

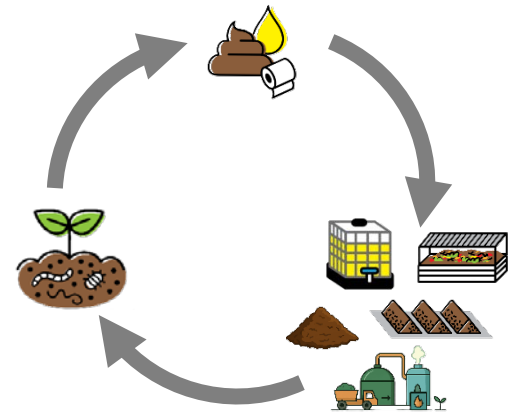
PRATIQUES DE RETOUR AU SOL DES MATIERES ISSUES DE L'ASSAINISSEMENT ECOLOGIQUE



INTRODUCTION

Ce document a été réalisé en 2026 dans le cadre d'un stage de fin d'études d'ingénieur agronome de 6 mois sur la valorisation agricole des matières issues de l'assainissement écologique.

Ce stage a été mis en place et encadré par la commission Agriculture du Réseau de l'Assainissement Ecologique (RAE).



POURQUOI CE DOCUMENT ?

En 2022, la commission Agriculture a été créée au sein du Réseau de l'Assainissement Ecologique pour progresser sur les questions du retour au sol des gisements d'excréments humains issus de l'assainissement écologique, principalement collectés par les loueurs de toilettes sèches.

Suite à une enquête menée auprès des membres du réseau en 2023, un besoin de produire des outils d'accompagnement pour faciliter la collaboration des acteurs de l'assainissement écologique avec les acteurs agricoles a été identifié par la commission. Le stage avait donc pour objectif de recenser les pratiques de retour au sol des matières dans le but de produire des fiches pratiques en collectant, analysant et synthétisant des retours d'expérience de valorisation agricole des engrais humains (excréments humains traités) au sein du réseau.

QUE CONTIENT CE DOCUMENT ?

Pendant le stage, 48 structures (Figure 1) ont été contactées avec l'objectif de répondre aux questions suivantes :

- 1 Quelle est la quantité de matières issues de l'assainissement écologique collectées annuellement ?
- 2 Sous quelles formes sont collectées les matières (urine seule, fèces seules, excréments mélangés à de la litière) ?
- 3 Quelles sont leurs voies de retour au sol ?

Parmi ces 18 structures, 15 entretiens ont été réalisés (4 visites et 11 entretiens à distance). Ces derniers avaient pour objectif de recueillir des informations sur les filières de valorisation des matières mises en place, de leur collecte à leur retour au sol.

Ce document contient l'ensemble des fiches réalisées pendant le stage : 2 fiches matières (urine et excréments mélangés à de la litière) ainsi que 12 fiches retours d'expérience pour les structures acceptant d'être identifiées.

Les données collectées ont permis de sélectionner 18 structures selon deux critères :

- Valorisation agricole des matières effective
- Quantité de matières collectées :
 - ≥ 15 tonnes d'excréments mélangés à de la litière et/ou ;
 - $\geq 6 \text{ m}^3$ d'urine.

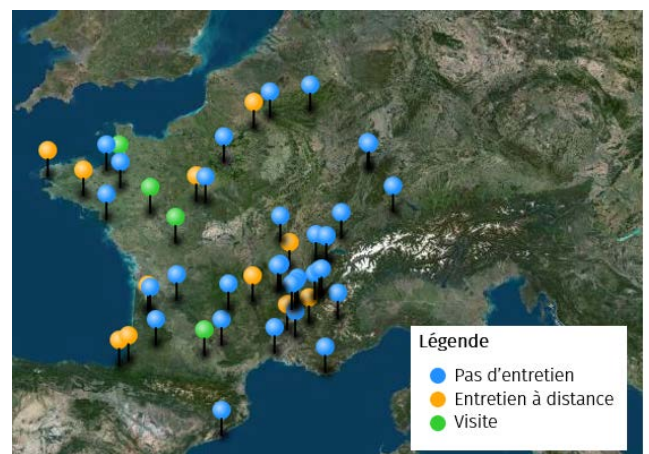
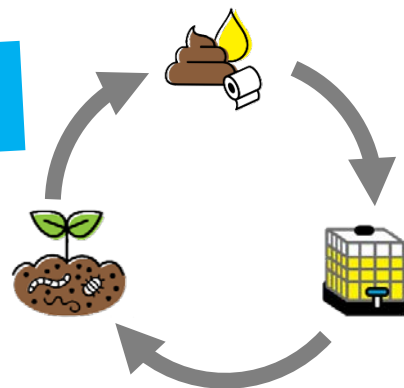


Figure 1 - Emplacement des structures contactées

UTILISATION DE L'URINE EN AGRICULTURE

- Synthèse de retours d'expérience -



TRAITEMENT DE L'URINE

Dans le cadre d'une étude réalisée en 2026 portant sur la compilation de retours d'expérience dans toute la France, il a été constaté que l'hygiénisation des urines par stockage dans une cuve IBC (1 000 L) est l'unique procédé de traitement utilisé. L'objectif du stockage est de réduire la concentration en éléments pathogènes de l'urine par un stockage d'1 mois à 20°C ou 6 mois à 4°C selon les recommandations de l'OMS [1].

Selon les projets, le temps de stockage varie de 1 à 24 mois. Le choix de cette durée dépend notamment de la température extérieure lors du stockage ou des besoins agricoles en engrais.

Parmi les retours d'expérience collectés, certaines structures ont réalisé des analyses du lisain (urine stockée) (Tableau 1). Celles-ci montrent que l'azote ammoniacal est la forme d'azote majoritaire dans le lisain. Certains retours d'expérience ont identifié que la concentration en nutriments pouvait varier selon sa provenance.



Figure 2 - Cuves de stockage IBC de 1 000 L pleines Toilettes & Co



Figure 1 - Cuves de stockage IBC de 1 000 L (crédit : Civam blé)

Tableau 1 - Exemple d'analyses réalisées par les structures enquêtées pour mesurer la concentration en nutriments du lisain

Provenance de l'urine	Azote (en % azote Kjeldahl)	Phosphore (en % P ₂ O ₅)	Potassium (en % K ₂ O)
Echantillon issu de l'évènementiel	0,335	0,0445	0,06
Echantillon issu de l'évènementiel	0,301	0,044	0,084
Echantillon issu de l'évènementiel	0,24	0,035	0,053
Echantillon issu de l'évènementiel	0,55	0,079	0,15
Echantillon issu d'un collège	0,59	0,098	0,295

AVANTAGES

- Faible coût de traitement (espace de stockage, cuve, etc.)
- Faible intervention requise (remplissage et vidange de la cuve)

INCONVENIENTS

- Forte présence d'azote ammoniacal : risques de volatilisation élevés, notamment lors de l'épandage
- Volume important (le lisain est composé entre 91-96% d'eau [2])

USAGE AGRICOLE DE L'URINE

Les types de cultures concernées par l'apport de lisain sont nombreux mais son utilisation sur les grandes cultures (maïs, blé, orge, avoine, etc.) est majoritaire (Figure 3).

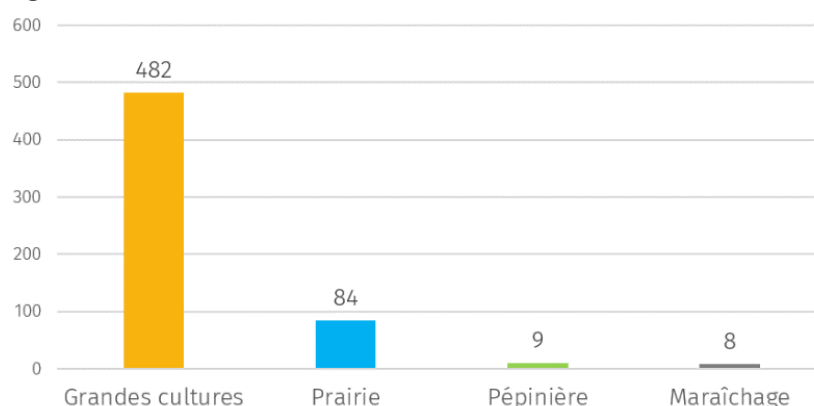


Figure 3 - Volume d'urine (en m³) apporté selon les types de cultures au sein des retours d'expérience

GRANDES CULTURES

Les pratiques de fertilisation au lisain en grandes cultures varient selon les retours d'expérience :

Tableau 2 : Pratiques de retour au sol du lisain en grandes cultures identifiées dans les retours d'expérience

Culture	Matériau apportée	Agriculture biologique	Stade de la plante lors de l'épandage	Dose apportée	Date d'épandage	Outils utilisés	Effets observés par rapport aux pratiques précédentes
Mais	Lisain	Non	Semis	9 m ³ /ha	Fin Mars-Début Avril	Tonne à lisier + buse palette	Léger jaunissement des feuilles mais aucun impact sur les rendements – Effet fertilisant équivalent
Mais	Lisain + lisier	Non	Avant le semis	60 m ³ /ha	Printemps	Tonne à lisier + pendillard	Effet fertilisant équivalent (faible quantité d'urine dans le lisier)
Orge	Lisain	Non	Stade végétatif	20-25 m ³ /ha	Avril-Mai	Tonne à lisier + buse palette	Effet fertilisant équivalent
Orge	Lisain	Non	Floraison	9 m ³ /ha	Mi-Mars	Tonne à lisier + pendillard	Pas de retour
Avoine	Lisain	Oui	Stade végétatif	20-25 m ³ /ha	X	Tonne à lisier + buse palette	Entre 20 à 30 % de rendement supplémentaires
Blé	Lisain	Non	Avant le semis	18-20 m ³ /ha	Mai-Juillet	Tonne à lisier + buse palette	Effet fertilisant équivalent

Dans l'ensemble des cas, le lisain est appliqué pur au champ pour des raisons logistiques (faible concentration en nutriments du lisain et outils disponibles). Le transport du lisain est facilité par l'utilisation d'une tonne à lisier dont la buse palette est l'outil le plus communément associé dans les retours d'expérience.

Aucune enquête n'a mis en avant l'enfouissement des matières après l'épandage. Cependant, la majorité des agriculteurs essaient de limiter la volatilisation en apportant le lisain au plus près du sol et avant une légère pluie.

Aucune diminution des rendements n'a été observée par rapport aux pratiques antérieures utilisant des engrais de synthèse. Dans le cas des pratiques qui n'en utilisaient pas, l'agriculteur a obtenu de meilleurs rendements que ses pratiques antérieures.

Voir fiches retour d'expérience n° 1, 4, 6 et 9

PRAIRIE DE FAUCHE

Trois exemples de valorisation en prairie de fauche ont été identifiés lors de l'étude :

Epandage de lisain pur

APPORT : Printemps ou automne avant une légère pluie

OUTILS : Remorque plateau et vanne ouverte, épandeur à lisier

ENFOUISSEMENT : Non

ADAPTATION NECESSAIRE : Achat d'une fourche à retournement de cuve dans un cas

EFFET OBSERVE : Pas suffisamment de recul

Epandage de lisain associé au lisier

APPORT : 25 m³/ha après la fauche – 3 fois par an – avant une légère pluie

OUTILS : Tonne à lisier et pendillard

ENFOUISSEMENT : Non

ADAPTATION NECESSAIRE : Non

EFFET OBSERVE : Trop faible proportion de lisain dans le lisier

Voir fiches retour d'expérience n° 6 et 10

PEPINIERE



Figure 4 – Dosatron



Figure 6 – Surpresseur



Figure 5 – Irrigation goutte à goutte (La Pipinière)

DILUTION : 2 %

APPORT : Régulier – plusieurs fois par jour à 1 fois par semaine

OUTILS : Goutte à goutte (dosatron et surpresseur) ou tuyau d'arrosage (dosatron)

Sans urine



Urine



Figure 7 – plants de palmier sans et avec urine, source : Civam blé

L'utilisation de lisain a eu des effets positifs visuellement sur les plantes pour les deux retours d'expérience par rapport à des pratiques n'utilisant pas d'engrais de synthèse.

Voir fiches retour d'expérience n° 5 et 8

MARAÎCHAGE

TAUX DE DILUTION : 2 %

APPORT : Régulier - 1 fois par jour à 1 fois tous les 15 jours

OUTILS : Asperseur à faible pression - 0.6 – 1,7 bar - (injecteur venturi et pompe solaire)

Une nette différence visuelle a été observée pour l'utilisation de lisain avec des pratiques antérieures n'utilisant pas d'engrais de synthèse.



Figure 9 – feuille de courgette fertilisée au lisain (Crédit : Edouard)

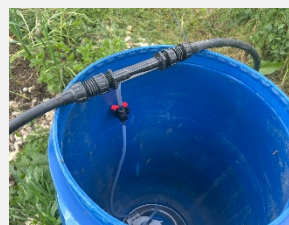


Figure 8 – Injecteur venturi

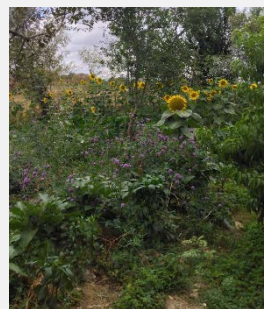


Figure 10 - Parcelle fertilisée au lisain (Crédit : Edouard)

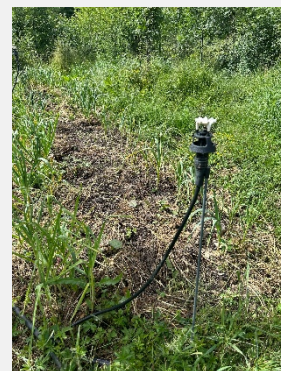


Figure 11 – Asperseur à faible pression

Voir fiche retour d'expérience n° 7

COMMENT LIMITER LES PERTES DE

DANS L'ENVIRONNEMENT ?

Les préconisations suivantes s'appuient sur l'analyse des retours d'expérience ainsi que sur les recommandations pour limiter les pertes de nutriments liées à l'utilisation du lisier et des engrais minéraux.

VOLATILISATION

Libération d'ammoniac dans l'atmosphère

Stockage et traitement :

- Privilégier le stockage d'urine dans des récipients étanches et fermés ;
- Limiter le transvasement entre les cuves ;
- Opter pour une stabilisation de l'urine afin d'inhiber l'action de l'uréase (transformation de l'urée en azote ammoniacal) [3] :
 - o Acidification (au minimum de 5.88 g/L d'acide sulfurique et 32.42 g/L d'acide acétique [4]) ;
 - o Alcalinisation (10 g/L d'hydroxyde de calcium (chaux éteinte)) [5] ;
 - o Nitrification.

Pendant l'apport :

- Ne pas laisser les cuves ou autres récipients contenant le lisain ouverts au moment de l'apport ;
- Favoriser les outils apportant le lisain au plus proche du sol (pendillard, goutte à goutte, etc.) [6] ;
- Idéalement, enfouir le lisain pendant ou après l'apport [7, 8] ;
- Diluer les matières présentant une forte concentration en ammoniac (lisain) : diminution de la concentration en azote ; faible transformation de l'ammoniac en ammonium, moins volatil, (transformation dépendante de l'équilibre chimique de la réaction) et infiltration plus rapide dans le sol ;
- Favoriser les apports avant une légère pluie [10] ou une irrigation ayant un taux d'apport supérieur à 7,4 mm de hauteur (diminution des pertes par volatilisation de 90 % avec un taux de 15 mm de hauteur d'eau) [11] ;
- Éviter les températures élevées ($> 10^{\circ}\text{C}$) [8], les conditions venteuses [6, 8], les sols à pH élevés ($\text{pH} > 7$) pour le lisain [12] ainsi que les sols très humides ou saturés en eau [6, 8, 12] ;
- Concernant l'épandage avant semis, il est préférable de le réaliser maximum 15 jours avant le semis [13].

LIXIVIATION

Entrainement des particules solubles vers les nappes phréatiques

- Limiter les apports pendant de fortes précipitations [14] ;
- Calculer les besoins en azote de la culture pour limiter la sur-fertilisation [14] ;
- Apporter au préalable des amendements organiques (minéralisation plus ou moins rapide selon le type d'amendement) dans de bonnes conditions et limiter le labour du sol [15] ;
- Réaliser des couverts entre les cultures afin de capter l'azote et le stocker [16].

