

Cahier d'expérimentation

au 4 juillet 2024



**Valoriser
les urines et excréments
humains en agriculture**

Epandage de
lisain⁽¹⁾ sur une
parcelle de maïs
Saison 2024

PROJET KOLOS

2023-2025

MÉTROPOLE

GRAND LYON



UNIVERSITÉ
PARIS EST CRÉTEIL
VAL DE MARNE



OCAPI

INSA

INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
TOULOUSE

Sommaire

1. Modalités de l'essai et enjeux
2. Plan de la parcelle
3. Itinéraire technique de production
4. Caractérisation du lisain épandu
5. Indésirables et socle commun
6. Indésirables pharmaceutiques
7. Les indésirables contextualisés
8. Suivi de la fourniture en azote du sol
9. Rendements : évaluations en cours et à venir
10. Logistique d'apport
11. Annexes
12. Références

⁽¹⁾ **lisain** : fertilisant composé d'urine humaine qui est traitée par stockage pendant au moins 1 mois afin de l'hygiéniser. NPK moyen 6/0,5/1 en g/L

NB: il existe plusieurs fertilisants à base d'urine humaine avec divers traitements. Ils s'appellent des « urinofertilisants ».



Modalités de l'essai et enjeux

Le démonstrateur KOLOS 2024 vise à faire état des effets agronomiques et environnementaux d'une fertilisation au lisain.

L'épandage est réalisé pour fertiliser une culture de maïs-grain (variété Pioneer P0710), semée le 31/05/24, afin de comparer les effets de l'urée⁽²⁾ de synthèse à du lisain.

Le comparatif est réalisé sur le premier apport en Unité d'Azote (UN) sur 5 pratiques :

- **P1** : 76 UN de lisain apportés à la buse palette (620 m²) un mois avant le semis.
- **P2** : 76 UN comme P1 plus \pm 30 UN apportés un mois après au semis et au pulvérisateur (620 m²) soit au total \pm 106 UN.
- **P3** : 50-76 UN de lisain, apporté à la buse palette (1760 m²).
- **P4** : témoin sans apport (3100 m²) soit 0 UN.
- **P5** : classique à l'urée (9350 m²) soit 32 UN.

- Caractérisation de la pratique

- Valeur agronomique du lisain.
- Teneurs en indésirables en agriculture présents dans le lisain.
- Evolution de la fourniture azotée du sol.
- Résultats agronomiques de la culture.
- Logistique d'apport.



Figure 1: Epandage buse palette P1+P2+P3- 19/04



Figure 2 : Epandage pulvérisateur P2- 29/05



Figure 3 : Semis et urée P5 – 31/05

⁽²⁾ **Urée** : engrais industriel produit par synthèse chimique de l'azote atmosphérique. Elle est produite en granules solides à une concentration de 46 % d'azote.

