

# Cahier d'expérimentation

au 12 décembre 2024



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

Epandage de  
lisain<sup>(1)</sup> sur une  
parcelle de maïs  
Saison 2024

**PROJET KOLOS**

**2023-2025**

**MÉTROPOLE**

**GRAND LYON**

**UPEC**  
Connaissance - Action

UNIVERSITÉ  
PARIS-EST CRÉTEIL  
VAL DE MARNE

**isara**  
AGRO SCHOOL FOR LIFE



ÉCOLE NATIONALE DES  
PONTS  
ET CHAUSSEES

IP PARIS



OCAPI

**INSA**

INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
TOULOUSE



TLB DU RHÔNE

# 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 du socle commun
6. Indésirables pharmaceutiques
7. Les indésirables contextualisés
8. Suivi de la fourniture en azote du sol
9. Rendements
10. Logistique d'apport
11. Annexes
12. Références

<sup>(1)</sup> **Lisain** : fertilisant composé d'urine humaine qui est traitée par stockage pendant au moins 1 mois afin de l'hygiéniser.

NPK moyen 0,6/0,05/0,1 en g/100g de matière brute

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



# 1. 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<sup>(2)</sup> de synthèse à ceux du lisain apporté au semis.

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

- **P1** : 175 UN, 76 UN de lisain apportées à la buse palette un mois avant le semis puis 99 UN d'urée, (620m<sup>2</sup>) .
- **P2** : 168 UN, 123 UN de lisain apportées en deux temps, 76 UN lors de P1 et ± 47 UN apportées au semis au pulvé, puis 45 UN d'urée (620 m<sup>2</sup>).
- **P3** : 149-175 UN, 50-76 UN de lisain, apportées à la buse palette puis 99 UN d'urée, (1800 m<sup>2</sup>).
- **P4** : 136 UN, 0 UN de lisain témoin, 136 UN d'urée, (3100 m<sup>2</sup>).
- **P5** : 168 UN, en deux apports de 32 (au semis) + 136 UN d'urée, (9350 m<sup>2</sup>).

Aucune modalité n'est envisagée avec du lisain seul.

## 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)



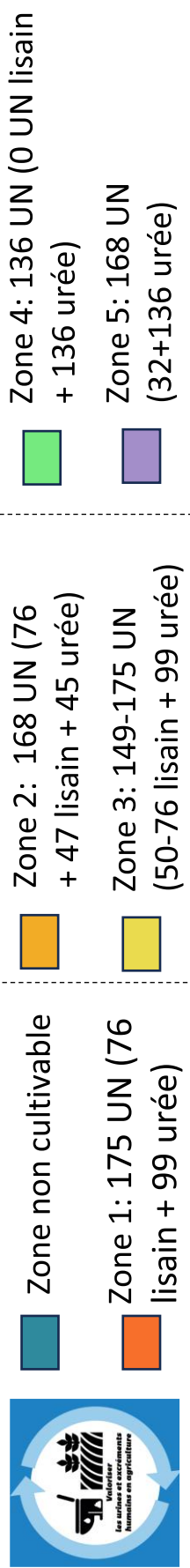
Figure 3 : Semis et urée P5 (31/05)