REFERENCES

- [1] Organisation mondiale de la santé, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères : Utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture. Volume IV. Organisation mondiale de la santé.
- [2] Rose, C., Parker, A., Jefferson, B., Cartmell, E., 2015. The Characterization of Feces and Urine: A Review of the Literature to Inform Advanced Treatment Technology. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 45, 1827–1879. <https://doi.org/10.1080/10643389.2014.1000761>
- [3] Brun, F., Esculier, F., De Gouvello, B., 2024. Séparation à la source des excréments : bases pour des règles professionnelles. Tech. L'Ingénieur. <https://doi.org/10.51257/a-v1-ge1029>
- [4] Boncz, M.A., Formagini, E.L., Arima, F.X., Paulo, P.L., 2016. Methods for stabilising and concentrating human urine for use as a fertilizer. Athens, Greece.
- [5] Randall, D.G., Krähenbühl, M., Köpping, I., Larsen, T.A., Udert, K.M., 2016. A novel approach for stabilizing fresh urine by calcium hydroxide addition. Water Res. 95, 361–369. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.03.007>
- [6] Rochette, P., 2008. Gestion des engrais minéraux et organiques : volatilisation de l'ammoniac. Presented at the Le respect de l'environnement : tout simplement essentiel.
- [7] Arvalis, 2020. Volatilisation ammoniacale - Enfouir les produits organiques rapidement après épandage [WWW Document]. ARVALIS. URL <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/enfouir-les-produits-organiques-pour-limiter-les-perdes-par-volatilisation> (accessed 6.8.26).
- [8] Lasserre, D., 2015. La volatilisation des engrais azotés. Arvalis.
- [9] Martin, T., 2020. L'urine humaine en agriculture : des filières variées pour contribuer à une fertilisation azotée durable.
- [10] Engel, R., Jones, C., Wallander, R., 2011. Ammonia Volatilization from Urea and Mitigation by NBPT following Surface Application to Cold Soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 75, 2348–2357. <https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0229>
- [11] Holcomb III, J.C., Sullivan, D.M., Horneck, D.A., Clough, G.H., 2011. Effect of Irrigation Rate on Ammonia Volatilization. Soil Sci. Soc. Am. J. 75, 2341–2347. <https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0446>
- [12] Jones, C., Brown, B., Engel, R., Horneck, D., Holson-rutz, K., 2020. Factors affecting Nitrogen fertilizer volatilization.
- [13] Comifer, 2013. Prise en compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux.
- [14] Arvalis, 2012. Environnement : limiter la fuite des produits en dehors de la parcelle [WWW Document]. ARVALIS. URL <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/limiter-la-fuite-des-produits-en-dehors-de-la-parcelle> (accessed 6.8.26).
- [15] Huber, G., Schaub, C., 2011. La fertilité des sols : l'importance de la matière organique. Chambre d'agriculture bas-rhin.
- [16] Chambre d'Agriculture Bretagne, 2025. Couvrir le sol pour limiter la lixiviation d'azote [WWW Document]. URL <https://bretagne.chambres-agriculture.fr/detail-actu/couvrir-le-sol-pour-limiter-la-lixiviation-dazote> (accessed 6.8.26).

POUR ALLER PLUS LOIN...

- Brun, F., 2025. Note de Synthèse - Les éléments indésirables des urinofertilisants en agriculture. Proj. Kolos Programme OCAP1 LEESU Ecole Natl. Ponts Chaussées Inst. Polytech. Paris Univ Paris-Est-Créteil 34. https://www.leesu.fr/ocapi/wp-content/uploads/2025/05/250425_Notedesynth%C3%A8se_Ind%C3%A9sirables_VF.pdf
- Brun, F., 2024. Note pour concevoir et exploiter les réseaux de collecte de l'urine humaine dans des bâtiments V1.06/2024. https://arceau-idf.fr/sites/default/files/doc-ressources/ARCEAU_2024_note_collecte_urine_V1-06-2024.pdf
- Brun, F., 2018. Freins et leviers à l'emploi de fertilisants à base d'urine humaine en agriculture en Île de France. https://hal.science/hal-01914242/file/Rapport_socioagrocap1_V2.pdf
- De Looze, R., 2018. L'urine, de l'or liquide au jardin, Editions de Terran. ed.
- Leesu, 2023. Utiliser l'urine humaine en agriculture - Fiches pratiques. https://www.leesu.fr/ocapi/wp-content/uploads/2023/06/fiches_urine_agriculture_OCAP1-e%CC%81cran_juin_23.pdf
- Richert, A., Gensch, R., Jönsson, H., Stenström, T.-A., Dagerskog, L., 2011. Conseils Pratiques pour une Utilisation de l'Urine en Production Agricole. EcoSanRes Ser. http://www.ecosanres.org/pdf_files/EcoRanRes_Urine_Guide_FRENCH_111026.pdf

UTILISATION DES EXCRETATS MELANGES A DE LA LITIERE EN AGRICULTURE

- Synthèse de retours d'expérience -



TRAITEMENTS DES EXCRETATS MELANGES A DE LA LITIERE

COMPOSTAGE

* se référer au guide des bonnes pratiques réalisé par le RAE

La compilation de retours d'expérience a montré la mise en œuvre de deux méthodes de compostage (Figure 1) : sur plateforme étanche et non étanche. Ce traitement utilise des conditions aérobies amenant à une montée en température permettant le développement de microorganismes détruisant les graines, les adventices et les pathogènes [1].

Compostage sur plateforme étanche Voir fiches retour d'expérience n° 3, 4, 7, 10, 11

Les matières (excréments + litière) sont déposées en tas ou andains sur une plateforme bétonnée. Certaines plateformes sont couvertes pour limiter la lixiviation due aux intempéries. Les liquides (lixiviats) sont généralement récupérés et recirculés sur les tas de compost.



Figure 2 - Plateforme de compostage (Toilettes & Co)

Dans certains cas, la première étape consiste à mélanger les matières (excréments + litière) avec d'autres déchets organiques (déchets verts, broyats de bois, déchets de cuisine, déchets agroalimentaires ou encore matières issues du traitement des eaux usées - MIATE). Le mélange des matières permet de contrôler la valeur du ratio C/N (idéalement > 25 avant compostage [2]) qui déterminera la vitesse de minéralisation de l'azote, donc de la disponibilité en nutriments dans le sol, et la production d'humus [3]. La montée naturelle des températures (minimum 60°C), parfois contrôlée par des sondes, permet ensuite la transformation des matières. Lors de cette étape, un apport d'oxygène, des retournements ou des mélanges peuvent être effectués pour aérer

les matières. Avant son utilisation agricole, le compost est criblé afin de retirer les indésirables (plastiques, produits hygiéniques, etc.) puis mûré sur la plateforme ou, dans certains cas, sur l'exploitation agricole. La durée de compostage est généralement dépendante de la montée en température et varie de quelques semaines à plus d'une année.

Sur certaines plateformes, le compost obtenu est normé (NF U 44-051 ou NF U 44-095 pour des composts comprenant des MIATE) et peut être vendu (généralement entre 15 et 60 €/T [4]) aux agriculteurs ou aux particuliers. Pour s'assurer que les amendements organiques produits respectent ces normes, les plateformes doivent réaliser des analyses physico-chimiques et sanitaires (ETM, pathogène, inertes). Le compost NF U 44-051 est autorisé en Agriculture Biologique.

Tableau 1- Exemple d'analyses physico-chimiques de compost issus de plateformes étanches

Norme	Matières concernées	Matière sèche (% de MB)	Matière organique (% de MS)	Azote Kjeldahl (% de MS)	Rapport C/N	Phosphore (% P ₂ O ₅ de MS)	Potassium (% K ₂ O de MS)	Calcium (% CaO de MS)	Magnésium (% MgO de MS)	pH
NFU 44-051	Excréments + litières, déchets alimentaire et broyat de bois	44,1	69,1	2,19	15,8	1,131	0,873	6,949	0,587	7,8
Non normé	Excréments + litière	27,1	90,7	0,694	76,3	0,68	1,11	1,46	0,21	8,9

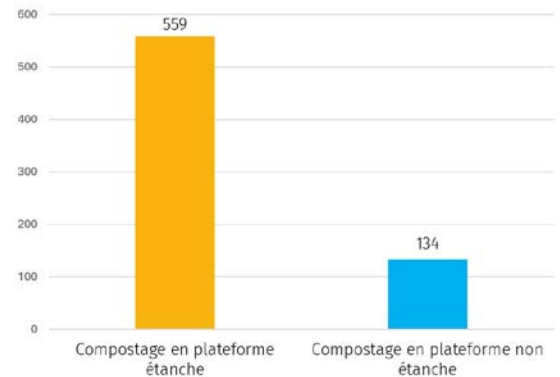


Figure 1 - Masse d'excréments mélangés à de la litière (en tonnes) selon les méthodes de compostage (retours d'expérience réalisés en 2026)



Figure 3 - Tas d'excréments mélangés à de la litière apporté à une plateforme de compostage (crédit : Respectô)



Figure 4 - Plateforme de compostage (crédit : Gink'oop)



Figure 5 - Tas de compost en maturation, Toilettes & Co

AVANTAGES

- Obtention d'un compost normé – débouchés agricoles facilités
- Apport possible de grandes quantités de matières
- Suivi précis du compostage et réalisation d'analyses
- Plateforme étanche (bétonnée) : limitation de la lixiviation et du lessivage

INCONVENIENTS

- Apport des matières en plateforme généralement payant
- Compost non couvert (selon les plateformes) : risques de volatilisation
- Obtention d'un compost non-normé – nécessité de trouver un débouché agricole

Compostage sur plateforme non étanche [Voir fiches retour d'expérience n° 2, 12](#)

Le compostage en bout de champs est le type de plateforme non étanche majoritairement réalisé. Il est effectué en exploitation agricole, habituellement sur la future parcelle concernée par l'amendement organique. Les matières sont posées en tas ou en andain à même le sol ou sur des supports comme de la paille, du broyat de bois ou dans des bacs palettes. Elles peuvent être compostées seules ou mélangées (déchets verts, litières animales, etc.). La durée de traitement varie de 8 mois à 3 ans selon les retours d'expérience. Le suivi du processus de compostage est généralement moins important que sur les plateformes étanches. Sur les retours d'expérience collectés, les matières sont mélangées seulement quelques jours avant l'apport au sol. Dans certains cas, l'urine est utilisée pour humidifier le compost. Les indésirables (plastiques, serviettes hygiéniques, etc.) sont retirés à l'aide de pinces avant la mise en bout de champs.

La composition du compost varie selon les matières initialement apportées. Une analyse physico-chimique (Tableau 2) a été réalisée sur des excréments mélangés à de la litière compostés seuls en bout de champs.

Tableau 2 – Exemple d'une analyse physico-chimique d'excréments + litière compostés en bout de champs

Matière	Matière sèche (% en MB)	Matière organique (% en MS)	Azote Kjeldahl (% en MS)	Rapport C/N	Phosphore (% P ₂ O ₅ de MS)	Potassium (% K ₂ O de MS)	Calcium (% CaO en MS)	Magnésium (% MgO en MS)	pH
Excréments et litières mélangés	37,8	28	1,01	39	0,555	0,204	0,519	0,97	8,1

De manière non étanche mais généralement couvert des intempéries, le compostage peut aussi être réalisé en bac ou en plateforme auto-construite.

AVANTAGES

- Compostage réalisé sur la parcelle concernée par l'épandage
- Procédé déjà connu par l'agriculteur (bout de champs)
- Interventions limitées pendant le processus

INCONVENIENTS

- Compostage réalisé à même le sol et, dans certains cas, ouvert : risques de lixiviation de l'azote et de lessivage, ainsi que de volatilisation
- Pas de suivi systématique des paramètres de compostage
- Nécessité de trouver une exploitation agricole acceptant ces matières

METHANISATION – [Voir fiche retour d'expérience n° 4](#)

La voie de traitement par méthanisation est également un débouché mis en avant lors des retours d'expérience. Ce processus est réalisé en conditions anaérobies permettant une dégradation des matières par les microorganismes et amenant à la production de biogaz (essentiellement composé de méthane et de gaz carbonique) ainsi que d'un co-produit : le digestat [5]. La méthanisation est réalisée par voie sèche (intrants avec une teneur > 20% de MS [6]) discontinue (remplissage complet du digesteur suivi par l'ensemencement en continu par un percolat [6]) à des températures comprises entre 40 et 45°C pendant 6 à 8 semaines. Les matières sont mélangées avant leur apport au digesteur avec, par exemple, de la paille, des biodéchets ou du fumier. Les digesteurs sont étanches et bâchés. Dans le cas étudié, plusieurs analyses agronomiques ont été réalisées sur les digestats obtenus (Tableau 3).

Tableau 3 – Moyenne des analyses physico-chimiques réalisées sur du digestat utilisant des excréments mélangés à de la litière

Matière sèche (% de MB)	Matière organique (% de MS)	Azote Kjeldahl (% de MS)	Rapport C/N	Phosphore (% P ₂ O ₅ de MS)	Potassium (% K ₂ O de MS)	Calcium (% CaO de MS)	Magnésium (% MgO de MS)
20,3	73	4,01 dont 1,84 ammoniacal	10,1	2,36	3,81	2,52	0,79

AVANTAGES

- Apport possible de grandes quantités de matières
- Production de deux matières : gaz et digestat
- Limitation de la volatilisation et lixiviation de l'azote ainsi que du lessivage (digesteur étanche et couvert)

INCONVENIENTS

- Efficacité intéressante seulement sur voie sèche – Présence plus faible de méthanisation par voie sèche sur le territoire national (environ 1,5% des méthanisations en France, selon une étude de 2021 [7])

USAGES AGRICOLES DES MATIERES MELANGES A DE LA LITIERE

Trois types de cultures, dominées par les grandes cultures, ont été identifiées lors des entretiens pour le retour au sol des excréments mélangés à de la litière. Il est important de noter que les usages agricoles des composts normés ne sont pas toujours précisés. Dans certains cas, ceux-ci sont directement vendus aux agriculteurs, sans qu'aucun suivi par les plateformes ne soit réalisé.

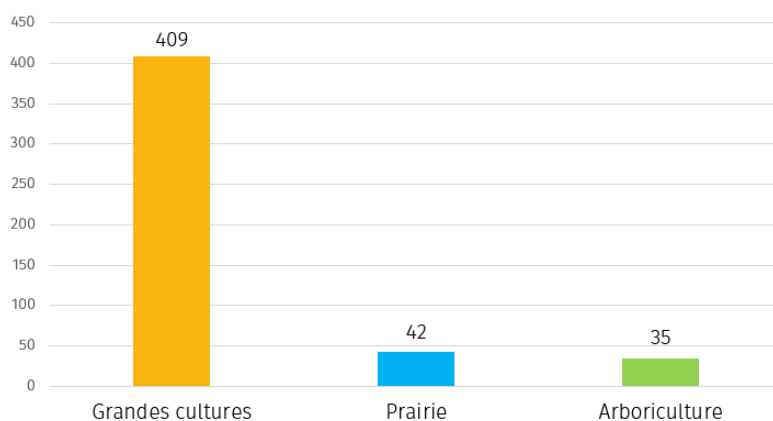


Figure 6 - Masse (en T) d'excréments mélangés à de la litière apportée selon les types de cultures au sein des retours d'expérience

GRANDES CULTURES

Le compost et les digestats peuvent être épandus sur différents types de grandes cultures (blé, orge, maïs, etc.)

APPORT : Avant un semis – une fois par an ou tous les deux ans selon les retours collectés

DOSAGE : entre 1 à 10 T/ha dans le cadre des retours d'expérience (cette valeur peut être supérieure selon les besoins du sol)

OUTILS : Epandeur à fumier

ENFOUISSEMENT : Oui, à l'aide d'une charrue ou d'un déchaumeur

EFFET OBSERVE : Aucune différence par rapport aux pratiques réalisées précédemment



Figure 7 - Epandeur à fumier (crédit : www.ufarevue.ch)

Voir fiches retour d'expérience n° 2, 4, 10 et 12

PRAIRIE

D'après les retours d'expérience, les prairies de fauche peuvent être amendées en compost ou en digestat.

APPORT : Automne pour une minéralisation progressive et une disponibilité des éléments nutritifs dès la première fauche au printemps.

DOSAGE : 6 T/ha dans le cadre du retour d'expérience

OUTILS : Epandeur à fumier

ENFOUISSEMENT : Oui à l'aide d'un déchaumeur (d'autres outils tels que la charrue peuvent être utilisés)

EFFET OBSERVE : Pas suffisamment de recul

ARBORICULTURE

Les retours d'expérience en arboriculture concernaient uniquement des parcelles d'olivieraie.