Plan de la parcelle



Figure 4 : Plan de la parcelle



Zone non cultivable

Zone 1: 1 lissain 76 UN buse palette

Zone 2: 76 + 30 UN buse palette + pulvé

Zone 3: lissain 50-76 UN



Zone 4: Témoin, 0 apport



Zone 5: urée de synthèse

Itinéraire technique - Campagne 2024 – Maïs Grain

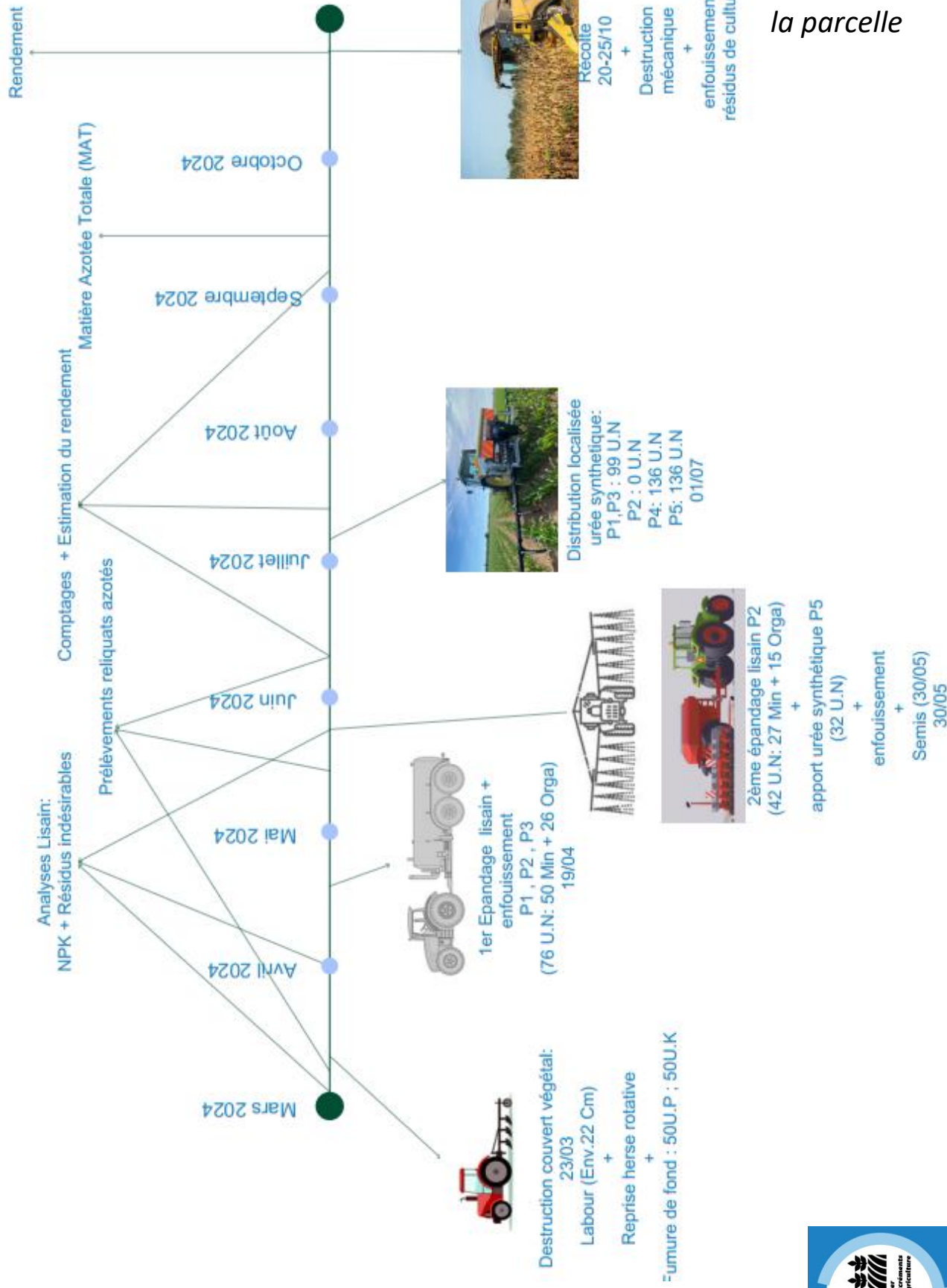


Figure 5 : Itinéraire de la parcelle



Caractérisation du lisain épandu

Ce lisain est produit grâce au stockage en cuve IBC d'urine humaine de festival pendant 4 mois (novembre-février) à température ambiante.

	1 ^{er} éch. en février au stockage	2 ^{ème} éch. en avril à l'épandage
Masse Volumique	1,004 Kg/L	
MS	0,52 %	0,42 %
pH	8,5	
N-NH4	1,05 ‰	1,57 ‰
N-NO3	0,01 ‰	
MO	1,8 ‰	
C Org	0,91 ‰	
P2O5	0,35 ‰	
K2O	0,53 ‰	
CaO	0,03 ‰	
MgO	0,003 ‰	
N-Tot	-	2,4 g/kg

NPK du lisain Kolos

N: 2,4 g/L

P: 0,35 g/L

K: 0,53 g/L

Azote sous forme principalement ammoniacale avec risque de volatilisation

Tableau 1 : valeur agronomique du lisain



Figures 6 et 7 : échantillonnage des urines – 15/02/2024



Indésirables et socle commun

Socle commun : Projet d'arrêté qui fixe les critères d'innocuité des matières fertilisantes et supports de cultures.

(Seuils issus de la consultation publique de décembre 2023)

	1 ^{er} éch. février	Socle commun	Unité
E.coli	<100	1000	/g
Salmonella Spp.	Absence	Absence	/25g

Tableau 2 : microbiologie du lisain

	Socle commun (mg/kg)	1 ^{er} éch. (mg/kg MS)	Apport annuel autorisé (g/ha)	Apport effectif (g/ha)
Arsenic (As)	40	1,22	270	3,66
Chrome VI (Cr)	2	0,12	1800	0,36
Cadmium (Cd)	3	< 0,1	15	0,30
Chrome (Cr)	120	1,45	1800	4,35
Cuivre (Cu)	300	26,00	1000	78,00
Mercure (Hg)	1	< 0,2	30	0,60
Nickel (Ni)	50	< 1	900	3,00
Plomb (Pb)	120	< 2	2700	6,00
Zinc (Zn)	1500	37,90	6000	113,70