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

# 2. Plan de la parcelle



Figure 4 : Plan de la parcelle



# 3. Itinéraire technique de production 2024

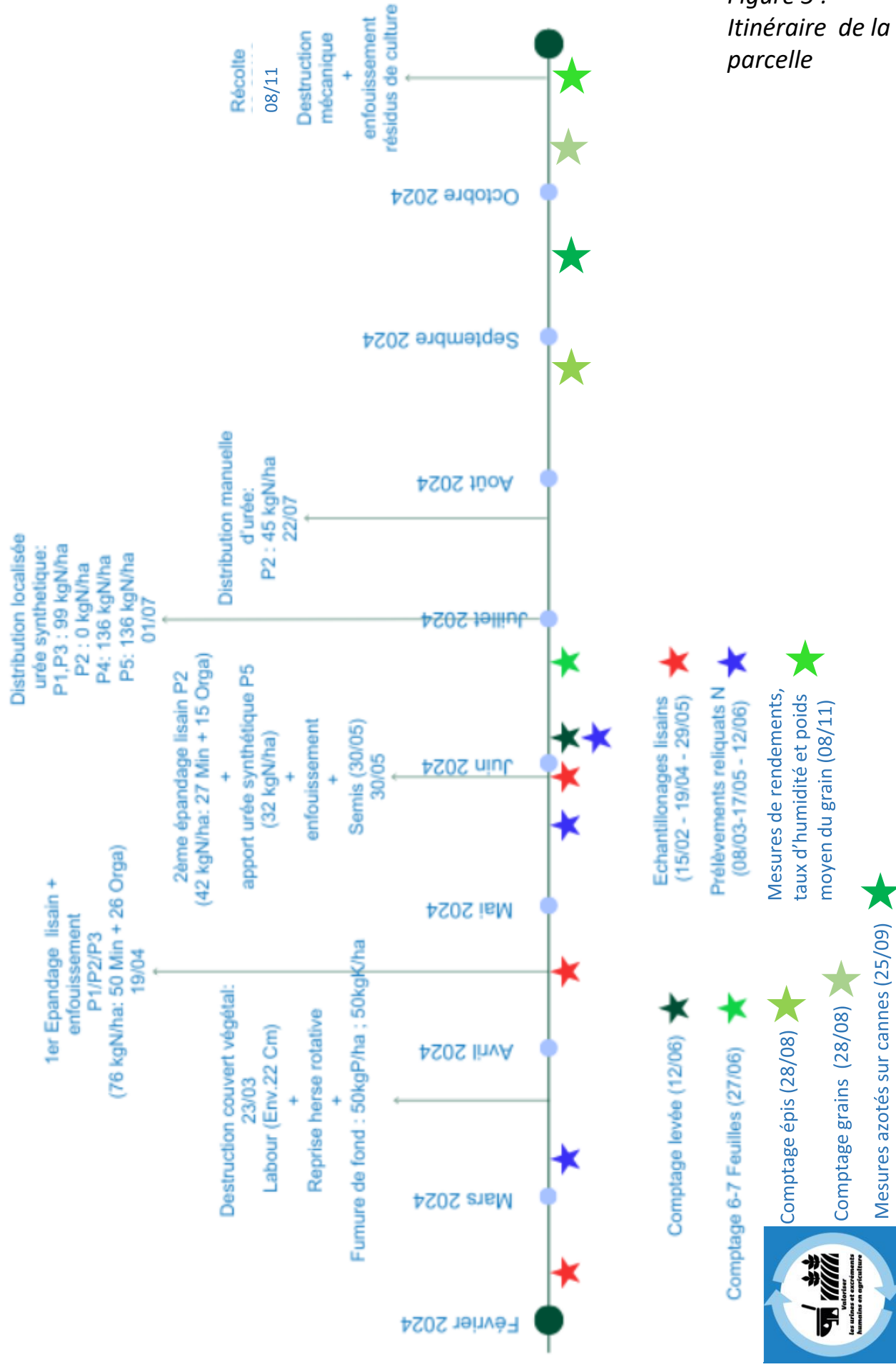


Figure 5 : Itinéraire de la parcelle



# 4. Caractérisation du lisain épandu

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

Tableau 1 : valeur agronomique du lisain

	1 <sup>er</sup> éch. en février au stockage	2 <sup>ème</sup> éch. en avril à l'épandage
<b>Masse Volumique</b>	1,004 Kg/L	
<b>MS</b>	0,52 %	0,42 %
<b>pH</b>	8,5	
<b>N-NH4</b>	1,05 ‰	1,57 ‰
<b>N-NO3</b>	0,01 ‰	
<b>MO</b>	1,8 ‰	
<b>C Org</b>	0,91 ‰	
<b>P2O5</b>	0,35 ‰	
<b>K2O</b>	0,53 ‰	
<b>CaO</b>	0,03 ‰	
<b>MgO</b>	0,003 ‰	
<b>N-Tot</b>	-	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 (+/-67 %) avec risque de volatilisation.

Les caractéristiques agronomiques des lisains sont variables en fonction des conditions de collecte, stockage, épandage.



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



# 5. Indésirables du socle commun

**Socle commun** : Projet d'arrêté pour fixer des critères d'innocuité des matières fertilisantes et supports de cultures (Seuils issus de la consultation publique de décembre 2023).