APPORT : Pied des oliviers en hiver [8]

DOSAGE : 0.5 T tous les deux ans par arbre dans le cadre du retour d'expérience

OUTILS : Pelle ou brouette

ENFOUISSEMENT : Non

EFFET OBSERVE : Effets visuels par rapport à des oliviers sans apport d'urine et autres fertilisants

COMMENT LIMITER LES PERTES DE NUTRIMENTS ET DE MATIERES ORGANIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT ?

Les préconisations suivantes s'appuient sur l'analyse des retours d'expérience ainsi que sur les recommandations pour limiter les pertes de nutriments liées à l'utilisation de matières organiques en agriculture.

VOLATILISATION

Libération d'ammoniac dans l'atmosphère

Traitement :

- Pour le compostage : privilégier les systèmes couverts et protégés des intempéries [9], couvrir les matières de litières (copeaux ou sciure), limiter les apports de matières en phase de montée en température et leurs retournements pendant le processus.

Pendant l'épandage :

- Favoriser les outils apportant les matières au plus proche du sol [10] ;
- Enfouir les matières rapidement après l'apport [11] (> 5 cm [12]) ;
- Réaliser les apports avant une légère pluie [11 ; 13] ;
- Eviter les températures élevées (risques moyens de volatilisation entre 6 et 13°C), les conditions venteuses (>19 km/h) ainsi qu'une faible humidité de l'air (< 40%) au moment de l'épandage [13] ;
- Réaliser des couverts entre les cultures pour diminuer la température du sol et réduire l'exposition directe au sol (attention à l'activité de l'uréase (exoenzyme bactérienne qui hydrolyse l'urée en azote ammoniacale) et au ralentissement de l'infiltration dans le sol) [13].

LIXIVIATION / LESSIVAGE

Entrainement des particules solubles / insolubles vers les nappes phréatiques

Traitement :

- A petite échelle (quelques tonnes/an), s'il n'y a pas de zones à enjeux, il est possible de réaliser le processus de compostage à même le sol [9]. A plus grande échelle (à partir d'une dizaine de tonnes/an), il est idéal d'utiliser des plateformes étanches ;
- Afin de limiter l'apport excessif en eau de pluie, pour le compostage : privilégier les systèmes protégés des intempéries [9] ;

Pendant l'épandage :

- Limiter les apports pendant de fortes ou fréquentes précipitations [14] ;
- Calculer les besoins de la culture pour limiter les apports trop importants [14] ;
- Réaliser des couverts entre les cultures [15].

REFERENCES

- [1] Misra, R.V., Roy, R.N., Hiraoka, H., 2005. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole (Document de travail sur les terres et les eaux). Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
- [2] Weill, A., Duval, J., 2009. Chapitre 12 : Les amendements organiques : fumiers et composts, in: Guide de Gestion Globale de La Ferme Maraîchère Biologique et Diversifiée. Equiterre.
- [3] Robin, D., 1997. Intérêt de la caractérisation biochimique pour l'évaluation de la proportion de matière organique stable après décomposition dans le sol et la classification des produits organominéraux. Agronomie 17, 157-171. <https://doi.org/10.1051/agro:19970303>
- [4] Eline, 2026. Prix du compost à la tonne : comment comparer, acheter malin et optimiser la fertilisation de son terrain. OKcompost. URL <https://www.okcompost.fr/prix-du-compost-a-la-tonne-comment-comparer-acheter-malin-et-optimiser-la-fertilisation-de-son-terrain/> (accessed 7.6.26).
- [5] Sadet-Bourgeteau, S., Maron, P.-A., Ranjard, L., 2020. Que sait-on vraiment de l'impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique des sols agricoles ? Agron. Environ. Sociétés 10. <https://doi.org/10.54800/euq752>
- [6] Biogaz Ingénierie, ADEME Bourgogne-Franche-Comté, 2018. La méthanisation en voie sèche discontinue - Guide et précaution.
- [7] Wallrich, A., Doligez, P., 2021. Méthanisation par voie sèche pour valoriser le fumier de cheval [WWW Document]. Equipedia. URL <https://equipedia.ifce.fr/infrastructure-et-equipement/installation-et-environnement/effluents-delevage/methanisation-par-voie-seche-pour-valoriser-le-fumier-de-cheval> (accessed 7.7.26).
- [8] FranceOlivePro, 2019. La fertilisation de l'olivier. <https://www.youtube.com/watch?v=f0keLm-f1aM>.
- [9] Réseau de l'assainissement écologique, 2010. Guide de bonnes pratiques pour le compostage des sous-produits de toilettes sèches.
- [10] Rochette, P., 2008. Gestion des engrais minéraux et organiques : volatilisation de l'ammoniac. Presented at the Le respect de l'environnement : tout simplement essentiel.
- [11] Taulemesse, F., Soenen, 2020. Fertilisation azotée - Comment limiter les pertes d'azote par volatilisation ammoniacale ? Semen. Fr. URL <https://www.semencesdefrance.com/actualite-semences-de-france/fertilisation-azotee-comment-limiter-les-pertes-dazote-par-volatilisation-ammoniacale/> (accessed 6.29.26).
- [12] Arvalis, 2020. Volatilisation ammoniacale - Enfouir les produits organiques rapidement après épandage [WWW Document]. ARVALIS. URL <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/enfouir-les-produits-organiques-pour-limiter-les-pertes-par-volatilisation> (accessed 6.29.26).
- [13] Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2026. Épandage estival de matières organiques sur couverts végétaux en ACS : quel impact sur la volatilisation ? [WWW Document]. URL <https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/sinformer/ressources-et-documentation/bulletins-techniques-et-de-preconisation/bulletins-vegetal/bulletin-solag/detail-solag/epandage-estival-de-matieres-organiques-sur-couverts-vegetaux-en-ac-s-quel-impact-sur-la-volatilisation> (accessed 6.29.26).
- [14] Arvalis, 2012. Environnement : limiter la fuite des produits en dehors de la parcelle [WWW Document]. ARVALIS. URL <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/limiter-la-fuite-des-produits-en-dehors-de-la-parcelle> (accessed 6.8.26).
- [15] Chambre d'Agriculture Bretagne, 2025. Couvrir le sol pour limiter la lixiviation d'azote [WWW Document]. URL <https://bretagne.chambres-agriculture.fr/detail-actu/couvrir-le-sol-pour-limiter-la-lixiviation-dazote> (accessed 6.8.26).

POUR ALLER PLUS LOIN...

- Brun, F., Delmaire, A., He, Q., Joncoux, S., Bayard, R., Esculier, F., 2017. Caractérisation des pratiques et des impacts de la gestion des matières de Toilettes Sèches Mobiles. https://reseau-assainissement-ecologique.org/wp-content/uploads/2020/04/Etude_TSM_Rapport_Final_Ademe_VF.pdf
- Brun, F., Leguen, S., Oxarango, L., Delmaire, A., Déportes, I., Gran-Aymerich, L., Bour, L., Jousse, S., Mazaud, D., Agenet, P., Parisi, S., Pourcher, A.M., Rambert, C., Lambert, J., Trémier, A., Berne, B., Guernion, A., Rolland, M., 2014. Gestion des sous-produits de toilettes sèches familiales : Etude sur le traitement des matières par compostage (Rapport de recherche). Toilettes Du Monde. https://reseau-assainissement-ecologique.org/wp-content/uploads/2020/05/rapport-TDM_Complet2.pdf
- Réseau de l'assainissement écologique, 2010. Guide de bonnes pratiques pour le compostage des sous-produits de toilettes sèches. <https://reseau-assainissement-ecologique.org/wp-content/uploads/2020/04/Guide-Annexes.pdf>
- Toilettes du monde, Terhao, Réseau de l'assainissement écologique, 2014. Toilettes sèches domestiques à litière. <https://reseau-assainissement-ecologique.org/wp-content/uploads/2020/08/fiche-toilettes-%C3%A0-liti%C3%A8re-V1.pdf>

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #1



STRUCTURE : K-caravane

LOCALISATION : Pyrénées-Atlantiques

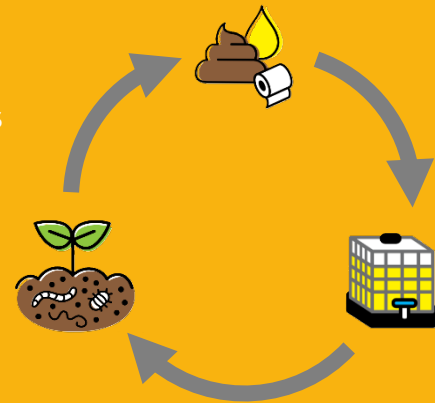
VOLUME COLLECTE :

17 m³ en 2024

25 m³ en 2025

MATIERE(S) VALORISEE(S) : Urine

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Grandes cultures



1 COLLECTE DES MATIERES

En 2025, la structure a collecté 25 m³ d'urine provenant d'urinoirs secs (70 %) et de toilettes à séparation (30 %) (Figure 1) en location longue durée ou en évènementiel.

Les urines sont collectées puis pompées dans des cuves IBC d'1 m³ (soit 4 000 passages), fermées hermétiquement, afin d'éviter les odeurs et les pertes d'azote par volatilisation. Ce moyen de stockage a été choisi pour faciliter la collecte et le transport des matières.

Les matières fécales sont collectées dans des sacs poubelles de 50 litres, disposés dans des bacs sous les toilettes, correspondant à 120 passages. La séparation des matières fécales avec les urines ainsi qu'une ventilation mécanique permet d'éviter les mauvaises odeurs.

Les cuves d'urine sont transportées jusqu'au dépôt de K-caravane par un camion plateau avec une grue élévatrice, ayant une capacité de charge d'une tonne. Le transport des matières est inclus dans les frais facturés pour le transport des toilettes, rapatriées sur le même camion. Le prix du transport peut inclure une éco-participation de 60 € HT pour permettre la valorisation des urines. Les matières sont stockées à moindre coût sur leur dépôt de 5000 m².



Figure 1 - Toilette Kollect Tech (crédit : k-caravane)

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les urines et les matières fécales sont traitées séparément : les urines sont stockées dans les cuves IBC, tandis que les matières fécales sont traitées par lombricompostage. L'ensemble des traitements sont réalisés sur le site de dépôt de K-caravane. Le volume de matières fécales traitées est de 80 kg/an, ce qui permet son apport sur 25 m² de potager.



Figure 2 - Extérieur du lombricomposteur (crédit : K-caravane)



Figure 3 - Intérieur du lombricomposteur (crédit : K-caravane)

HYGIENISATION PAR STOCKAGE



Le stockage, conseillé entre 1 à 6 mois selon la température, est un élément de la logique multi barrière de gestion des risques de l'OMS qui comprend plusieurs facteurs (conditions de collecte, méthode d'application de l'urine, type de plantes, destination des plantes, etc.)¹. K-caravane a choisi de stocker l'urine pendant une période de 6 mois à 1 an à l'intérieur des cuves IBC sans apport de consommables, ni d'urine « fraîche » supplémentaire. L'urine stockée, hygiénisée et prête à être utilisée comme fertilisant est appelée « lisain ».

Des analyses ont été réalisées sur trois échantillons afin de quantifier la présence de certains pathogènes et de préciser la valeur agronomique des urines (Tableau 1).

Tableau 1 - Résultats d'analyses de pathogène et agronomique

Analyse pathogène	Analyse agronomique		
Escherichia Coli (UFC/g)	Ratio N:P:K	Concentration en calcium (en % de MB)	Concentration en soufre (en % de MB)
absence	0,335 : 0,0445 : 0,06	0,05	0,65

La forme de l'azote la plus représentée dans les échantillons est l'ammoniac - NH_3 - (0,24 % du volume total soit 71,64 % de l'azote total), suivi de l'azote organique (0,095 % du volume total soit 28,36 % de l'azote total).

3

RETOUR AU SOL DES MATIERES

K-caravane travaille en collaboration avec des partenaires techniques (chambre d'agriculture, coopérative agricole). L'agriculteur partenaire est situé à environ 1 heure de route du dépôt. Les cultures fertilisées au lisain étaient le maïs en 2025 et l'orge en 2026.

Culture de maïs

En 2025, un prestataire extérieur a réalisé le transport de 17 cuves IBC jusqu'à l'exploitation agricole (coût de 590€ HT pris en charge par K-caravane).

Les cuves ont été déversées dans une auge (Figure 4) avant qu'une tonne à lisier pompe le lisain pour l'épandre.



Les doses apportées au sol ont été calculées selon le besoin de la culture et le stade de développement de la plante. La dose apportée au maïs était

Figure 4 - Auge pour élevage, www.lagee-elevage.fr



Figure 5 - Epandeur buse palette (crédit : la Mammo)

de 30 unités d'azote (UN)/ha (soit environ 1,9 ha fertilisés au lisain). Le lisain a été épandu à même le sol, en une seule fois, sur un stade de semis précoce (semis du maïs fin mars-début avril). L'outil utilisé était la tonne à lisier associée à une buse palette (Figure 5).

Le lisain a été appliqué pur la veille d'une légère pluie. L'épandage en forte chaleur est évité afin de limiter la volatilisation ammoniacale.

¹Organisation mondiale de la santé, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères : Utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture. Volume IV. Organisation mondiale de la santé.

La deuxième année, afin d'éviter le transvasement successif du lisain, les matières ont directement été pompées avec une tonne à lisier de 21 m³ au moment de l'épandage sur le lieu de dépôt (coût de 2 000€ HT pris en charge par la chambre d'agriculture). Là aussi, 30 UN / hectare ont été appliquées (soit environ 2,3 hectares fertilisés au lisain) sur la période de mi-mars, ce qui correspond au stade de fin de tallage (fin de formation de nouvelles talles – tiges secondaires – et début de croissance de la tige principale)^{1, 2}. Les techniques d'épandage ont été les mêmes que pour le maïs, cependant le contact direct avec les feuilles a dû être évité par utilisation d'un épandeur pendillard (Figure 6).



Figure 6 - Epandeur pendillard (crédit : agmco.fr)

Remarques générales sur le retour d'expérience

- Les outils actuellement utilisés n'ont pas été adaptés à l'utilisation de lisain.

Dans le cas de la culture d'orge, le choix du tracteur doit être pris en compte pour éviter la destruction des cultures déjà en feuille. L'application du lisain par aspersion peut amener à un risque de brûlure des feuilles en cas de contact. Il aurait été intéressant d'utiliser un outil permettant de l'enfouir pour limiter la volatilisation de l'azote, comme le [pipiculateur](#).

- Les rendements sont similaires pour un apport équivalent en azote minéral.

Avant l'apport au sol du lisain, l'agriculteur utilisait des engrais de synthèse et des effluents d'élevage. Aucune brûlure des plantes n'a été identifiée, sauf dans le cas du maïs où un léger jaunissement de quelques feuilles a été observé. La qualité et la quantité des grains de maïs sont restées inchangées. A propos des risques liés à la forte teneur en sel du lisain (concentration moyenne de 8.8 g NaCl/litre, variable selon l'individu³), il n'y a pas suffisamment de recul pour observer des effets à long-terme sur la vie du sol.

- Le lisain est donné gratuitement à l'agriculteur mais les coûts d'épandage sont à sa charge.

Le don de la matière à l'agriculteur ne couvre pas les frais de transport et de stockage pris en charge par K-caravane. L'épandage des matières réalisé par l'agriculteur est complexe puisque la tonne à lisier ne peut contenir l'ensemble de l'urine et doit donc réaliser plusieurs allers-retours, nécessitant plus de temps d'épandage.

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

Selon k-caravane, il existe plusieurs freins au déploiement du retour au sol des matières issues de l'assainissement écologique sur le territoire des Pyrénées-Atlantiques :

- L'absence de financements dédiés (notamment pour les surcoûts comme l'analyse des matières, le transport, le stockage et l'épandage) ;
- La volonté limitée des organisateurs d'évènements pour contribuer aux frais liés au traitement et à la valorisation des matières ;
- Les surcoûts liés au transport, au stockage et à l'épandage, à la fois pour les collecteurs de matières (loueurs de toilettes sèches) et les agriculteurs ;
- L'implication parfois limitée des collectivités pour prendre en considération le sujet afin de, par exemple, soutenir les initiatives, favoriser l'émergence de nouvelles filières ou accompagner leur déploiement.

Dans le cadre de son travail, K-caravane n'a pas de limites réglementaires à proprement dit. Il réalise des analyses pour prouver l'innocuité du lisain (pathogène). Par ailleurs, les agriculteurs partenaires ne sont pas concernés par les limites réglementaires spécifiques à l'agriculture biologique (AB) qui n'autorisent pas l'utilisation de ces matières.

¹Arvalis, 2026. Céréales : les premières parcelles sont déjà à début épiaison [WWW Document]. ARVALIS. URL <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/cereales-les-premieres-parcelles-sont-deja-debut-epiaison> (accessed 6.26.26).