Tableau 3 : éléments traces métalliques (ETM) du lisain

(g/kg MS)	Socle commun	1 ^{er} éch.
Films et PSE > 5 mm	3 ⁽³⁾	0
Plastiques durs > 5 mm	3 ⁽³⁾	0
Verre et Métaux > 2 mm	3	0
Éléments piquants ou coupants	/	0
Verres + Métaux + Plastiques > 2 mm	5	0

Tableau 4 : inertes du lisain

- ➔ Le lisain est conforme au projet de socle commun.
- ➔ Des indésirables peuvent provenir d'apports exogènes à l'urine lors de la collecte.

⁽³⁾ mesures à maille de 2 mm dans le projet de socle commun



Indésirables pharmaceutiques

- Objectif
 - Évaluer l'impact des épandages sur la production.
- Rappel
 - Certaines molécules pourraient avoir un effet négatif sur la germination et la croissance du maïs
 - 35 molécules les plus connues sont analysées (antidouleurs, anti-inflammatoire, antibiotique et caféine)
- Résultats
 - Traitement partiel des résultats (**en cours**)
 - On retrouve 33 des 35 molécules analysées avec des concentrations : de 5 ng/L (triméthoprime) à 2,8 mg/L (paracétamol).

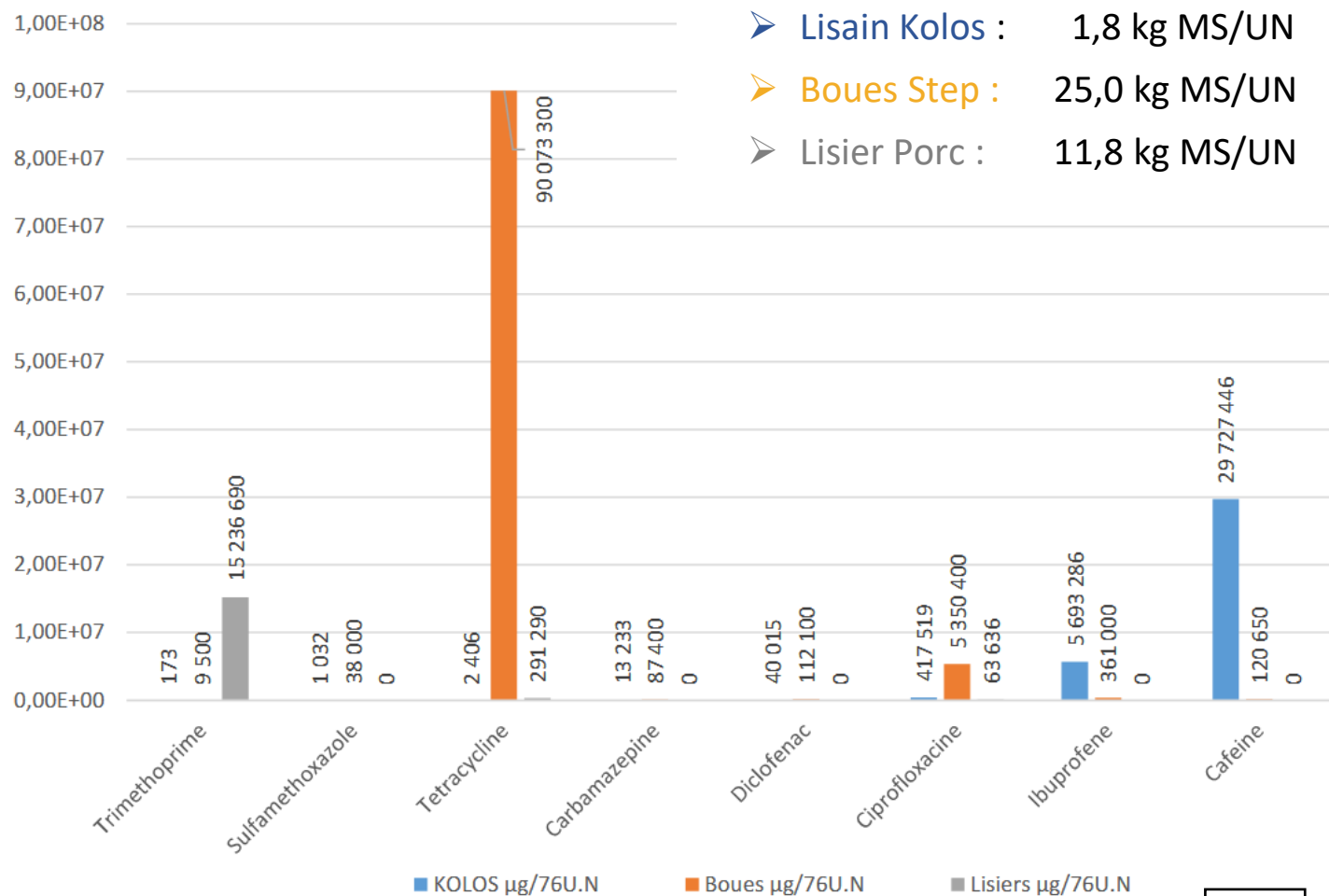


Tableau 5 : Comparatif lisain (Kolos), boues (Starck et al., 2024), lisiers (Levasseur et al., 2019) des pharmaceutiques apportés pour 76 UN/ha en µg

Les indésirables contextualisés

Aujourd'hui les micropolluants (pharmaceutiques et chimiques) ne sont pas assez considérés dans notre société. Pour l'agriculture, ils proviennent en particulier :

- Des lisiers et fumiers d'élevage
- Des stations d'épuration avec rejets *via* les boues et cours d'eau
- Des engrais utilisés par ailleurs (cas du cadmium)

Les indésirables présents dans les urines proviennent de consommations humaines.

Le seul avis officiel disponible à ce sujet est celui de l'OMS qui recommande en 2012 : « *En l'état des connaissances actuelles, aussi parcellaires soient elles, l'enjeu des résidus pharmaceutiques dans les urines humaines est moins pire dans les sols agricoles que dans les cours d'eau.* »

L'industrie produit plus rapidement des molécules que nous pouvons les identifier et connaître leur toxicité dans l'environnement.

Les molécules les plus présentes dans les urines humaines sont : la caféine, le paracétamol, l'ibuprofène et des antibiotiques comme la pénicilline ou l'amoxicilline.