Tableau 2 : microbiologie du lisain

	1 <sup>er</sup> éch. février	Socle commun	Unité
<b>E.coli</b>	<b>&lt;100</b>	1000	/g
<b>Salmonella Spp.</b>	<b>Absence</b>	Absence	/25g

Tableau 3 : éléments traces métalliques (ETM) du lisain

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

Tableau 4 : inertes et plastiques du lisain

(g/kg MS)	Socle commun	1 <sup>er</sup> éch.
<b>Films et PSE &gt; 5 mm</b>	3 <sup>(3)</sup>	<b>0</b>
<b>Plastiques durs &gt; 5 mm</b>	3 <sup>(3)</sup>	<b>0</b>
<b>Verre et Métaux &gt; 2 mm</b>	3	<b>0</b>
<b>Éléments piquants ou coupants</b>	/	<b>0</b>
<b>Verres + Métaux + Plastiques &gt; 2 mm</b>	5	<b>0</b>

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

<sup>(3)</sup> mesures à maille de 2 mm dans le projet de socle commun



# 6. 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

- On retrouve 33 des 35 molécules analysées avec des concentrations : de 5 ng/L (triméthoprime) à 2,8 mg/L (paracétamol)
- Les concentrations de ces molécules sont rapportées à l'unité d'azote puis mises en regard avec les référentiels disponibles :

Tableau 5 : Comparatif entre lisain, boues et lisiers de porc des concentrations en pharmaceutiques en  $\mu\text{g}$  par unité d'azote apportée ( $\mu\text{g}/\text{kg N}$ )

Pharmaceutiques	Lisain de Kolos	Boues de station d'épuration		Lisiers de porc	
		Médianes	Sources	Médianes	Sources
Triméthoprime	2,3	125	(Anses, 2020)	200483	(Patureau <i>et al.</i> , 2013)
Sulfaméthoxazole	13,6	500	(Patureau <i>et al.</i> , 2013)	-	-
Tétracycline	31,7	1185175	(Esculier <i>et al.</i> , 2022)	3833	(Patureau <i>et al.</i> , 2013)
Carbamazépine	174,1	1150	(Esculier <i>et al.</i> , 2022)	-	-
Diclofenac	526,5	1475	(Patureau <i>et al.</i> , 2013)	-	-
Ciprofloxacine	5493,7	70400	(Esculier <i>et al.</i> , 2022)	837	(Patureau <i>et al.</i> , 2013)
Ibuprofène	74911,7	4750	(Esculier <i>et al.</i> , 2022)	-	-
Caféine	391150,6	1587,5	(Patureau <i>et al.</i> , 2013)	-	-
Tramadol	74911,7	875	(Gay et Dalvai, 2014)	-	-

- Dans cet essai, seuls l'ibuprofène, le Tramadol et la caféine sont apportés en quantités supérieures aux médianes nationales pour les boues de station d'épuration.

## Données mobilisées

- Lisain Kolos : 1,8 kg MS/UN
- Boues STEP : 25,0 kg MS/UN (Fuchs *et al.*, 2014)
- Lisier porc : 11,8 kg MS/UN (Aporthe, 2020)



# 7. Les indésirables contextualisés

Pour l'agriculture, les micropolluants (pharmaceutiques et chimiques) proviennent :

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

Les indésirables présents dans les urines proviennent des consommations humaines.

Le seul avis officiel disponible à ce sujet est celui de l'OMS de 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 qu'il est possible de 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 l'urino-fertilisant épandu, 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 dans le sol.

**(iv) Captation par la plante** : avec d'éventuels (i) impacts sur la germination et la croissance de la plante, (ii) transmissions 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 est difficile de donner des seuils à partir desquels les molécules ont un effet toxique en considérant les effets cocktails. 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.



# 8. Suivi de la fourniture en azote du sol

## Objectif

- Évaluer la performance agronomique des épandages.

## Rappel

- L'azote sous forme ammoniacale a un fort risque de volatilisation à l'épandage. La forme organique (38%) n'est pas immédiatement disponible pour la culture.
- 1<sup>er</sup> épandage de 9,5 m<sup>3</sup> le 19/04/24 sur P1 à la tonne (76 UN).
- 2<sup>ème</sup> épandage de 1,1 m<sup>3</sup> le 29/05/24 sur P2 en pulvérisation (76+47 = 123 UN).
- Semis le 31/05 avec de fortes précipitations printanières => risques de lixiviation du premier apport.

## Campagnes de reliquats azotés dans le sol

- **1<sup>ère</sup> campagne** sortie d'hiver le 28/02/2024 avant la destruction du couvert, sur un horizon (0-30 cm), moyenné sur toute la parcelle (quartage, 1 échantillon, 9 points de prélèvement). => **4 UN minimum évaluées et un fort effet parcelle.**

- **2<sup>ème</sup> campagne** entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> 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)).