²Livre Blanc « Céréales » F.U.S.A., CRA-W, 2008. Principaux stades repère de la végétation en céréale.

³Ganrot, Z., 2005. Urine processing for efficient nutrient recovery and reuse in agriculture.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #2



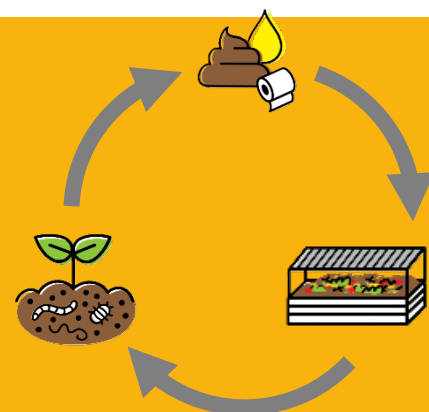
STRUCTURE : KapiEco

LOCALISATION : Loir-et-Cher

MASSE COLLECTEE : 22 tonnes

MATIERE(S) VALORISEE(S) :
Excrétats mélangés à de la litière

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Grandes cultures



1 COLLECTE DES MATIERES

La structure collecte annuellement environ 30 tonnes d'excrétats mélangés à de la litière à copeaux issues de toilettes sèches en événementiel (Figure 1). Le ratio excrétats/copeaux est environ de 0,5/0,5. Dans certains cas, des urinoirs sont installés pour collecter et valoriser les urines séparément ainsi que, indirectement, réduire les odeurs des matières de toilettes sèches.

Les matières des toilettes sèches sont collectées dans des réceptacles de 80 litres fermés. Les urines sont stockées dans des réservoirs de 20 à 1 000 litres selon le type d'évènement et sa taille.



Concernant la collecte des excrétats mélangés à de la litière, aucune séparation des urines n'est réalisée par la suite.

Les réceptacles contenant les matières de toilettes sèches sont transportés jusqu'au dépôt de KapiEco par un camion ramenant également le matériel de location. Le coût de transport des matières n'a donc pas été calculé. Le périmètre d'action de la structure couvre la région Centre-Val de Loire et ses départements limitrophes. Aucune voie de valorisation des urines collectées séparément n'a pour le moment été trouvée.

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les matières sont traitées dans des composteurs en bac, nommé Kompost-R, sur le dépôt de KapiEco. Ce traitement est un pré-compostage qui permet ensuite leur mélange avec du fumier chez un agriculteur.

Compostage en bac



Les matières de toilettes sèches compostées sont directement apportées dans des composteurs d'un volume d'1 m³ (Figure 2).

Le compostage concerne uniquement les matières issues de toilettes sèches qui sont ajoutées en strates selon leur date d'apport. Le support est constitué d'une grille anti-rongeur ainsi que de broyats de bois. Le composteur n'est donc pas étanche au sol mais est bien protégé des intempéries. Des planches couvrent le compost afin d'éviter sa dilution par la pluie, les remontées d'odeurs et amener à une montée plus rapide de la température, atteignant environ 60°C. L'utilisation d'un thermomètre permet de suivre ce facteur.



Figure 2 - Kompost-R (crédit : kapieco.com)

Pour s'assurer du maintien des conditions aérobies du compost, un système de ventilation a été mis en place par KapiEco. Une cornière calva (pièce métallique en forme de L qui renforce ou assemble une structure) est surélevée par un tasseau permettant le passage de l'air dans le broyat et sa diffusion dans le composteur. Un programmeur déclenche la ventilation réalisée par des pompes sur une durée d'une heure. L'aération permet d'apporter de l'oxygène aux microorganismes décomposant la matière organique ainsi que de monter la température du compost.

Les composteurs sont vidés 12 semaines après leur remplissage total. Aucune analyse de la matière finale n'a été réalisée. La mise en compostage, la vidange ainsi que l'amortissement de l'aérocomposteur revient à un coût approximatif de 166 €/m³ HT.

Les matières plastiques (sacs, poubelles, etc.), séparées des matières à l'aide de gants, visières et pinces, sont jetées en déchetterie. Ce tri est réalisé au remplissage des composteurs et au moment de la mise à disposition des matières à l'agriculteur.

3

RETOUR AU SOL DES MATIERES

KapiEco travaille en collaboration avec un agriculteur depuis 7-8 ans situé à 7 km du dépôt.

Grandes cultures

L'agriculteur a annuellement à sa disposition l'ensemble des matières compostées par KapiEco (environ 22 tonnes). Les matières sont déposées le long d'un tas de fumier provenant de son élevage. Elles sont ensuite valorisées en tant qu'amendement organique pour les grandes cultures (maïs, blé, orge, colza, etc.).

Les matières sont mélangées dans un épandeur à fumier (Figure 3) qui est approvisionné par un chargeur, puis valorisées sur une surface allant de 100 à 150 hectares.



Figure 3 - Epandeur à lisier,
www.ufarevue.ch



Figure 4 - Déchaumeur (crédit : akpil-france.fr)

Les doses d'apport varient selon les besoins en matières organiques du sol. Un seul épandage est réalisé lors de la deuxième quinzaine d'août entre la moisson et le semis.

Les matières sont ensuite enfouies à l'aide d'un déchaumeur (Figure 4) dans les 24 heures suivant l'épandage pour limiter les odeurs et les pertes d'azote par volatilisation.

Remarques générales sur le retour d'expérience

- Les outils actuellement utilisés n'ont pas été adaptés à l'utilisation des excréments mélangés à de la litière.

Les outils utilisés n'ont pas eu besoin d'être adaptés puisque l'agriculteur épandait du fumier avant l'utilisation des matières de KapiEco.

- Aucune perte qualitative ou quantitative n'a été observée depuis l'utilisation des excréments mélangés à de la litière.

L'agriculteur utilisait préalablement du fumier. L'ajout des matières pré-compostées représente une faible part des matières épandues (environ 500 mg/m² soit 0.005 T/ha), ce qui n'a pas eu d'effets significatifs sur les rendements. Leur mise à disposition permet d'augmenter le volume de matières de l'agriculteur.

- Les matières sont données gratuitement à l'agriculteur.

Les coûts pour l'agriculteur restent inchangés vis-à-vis de ces précédentes pratiques car les matières sont données gratuitement et que l'épandage du fumier était déjà réalisé. Cependant, les frais sont plus élevés pour KapiEco qui s'occupe du traitement : investissement dans les composteurs (fabrication, programmation et ventilateurs) et coût humain. Ainsi, le retour au sol n'est pas concerné par ces frais. Malgré tout, ce débouché lui permet de valoriser les matières.

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

Selon KapiEco, il existe certains freins au déploiement du retour au sol des matières issues de l'assainissement écologique sur son territoire d'action :

- La faible activité d'élevage (14% à 26% des exploitations en Loir-et-Cher en 2022¹) : Les éleveurs utilisent déjà des matières similaires, donc ils ont des outils adaptés, ce qui les rend plus aptes à être intéressés. La faible part d'éleveur sur le territoire complexifie le recrutement d'agriculteurs qui n'ont pas systématiquement des outils adaptés au compost ou autres matières issues de l'assainissement écologique ;
- Le manque de temps et les frais pour réaliser des analyses physico-chimiques et sanitaires ;
- L'absence d'une prise de conscience de la société et des politiques concernant les enjeux liés à la ressource en eau (quantité et qualité) ainsi qu'à la dépendance aux engrais de synthèse.

Dans le cadre de son travail, KapiEco n'a pour le moment pas identifié de freins réglementaires puisqu'il n'y a pas d'imposition d'analyses d'indésirables : pesticides, médicaments, hormones, etc.

¹Direction Départementale des Territoires de Loir-et-Cher, 2022. 1700 exploitations cultivent 84% de la surface agricole en Loir-et-Cher.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #3



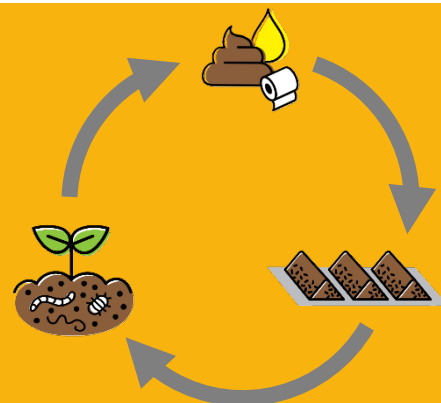
STRUCTURE : Résiliència

LOCALISATION : Gironde

MASSE COLLECTÉE : 150 tonnes

MATIERE(S) VALORISÉE(S) :
Excréments mélangés à de la litière

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Non précisé



1 COLLECTE DES MATIERES

Annuellement, la structure collecte 150 tonnes d'excréments mélangés à de la litière issues de toilettes sèches à sciure ou à copeaux (Figure 1 et 2). La structure prévoit environ 60kg de litières par toilette pour chaque événement. Les matières collectées proviennent à 80% de l'événementiel et à 20% de la location longue durée (chantier, parc public, camp précaire, etc.). En parallèle, une partie de l'urine est collectée par des urinoirs secs masculins ou féminins ainsi que, dans certains cas, des toilettes à séparation. Le volume annuel d'urine collecté est situé entre 130 et 150 m³.

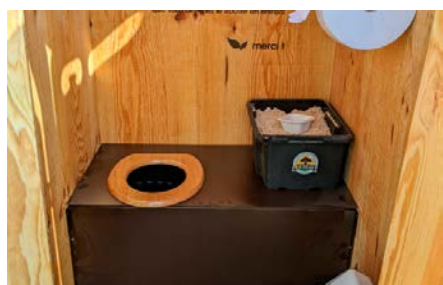


Figure 2 - Toilettes sèches à litière Résiliència
- Un petit coin de paradis, vue intérieure des cabines (crédit : Résiliència)



Figure 1 – Cabines des toilettes sèches Résiliència
– Un petit coin de paradis (crédit : Résiliència)

Les excréments mélangés à de la litière sont, sur les grands événements, directement transférés dans les bennes du partenaire réalisant le traitement des matières. Sur les petits événements, elles sont stockées dans de petites cuves avant leur ajout dans des bennes présentes sur le dépôt de Résiliència. Ces dernières sont étanches et équipées d'un couvercle pour limiter les odeurs. Les urines sont, quant à elles, collectées dans des cuves IBC fermées.

Dans le cas des petits événements, les cuves d'urine et d'excréments mélangés à de la litière sont amenées au dépôt de la structure à l'aide de semi-remorques. Le transport des matières jusqu'au lieu de traitement est ensuite géré par les partenaires. Dans le cas des matières « excréments + litière », le coût de transport de la benne est de 180 € HT à partir de la zone de dépôt. Sur les grands événements, elle peut atteindre jusqu'à 500 € HT selon la distance. Ces coûts de transport sont directement inclus dans le prix de la prestation de Résiliència. Le transport des urines est, quant à lui, pris en charge par le partenaire, Toopi Organics, soit au dépôt, soit directement sur les grands événements.

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les excréments mélangés à de la litière et les urines sont traités séparément. Ces premiers sont déposés sur une plateforme de compostage (Figure 3), tandis que les urines sont transformées en biostimulant pour l'agriculture.

PLATFORME DE COMPOSTAGE



Les matières sont compostées sur une plateforme de compostage à moins de 20 km du dépôt Résiliència. Leur apport sur la plateforme a un coût de 90 € HT/tonne. Elles sont mélangées à d'autres matières organiques : matières issues du traitement des eaux usées (MIATE), déchets agroindustriels, carcasses, etc.

Les matières sont, dans un premier temps, stockées sur la plateforme avant d'être déposées en tas par un bulldozer dans un hangar fermé prenant la forme d'un tunnel. Cette première étape consiste à hygiéniser les matières (pré-compostage) avec une montée des températures pendant 3 semaines.

Par la suite, les matières sont déposées à l'extérieur sous la forme d'andain pour effectuer la maturation. La durée de cette étape est d'une année.

Le compost obtenu est vendu sous la norme NF U 44-095. Pour répondre à cette norme, plusieurs analyses doivent être réalisées pour prouver la valeur agronomique (pH, C/N, concentration en nutriments, matières sèches, etc.) ainsi que l'innocuité (éléments traces, composés traces organiques et micro-organismes d'intérêt sanitaire) du produit. Le compost était vendu aux agriculteurs à 17€ HT la tonne, il estime le prix actuel entre 20 et 25 € HT la tonne. De nombreux débouchés agricoles, à l'exception de l'agriculture biologique, sont donc possibles.

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

Selon Résiliència, la présence de la MAMO en tant qu'association fédérant localement les acteurs de l'assainissement écologique sur son territoire permet d'avoir tous les éléments pour développer la valorisation des excréments humains. A l'échelle de son activité, la structure estime ne pas avoir de limites réglementaires puisque, malgré l'absence d'un code déchet clair pour les matières issues de l'assainissement écologique, celles-ci sont acceptées sur une plateforme de compostage, qui, par la suite, en assure la gestion.

Cependant, elle a identifié l'implication politique parfois limitée comme étant un frein essentiel au déploiement de la valorisation de ces matières à plus grande échelle. Les normes réglementaires sont non adaptées et peu claires à la valorisation, notamment en ce qui concerne les composts d'excréments humains.

Résiliència envisage d'expérimenter, en partenariat avec la MAMO, une plateforme de compostage spécialement dédiée aux excréments humains. Celle-ci vise à démontrer que la norme NF U 44-095 n'est pas la plus adaptée pour décrire le compost issu de toilettes sèches, si on compare sa qualité avec celle des boues de STEP.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #4



STRUCTURE : Toilettes & Co

LOCALISATION : Vienne

MATIERE(S) VALORISEE(S) :

Urine seule : 250 m³

Excréments mélangés à de la litière : 212 tonnes

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Grandes cultures



1 COLLECTE DES MATIERES

Toilettes & Co collecte annuellement environ 250 m³ d'urine à l'aide d'urinoirs secs masculins et féminins, 212 tonnes d'excréments mélangés à de la litière via des toilettes sèches à sciure ou copeaux (Figure 1 et 2) ainsi qu'environ 80 m³ de lixiviats issus de toilettes à composteur relié.

Les urines sont collectées dans des cuves IBC d'1 m³ fermées hermétiquement pour limiter les odeurs et les pertes par volatilisation.



Figure 2 - Toilettes sèches Toilettes & Co, intérieur de cabine (crédit : Toilettes & Co)

Les excréments mélangés à de la litière sont, quant à eux, collectés dans des paddocks fermés (Figure 3) pour limiter les odeurs et éviter les mouches. De la sciure ou des copeaux sont également ajoutés pour absorber l'urine, donc éviter également les odeurs.



Figure 1 – Cabines de toilettes sèches Toilettes & co



Figure 3 - Paddocks fermés contenant les excréments mélangés à de la litière

L'ensemble des matières est rapatrié sur les sites de Toilettes & Co (dépôt et plateforme de compostage) ou sur un site de méthanisation par un poids lourd, en même temps que les cabines et urinoirs secs. Sa capacité de transport est de 26 cabines ou de 26 cuves IBC.

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les urines sont stockées dans des cuves IBC sur le site de Toilettes & Co, tandis que les excréments mélangés à de la litière peuvent être traités soit sur une plateforme de compostage, soit par méthanisation.

HYGIENISATION PAR STOCKAGE



Lors de leur arrivée sur le dépôt, les cuves d'urine fermées sont classées par ordre d'ancienneté (Figure 4). L'urine est conservée dans les cuves initiales de collecte pour limiter les transferts, donc les pertes par volatilisation. Le stockage, conseillé entre 1 à 6 mois selon la température, est un élément de la logique multi barrière de gestion des risques de l'OMS qui comprend plusieurs facteurs (conditions de collecte, méthode d'application de l'urine, type de plantes, destination des plantes, etc.)¹. Dans le cas de Toilettes & Co, sa durée est variable puisqu'elle s'étend de 3 mois à 2 ans selon les besoins de l'agriculteur.

Des analyses ont été réalisées sur un échantillon de lisain (urine stockée) issu de l'évènementiel pour préciser sa valeur agronomique (Tableau 1). Toilettes & Co a mis en avant, lors de l'entretien, les différences possibles de concentration en nutriments selon la provenance des urines. Il est cependant important de noter que la forme d'azote principalement présente dans les analyses de lisain est l'ammoniac.

Tableau 1 - Résultats d'analyse agronomique (matière sèche, ratio NPK, rapport C/N)

Matière sèche (en g/kg)	Ratio NPK	Rapport C/N
6	0,301 : 0,044 : 0,084	0,4



Figure 4 - Cuve d'urine en phase de stockage

Les pertes d'azote sont, malgré tout, importantes lors des transferts de lisain vers les outils agricoles ainsi qu'au moment de l'épandage.

