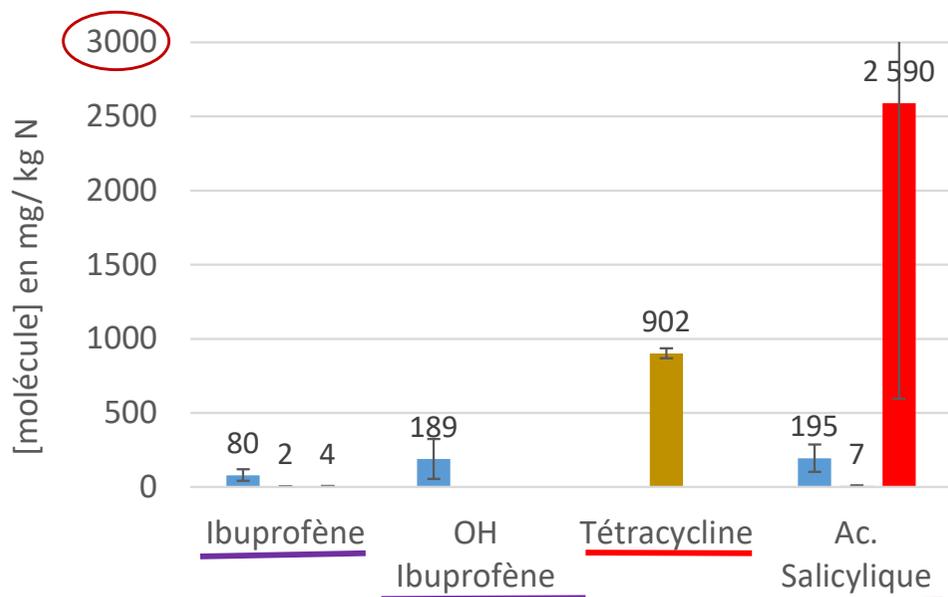
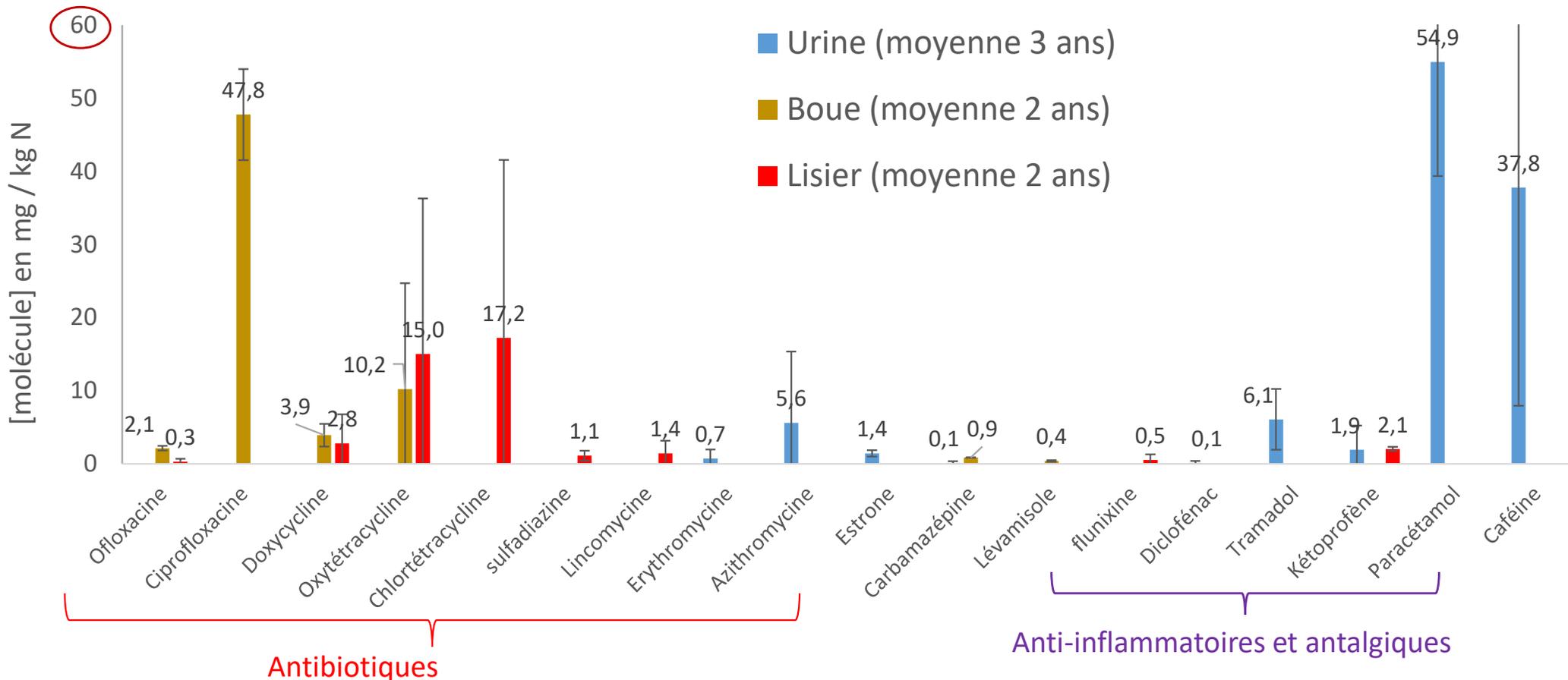
Marjolaine Deschamps, Anaïs Goulas, Ghislaine Delarue, Tristan Martin, Sabine Houot
Fabien Esculier
Jakob Magid, Dorette Sophie Müller-Stöver