Une fois les fertilisants épandus, le devenir de ces molécules est combiné entre :

(i) Lixiviation : en fonction de leurs mobilités, certaines molécules peuvent avoir un comportement proche de l'azote (les plus hydrophiles).

(ii) Adsorption par le sol : après 17 ans d'épandage d'urine sur une même parcelle au Danemark, on retrouve 2 à 4 molécules quantifiées entre 0,1 et 23 µg/kg MS.

(iii) Dégradation : les molécules peuvent être dégradées par le sol.

(iv) Captation par la plante : éventuels (i) effet biocide qui bloque ou freine germination et croissance de la plante, (ii) transmission dans l'alimentation :

- (Häfner *et al.*, 2023) : 521 000 choux à manger pour retrouver 200 mg d'ibuprofène
- (Winker *et al.*, 2009) : manger pendant 1000 ans des légumes fertilisés à l'urine pour retrouver 1g de paracétamol.

Il n'est pas encore possible de donner de seuils à partir desquels les molécules ont un effet toxique. Le risque zéro n'existe pas, il est aussi impossible de traiter 100% des molécules.

Malgré cela, le débat est ouvert et ne doit pas être clos au regard des connaissances actuelles.



Suivi de la fourniture en azote du sol

- Objectif
 - Évaluer la performance des épandages.
- Rappel
 - L'azote est sous forme ammoniacale => forts risques de volatilisation à l'épandage.
 - 1^{er} épandage de 9,5 m³ le 19/04 sur P1 à la tonne (76 UN).
 - 2^{ème} épandage de 1,1 m³ le 29/05 sur P2 en pulvérisation (106 UN).
 - Semis le 31/05 avec de fortes précipitations printanières => forts risques de lixiviation du premier apport.
- Campagnes de reliquats azotés dans le sol
 - 1^{ère} campagne en sortie d'hiver le 28/02/2024 avant la destruction du couvert CIPAN sur un horizon (0-30cm), moyenné sur toute la parcelle (quartage, 1 échantillon, 9 points de prélèvement). => **4 UN minimum évaluées.**
 - 2^{ème} campagne entre le 1^{er} et le 2^{ème} épandage de lisain le 17/05/2024 pour évaluer les pertes d'azote par lixiviation (comparatif P1/P4) et l'effet du couvert (quartage, 5 à 8 prélèvements par zone P1 à P5 sur 3 horizons (H1:0-30cm / H2:30-60cm / H3:60-90cm)).
 - 3^{ème} campagne après semis le 12/06/2024 pour évaluer l'efficacité du 2^{ème} apport et l'azote disponible pour la culture sur chaque zone (même échantillonnage que pour la deuxième campagne).