PLATEFORME DE COMPOSTAGE



Une partie des excréments mélangés à de la litière est traitée sur une plateforme de compostage, homologuée à 750 tonnes/an. Les matières restent, dans un premier temps, stockées dans les paddocks. Par la suite, elles sont mélangées dans une cellule (Figure 5) avec d'autres matières organiques : déchets alimentaires et broyats de bois (ratio de 10 à 27 % d'excréments mélangés à de la litière).

La deuxième étape est l'hygiénisation, réalisée dans une deuxième cellule, pendant 2 à 3 semaines. Lors de cette période, la température monte à 60°C pendant 7 jours. Celle-ci est vérifiée en constance à l'aide d'un logiciel. Pendant cette étape, les matières sont bâchées pour être protégées de la pluie ainsi que pour améliorer la montée en température. Des lixiviats peuvent être circulés sur le compost selon les besoins en humidité.

Enfin, la troisième étape consiste au criblage (Figure 6) du compost pour enlever les indésirables encore présents. L'étape finale de maturation est directement réalisée chez l'agriculteur selon les besoins agricoles. Une perte de 30 % d'azote par volatilisation lors du compostage a été estimée.



Figure 7 - Compost obtenu après hygiénisation

Afin de vérifier la composition du compost obtenu (Figure 7), trois analyses agronomiques et sanitaires (éléments traces métalliques, inertes et impuretés, composés traces organiques et agents pathogènes) sont effectuées annuellement (Tableau 2). Celles-ci sont conformes à la norme NF U 44-051.



Figure 5 - Cellule de mélange (droite) et d'hygiénisation (gauche)



Figure 6 - Cribleuse

Tableau 2 - Exemple de résultats d'analyse agronomique

Matière sèche (% de MB)	Matière organique (% de MS)	Azote Kjeldahl (% de MS)	Rapport C/N	Phosphore (% P2O5 de MS)	Potassium (% K2O de MS)	Calcium (% CaO de MS)	Magnésium (% MgO de MS)	pH
44,1	69,1	2,19	15,8	1,131	0,873	6,949	0,587	7,8

¹Organisation mondiale de la santé, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères : Utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture. Volume IV. Organisation mondiale de la santé.

METHANISATION



L'autre partie des excréments mélangés à de la litière est traitée par méthanisation en voie sèche discontinue. Ce choix est justifié par le fait que les intrants ont un taux de matières sèches supérieur à 20¹-25 %². Les matières de Toilettes & Co sont, dans un premier temps, mélangées à d'autres matières organiques : pailles, biodéchets et fumiers. Ce mélange est ajouté dans un digesteur (tunnel bétonné) d'une capacité de 1300 tonnes avant d'être recouvert d'un isolant et d'une bâche pour retenir le gaz formé (Figure 8). Le digesteur est légèrement incliné pour récupérer le liquide des matières. La durée du processus est comprise entre 6 à 8 semaines. Au total, quatre digesteurs fonctionnent en différés, amenant à un besoin de vidange et de remplissage toutes les 2-3 semaines.



Figure 8 – Digesteurs de méthanisation

Pendant le processus, les liquides, issus des intrants précédemment méthanisés ou en cours, arrosent les matières présentes dans les digesteurs. Ils retournent ensuite dans une cuve de stockage à l'extérieur des digesteurs. Le ratio d'apport liquides/intrants est de 60 m³ pour 110 m³. Au cours de la méthanisation, la température du digesteur doit être comprise entre 45 et 50°C. Un suivi de la désulfuration doit également être réalisé.

Ce procédé permet l'obtention de gaz envoyés dans un cogénérateur pour produire de l'électricité (réseau commun) et de la chaleur. Les digestats obtenus (1000 tonnes/an) sont, quant à eux, valorisés en agriculture. Des analyses de cette matière ont été réalisées (Tableau 3).

Tableau 3 – Moyenne de résultats d'analyses agronomiques

Matière sèche (% de MB)	Matière organique (% de MS)	Azote Kjeldahl (% de MS)	Rapport C/N	Phosphore (% P2O5 de MS)	Potassium (% K2O de MS)	Calcium (% CaO de MS)	Magnésium (% MgO de MS)
20,3	73	4,01 dont 1,84 ammoniacal	10,1	2,36	3,81	2,52	0,79

3 RETOUR AU SOL DES MATIERES

Toilettes & Co travaille avec 3 agriculteurs situés autour des lieux de traitement (<15 km) depuis plus de 10 ans. Le lisain est valorisé depuis plus récemment, c'est-à-dire 4-5 ans, avec deux des agriculteurs partenaires.

LISAIN

Le lisain est valorisé en grandes cultures, dont l'avoine et l'orge en 2025. Les années précédentes les cuves étaient directement apportées en bord de champs à l'aide d'un poids lourd. Celles-ci étaient ensuite pompées par une tonne à lisier au moment de l'épandage. En 2025, une citerne de 35 m³ est directement venue pomper le lisain sur le dépôt de Toilettes & Co.

Culture d'avoine

L'épandage du lisain a concerné 5 hectares d'avoine. La dose d'apport a été calculée selon les besoins en NPK de la culture en prenant compte des couverts inter-cultures, des reliquats ainsi que de l'association de l'avoine avec la féverole.

Le lisain a été épandu pur sur la culture et la veille d'une légère pluie à l'aide d'un épandeur buse palette (Figure 9). L'apport est réalisé sur un stade végétatif (20-25 cm de hauteur). La dose appliquée était de 20 à 25 m³/hectare, soit 60-75 unités d'azote (UN)/ha.



Figure 9 - Epandeur buse palette (crédit : entraid.com)

¹Biogaz Ingénierie, ADEME Bourgogne-Franche-Comté, 2018. La méthanisation en voie sèche discontinue - Guide et précaution.

²Haumont, A., Richard, A., Talpin, J., 2019. Réaliser une unité de méthanisation à la ferme.

Culture d'orge de printemps

L'apport de lisain a été réalisé sur une surface de 5 ha. Les méthodes de calcul des doses nécessaires ont pris en compte les besoins de la culture ainsi que les couverts végétaux mis en place. L'apport a été réalisé sur un stade végétatif (20-25 cm de hauteur). La méthode d'apport ainsi que la dose épandue à l'hectare sont identiques à la culture d'avoine.

COMPOST

Le compost est valorisé auprès des mêmes agriculteurs que le lisain. Ce sont ces derniers qui le récupèrent directement sur la plateforme au début de la maturation. Les matières sont ensuite stockées en bout de champs jusqu'au moment de leur utilisation.

Leur apport est réalisé avant les semis (printemps et automne) à l'aide d'un épandeur à fumier. La dose apportée est calculée selon les besoins du sol et la composition du compost.

DIGESTAT

Le digestat obtenu suite à la méthanisation est valorisé sur les parcelles agricoles de l'agriculteur réalisant le traitement. Les matières sont apportées à l'aide d'un épandeur sur des grandes cultures. L'épandage est réalisé tous les deux ans avec une dose d'apport équivalente à 10 tonnes/ha.

Remarques générales sur le retour d'expérience

- **Le lisain est appliqué pure sur les cultures**

Du fait de sa faible concentration en nutriments, la dilution du lisain rendrait plus difficile l'apport au champ d'un point de vue logistique et augmenterait les risques de tassement du sol ainsi que les coûts liés au temps passé.

- **En utilisant du lisain, les rendements sont comparables en équivalent azote minéral. Ceux-ci sont cependant meilleurs lorsque les pratiques précédentes n'utilisaient pas d'azote minéral.**

Les rendements en orge sont restés inchangés pour l'agriculteur qui épandait des engrais de synthèse. En revanche, l'agriculteur qui n'en utilisait pas a observé une augmentation significative des rendements en présence de lisain (+20 à +30%). Pour le moment, aucun effet sur le sol lié à l'utilisation du lisain n'a été observé, notamment par manque de recul.

- **Le lisain et le compost sont donnés gratuitement aux agriculteurs, l'apport en méthanisation est payant.**

Dans le cas des urines, les matières sont données gratuitement aux agriculteurs et le coût du transport est géré par Toilettes & Co. A l'inverse, le transport du compost, également donné gratuitement, est payé par les agriculteurs. Enfin, l'apport en méthanisation est payant pour Toilettes & Co. L'intérêt de ce débouché est de limiter le transport des matières pour les événements éloignés des dépôts de la structure, ainsi que de permettre le traitement d'une plus grande quantité de d'excrétats mélangés à de la litière. Les coûts les plus élevés du retour au sol des matières, concernent le gazole, le temps passé ainsi que la logistique.

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

Le frein majoritairement rencontré par Toilettes & Co est le manque de cadre réglementaire pour le traitement et le retour au sol des matières issues de l'assainissement écologique. La structure est notamment concernée par le [blocage en cours de l'INAO pour l'agriculture biologique](#). En effet, sollicitée au printemps 2026 à ce sujet par la DGAL (MASA), la Direction de l'Eau et de la Biodiversité n'a pas validé le rattachement de ces matières à la rubrique 2.1.4.0 de la loi sur l'eau, considérant que cette dernière n'est pas le cadre adéquat pour les excréments collectés à la source.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #5



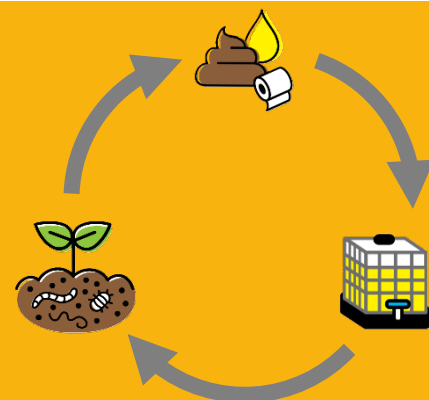
PROJET : La Pipinière

LOCALISATION : Maine-et-Loire

VOLUME COLLECTE : 5 m³

MATIERE(S) VALORISEE(S) : Urine

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Pépinière



1 COLLECTE DES MATIERES

Dans le cadre du projet La Pipinière, 5 m³ d'urines ont été collectés en 2025. Une partie des urines provient d'un urinoir sec et de toilettes à séparation (Laufen et Wostman) présents dans les locaux de LABELVerte. Egalement, les usagers collectant leurs urines chez eux peuvent les apporter dans un Point d'Apport Volontaire d'Urines (Figure 1) situé sur le même site. Enfin, un partenariat avec Toilettes & Co est réalisé. Ce dernier amène un volume important d'urine pour compléter les besoins de l'agriculteur partenaire.



Figure 2 - Cuve collectant les urines des toilettes à séparation et de l'urinoir de Label Verte



Figure 1 - Point d'Apport Volontaire d'Urines (PAVU)

Les urines collectées sont stockées dans des cuves IBC (Figure 1 et 2) qui, une fois remplies, sont amenées et stockées chez l'agriculteur partenaire.

2 TRAITEMENT DES MATIERES

HYGIENISATION PAR STOCKAGE



L'hygiénisation des urines est assurée par un simple stockage des cuves, directement sur les parcelles de l'agriculteur. La durée de stockage est d'environ 6 mois au minimum. Le stockage, conseillé entre 1 à 6 mois selon la température, est un élément de la logique multi barrière de gestion des risques de l'OMS qui comprend plusieurs facteurs (conditions de collecte, méthode d'application de l'urine, type de plantes, destination des plantes, etc.)¹.

Les cuves de stockage sont fermées hermétiquement afin de limiter les odeurs par la volatilisation de l'azote. Ce traitement amène à la production de lisain.

¹Organisation mondiale de la santé, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères : Utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture. Volume IV. Organisation mondiale de la santé.

Le projet La Pipinière travaille, depuis 2025, avec un pépiniériste situé à moins de 20 km de LABELVerte.

Pépinière



Figure 3 - Pompe supprimeur

La pépinière produit 1 000 variétés de semences pour l'ornement, soit 20 000 plants et 2 000 m² sous serre. Le lisain est apporté aux plants pour prolonger les effets du terreau préalablement utilisé dans les pots et fertilisé en biologique.

Les plants reçoivent quotidiennement du lisain apporté par fertirrigation (dilution avec de l'eau). A l'aide d'une pompe supprimeur (Figure 3) et d'un



Figure 4 - Dosatron



Figure 5 - Irrigation goutte à goutte

dosatron (Figure 4), il est dilué à 2 %. Les matières sont ensuite apportées aux plants par irrigation en goutte à goutte (Figure 5 et 6). Ce système d'arrosage est réalisé une à trois fois par jour pendant 6 minutes avec un débit de 2,2 litres/heure. La quantité de lisain apportée doit-être adaptée aux besoins en engrais des plantes, certaines nécessitant des apports plus importants.

La dilution du lisain permet de gagner du temps à l'agriculteur puisque les besoins quotidiens des plants (engrais et eau) sont apportés au même moment. L'eau, récupérée des toitures, est fraîche, ce qui permet le refroidissement du substrat.



Figure 6 - Irrigation goutte à goutte (crédit : jardiland.com)

Les pots de semence sont disposés sur une bâche peu étanche amenant à des risques de lixiviation des reliquats de lisain des pots vers le sol. Ceux-ci restent limités en raison des faibles doses apportées.

Remarques générales sur le retour d'expérience

- Un besoin d'adaptation des pratiques de retour au sol a été identifié.

La pratique d'utilisation du lisain permet d'économiser du temps de travail à l'agriculteur. L'inconvénient principal des pratiques actuelles réside dans le déplacement des cuves. L'agriculteur ne possède pas d'outils permettant de mécaniser cette pratique facilement. Un équipement permettant d'alimenter le lisain en permanence au niveau de la pompe et du dosatron faciliterait l'apport de matières pour l'agriculteur.

- Une amélioration de la qualité des plants par rapport aux pratiques précédentes n'utilisant pas d'engrais de synthèse a été observée.

L'utilisation de lisain a amélioré la qualité des plants qui ne recevaient pas d'engrais azotés lors des précédentes pratiques. Il a observé, dans certains cas, des problèmes de salinité, qui, en excès, peuvent limiter la croissance des plantes et dessécher les feuilles¹.

- Le lisain est fourni gratuitement à l'agriculteur et le transport est géré par LABELVerte et Toilette and Co.

¹Luu, D.T., Zhou, J., Hmidi, D., Madani, I., Zhou, H., Chmaiss, L., Corratgé-Faillie, C., Sentenac, H., Véry, A.-A., 2022. Tolérance des plantes à la salinité des sols, in: L'eau et La Plante. Presented at the Colloque scientifique de la Société Nationale d'Horticulture de France, Paris, France, pp. 47-53.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières issues de l'assainissement écologique #6



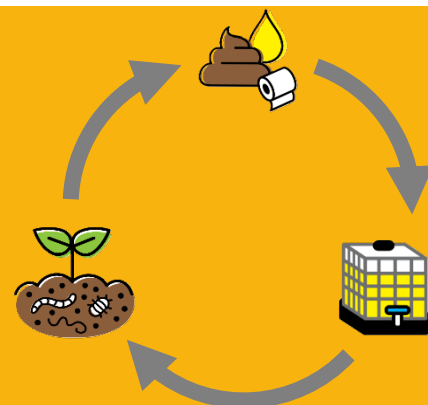
PROJET : Ôôôberge

LOCALISATION : Ille-et-Vilaine

VOLUME COLLECTE : 6 m³

MATIERE(S) VALORISEE(S) : Urine

**TYPE(S) DE CULTURE(S) :
Grandes cultures et prairie**



1 COLLECTE DES MATIERES

L'Ôôôberge est un habitat participatif (Figure 1) qui a mis en place des toilettes à séparation Ecodomeo (Figure 2) permettant la collecte des urines et matières fécales séparées. Le principe de fonctionnement est le suivant (Figure 3) : l'utilisateur réalise ses besoins sur un tapis incliné permettant un écoulement gravitaire des urines, puis, à l'aide d'un

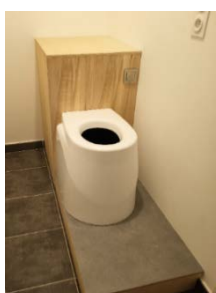
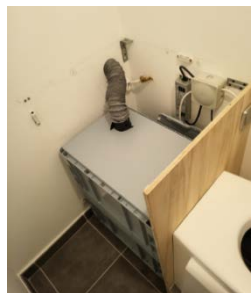


Figure 2 - Toilette à séparation Ecodomeo (source : loooberge.org)

mécanisme (pédale ou moteur électrique), les matières solides, déposées sur le tapis, remontent vers un bac disposé derrière les toilettes. Le caisson collectant les matières est étanche et une VMC permet d'extraire les odeurs liées au stockage. Au total, 7 toilettes ont permis la collecte de 6 m³ d'urine en 2025 dilués accidentellement à l'eau de pluie lors du stockage après l'usage des toilettes.