Figure 8 : reliquats d'azote dans le sol sortie d'hiver

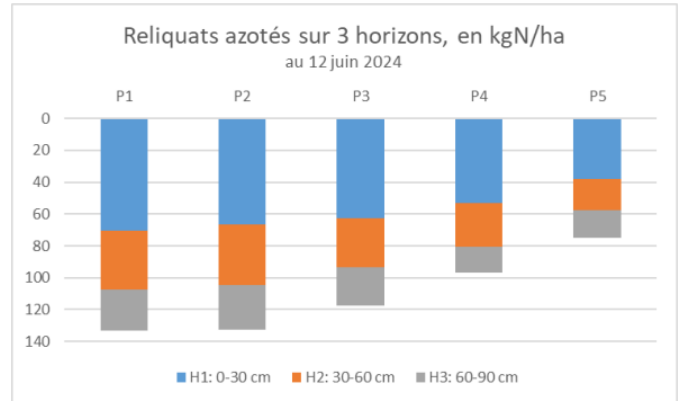
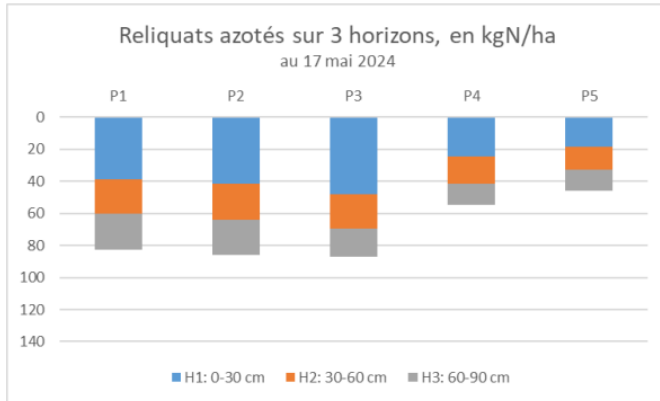
- **3<sup>ème</sup> campagne** après semis le 12/06/2024 pour évaluer l'effet du 2<sup>ème</sup> apport et l'azote disponible pour la culture par zone (même échantillonnage que 2<sup>ème</sup> campagne).



Figure 9 : prélèvement de sol – 12/06/2024

# 8. Suivi de la fourniture en azote du sol

## Éléments de comparaison au 1<sup>er</sup> apport



Figures 10 et 11 : Evolution des reliquats azotés dans le sol entre le 1<sup>er</sup> apport de lisain (sur P1, P2, P3) et le 2<sup>ème</sup> apport

## Observations et résultats

- Le premier apport du 19/04/2024 de lisain (P1, P2, P3) est observable.
- L'apport complémentaire (P2) est moins identifiable, une forte partie de l'azote est probablement volatilisée.
- Environ 35 UN apportées au sol avec le lisain (P1, P2, P3) sur 75 UN épandues dont 50 UN sous forme minérale.
- L'azote disponible en P4 et P5 ( $\pm 50$  UN) est lié au couvert (présence non homogène) et à la reprise de l'activité biologique du sol en sortie d'hiver.

Tableau 6 : Quantité minimum d'azote apportée par zone avant semis

	N <sub>mintot</sub> sur H 0-90 cm (kg/ha)
P1	82,6
P2	86
P3	87
P4	54,9
P5	46,1

- Hypothèses et questions:
  - ✓ La lixiviation, la réorganisation de l'azote et l'effet du couvert peuvent expliquer des taux proches de ceux de P4 (figures 10 et 11)
  - ✓ La fraction organique du lisain apporté s'est-elle minéralisée?
  - ✓ Des données sur les autres nutriments du lisain (phosphore et azote organique) pourraient participer à l'explication des rendements

- **Il y a une présence variable d'azote dans le sol sur la parcelle. Il sera donc difficile de caractériser finement les différences de rendement sur la production.**



# 9. Rendements

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

## Estimation du rendement post-semis

- Comptages aux stades (i) levée du maïs – 10 jours après semis le 12/06/2024 et (ii) 1 mois après semis à 6-7 feuilles le 27/06/2024. Mesures sur 2 rangs et 12 m de long en réplica.