Urines – essai Plateau Saclay

- Une vingtaine de molécules +/- concentrées
- Des concentrations différents selon les origines des urines
- Importance de certains procédés pour éliminer les contaminants (ex charbon actif)



Echantillons - Danemark

- Différents profils urine / boue / lisier
- En lien avec les médicaments absorbés
- Antibiotiques : ++ boue et lisier
- Ac. Salicylique : ++ lisier
- Ibuprofène, paracétamol, caféine : ++ urine

Sols Danemark : 1 an après le 17e épandage (= juste avant le 18e épandage)

Sols + urines

170 kg N/ha/an

Molécule mesurée	Concentration ($\mu\text{g}/\text{kg MS}$)	
Caféine	1,3 +/- 0,4	$DT_{50} \approx 250 \text{ j}$
<u>Tramadol</u>	0,1 +/- 0,01	$DT_{50} \approx 170 \text{ j}$

- Pas de molécules détectées dans sol témoin ni sol + lisier
- Quelques composés dans sol+boue à faible concentration

- Concentrations très faibles et très inférieures à celles calculées
→ calculs de vitesses de **disparition des composés**
- Très peu d'accumulation

- Quels risques pour le sol (écotoxicologie) ?
→ à priori très faible à faible
- Quels risques de dissémination d'antibiorésistance ?
urines stockées ~ lisier / urines traitées : gènes « à risques » non détectés
- Quels risques de transfert vers les cultures ?

Recherches en cours

Projet Urinagri sur le Plateau de Saclay

Ma lis Pouzet (T&C) maelis.pouzet@terreetcite.org

Lucie Baron & Morgane Vidal (CARIDF)

lucie.baron@idf.chambagri.fr & morgane.vidal@idf.chambagri.fr





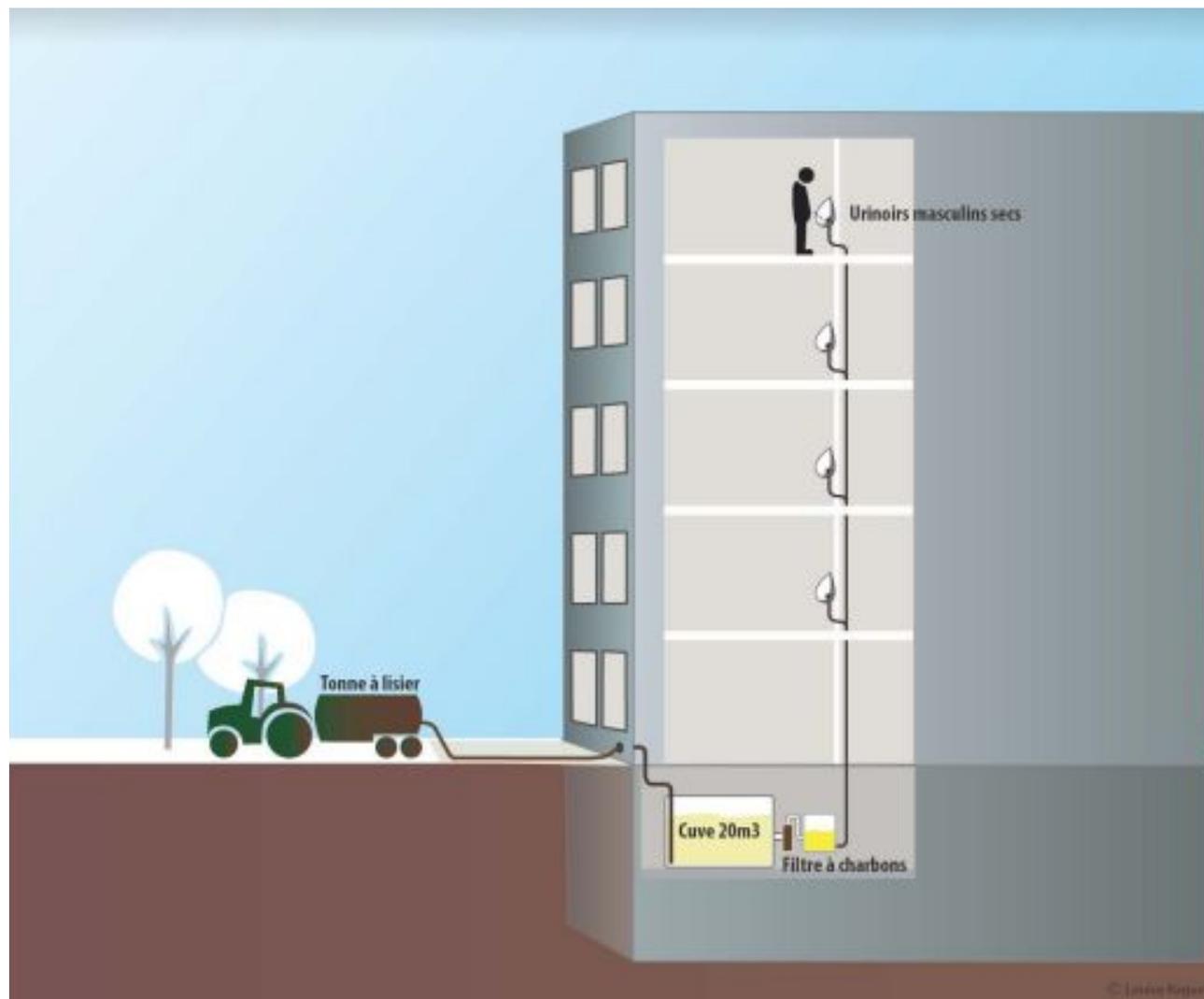
Des expérimentations sur le Plateau de Saclay