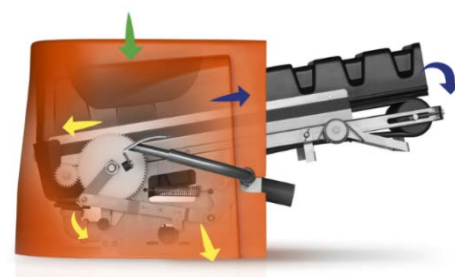


Figure 3 - Fonctionnement des toilettes Ecodomeo (source : ecodomeo.com)



Figure 4 - Collecte des urines (crédit : L'ôôôberge, institutparisregion.fr)

Une pompe de relevage ainsi qu'une tranchée permettent d'amener les urines dans des cuves IBC étanches disposées sous terre. Au total, trois cuves sont installées, chacune d'elle est reliée aux toilettes d'un bâtiment. Ces cuves sont ensuite récupérées par l'agriculteur à l'aide d'une fourche adossée à son tracteur puis déposées dans une remorque (Figure 4).

Les matières solides récupérées dans les bacs sont stockées temporairement dans un local dédié sur le site puis amenées à une plateforme de compostage gérée par l'association Compost'tout (Figure 5).



Figure 1 - L'Ôôôberge, habitat participatif (crédit : loooberge.org)



Figure 5 - Collecte des matières solides de toilettes sèches (crédit : Lena Meunier, institutparisregion.fr)

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les matières solides sont compostées sur une plateforme de compostage gérée par Compost'tout qui les mélange à des déchets de cuisine. L'objectif est d'obtenir un C/N amenant à une production idéale d'humus stable ainsi qu'à une libération progressive de nutriments¹. Les matières obtenues suite au compostage représentent un petit volume, elles sont donc valorisées à petite échelle. Les urines sont, quant à elles, hygiénisées par stockage.

HYGIENISATION PAR STOCKAGE



Les urines sont stockées pendant 6 mois afin de respecter les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)². Le stockage, conseillé entre 1 à 6 mois selon la température, est un élément de la logique multi barrière de gestion des risques de l'OMS qui comprend plusieurs facteurs (conditions de collecte, méthode d'application de l'urine, type de plantes, destination des plantes, etc.). Le traitement est directement réalisé chez l'agriculteur partenaire situé à moins de 5 km de l'Ôôberge. Pendant cette période, les cuves IBC sont fermées hermétiquement.

Pour le moment, aucune analyse de la composition du lisain (urine stockée) n'a été réalisée.

A la suite de l'hygiénisation, le lisain est mélangé à du lisier dans une fosse ouverte en attendant son retour au sol.

3 RETOUR AU SOL DES MATIERES

L'Ôôberge travaille en collaboration avec un agriculteur utilisant le lisain sur des cultures de maïs et des prairies de fauche. Le lisain mélangé au lisier est épandu sur une surface totale de 80 hectares.

Culture de maïs

La dose apportée au sol pour les cultures de maïs est de 60 m³/hectare. Le lisain est épandu une fois par an avant le semis du maïs réalisé vers mi-avril³ ainsi que la saison pluvieuse. Cette dose est choisie selon la concentration en azote des matières (environ 2,5 unités d'azote (UN)/ha) et les besoins de la culture. C'est un prestataire extérieur qui les épand à l'aide d'une tonne à lisier équipée d'une rampe pendillard (Figure 6) sur l'ensemble de la parcelle. Cet outil permet l'apport des matières directement au niveau du sol.



Figure 6 - Epandeur pendillard (crédit : ufarevue.ch)

¹Robin, D., 1997. Intérêt de la caractérisation biochimique pour l'évaluation de la proportion de matière organique stable après décomposition dans le sol et la classification des produits organominéraux. *Agronomie* 17, 157-171. <https://doi.org/10.1051/agro:19970303>

²Organisation mondiale de la santé, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères : Utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture. Volume IV. Organisation mondiale de la santé.

³Arvalis, 2025. Maïs : Variétés et interventions - Préconisation régionales 2025 Bretagne (Choisir & Décider). https://www.arvalis.fr/sites/default/files/medias/pdf/2025-01/Choisir_Mais_Bretagne_2025.pdf

Prairie de fauche

La dose apportée au sol pour les prairies de fauche est de 25 m³/hectare. Le calcul de la dose apportée ainsi que les pratiques d'épandage sont les mêmes que pour le maïs. Cependant, jusqu'à 3 apports par an peuvent être réalisés à la suite des fauches et parfois au printemps.

Remarques générales sur le retour d'expérience

- **Les rendements sont similaires à l'utilisation unique de lisier.**

Aucune différence significative n'a été observée puisque l'urine représente une faible part du lisier (3-4 m³ d'urine pour 2000 m³ de lisier).

- **L'urine est donnée gratuitement à l'agriculteur**

L'agriculteur récupère l'urine qu'il obtient gratuitement. Il est en charge de son traitement sur l'exploitation ainsi que de son épandage.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #7



STRUCTURE : Ecosmose

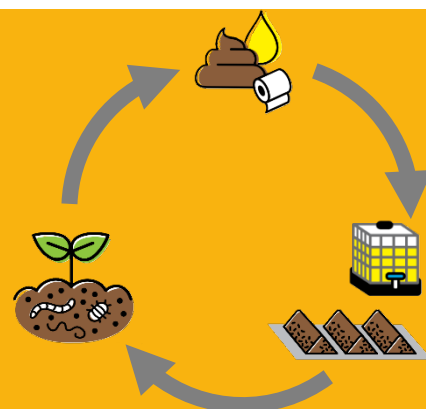
LOCALISATION : Haute-Garonne

MATIERE(S) VALORISEE(S) :

Urines seules : 8 m³

Excréments mélangés à de la litière : 42 tonnes

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Maraîchage



1 COLLECTE DES MATIERES

Ecosmose collecte annuellement 8 m³ d'urine issues d'urinoirs secs masculins et féminins (Figure 1), ainsi que 46 tonnes d'excréments mélangés à de la litière issus de toilettes sèches à copeaux ou à sciure (Figure 2 et 3). Ces matières proviennent de l'évènementiel ou de la location longue durée (chantier archéologique, guinguette, structure en travaux, etc.).



Figure 2 - Toilette sèche, intérieur des cabines (crédit : : ecosmose.fr)

Les urines sont collectées dans des contenants poubelles puis apportées dans une cuve IBC de 1 000 litres ou des bidons de 200 litres par une pompe de relevage. Ces contenants sont ensuite fermés pour limiter les odeurs et la volatilisation de l'ammoniac.

Les excréments mélangés à de la litière sont directement collectés dans des poubelles ensuite fermées par un couvercle, également pour limiter les odeurs et la volatilisation de l'azote.

L'ensemble des matières est directement apporté au dépôt avant d'être transporté jusqu'au lieu de traitement. Concernant l'urine, l'agriculteur vient directement la récupérer sur le dépôt à l'aide d'une camionnette (VL). Au total, trois transferts de cuves sont réalisés : le premier entre les poubelles et le contenant pour le stockage au dépôt, le deuxième entre le contenant pour le stockage au dépôt et la cuve de la camionnette, le dernier entre la cuve de la camionnette et la cuve de l'agriculteur. En ce qui concerne les excréments mélangés à de la litière, l'équivalent de 80 poubelles est amené sur le lieu de traitement situé à moins de 25 minutes dans un camion d'un volume de 20 m³. Ces transports sont réalisés jusqu'à une fois par semaine en périodes intenses.

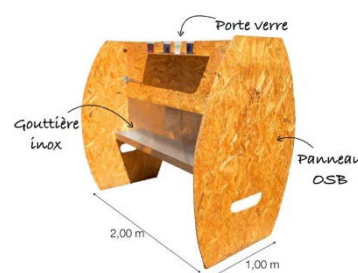


Figure 1 - Urinoir sec masculin (gauche) et féminin Marcelle (droite) (crédit : ecosmose.fr)



Figure 3 - Cabine de toilettes sèches (crédit : ecosmose.fr)

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les procédés de traitement diffèrent selon les matières : les urines sont stockées dans des cuves IBC, tandis que les excréments mélangés à de la litière sont traités sur une plateforme de compostage normée.

HYGIENISATION PAR STOCKAGE



L'Organisation Mondiale de la Santé conseille un stockage entre 1 à 6 mois selon la température. La logique multi barrière de gestion des risques comprend également plusieurs autres facteurs (conditions de collecte, méthode d'application de l'urine, type de plantes, destination des plantes, etc.)¹. Dans le cas de ce retour d'expérience, les urines sont stockées pendant une période de quelques semaines à 6 mois dans une cuve IBC de 1 000 L selon la période entre la collecte et les besoins agricoles. Le traitement est directement réalisé chez l'agriculteur qui utilise le lisain (urine stockée) en tant qu'engrais (<50 km).

Aucune analyse de la composition du lisain n'a été réalisée.

PLATFORME DE COMPOSTAGE



Les matières sont apportées gratuitement sur une plateforme de dépôt. Elles sont mélangées avec d'autres matières organiques : broyats de bois, déchets verts et matières issues du traitement des eaux usées (MIATE). Le mélange est pré-composté sur une durée pouvant aller jusqu'à plusieurs mois.

Les matières sont ensuite transférées sur une plateforme de traitement appartenant à la même structure. Elles sont apportées dans un tunnel en béton, pour limiter le lessivage des matières, ouvert ou bâché. Pendant le compostage, une température moyenne est maintenue grâce à des tubes noirs permettant d'accélérer le processus. Les liquides sont récupérés et recirculés sur le compost, pour l'humidifier. Un suivi des conditions aérobies est également réalisé. L'ensemble du processus de compostage a une durée inférieure à une année.

Des analyses agronomiques et sanitaires sont réalisées afin de s'assurer que le compost obtenu respecte la norme NF U 44-095. Le compost normé est ensuite vendu aux agriculteurs ou particuliers permettant un large panel de voies de valorisation.

3 RETOUR AU SOL DES MATIERES

En ce qui concerne le lisain, Ecosmose travaille avec un maraîcher depuis 3-4 ans. Lorsqu'il a une quantité d'urine plus importante que ses besoins, il les épand sur des prairies.

Maraîchage

Les cultures sont implantées sur un sol argileux et profond (l'épaisseur du sol exploitable par les plantes) avec des apports d'engrais verts et de broyats de bois, sans travail mécanique du sol, au préalable de la plantation.

¹Organisation mondiale de la santé, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères : Utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture. Volume IV. Organisation mondiale de la santé.



Figure 4 - Asperser

Le lisain est épandu sur une surface de 2 hectares avec une dose journalière dépendante des besoins des plantes. Deux formes d'apports peuvent être réalisées : pur ou dilué.

L'apport de **lisain pur** est réalisé par un asperser (Figure 4) à une dose de 37.5 unités d'azote (UN)/ha. L'outil a une pression de 3 bars et est alimenté par une motopompe thermique. L'apport réalisé est de 100 litres de lisain sur la zone d'aspersion de l'asperser, qui est ensuite déplacé sur la zone suivante. Cette pratique d'épandage est réalisée, si possible, avant une légère pluie et pendant la nuit. Elle est principalement effectuée sur les prairies.

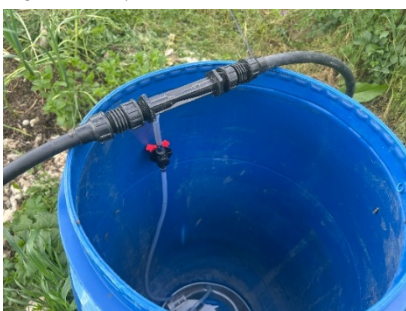


Figure 6 - Injecteur venturi

Dans le cas d'apport de **lisain dilué**, un asperser basse pression (entre 0,6 et 1,7 bar) (Figure 5) est utilisé accompagné d'un injecteur venturi (Figure 6) et d'une pompe électrique solaire avec un débit de 1 m³/h. Cette dilution est réalisée à 2 % (20 litres d'urine par 1 000 litres d'eau) et est favorisée pour les cultures foliaires afin d'éviter les brûlures et d'apporter en parallèle les besoins en eau nécessaires aux plantes.



Figure 5 - asperser basse pression utilisé pour le lisain dilué

Remarques générales sur le retour d'expérience

- Les outils agricoles ont été adaptés à l'utilisation de lisain.

L'injecteur venturi basse pression a été acheté afin de pouvoir diluer le lisain appliqué par aspersion et limiter les risques de brûlure des plantes.

- L'apport de lisain dilué réduit les odeurs en comparaison avec le lisain apporté pur.

Cette observation peut être due à plusieurs facteurs comme, par exemple, la transformation d'une partie (généralement faible mais dépendante de l'équilibre chimique de la réaction) de l'ammoniac, volatil, en ammonium, non volatil. De plus, la dilution amène à une concentration moins importante d'azote dans le lisain dilué. En parallèle, la présence d'eau favorise l'infiltration dans le sol.

- La qualité des produits récoltés est supérieure depuis l'utilisation de lisain.

Le maraîcher n'utilisait pas de fertilisant avant le lisain. Une nette différence a été observée visuellement sur les produits fertilisés à cette matière. Lors d'apports non dilués, des brûlures de plantes ont parfois été observées (excès de sels et/ou d'azote). Il est cependant important de noter que l'amendement organique réalisé avant la mise en place des cultures a également joué un rôle sur la qualité des produits observée.



Figure 7 – feuille de courgette fertilisée au lisain
(Crédit : Edouard)



Figure 8 - Parcelle fertilisée au lisain
(Crédit : Edouard)



Figure 9 - Parcelle fertilisée au lisain
(Crédit : Edouard)

- Le lisain est donné gratuitement à l'agriculteur mais les coûts de transport et d'épandage sont à sa charge.

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

Ecosmose a identifié certains freins liés au retour au sol des matières issues de l'assainissement écologique sur son territoire d'action (rayon de 150-200 km autour de Toulouse) :

- Les débouchés (et notamment la mise en place des plateformes de compostage) sont limités par manque de réglementations/codes déchets dédiés pour ces matières ;
- La logistique : les urines sont plus faciles à manutentionner que les excréments mélangés à de la litière.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #8



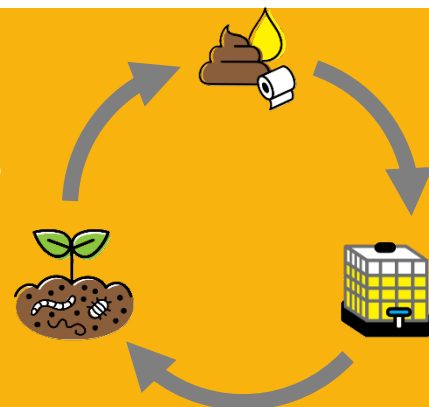
PROJET : Ekopi

LOCALISATION : Pyrénées-Atlantiques

VOLUME COLLECTE : 7 m³

MATIERE(S) VALORISEE(S) : Urine

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Pépinière



1 COLLECTE DES MATIERES

Ekopi est un projet qui vise à créer une filière locale de collecte et valorisation d'urine rassemblant plusieurs acteurs : Civam BLE, Ecocentre Pierre et Terre (conception), Leesu (appui scientifique), Collège Saint-Vincent d'Hendaye (collecte des matières issues de l'assainissement écologique), collectivité d'Hendaye, de Bariatou et d'Urrugne (transport et valorisation agricole), jardin partagé, association de citoyens et maraîchers. Dans ce cadre, 7 m³ d'urine ont été collectés les six premiers mois de 2026 contre 4 m³ en 2025. Ces matières sont issues d'urinoirs secs masculins (Figure 1) et féminins (Figure 2) installés dans le collège. En parallèle, des toilettes sans eau à composteurs reliés ont été installées, mais la faible quantité de matières sèches produite n'a pas encore été collectée.



Figure 1 - Urinoir masculin Ti'Pi (crédit : tipi.eco)



Figure 2 - Urinoir féminin, (crédit : urinoirmarcelle.fr)



Figure 3 - Citerne de 12 m³

Les urines sont récupérées dans une citerne de 12 m³ enterrée (Figure 3) puis transférées dans des cuves IBC de 1 000 litres par le biais de pompes intégrées à la citerne.