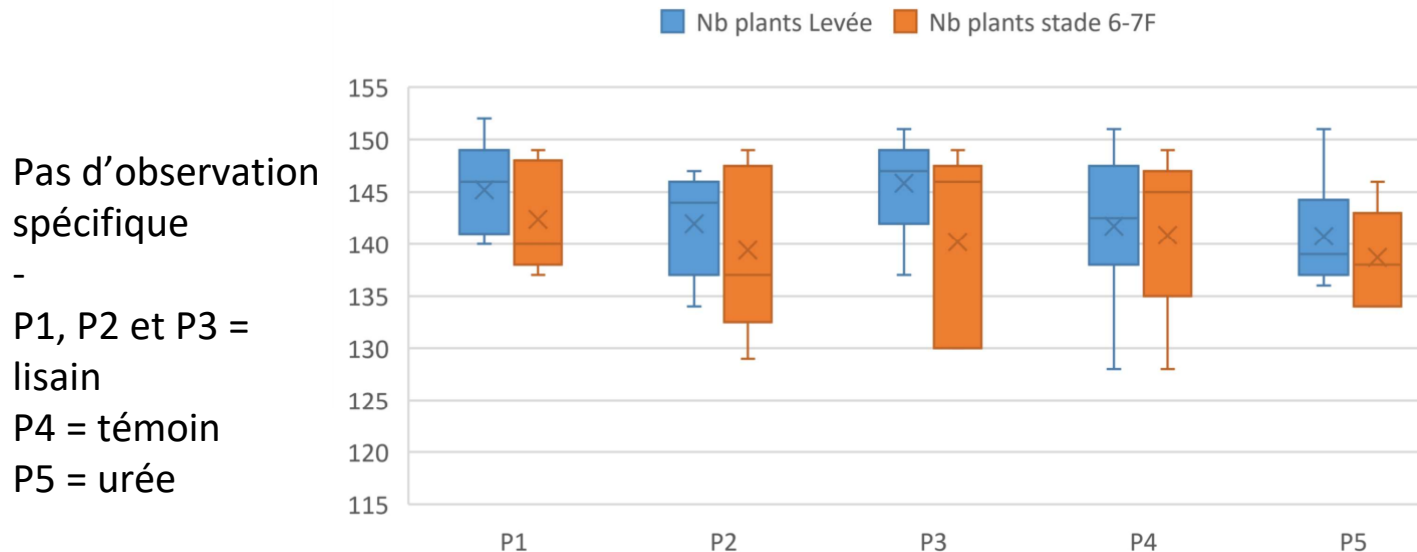


Figure 12: Nombre de plants aux stades levée et 6-7 feuilles.

## Estimation du rendement au fruit

- Comptage du nombre d'épis au m<sup>2</sup>, 15 jours après la floraison femelle le 28/08/2024.

Un faible décrochage est observable sur P4 et P1

–  
Confirmé avec les rendements de récolte et comptages suivants.

Tableau 7 : Rendements en nombre d'épis

	Nbre moyen d'épis au m <sup>2</sup>
<b>P1</b>	<b>7,06</b>
<b>P2</b>	<b>7,34</b>
<b>P3</b>	<b>7,37</b>
<b>P4</b>	<b>6,93</b>
<b>P5</b>	<b>7,24</b>

Les comptages et rendements P5 sont faits dans la continuité de la bande P4 (au sud sur le plan).



# 9. Rendements

## Estimation du rendement en azote sur canne

Réalisé en laboratoire et par un échantillonnage aléatoire sur 25 cannes par zone, le 25/09/2024.

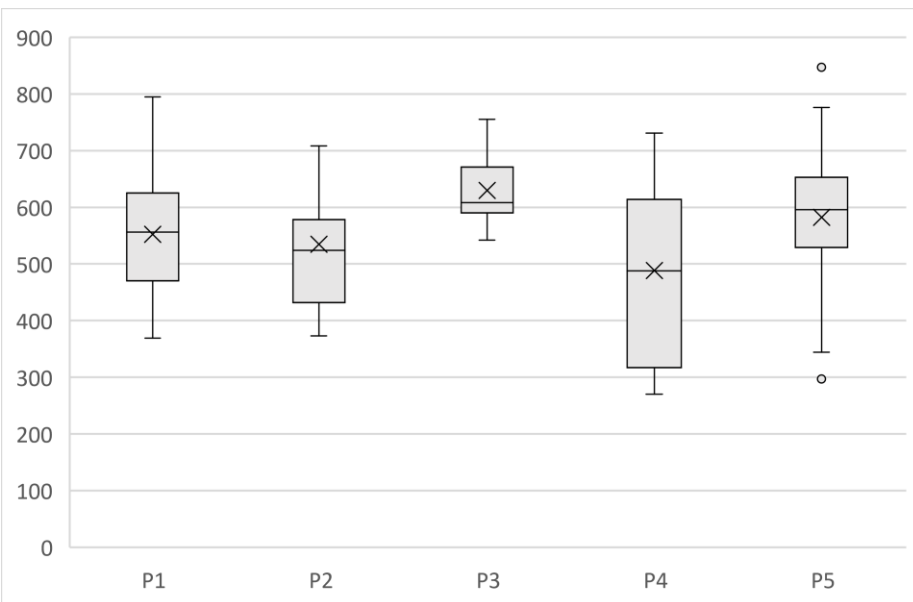
Tableau 8 : Matière azoté totale sur canne