Restaurant universitaire + 4 étages de bureau

10 urinoirs masculins secs

- Canalisation d'urine
- Passage sur filtre à charbon
- Stockage cuves en sous-sol

Vidange de la cuve 2 fois par an pour épanchage sur blé et maïs



© Louise Raguét



Le projet Urinagri

- **Porté par T&C en partenariat avec la Chambre d'Agriculture, l'INRAE, le LEESU, Evoloop et Emmanuel Laureau**
- **Financement : Ademe + compensation collective agricole de l'EPA Paris-Saclay**
- **Dimension expérimentale :**
 - effet fertilisant sur blé et maïs
 - impacts sur la structure et qualité des sols
 - témoin, urine brute, traitée par charbon actif, produit VUNA (concentrée traitée) : analyse des urines puis des sols
- **Dimension sociétale :**
 - perception du sujet
 - faisabilité d'une généralisation et conditions
 - acceptabilité, logistique, modèle économique, type de produit...

Objectif : Approfondir le fonctionnement de l'urine comme fertilisant en culture en vue d'une substitution partiel

- Formes d'azote : Urine et Ammo 33,5 solide = témoin
- Variation de la dose d'N apportée
- Travail principal autour du 2^{ème} apport (faisabilité technique et apport majoritaire)



			Tallage	Epi 1cm	2N	DFE
			Mi Février	Mi-mars	Mi Avril	Mi-mai
0	Témoin 0					
1	100% AMMO	X-60	40	Solde		40/60
2		X-30	40	Solde		40/60
3		X	40	Solde		40/60
4		X+30	40	70% du solde	30% du solde	40/60
5		X+60	40	70% du solde	30% du solde	40/60
6	AMMO URINE AMMO	X-60	40	Solde		40/60
7		X-30	40	Solde		40/60
8		X	40	Solde		40/60
9		X+30	40	70% du solde	30% du solde	40/60
10		X+60	40	70% du solde	30% du solde	40/60
11	URINE-URIN E-AMMO	X	40	Solde		40/60

1^{er} apport réalisé le 11/02



1^{er} apport réalisé le 11/02



Intérêts

- **Assainissement : moins de rejet dans la Seine**
- **Recyclage des nutriments et économie circulaire**
- **Les cultures intermédiaires fixatrices d'azote sont de plus en plus difficiles à cause des ravageurs**

Agriculteurs en grandes cultures/céréales - Agriculteurs biologique - Maraîchers et producteurs en petites surfaces - Institutions - Collectivités & acteurs de l'assainissement et de l'aménagement

Freins

- **Inquiétudes vis à vis de la présence de résidus pharmaceutiques et/ou pathogènes**
→ tous les acteurs interrogés
- **Freins psychologiques : cycle fermé**
- **Acceptabilité par les voisins (odeurs)**
- **Flou juridique / Interdiction en AB**
(peu d'espoir d'autorisation ou de dérogation)
- **Logistique : Difficultés d'épandre des gros volumes liquides**
 - Volatilisation
 - Tassements des sols
 - Changement de matériel

Agriculteurs en grandes cultures/céréales - Agriculteurs biologique - Maraîchers et producteurs en petites surfaces - Institutions - Collectivités & acteurs de l'assainissement et de l'aménagement

Questionnements

- **Quel modèle économique ?**
 - **“Rendu racine gratuit”**
- **Logistique**
 - **Quelle récupération ?**
 - **Quel stockage ?**
 - **Quel traitement ? Brute, charbon actif, AURIN**
 - **Quelle forme ? Solide, liquide concentrée ou non**
- **Place des pouvoirs publics ?**
- **Manque de proposition pour les petites surfaces**

Agriculteurs en grandes cultures/céréales - Agriculteurs biologique - Maraîchers et producteurs en petites surfaces - Institutions - Collectivités & acteurs de l'assainissement et de l'aménagement