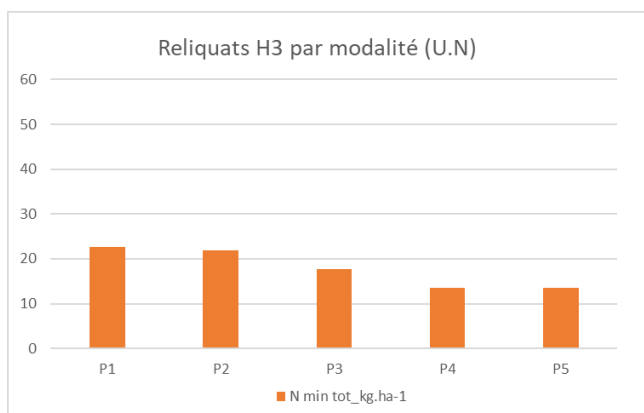
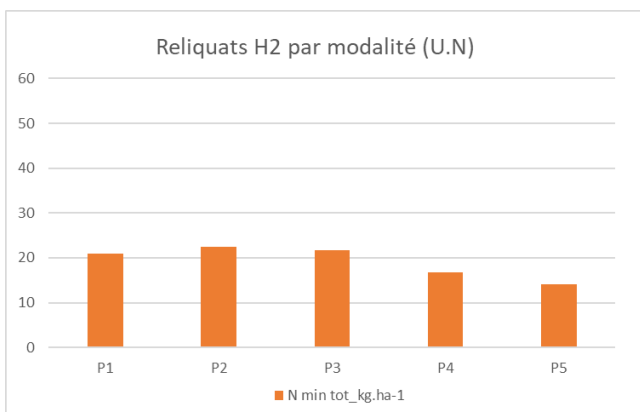
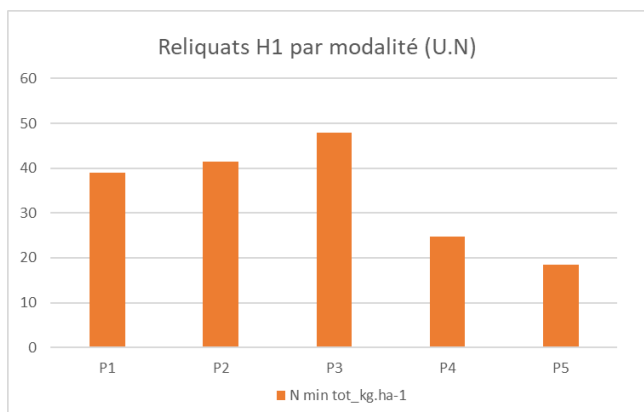


Figure 8 : prélèvement de sol –
12/06/2024



Suivi de la fourniture en azote du sol

• Résultats de la 2^{ème} campagne de reliquats (17/05)



	N_{mintot} sur H 0-90 cm (kg/ha)
P1	82,6
P2	86
P3	87
P4	54,9
P5	46,1

Tableaux 6,7, 8 et 9 : Résultats de la campagne de reliquats du 17/05/2024

• Analyse préliminaire

- Ecart de la fourniture azotée d'environ 35 UN entre bandes au lisain (P1, P2, P3) et bandes non fertilisées (P4, P5). 75 UN épandues, dont 50 sous forme minérale.
- Cette différence est visible principalement sur les premiers et derniers horizons.
- La fourniture azotée de P4 et P5 témoignent de l'effet du couvert CIPAN (développement non homogène) et de la reprise de l'activité biologique du sol en sortie d'hiver.
- 2 phénomènes qui peuvent influencer les résultats: la lixiviation et la réorganisation. => En attente des résultats de la 3^{ème} campagne pour statuer.