	<b>MAT (% sur poids sec)</b>	<b>Différence</b>	<b>Bilan de fertilisation (kg N/ha)</b>
<b>P1</b>	<b>2,17</b>	<b>-4%</b>	175 UN (76 lisain + 99 urée)
<b>P2</b>	<b>2,04</b>	<b>-9%</b>	168 UN (123 lisain + 45 urée)
<b>P3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	149 UN (50 Lisain + 99 urée)
<b>P4</b>	<b>1,52</b>	<b>-32%</b>	136 UN (0 Lisain + 136 urée)
<b>P5</b>	<b>2,25</b>	<b>0%</b>	168 UN (32+136 urée)

On observe un décrochage de P4. L'ordre de grandeur du taux de présence d'azote sur les cannes de maïs semble légèrement inférieur pour une fertilisation au lisain par rapport à de l'urée de synthèse. L'azote organique du lisain n'est peut-être pas encore totalement minéralisée.

## Estimation du rendement à la récolte

Réalisé par des pesées et mesures le 08/11/2024



Comptage des grains de 15 épis choisis aléatoirement par itinéraire.

Les itinéraires fertilisés au lisain (P1, P2 et P3) se situent à proximité de l'itinéraire à l'urée de synthèse P5.

Moyennes:

(552)

(534)

(629)

(487)

(582)

Figure 13: Nombre de grains par épis



# 9. Rendements

## Estimation du rendement à la récolte

Réalisé par des pesées et mesures le 08/11/2024

Tableau 9 : rendement à l'hectare en poids sec et poids moyen du grain

	Rend <sup>t</sup> (q/ha)	PMG (g)	Bilan de fertilisation (kg N/ha)
P1	78	0,335	175 UN (76 Lisain + 99 urée)
P2	127	0,334	168 UN (123 Lisain + 45 urée)
P3	92	0,325	149 UN (50 Lisain + 99 urée)
P4	61	0,319	136 UN (0 Lisain + 136 urée)
P5	105	0,331	168 UN (32+136 urée)
Total	96	1 quintal = 100 kg	164 UN

Malgré des conditions difficiles (semis tardif, fortes pluies, vents, parasites et grêles) le rendement de production de maïs de la parcelle est au-dessus de l'objectif initial (90 q).

**Les itinéraires fertilisés au lisain montrent des rendements intéressants et soulignent la difficulté à évaluer avec précisions les effets entre les quantités d'azote apportées, les reliquats azotés du sol et les bords de la parcelle.**

En croisant les différents indicateurs (rendements, comptages et matière azotée) à quantité égale d'azote apportée, le **lisain concurrence directement l'engrais de synthèse.**



Figure 14: Récolte du maïs - 08/11/2024



# Logistique d'apport

## 2 apports réalisés

- 9,5 m<sup>3</sup> à la tonne à lisier en buse palette le 19/04/2024, semis impossible ensuite à cause des pluies, puis 1,1 m<sup>3</sup> au pulvé le 29/05/2024 et semis.

## A la tonne à lisier

- Permet d'apporter un gros volume mais risques de tassement du sol et de ballant lors du transport. Favoriser des pneumatiques basses pressions.
- Volatilisation de l'azote à limiter par un pendillard, un hersage suivant l'épandage ou par un enfouisseur.
- Difficulté de remplissage : raccords non standards pour pomper dans des cuves IBC avec ouverture Ø 125 mm (besoin tuyau Ø 100 mm + raccord adapté à la tonne à lisier) + risque moussage dans la tonne à lisier si aspiration d'air aux raccords.
- Difficulté d'accès à la parcelle au printemps (ressuyage).

## Au pulvérisateur

- A éviter car trop petit volume apporté, trop de volatilisation<sup>(4)</sup>, trop de passages (réglage machine) et trop de temps passé.