Concernant le transport actuellement réalisé, un camion plateau de la commune d'Hendaye vient chercher les urines. Il contient généralement plusieurs cuves IBC qu'il vide ensuite chez les partenaires agricoles en bout de champs. Au total, deux transferts de cuves sont réalisés pour le transport : cuve de l'école à la cuve utilisée pour le transport (Figure 4) et cuve utilisée pour le transport à la cuve de stockage sur les parcelles des partenaires agricoles. Le transport est géré et payé par la commune mais aucun coût n'a été calculé pour l'instant.



Figure 4 - Transfert des urines entre le collège et la cuve du camion (crédit : Civam blé)

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les urines sont traitées par simple stockage, ce qui permet leur hygiénisation.

HYGIENISATION PAR STOCKAGE



Le stockage des urines est réalisé sur une période variant de 1 à 6 mois selon les températures extérieures comme le conseille l'Organisation Mondiale de la Santé¹. Le stockage est l'un des éléments de la logique multi barrière de gestion des risques de l'OMS qui en comprend plusieurs autres (conditions de collecte, méthode d'application de l'urine, type de plantes, destination des plantes, etc.)¹. La cuve peut être déposée à même le sol (Figure 5) ou bien être surélevée selon les outils d'apport utilisés par le partenaire agricole (arrosoir, tuyau, etc.). L'hygiénisation par stockage a été choisie car elle est plus simple à mettre en place pour les structures partenaires du projet.



Figure 5 - Cuve IBC de stockage
(crédit : Civam blé)

Une analyse de pathogènes et une analyse agronomique du lisain ont été réalisées dans le cadre du projet Ekopi, dont les résultats sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1 - Résultats d'analyse de pathogènes et agronomique

Analyse pathogène			Analyse agronomique					
Escherichia Coli (UFC/g)	Salmonelle (UFC/g)	Coliforme fécaux (UFC/g)	Ratio NPK	Concentration en Magnésium (%)	Concentration en Calcium (%)	Concentration en Soufre (%)	Concentration en Sodium (%)	pH
< 100	absence	< 10	0,59 : 0,10 : 0,30	0,10	0,10	0,10	0,30	9

L'analyse agronomique a montré que la forme majoritaire de l'azote présent dans le lisain est ammoniacale.

Aucune analyse sur les résidus pharmaceutiques n'a été effectuée dans le cadre du projet car elles sont coûteuses et qu'elles ont déjà été réalisées dans d'autres projets comme [KOLOS](#) du programme OCAPI. Les résultats montrent des concentrations en indésirables inférieures aux seuils du projet de socle commun des Matières Fertilisantes et Supports de Culture (MFSC)².

3

RETOUR AU SOL DES MATIERES

Dans le cadre du projet Ekopi, le retour au sol du lisain est réalisé avec plusieurs partenaires agricoles localisés à une distance inférieure à 10 km du collège : pépinière, agriculture synthropique (culture d'association de plusieurs plantes et arbres pour produire des récoltes tout en enrichissant le sol), maraîchage et jardin partagé. Dans le cadre de cette fiche, nous allons nous focaliser sur la valorisation agronomique dans une pépinière gérée par la collectivité d'Hendaye puisque c'est la pratique avec le plus d'ancienneté : 2 ans.

Pépinière

Une cuve IBC de 1 000 litres est mise à disposition de la pépinière. Lorsque celle-ci est vide, la commune ramène du lisain pour la remplir. Ce dernier est dilué à l'aide d'un dosatron avant son apport aux palmiers en pot à une dose dépendante des besoins des plantes et selon l'expérience des employés de la collectivité. Le lisain est appliqué à l'aide d'un tuyau d'arrosage au pied des arbres chaque semaine.

¹Organisation mondiale de la santé, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères : Utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture. Volume IV. Organisation mondiale de la santé.

²Brun, F. (coord), 2025. Note de Synthèse : Les éléments indésirables des urino-fertilisants en agriculture. Projet Kolos, Programme OCAPI, LEESU, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées Institut Polytechnique de Paris, Université Paris-Est-Créteil, 34 pages.

Remarques générales sur le retour d'expérience

- L'apport de lisain permet, en comparaison aux engrais de synthèse, un gain de temps pour le partenaire agricole.

Dans ce retour d'expérience, l'apport de lisain est plus simple et rapide à réaliser que l'apport d'engrais de synthèse dû à l'utilisation d'un tuyau d'arrosage qui servait déjà à l'apport en eau. En parallèle, la collectivité n'a pas eu besoin de se procurer de nouveaux outils.

- Une amélioration visuelle des palmiers a été observée suite à l'utilisation du lisain (Figure 7) en comparaison aux palmiers ne recevant pas d'engrais (Figure 6).



Figure 6 – Palmier sans apport de lisain (crédit : Civam blé)



Figure 7 – Palmier avec apport de lisain (crédit : Civam blé)

- Le lisain est mis à disposition gratuitement aux partenaires agricoles.

L'objectif du projet est de faciliter l'organisation et la mise en place de la filière afin de limiter les inconvénients pour les partenaires agricoles. Ainsi, le lisain leur est mis à disposition gratuitement. Pour l'instant, les coûts de transport ou de stockage n'ont pas été calculés.

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

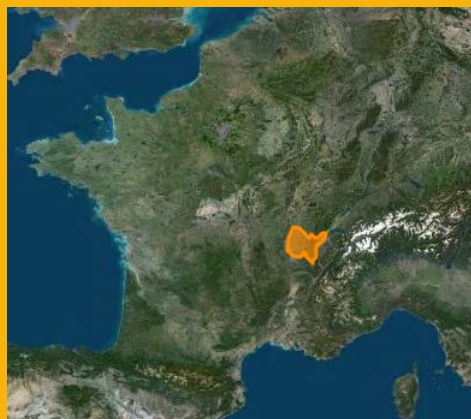
La prospection pour trouver des partenaires agricoles au projet n'a pas été relativement compliquée mais il a été mis en avant la nécessité d'être actif dans cette démarche pour aboutir à des accords. Des freins ont cependant été identifiés par les structures du projet Ekopi :

- Le blocage de l'utilisation des excréments humains en agriculture biologique freinant ainsi certains agriculteurs motivés ;
- Le faible volume d'urine collectée de manière séparée sur le territoire.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #9



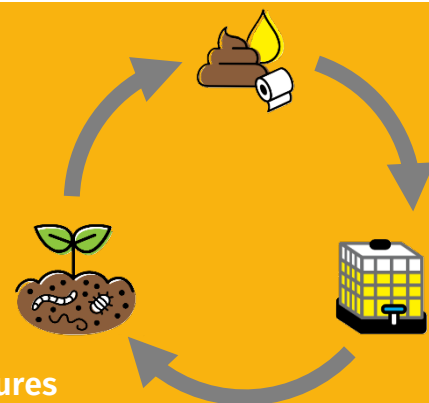
STRUCTURE : TLB du Rhône

LOCALISATION : Ain

VOLUME COLLECTE : 100 m³

MATIERE(S) VALORISEE(S) : Urine

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Grandes cultures



1 COLLECTE DES MATIERES

Annuellement, la structure collecte environ 100 m³ d'urine, dont 50 m³ issus d'un seul évènement, provenant d'urinoirs secs masculins et féminins. En parallèle, elle collecte environ 20 tonnes d'excrétats mélangés à de la litière issus de toilettes sèches à copeaux.

Pour les grands évènements (plus de 20 cabines), les urines et les excrétats mélangés à de la litière sont stockés dans des cuves IBC de 1 000 litres afin de faciliter leur transport par camion. Les cuves stockant les urines sont fermées hermétiquement et reçoivent également les lixiviats issus des excrétats mélangés à de la litière. Les cuves stockant les excrétats mélangés à de la litière sont ouvertes mais de la litière est ajoutée en surface pour éviter les mauvaises odeurs.

Pour les petits évènements (moins de 20 cabines), les matières sont collectées dans des bidons de 60 litres.

En moyenne, les évènements sont situés à 50 km autour du dépôt. Le transport des matières, dans le cas des grands évènements, est réalisé par un prestataire qui récupère les cuves avec un camion remorque et un chariot élévateur. La vidange des cuves contenant les matières sèches sur le site de traitement appartenant à TLB du Rhône est difficile, notamment par le manque d'un outil adapté. Le transport des matières est compris dans le prix de la prestation. Pour les petits évènements, les matières sont transportées jusqu'au dépôt par un fourgon auquel une remorque est attelée pour ramener, en parallèle, entre 8 et 10 cabines. Les frais de transport sont compris dans le prix de la prestation, entre 0,7 et 1 €/km.



Figure 1 - Urinoirs et cabines de toilettes sèches (crédit : TLB du Rhône)

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les urines mélangées aux lixiviats sont traitées par stockage sur un dépôt de 400 m², tandis que les matières sèches sont apportées à une plateforme de compostage, gérée par TLB du Rhône, avec une capacité d'une dizaine de m³. Les matières sèches représentent une petite quantité donc elles ne sont pour le moment pas valorisées en agriculture.

HYGIENISATION PAR STOCKAGE



Le stockage, conseillé entre 1 à 6 mois selon la température, est un élément de la logique multi barrière de gestion des risques de l'OMS qui en comprend plusieurs autres (conditions de collecte, méthode d'application de l'urine, type de plantes, destination des plantes, etc.)¹. Dans le cadre de ce retour d'expérience, l'hygiénisation de l'urine est réalisée sur une durée de quelques semaines à 6 mois selon les besoins agricoles (disponibilité des champs et météo).

Dans le cadre du [projet KOLOS](#), des analyses du lisain (urine stockée) prélevé dans 10 cuves de TLB du Rhône ont été réalisées (Tableau 1)².

Tableau 1 - Résultats d'analyse de pathogènes et agronomique

Analyse pathogène		Analyse agronomique		
Escherichia Coli (UFC/g)	Salmonelle (UFC/g)	Ratio NPK	Concentration en Magnésium (%)	Concentration en Calcium (%)
< 100	absence	0,24 : 0,035 : 0,053	0,0003	0,003

Des analyses sur les résidus pharmaceutiques (35 molécules), les éléments traces métalliques et les inertes (plastique, PSE, verre, etc.) ont montré une concentration dans le lisain en dessous du projet de socle commun sur les Matières Fertilisantes et Supports de Culture (MFSC)².

3 RETOUR AU SOL DES MATIERES

Outre le projet KOLOS, TLB du Rhône travaille en collaboration avec un agriculteur depuis 1 an situé à 300 mètres du dépôt. L'apport en lisain est réalisé sur grandes cultures, principalement pour les cultures de blé.

Culture de blé

La surface concernée par l'épandage du lisain varie de 1 à 3 hectares. Annuellement, un seul apport est réalisé avant le semis de blé, soit entre fin août et septembre, soit après la récolte du maïs grain en octobre-novembre. Ce choix d'épandage est lié à la largeur des pneus des outils utilisés qui pourrait endommager les cultures. L'apport au sol est effectué à l'aide d'une tonne à lisier qui permet de pomper le lisain présent dans les cuves, équipée d'une buse palette (Figure 2).



Figure 2 - Epandeur buse palette (crédit : entraid.com)

Une dose de 18 à 20 m³/hectare (soit 43,2-48 unités d'azote UN/ha) de lisain est épandue au sol. Il est appliqué pur puisque la culture ne reçoit qu'un seul apport. Sa teneur en eau est conséquente (93-96 %³), donc le diluer nécessiterait d'en apporter un volume plus important pour une quantité en nutriments similaire. Aucun enfouissement des matières n'est réalisé suite à l'épandage.

¹Organisation mondiale de la santé, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères : Utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture. Volume IV. Organisation mondiale de la santé.

²Brun, F., 2024. Cahier d'expérimentation : Valoriser les urines et excréments humains en agriculture.

³Drangert, J.-O., 1998. Urine blindness and the use of nutrients from human excreta in urban agriculture. *GeoJournal* 45, 201-208. <https://doi.org/10.1023/A:1006968110875>

Remarques générales sur le retour d'expérience

- Aucune modification des rendements n'a été observée depuis l'utilisation de lisain en apport complémentaire aux engrais de synthèse.

La faible surface concernée par l'apport de lisain ainsi que l'absence d'enfouissement favorisant les pertes azotées par volatilisation peuvent justifier ces rendements inchangés.

- Le lisain est mis à disposition gratuitement à l'agriculteur et les coûts d'épandage sont pris en charge par TLB du Rhône.

La structure réalise l'épandage du lisain sur les parcelles agricoles avec une tonne à lisier en location (100-120 € HT/épandage). Cependant, les coûts importants liés à la valorisation des matières en agriculture concernent le transport et le stockage du lisain.

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

Selon TLB du Rhône, il existe plusieurs freins au déploiement du retour au sol des matières issues de l'assainissement écologique sur son territoire d'action :

- La réticence des agriculteurs liée au manque de connaissances sur les matières et à l'acceptation des consommateurs, notamment suite aux problèmes concernant l'utilisation de boues de STEP ;
- Le gisement limité d'urine : un volume plus conséquent permettrait à l'agriculteur d'être plus rentable économiquement pour l'apport en grandes cultures, et réduirait ses coûts en intrants ;
- L'interdiction de l'utilisation de l'urine en agriculture biologique limite les débouchés agricoles sur le territoire pour l'ensemble des structures ou particuliers collectant des matières issues de l'assainissement écologique.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #10



STRUCTURE : Gink'oop

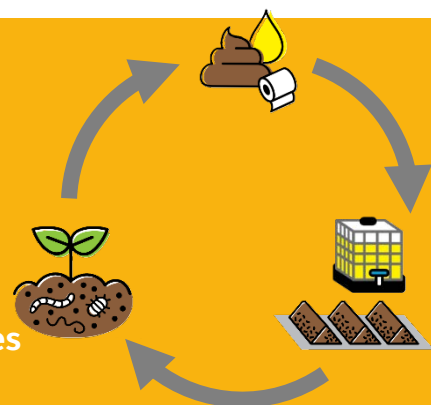
LOCALISATION : Aisne

MATIERE(S) VALORISEE(S) :

Urine seule : 100 m³

Excréments mélangés à de la litière : 140 tonnes

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Grandes cultures et prairie



1 COLLECTE DES MATIERES

La structure collecte annuellement environ 100 m³ d'urine issues d'urinoirs masculins (Figure 1) et féminins (Figure 2), ainsi qu'environ 140 tonnes de d'excréments mélangés à de la litière provenant de toilettes sèches (Figure 1). Pour certaines prestations, les événements souhaitent s'occuper du traitement et de la valorisation des matières collectées.



Figure 2 - Urinoir féminin
- Urinette (crédit : ginkoop.coop)



Figure 1 - Cabine de toilettes sèches et urinoirs masculins
(crédit : ginkoop.coop)

Les urines sont stockées dans des cuves IBC de 1 000 litres fermées et étanches. Dans le cas de petits événements avec un seul urinoir, elles sont collectées dans des bidons de 20 litres.

Les excréments mélangés à de la litière sont collectés dans des poubelles puis stockés dans des cuves IBC de 1 000 litres ouvertes pour une durée limitée afin d'éviter leur fermentation. Une couche de copeaux est ajoutée afin de réduire les odeurs grâce à leur pouvoir absorbant.

Le choix de ces stockages est justifié par une optimisation du transport des matières. Concernant les excréments mélangés à de la litière, les cuves sont facilement vidangées sur la plateforme de compostage par l'utilisation d'un chariot élévateur muni d'une tête rotative.

Le transport des matières jusqu'au lieu de dépôt est réalisé par un transporteur prestataire avec un semi-remorque ou, selon la quantité de matières, par Gink'oop avec des véhicules légers. Selon les prestations, le rapatriement des matières est séparé de celui des toilettes et urinoirs. Les coûts de transport sont inclus dans le prix de la prestation. Ceux-ci varient selon la distance jusqu'au dépôt, les tensions du coût de transport et la période de l'année.

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Deux voies de traitement des matières sont réalisées par Gink'oop : stockage de l'urine seule et compostage des excréments mélangés à de la litière.

HYGIENISATION PAR STOCKAGE



Le traitement des urines est réalisé sur le dépôt de Gink'oop ou directement chez l'agriculteur (Figure 3). Le stockage, conseillé entre 1 à 6 mois selon la température, est un élément de la logique multi barrière de gestion des risques de l'OMS qui en comprend plusieurs autres (conditions de collecte, méthode d'application de l'urine, type de plantes, destination des plantes, etc.)¹. Gink'oop a fait le choix de stocker les matières de 3 mois à 1 an selon les besoins agricoles. La production de lisain (urine stockée) a été choisie pour sa facilité de mise en œuvre et l'absence de consommation énergétique.



Figure 3 - Stockage de l'urine (crédit : Gink'oop)

Des analyses ont été réalisées pour mesurer la valeur agronomique du lisain (Tableau 1).