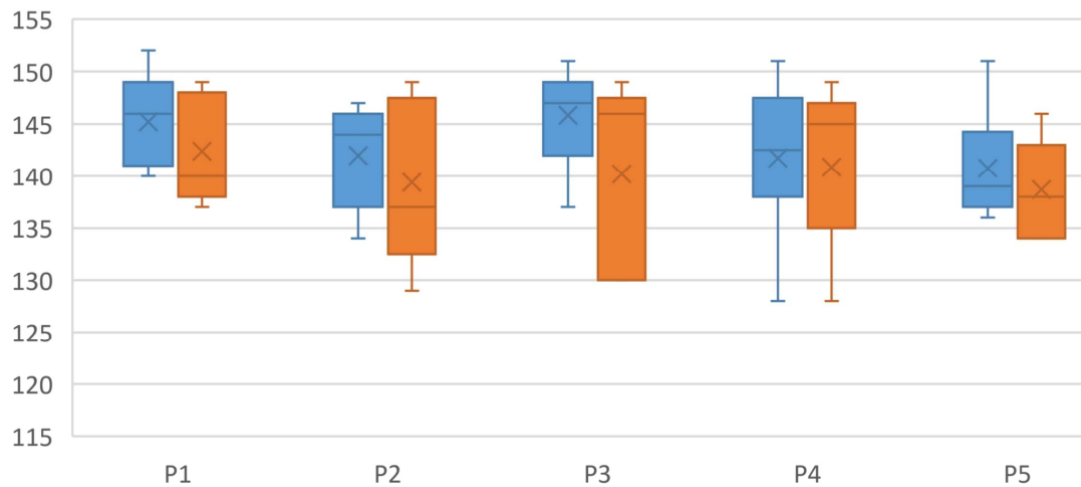
Rendements

évaluations en cours et à venir...

Sur 5 itinéraires (P1 à P5) les mesures ci-dessous sont réalisées.

- Estimation du rendement post-semis (fait)
 - Comptage au stade levée du maïs – 10 jours après semis + 1 mois
 - Mesure hauteur de tige, nombre de feuille – 1 mois après semis
- Estimation du rendement à la récolte (à faire)
 - Pesée sur benne
 - Matière azoté totale sur canne
- Evaluation de la disponibilité des nutriments selon les apports (à faire)
 - $\text{Nb plants/ha} * \text{Nb épis/plant} * \text{Nb grains/épis} * \text{Poids moyen grain}$

■ Nb plants Levée ■ Nb plants stade 6-7F



Pas d'observation spécifique à la levée

P1, P2 et P3 = lisain

P4 = témoin

P5 = urée

Tableau 6 : Nombre de plants stade levée (12/06/2024) et stade 6-7 feuilles (27/06/2024). Mesures de 2 rangs sur 12m de long en réplique.



Figure 9 : Comptage de levée sur 9,6 m² – 12/06/2024



Logistique d'apport

- Objectif
 - Évaluer les difficultés d'apport au champ
- 2 apports réalisés
 - 9,5 m³ à la tonne à lisier en buse palette
 - 1,1 m³ au pulvérisateur
- A la tonne à lisier
 - Permet d'apporter un gros volume - risques de tassement du sol
 - Volatilisation de l'azote à limiter par un pendillard, un hersage suivant l'épandage ou par un enfouisseur
 - Difficulté de remplissage : raccords non standard pour pomper dans des cuves IBC avec ouverture Ø 125 mm + risque moussage
 - Difficulté d'accès à la parcelle au printemps (ressuyage)
- Au pulvérisateur
 - A éviter car trop petit volume apporté, trop de volatilisation⁽⁴⁾, trop de passages (réglage machine) et trop de temps passé
- Stockage
 - Emplacement à proximité des parcelles à fertiliser et besoin d'un volume important vis-à-vis de l'investissement (temps)
 - Le gisement doit être disponible entre février et mai
 - Une cuve de 200 m³ pour environ 0,3 à 1T d'azote
 - Une logistique de remplissage de la cuve à créer



Figure 10 : pompage cuve IBC 19/04/2024

(4) l'azote du lisain se volatilise au maximum à 30 % de l'apport



Annexes

1. Analyse SADEF Microbiologie
2. Analyse SADEF Inertes
3. Analyse SADEF ETM
4. Analyse SADEF Valeur agronomique

Références

Levasseur, Pascal, Thierry Morvan, Aurore Toudic, Aurélie Buteau, et Sylvain Foray. 2019. « Connaître la composition des effluents d'élevage avec précision ». P. 55-66 in *Pratiques d'élevage et environnement : Mesurer, évaluer, agir, Savoir faire*. Versailles: Editions Quae.

Starck, Thomas, Tanguy Fardet, et Fabien Esculier. 2023. « Fate of Nitrogen in French Human Excreta : Current Waste and Agronomic Opportunities for the Future ». *Science of the Total Environment* (912):11.



Rapport d'analyses DECHETS

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET
CHAUSSÉES -

15 rue de la Fontaine-au-Roi

75027 PARIS CEDEX 11

Dossier : LAB24-4479-1

Numéro Labo. : D-02762-24

Informations Client	Expédition	PARIS TECH ENPC	
	Type échantillon :	Déchets	
	Réf. Commande :		
	Réf. échantillon :	Date de prélèvement :	15/02/2024

75120.SADEF.1.1 - DC AP1 - JASSANS-ROTTIER (D1680)

SADEF est exonérée de toute responsabilité quant à l'exactitude des informations fournies par le client.