## Une plateforme logistique à créer

- Pour un gisement disponible en fonction des besoins des cultures.
- Avec un emplacement à proximité des parcelles à fertiliser et un volume important vis-à-vis de l'investissement en temps passé.
- Avec des raccords et moyens de transvasement standardisés et optimisés (pompe à demeure) pour limiter les lourdes manutentions.
- Une cuve de 200 à 400 m<sup>3</sup> pour environ 0,3 à 1 T d'azote.



Figure 13 : pompage cuves 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

Aporthe. (2020). *Fiche\_aporthe\_lisier\_01-1.pdf*. [https://www.aporthe.fr/wp-content/uploads/2020/09/Fiche\\_aporthe\\_lisier\\_01-1.pdf](https://www.aporthe.fr/wp-content/uploads/2020/09/Fiche_aporthe_lisier_01-1.pdf)

Fuchs, J., Générmont, S., Houot, S., Jardé, E., Menasseri-Aubry, S., Mollier, A., Morel, C., Parnaudeau, V., Pradel, M., & Vieublé, L. (2014). *Effets agronomiques attendus de l'épandage des Mafor sur les écosystèmes agricoles et forestiers*.

Gay, G., & Dalvai, J. (2014). *Substances « émergentes » dans les boues et composts de boues de stations d'épuration d'eaux usées collectives—Caractérisation et évaluation des risques sanitaires* (Rapport final de projet de recherche Étude réalisée pour le compte de l'ADEME, le SYPREA-FNADE, la FP2E, le SIAAP, (Contrat N°1006C0122); p. 294). INERIS - DRC-14-115758-08437A. <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/rapport-ineris---drc-14-115758-08437a---substances-%C3%A9mergentes-dans-les-boues-et-composts-de-boues---vf210115-1430930066.pdf>

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.

Patureau, Dominique, Mathilde Luneau, Nadine Delgenes, Sabine Houot, Marjolaine Deschamps, et Sokha Leang. 2013. *Évaluation des flux de micropolluants prioritaires et émergents sur les sols via les apports de produits résiduels organiques : efficacité des procédés de traitement et impact potentiel sur les plantes et les écosystèmes aquatiques*. Rapport de recherche. Paris: ONEMA / INRA.

Agence Nationale de Sécurité sanitaire, alimentation Environnement, travail (ANSES). 2020. *Antibiorésistance et environnement : État et causes possibles de la contamination des milieux en France par les antibiotiques, les bactéries résistantes aux antibiotiques et les supports génétiques de la résistance aux antibiotiques*. Avis de l'Anses - Rapport d'expertise collective. Saisine n°2016-SA-0252. Maisons-Alfort.

Esculier, F., Houot, S., Levavasseur, F., Martin, T., Deschamps, M., Aubry, C., Brun, F., & Aubin, J. (2022). *Projet Agrocapi : Étude de filières de valorisation agricole d'urino-fertilisants—Rapport final* (p. 55). ADEME. [https://www.leesu.fr/ocapi/wp-content/uploads/2022/09/Rapport\\_Agrocapi\\_vf-2022\\_bis.pdf](https://www.leesu.fr/ocapi/wp-content/uploads/2022/09/Rapport_Agrocapi_vf-2022_bis.pdf)





## 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 $\beta$ -glucuronidase +)
Escherichia coli (prélèvement 2)	< 100	/1 g	NF EN ISO 16649-3 (E. coli $\beta$ -glucuronidase +)
Escherichia coli (prélèvement 3)	< 100	/1 g	NF EN ISO 16649-3 (E. coli $\beta$ -glucuronidase +)
Escherichia coli (prélèvement 4)	< 100	/1 g	NF EN ISO 16649-3 (E. coli $\beta$ -glucuronidase +)
Escherichia coli (prélèvement 5)	< 100	/1 g	NF EN ISO 16649-3 (E. coli $\beta$ -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 (/tcc)	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 : /tcc	/twt	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 12869

### Oligos éléments et Éléments Traces Métalliques

Résultats (MG 105°C) Unités Méthodes

Arsenic (As)	<b>1.22</b>	± 0.21	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17894
Chrome VI (Cr)	<b>0.12</b>		mg/kg	NF EN 16318 - extraction alcaline & dosage par chromatographie
Cadmium (Cd)	<b>&lt; 0.1</b>		mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17894
Chrome (Cr)	<b>1.45</b>	± 0.26	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17894
Cuivre (Cu)	<b>26.0</b>	± 2.1	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17894
Mercuré (Hg)	<b>&lt; 0.2</b>		mg/kg	Méthode Interne MOP404 - Comb. sèche + dosage AA3 vapeurs froides
Nickel (Ni)	<b>&lt; 1</b>		mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17894
Plomb (Pb)	<b>&lt; 2</b>		mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17894
Zinc (Zn)	<b>37.9</b>	± 2.7	mg/kg	Méth. Interne MOP601 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17894
Cu + Cr + Ni + Zn	<b>66.0</b>		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)		