Tableau 1 - Résultats d'analyses agronomique

Humidité (%)	Rapport C/N	Ratio NPK	Concentration en Calcium (%)	Concentration en Magnésium (%)
98,9	0,4	0,55 : 0,079 : 0,15	<0,01	<0,003

La forme de l'azote la plus représentée dans l'analyse est ammoniacale, soit l'ammoniac – NH_3 – et l'ammonium – NH_4^+ – (0.54 % du volume total soit 98,18 % de l'azote total), suivi de l'azote organique (< 0.1 % du volume total et < 1.82 % de l'azote total).

PLATEFORME DE COMPOSTAGE



Le compostage est réalisé sur une plateforme gérée par Gink'oop recevant seulement des excréments mélangés à de la litière et, dans les cas où les événements en produisent, des déchets alimentaires compostables. Afin notamment d'éviter les excès de lixiviats, 10 cuves au maximum peuvent être apportées par semaine.

Le compostage a lieu dans un bloc bétonné rectangulaire de 20 mètres de longueur et 3 mètres de profondeur en extérieur (Figure 4). Les matières y sont déposées sous la forme d'andain.

Les conditions aérobies du compost sont gérées par des retournements à l'aide du godet d'un tracteur. En cas de besoin d'humidification du compost, de l'urine peut être circulée par-dessus celui-ci. Enfin, les inertes (plastiques, protections hygiéniques, verres, etc.) présents dans le compost sont ramassés à la main avec des gants de manière récurrente (à chaque apport sur la plateforme). La durée de compostage est environ de 10 mois mais peut légèrement varier selon les besoins agricoles.

Le compostage des matières n'émet pas d'odeurs sauf au moment de la vidange des excréments mélangés à de la litière ou lors de la circulation des urines. La plateforme étant éloignée des habitations, les odeurs ne posent pas de problèmes.



Figure 4 - Plateforme de compostage Gink'oop (crédit : Gink'oop)

Des analyses agronomiques de compost ont été réalisées par Gink'oop (Tableau 2) :

Tableau 2 - Analyses agronomiques de composts

Date de l'échantillon	Concentration en matières sèches (MS) (%)	Concentration en matières organiques (% en MS)	Concentration en azote (% sur MS)	Rapport C/N	Concentration en phosphore (% sur MS)	Concentration en potassium (% sur MS)	Concentration en Calcium (% sur MS)	Concentration en magnésium (% sur MS)	pH
2019	31,7	31	0,29	53,4	0,079	< 0,117	0,076	0,020	X
2022	27,1	90,7	0,594	76,3	0,68	1,11	1,46	0,21	8,9

L'azote le plus représenté dans les échantillons est l'azote organique. En parallèle, les analyses d'éléments traces métalliques et de composés traces organiques initiées par Gink'oop sont conformes à l'épandage du compost.

¹Organisation mondiale de la santé, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères : Utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture. Volume IV. Organisation mondiale de la santé.

Gink'oop travaille en collaboration avec quatre agriculteurs : 2 pour le lisain uniquement, 1 pour le compost uniquement et 1 pour le lisain et le compost. Dans le cas de cette fiche, seules les pratiques de l'agriculteur valorisant le lisain et le compost seront présentées.

LISAIN

Le lisain est récupéré par l'agriculteur directement sur le dépôt de Gink'oop situé à environ 10 km de l'exploitation. Les matières sont pompées dans une tonne à lisier ou déversées dans un plateau ayant une capacité de 12 m³. Le lisain est ensuite valorisé principalement sur des prairies ou des semis de couvert.

Prairie

En 2025, l'agriculteur a épandu 18 m³ de lisain pur sur 0,3 hectares de prairies, soit 60 m³/ha. L'apport de lisain a été réalisé à l'aide d'un épandeur à lisier en septembre à la suite de la dernière fauche. L'agriculteur a également apporté au sol, une année précédente, du lisain mélangé à du lisier. L'épandage a été réalisé au mois de juin après la première fauche.

COMPOST

Le transport du compost est réalisé par l'agriculteur qui vient le chercher sur le dépôt de Gink'oop avec un manuscopique ou une remorque agricole. En attendant l'épandage, les matières sont déposées en bout de champs. Le compost est valorisé sur des parcelles en grandes cultures.

Culture de maïs

L'apport du compost au sol est réalisé sur du maïs à l'aide d'un épandeur à fumier (Figure 5). La dose apportée est de 1 T/ha sur 2 hectares à la mi-août. Par la suite, l'agriculteur réalise un semis de couvert puis un semis du maïs. Le compost est utilisé pour apporter de la matière organique permettant d'améliorer les qualités physico-chimiques et biologiques du sol¹.



Figure 5 - Epandeur à fumier
(crédit : www.ufarevue.ch)

Remarques générales sur le retour d'expérience

- L'utilisation du lisain en complément du lisier de bovin n'a pas montré de différence significative des rendements.

La faible quantité de lisain apportée au sol ne suffit pas à modifier significativement les rendements.

- Les matières sont mises à disposition gratuitement à l'agriculteur qui, en contrepartie, gère les coûts de transport et d'épandage

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

Gink'oop n'a pas rencontré de difficultés particulières à trouver des agriculteurs partenaires. Cependant, la structure évoque une difficulté pour la gestion de la place disponible sur le dépôt lié à un besoin d'adaptation aux disponibilités des agriculteurs pour venir chercher les matières. L'utilisation des excréments en agriculture semble facilement s'adapter aux pratiques déjà effectuées et outils utilisés.

La structure estime que le cadre réglementaire flou est peu sécurisant et qu'il existe des freins liés notamment à la perception des matières.

¹Huber, G., Schaub, C., 2011. La fertilité des sols : l'importance de la matière organique. Chambre d'agriculture bas-rhin.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #11



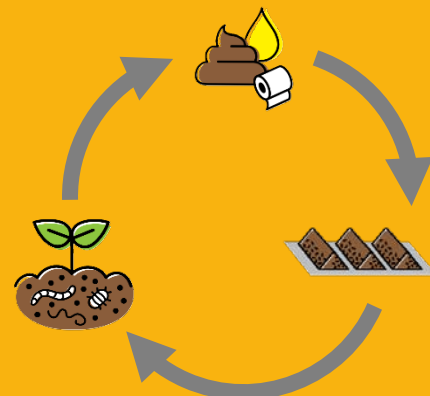
STRUCTURE : Respectô

LOCALISATION : Finistère

MASSE COLLECTÉE : 15 tonnes

MATIERE(S) VALORISÉE(S) :
Excrétats mélangés à de la litière

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Non précisé



1 COLLECTE DES MATIERES

Respectô collecte annuellement environ 15 tonnes d'excrétats mélangés à de la litière provenant de toilettes sèches à copeaux (Figure 1).

Les matières sont collectées dans des poubelles de 80 litres. Ce choix de stockage est justifié par sa facilité d'un point de vue logistique pour le transport puisque la structure ne possède pas d'outils de manutention. Les odeurs sont gérées par l'ajout de copeaux au moment de l'usage des toilettes puis, si besoin, lors de l'apport sur le dépôt. Les couvercles sur les poubelles limitent également les odeurs.



Figure 2 - Transport des matières (crédit : Respectô)

Les poubelles remplies de matières sont transportées jusqu'au dépôt de la structure par camion (Figure 2) ou par remorque. Les coûts de transport sont inclus dans la prestation (14 € HT/poubelle). Respectô apporte ensuite les matières sur une plateforme de compostage chaque semaine suivant la quantité de matières stockées (9 poubelles minimum).



Figure 1 - Cabine de toilettes sèches (crédit : respecto.fr)

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les excrétats mélangés à de la litière collectés par Respectô sont traités sur une plateforme de compostage chez l'agriculteur située à 27,2 km du dépôt.

PLATEFORME DE COMPOSTAGE



L'apport des matières sur la plateforme de compostage a un coût de 50 € HT/tonne. Les excréments mélangés à de la litière sont déposés en tas sur une plateforme bétonnée et recouverte. La première cellule permet de retirer les métaux présents dans les matières à l'aide d'un aimant.

Par la suite, les « excréments + litière » sont mélangés à d'autres matières organiques : déchets alimentaires, composts verts de déchèterie, résidus de fiente de poulet, etc. Pendant le processus de compostage, les matières sont déplacées progressivement dans plusieurs cellules. La température, qui atteint 70°C, est surveillée par des capteurs. Lorsqu'elle est trop basse, de l'air chaud est envoyé dans le compost par des buses. Les conditions aérobies du compost sont gérées par trois retournements des matières. L'humidité est quant à elle assurée par la collecte des liquides (plateforme légèrement inclinée) qui sont par la suite recirculés sur le compost.



Figure 3 - Apport des matières en plateforme de compostage (crédit : Respectô)

A la fin du traitement, les matières sont criblées pour retirer les inertes (plastiques, verres, protections hygiéniques, etc.). Elles sont ensuite mûrées avant leur apport au sol. Au total, la durée de compostage est de 9 mois.

Des analyses agronomiques et sanitaires sont réalisées par la plateforme de compostage. Aucun suivi du retour au sol n'est effectué puisque les matières sont vendues aux agriculteurs ou particuliers locaux à 3-3,5 € HT/tonne.

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

Le déploiement du retour au sol des matières issues de l'assainissement écologique en Bretagne est, selon Respectô, freiné par le lisier. En effet, la présence de nombreux élevages sur le territoire amène à la production d'une quantité importante de lisier à valoriser. En comparaison avec d'autres territoires, l'intérêt des agriculteurs pour les excréments est donc limité.

D'un point de vue réglementaire, la structure a conscience que l'absence d'un code déchet ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) pour les matières issues de l'assainissement écologique peut compliquer l'acceptabilité des matières sur les plateformes de compostage et leur valorisation agricole. Dans son cas, Respectô n'est, pour le moment, pas concernée par cette problématique puisque la plateforme accepte l'apport d'excréments humains.

FICHE RETOUR D'EXPERIENCE

Retour au sol des matières

issues de l'assainissement écologique #12



STRUCTURE : Terhao

LOCALISATION : Morbihan

MASSE COLLECTÉE : 31 tonnes

MATIERE(S) VALORISÉE(S) :
Excréments mélangés à de la litière

TYPE(S) DE CULTURE(S) : Grandes cultures



1 COLLECTE DES MATIERES

Annuellement, Terhao collecte environ 31 tonnes d'excréments mélangés à de la litière, dont 16 tonnes proviennent d'un événement avec 25 cabines de toilettes sèches à sciure (Figure 1). Cette fiche retour d'expérience traitera donc uniquement de cet événement.

Les excréments mélangés à de la litière sont collectés dans des poubelles de 80 litres ensuite vidées dans des movies-bennes ouvertes d'une capacité de 20 m³ (Figure 1). Ces bennes ont été choisies car ce sont des outils standards pour les gestionnaires de déchets et qui sont adaptés aux volumes collectés lors de l'évènement. Pour limiter les odeurs lors du stockage, Terhao ajoute de la sciure (environ 5 m³) par-dessus le tas de matières pour le recouvrir et absorber les liquides. La benne utilisée est étanche ou non selon les années. Dans le deuxième cas, de la mousse expansive est utilisée pour l'étanchéifier au niveau des ouvertures plus ou moins usées.



Figure 1 - Espace avec cabines de toilettes sèches (centre), urinoirs (en bas à gauche) et movie-benne (à droite et gauche des toilettes) (crédit : Terhao)

Lors de l'évènement, 10 m³ d'urine sont également collectés par des urinoirs secs masculins (Figure 1) et, depuis 2026, des urinoirs secs féminins. Les matières sont pompées puis déversées et rassemblées dans des cuves IBC de 1 000 litres fermées. Ces matières sont ensuite apportées en stations d'épuration par un hydrocureur qui les pompe quotidiennement pour limiter le nombre de cuves sur place.

Le transport des bennes est réalisé par un autre prestataire de l'évènement jusqu'au lieu de compostage. Les coûts sont inclus dans la prestation.

2 TRAITEMENT DES MATIERES

Les excréments sont traités par compostage en bout de champs chez l'agriculteur partenaire situé à environ 5 km de l'évènement.

COMPOSTAGE EN BOUT DE CHAMPS



Le partenariat entre l'agriculteur et une structure de compostage externe en charge de la gestion des excréments mélangés à de la litière est en place depuis 2014. Les matières collectées sont rassemblées avec des excréments mélangés à de la litière supplémentaires issus d'autres loueurs de toilettes sèches présents sur l'évènement. Au total, environ 35 tonnes de matières avaient été apportées en bout de champs en 2014. Au début du partenariat, uniquement les matières de toilettes sèches étaient compostées. Les inertes, présents en très faible quantité, sont retirés lors de la collecte et de la vidange des matières à l'aide d'une pince à déchets.



Figure 2 - Stockage en bout de champs (crédit : aureorepaysanne.fr)

Les matières déposées à même le sol ne sont pas recouvertes. Aucune gestion des facteurs de compostage n'est effectuée par l'agriculteur pendant le processus. Seulement un retournement pour mélanger, restimuler et éviter le tassement des matières est mis en place trois jours avant l'épandage. La durée du processus est de 8 mois et se termine en avril.

En 2014, une analyse agronomique du compost a été réalisée (Tableau 1).

Tableau 1 - Analyse agronomique du compost

	Matières sèches	Matières organiques	Concentration en azote Kjeldahl	Rapport C/N	Concentration en phosphore	Concentration en potassium	Concentration en calcium	Concentration en magnésium	pH
Excréments mélangés à de la litière	37,8 % de matières brutes (MB)	78,9 % de matières sèches (MS) 28 % de MB	1,01 % de MS 0,36 % de MB	39	0,555 % P_2O_5 de MS 0,21 % de P_2O_5 MB	0,204 % K_2O de MS 0,17 % K_2O de MB	0,519 % CaO de MS	0,97 % MgO de MS	8,1
Conformité norme NF U 44-051	≥ 30	≥ 20 % de MB	< 3 % de MB	> 8	< 3 % de MB	< 3 % de MB	X	X	X

Une analyse de la concentration en éléments traces (éléments traces métalliques et composés traces organiques) a également été réalisée la même année. Celle-ci a montré une conformité du compost vis-à-vis de la norme NF U 44-051 ainsi que des seuils applicables à l'épandage de boues de stations d'épuration selon l'Arrêté du 8 janvier 1998¹.

3 RETOUR AU SOL DES MATIERES

Le retour au sol du compost est réalisé sur grandes cultures (maïs, blé, colza, etc.) et principalement sur du maïs.

Culture de maïs

La première année, le compost a été épandu sur 2,21 hectares. À la suite du processus de compostage, la masse de matière a diminué pour atteindre 20 tonnes. Ainsi, la dose apportée était de 9 tonnes/ha.

L'apport au sol a été réalisé à l'aide d'un épandeur à fumier (Figure 3) en avril, avant le semis réalisé vers mi-avril¹. Par la suite, les matières ont été enfouies avec une charrue (Figure 4).



Figure 3 - Epandeur à fumier (crédit : www.ufarevue.ch)



Figure 4 - Charrue (crédit : wikipedia.org)

Remarques générales sur le retour d'expérience

- Le compost obtenu apporte de la matière organique au sol.

L'agriculteur utilisait initialement des effluents d'élevage (fumier et lisier) pour apporter des matières organiques au sol. Les excréments mélangés à de la litière ont le même intérêt mais leur quantité n'est pas suffisante pour répondre aux besoins du sol. Ainsi, des effluents d'élevage sont toujours apportés en complément.

- Les matières sont données gratuitement à l'agriculteur.

FREINS IDENTIFIES PAR LA STRUCTURE

Plusieurs freins au déploiement du retour au sol des matières ont été identifiés par Terhao :

- La réglementation est, selon la structure, le principal : il est nécessaire d'avoir un réseau pour identifier facilement des pratiques de retour au sol. L'absence d'un identifiant clair pour les matières issues de l'assainissement écologique dans la liste de codification des déchets rend leur valorisation difficile sur les plateformes de compostage, qui les acceptent selon leur bon vouloir ;
- La réticence des politiques, des consommateurs et des agriculteurs.

¹Arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées, 1998. , Journal officiel de la République



Edouard S. ©

Ce projet a été réalisé par Maéva Gaborieau dans le cadre d'un stage de fin d'études d'ingénieur agronome.

Ce travail a été financé par l'ADEME et a été mené dans le cadre de la commission Agricultures du Réseau de l'Assainissement Ecologique (RAE).

Le RAE remercie l'ensemble des personnes et structures qui ont accepté de participer à un entretien ayant contribué à la réalisation de ce document.

Pour plus d'informations :

<https://reseau-assainissement-ecologique.org/>
contact@reseau-assainissement-ecologique.org