Informations Laboratoire	Date de réception :	20/02/2024	
	Date début analyses :	20/02/2024	
	Date fin analyses :	27/02/2024	
	Date d'édition :	27/02/2024	

Micro-Organismes Pathogènes	Résultats (/brut)	Unités	Méthodes
Escherichia coli (prélèvement 1)	< 100	/1 g	NF EN ISO 16649-3 (E. coli β -glucuronidase +)
Escherichia coli (prélèvement 2)	< 100	/1 g	NF EN ISO 16649-3 (E. coli β -glucuronidase +)
Escherichia coli (prélèvement 3)	< 100	/1 g	NF EN ISO 16649-3 (E. coli β -glucuronidase +)
Escherichia coli (prélèvement 4)	< 100	/1 g	NF EN ISO 16649-3 (E. coli β -glucuronidase +)
Escherichia coli (prélèvement 5)	< 100	/1 g	NF EN ISO 16649-3 (E. coli β -glucuronidase +)
Salmonella spp (prélèvement 1)	Absence	/25 g	NF EN ISO 6579-1
Salmonella spp (prélèvement 2)	Absence	/25 g	NF EN ISO 6579-1
Salmonella spp (prélèvement 3)	Absence	/25 g	NF EN ISO 6579-1
Salmonella spp (prélèvement 4)	Absence	/25 g	NF EN ISO 6579-1
Salmonella spp (prélèvement 5)	Absence	/25 g	NF EN ISO 6579-1

Conformité du produit par rapport aux éléments analysés

Commentaire de conformité pour E. coli (m=1000 ; M=5000 ; n=5 ; c=1) : au vu des critères d'acceptation, le lot est de qualité bactériologique satisfaisante.

Commentaire de conformité pour Salmonelle (absence dans 25g ; n=5 ; c=0) : au vu des critères d'acceptation, le lot est de qualité bactériologique satisfaisante.

Remarque(s) / Observation(s) :

Les résultats des analyses microbiologiques sont émis avec réserve sans attribut COFRAC suite au NON RESPECT des préconisations suivantes :

- Délai maximum d'acheminement au laboratoire : 48H après le prélèvement.

Rapport d'analyses DECHETS

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET
CHAUSSÉES -

15 rue de la Fontaine-au-Roi

75027 PARIS CEDEX 11

Dossier : LAB24-4480-1

Numéro Labo. : D-02763-24

Date de réception : 20/02/2024

Date début analyses : 20/02/2024

Date fin analyses : 18/03/2024

Date d'édition : 18/03/2024

Informations Client

Expédition : PARIS TECH ENPC

Type échantillon : Déchets

N°t. Commande :

N°t. échantillon : Date de prélèvement : 15/02/2024

75120.SA00P.1.2 - OC API 2 - JASSANS-ROTTIER (01480)

SADEF est exonérée de toute responsabilité quant à l'exactitude des informations fournies par le client.

Informations Laboratoire

Inertes	Résultats (/acc)	Unités	Méthodes
---------	------------------	--------	----------

Légers (densité < 1) et Mi-Lourds (densité comprise entre 1 et 1.35)

Films et PSE : Légers > 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Autres plastiques : Mi-Lourds > 5mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Total Synthétiques de 2 à 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Total Synthétiques > 2 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)

Lourds (densité > 1.35)

Métaux > 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Métaux de 2 à 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Verre > 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Verre de 2 à 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Verres et Métaux > 2 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Cailloux - Calcaire > 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF NFU 44-164
Cailloux - Calcaire entre 2 et 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Fines < 2 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
INERTES TOTAUX	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)

Expression des résultats selon NFU 44-051 ou NFU 44-095 ou ECOLABEL

Films et PSE > 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Plastiques durs > 5 mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Verres et Métaux > 2mm	0.00	%	Méthode CDVAGREF (NFU 44-164)
Éléments piquants ou coupants	ABSENCE	-	-
Verres + Métaux + Plastiques > 2 mm	0.00	%	Calcul

Caractérisation Agronomique	Résultats : /acc	/t/m ³	Unités	Méthodes
-----------------------------	------------------	-------------------	--------	----------

Matière Sèche 0.34 % NF EN 12640

Rapport d'analyses DECHETS

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET
CHAUSSÉES -

15 rue de la Fontaine-au-Roi

75027 PARIS CEDEX 11

Informations Client

Exploitation : PARIS TECH ENPC
Type échantillon : Déchets
N° Commande :
N° échantillon : Date de prélèvement : 15/02/2024
75120.SADDF.1.6 - OC API 4 - JASSANS-ROCHER (01.680)

SADEF est exonérée de toute responsabilité quant à l'exactitude des informations fournies par le client.