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		

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

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/oo	NF EN 13652 (Séchou 1/5 / traq)
Azote Nitrique (N-NO3)	< 0.01	< 0.01	g/oo	NF EN 13652 (Séchou 1/5 / traq)
Matière Organique par Perte au Feu	351	1.8	g/oo	NF EN 13039
Carbone Organique (C)	175	0.91	g/oo	Calculé à partir de la perte au feu (MO2)
Phosphore (P2O5)	66.9	0.35	g/oo	Méth. Interna MOP80 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17294
Potassium (K2O)	103	0.53	g/oo	Méth. Interna MOP80 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17294
Calcium (CaO)	5.29	0.03	g/oo	Méth. Interna MOP80 selon NF EN 16174 ; Dos. ICP MS NF EN ISO 17294
Magnésium (MgO)	0.56	0.003	g/oo	Méth. Interna MOP80 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/oo équivaut à g/kg ou kg/1). 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.

Exploitation PARIS TECH ENPC

**Informations Client**

Type échantillon : **Végétaux Analyse Minérale**

Référence Commande :

Réf. échantillon : **75120.SA009.4.1 - P1** - 69650 QUINCIEUX

Date de prélèvement : 25/09/2024

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

**Informations Laboratoire**

Dossier : **LAB24-28153-4**      Numéro Labo. : **V-10734-24**

Date de réception : 03/10/2024

Date début analyses : 03/10/2024

Date fin analyses : 29/10/2024

Date d'édition : 29/10/2024

Caractérisation et Eléments majeurs	Résultats (/sec)	Unités	Méthodes
* Azote Total	<b>2.17</b>	⌘	Méthode Dumas (Meth. interne MA7-18)

Exploitation PARIS TECH ENPC

**Informations Client**

Type échantillon : **Végétaux Analyse Minérale**

Référence Commande :

Réf. échantillon : **75120.SA009.4.3 - P2** - 69650 QUINCIEUX

Date de prélèvement : 25/09/2024

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

**Informations Laboratoire**

Dossier : **LAB24-28153-3**      Numéro Labo. : **V-10733-24**

Date de réception : 03/10/2024

Date début analyses : 03/10/2024

Date fin analyses : 29/10/2024

Date d'édition : 29/10/2024

Caractérisation et Eléments majeurs	Résultats (/sec)	Unités	Méthodes
* Azote Total	<b>2.04</b>	⌘	Méthode Dumas (Meth. interne MA7-18)

Exploitation PARIS TECH ENPC

**Informations Client**

Type échantillon : **Végétaux Analyse Minérale**

Référence Commande :

Réf. échantillon : **75120.SA009.4.1 - P4** - 69650 QUINCIEUX

Date de prélèvement : 25/09/2024

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

**Informations Laboratoire**

Dossier : **LAB24-28153-2**      Numéro Labo. : **V-10732-24**

Date de réception : 03/10/2024

Date début analyses : 03/10/2024

Date fin analyses : 29/10/2024

Date d'édition : 29/10/2024

Caractérisation et Eléments majeurs	Résultats (/sec)	Unités	Méthodes
* Azote Total	<b>1.52</b>	⌘	Méthode Dumas (Meth. interne MA7-18)

Exploitation PARIS TECH ENPC

**Informations Client**

Type échantillon : **Végétaux Analyse Minérale**

Référence Commande :

Réf. échantillon : **75120.SA009.4.1 - P5** - 69650 QUINCIEUX

Date de prélèvement : 25/09/2024

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

**Informations Laboratoire**

Dossier : **LAB24-28153-1**      Numéro Labo. : **V-10731-24**

Date de réception : 03/10/2024

Date début analyses : 03/10/2024

Date fin analyses : 29/10/2024

Date d'édition : 29/10/2024

Caractérisation et Eléments majeurs	Résultats (/sec)	Unités	Méthodes
* Azote Total	<b>2.25</b>	⌘	Méthode Dumas (Meth. interne MA7-18)