Informations Laboratoire

Dossier : LAB24-4482-1 Numéro Labo. : D-02765-24

Date de réception : 20/02/2024
Date début analyses : 20/02/2024
Date fin analyses : 14/03/2024
Date d'édition : 14/03/2024

Caractérisation Agronomique	Résultats	/sac	/brut	Unités	Méthodes
Matière Sèche	0.34			%	NF EN 12640

Oligos éléments et Éléments Traces Métalliques	Résultats (MG 105°C)	Unités	Méthodes
Arsenic (As)	1.22 ± 0.21	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17094
Chrome VI (Cr)	0.12	mg/kg	NF EN 16318 - extraction alcaline & dosage par chromatographie
Cadmium (Cd)	< 0.1	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17094
Chrome (Cr)	1.45 ± 0.26	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17094
Cuivre (Cu)	26.0 ± 2.1	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17094
Mercuré (Hg)	< 0.2	mg/kg	Méthode Interne MOP404 - Comb. sèche + dosage AA3 vapeurs froides
Nickel (Ni)	< 1	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17094
Plomb (Pb)	< 2	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17094
Zinc (Zn)	37.9 ± 2.7	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17094
Cu + Cr + Ni + Zn	66.0	mg/kg	Calcul

Les résultats sont exprimés sur le produit brut ou le sac (voir les on-fêtes de colonne) (s/sac équivalent à g/kg ou kg/t). L'incertitude de mesure, calculée à partir de l'incertitude type multipliée par un facteur d'élargissement de 2, correspond à un intervalle de confiance symétrique de 95%.

Échantillon fourni par le client. Le laboratoire n'ayant pas été en charge de l'étape de l'échantillonnage, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Adrien TRITIER
Adjoint Responsable SCIENTIFIQUE



La validation technique des résultats vaut pour la signature du responsable des analyses.

Rapport d'analyses DECHETS

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET
CHAUSSÉES -

15 rue de la Fontaine-au-Roi

75027 PARIS CEDEX 11

Informations Client

Exploitation : PARIS TECH ENPC

Type échantillon : Déchets

Réf. Commande :

Réf. échantillon : Date de prélèvement : 15/02/2024

75120.SA009.1.3 - OC API 3 - JASSANS-RIOTTIER (01480)

SADEF est assurée de toute responsabilité quant à l'exactitude des informations fournies par le client.

Informations Laboratoire

Dossier : LAB24-4481-1 Numéro Labo. : D-02764-24

Date de réception : 20/02/2024

Date début analyses : 20/02/2024

Date fin analyses : 09/04/2024

Date d'édition : 09/04/2024

Masse Volumique et pF	Résultats (/brut)	Unités	Méthodes
Masse Volumique compactée	1.004	Kg/l	NF EN 13040

Caractérisation Agronomique	Résultats : /sec	/brut	Unités	Méthodes
Matière Sèche		0.52	%	NF EN 13040
pH eau		8.5	-	NF EN 13037 (Séchou 1/5)
Azote Ammoniacal (N-NH4)	203	1.05	g/ce	NF EN 13652 (Séchou 1/5 / traq)
Azote Nitrique (N-NO3)	< 0.01	< 0.01	g/ce	NF EN 13652 (Séchou 1/5 / traq)
Matière Organique par Perte au Feu	351	1.8	g/ce	NF EN 13039
Carbone Organique (C)	175	0.91	g/ce	Calculé à partir de la perte au feu (MO2)
Phosphore (P2O5)	66.9	0.35	g/ce	Méth. Interna MOP801 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17294
Potassium (K2O)	103	0.53	g/ce	Méth. Interna MOP801 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17294
Calcium (CaO)	5.29	0.03	g/ce	Méth. Interna MOP801 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17294
Magnésium (MgO)	0.56	0.003	g/ce	Méth. Interna MOP801 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17294

Les résultats sont exprimés sur le produit brut ou le sec (voir les en-têtes de colonne) (g/ce équivaut à g/kg ou kg/ha). L'incertitude de mesure, calculée à partir de l'incertitude type multipliée par un facteur d'élargissement de 2, correspond à un intervalle de confiance symétrique de 95%.

Echantillon fourni par le client. Le laboratoire n'ayant pas été en charge de l'étape de l'échantillonnage, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Adrien TRITIER
Adjoint Responsable SCIENTIFIQUE




La validation technique des résultats vaut pour la signature du responsable des analyses.