



Concretiser la valorisation agronomique de l'urine humaine

Etude technique, sociale, économique

Projet VALURINE



Contacts :

Quentin LEGROS : q.legros@ecosec.fr / 06.31.27.94.29

Benjamin CLOUET : b.clouet@ecosec.fr / 06.52.54.19.09

CONTEXTE ET ENJEUX

Dans 20 ans : une crise alimentaire mondiale ?

Le Phosphore couramment utilisé en agriculture n'est pas une ressource renouvelable. Sa fabrication repose sur l'utilisation de pétrole l'exploitation de mines bientôt épuisées.

Il existe une indexation forte du prix des denrées alimentaires sur le cours de ces ressources. Avec leur raréfaction, une **explosion mondiale du coût de l'alimentation** est à prévoir. Il est donc impératif d'innover dès aujourd'hui afin de sécuriser notre alimentation sur le long terme.



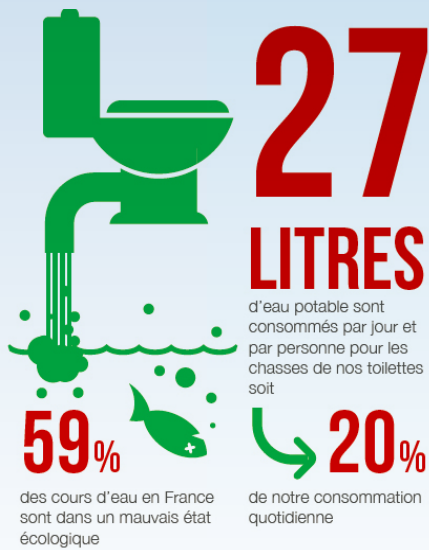
L'urine, engrais renouvelable par excellence

Chaque année, un adulte produit assez d'urine pour fertiliser la production de céréales qu'il consomme en 1 an.

Malgré cela, les urines continuent d'être évacuées dans les eaux usées. Elles concentrent 80% de l'azote et 50% du phosphate pour 1% de leur volume total, mais **absorbent 50% du coût de traitement en station d'épuration**.

L'urine est aujourd'hui considérée comme un déchet. Elle contient pourtant la majorité des nutriments rejetés par notre corps (90, 65 et 75% pour l'azote, le phosphore et le potassium respectivement). Son potentiel fertilisant a été démontré à de nombreuses reprises.

En 2015/2016, la France a consommé près de 9 millions de tonnes d'engrais pour une valeur totale de 2,5 milliards d'euros. Chaque année, l'urine évacuée dans les eaux usées représente l'équivalent de 284 000 tonnes d'azote, pour une valeur marchande de 85 millions d'euros. On estime que la totalité des nutriments rejetés de la sorte pourrait couvrir entre 10 et 20% de la demande nationale s'ils étaient récupérés.



Les toilettes conventionnelles souillent de l'eau potable. Le mélange produit devient un déchet qu'il faut traiter en station d'épuration.

- Chasses d'eau = 2eme poste de consommation d'eau des particuliers
- Fréquence de passage aux toilettes = **4 à 7 / jour.**
- 1 chasse d'eau = **10L d'eau potable polluée par 250mL d'urine**
- 98% de l'azote des eaux usées provient des toilettes
- 29% des cours d'eau eutrophisés en France

Avec la croissance démographique, les prévisions avancent l'hypothèse de risques d'insuffisance des stations d'épuration à gérer les effluents.

Il apparait impératif de proposer des mesures visant à réduire leur volume et à les valoriser.

Ecosec, entreprise engagée dans la transition écologique

Ecosec est une PME montpellieraine qui conçoit et réalise des toilettes sèches ayant la particularité de ne consommer **ni eau, ni sciure** et permettant la **séparation** des fèces et des urines.

Comme pour le tri des déchets ménagers, cette séparation à la source autorise un **recyclage optimal** des eaux usées.

Ecosec composte la totalité des fèces récupérées sur un domaine agricole. Il n'existe cependant encore **aucune solution adaptée à la revalorisation des urines**, malgré leur potentiel agronomique. C'est pourquoi l'entreprise a entrepris en 2016 des travaux de R&D sur la fabrication d'engrais à base d'urine en partenariat avec l'IRSTEA (Institut de Recherche en Sciences et Techniques pour l'Environnement et l'Agriculture).



Sans urine

Urine diluée

Urine pure

GROUPEMENT DE RECHERCHE

Partenaires académiques



L'Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture est le partenaire scientifique historique d'Ecosec. Le laboratoire assurera l'expertise agronomique pour le projet.



L'Institut Européen des Membranes est un laboratoire spécialisé dans le traitement des effluents par procédés membranaires. Il apportera l'expertise nécessaire aux traitements des urines.

Partenaires publics



Combaillaux est une commune de 1500 habitants située au nord-est de Montpellier. Le soutien de la mairie est essentiel pour l'amont de la filière pilote (pose de toilettes et collecte d'urine).

Partenaires privés



Ecosec pilote le projet Valurine. Les bureaux de l'entreprise sont situés au pôle d'entrepreneuriat en économie sociale et solidaire Réalis.



Le domaine de la jasse est un vignoble situé sur la commune de Combaillaux. Après avoir mis en place une démarche RSE solide, le propriétaire souhaite désormais s'investir dans la production écologique.

Pourquoi un projet de R&D ?

Les rendements viticoles du sud de la France historiquement faibles en 2017

La région occitanie fait face à une sécheresse de plus en plus préoccupante

Le groupement est persuadé que la transition écologique de nos modes de vie et de production passera par **l'évolution de nos gestes du quotidien**, tel que tirer la chasse.

Les activités réalisées dans le cadre de ce projet scientifique seront un gage auprès des agriculteurs et des autorités de régulations. Le groupement sera le seul à proposer ce service qui deviendra un **atout commercial** majeur.

Valoriser l'urine en agronomie soulève cependant encore plusieurs questions :

- Peut-on proposer une solution de collecte de l'urine simple et socialement acceptable ?
- Doit-on transformer l'urine de façon à la rendre stable ?
- Peut-on fertiliser les cultures à l'urine sans risques de pollution - affectation des sols ou de dégradation du réseau d'irrigation ?
- Quel impact sur la qualité de la production ?
- Peut-on proposer une équation économique permettant de rendre la technique intéressante si elle est mise à l'échelle ?

Le programme se déroulera dans un rayon d'action réduit, afin de prouver la possibilité de fonctionner localement sur ces thématiques

1 Ecole de combaillaux

Installation d'urinoirs
indépendants &
Animations pédagogiques



2 Domaine de la Jasse

Essais agronomiques de
valorisation de l'urine :
Fertilisation au
goutte-à-goutte



3 Atelier Ecosec

Réalisation locale
et artisanale
des urinoirs



4 Bureaux Ecosec

Conception des urinoirs et
direction de la stratégie
recherche appliquée



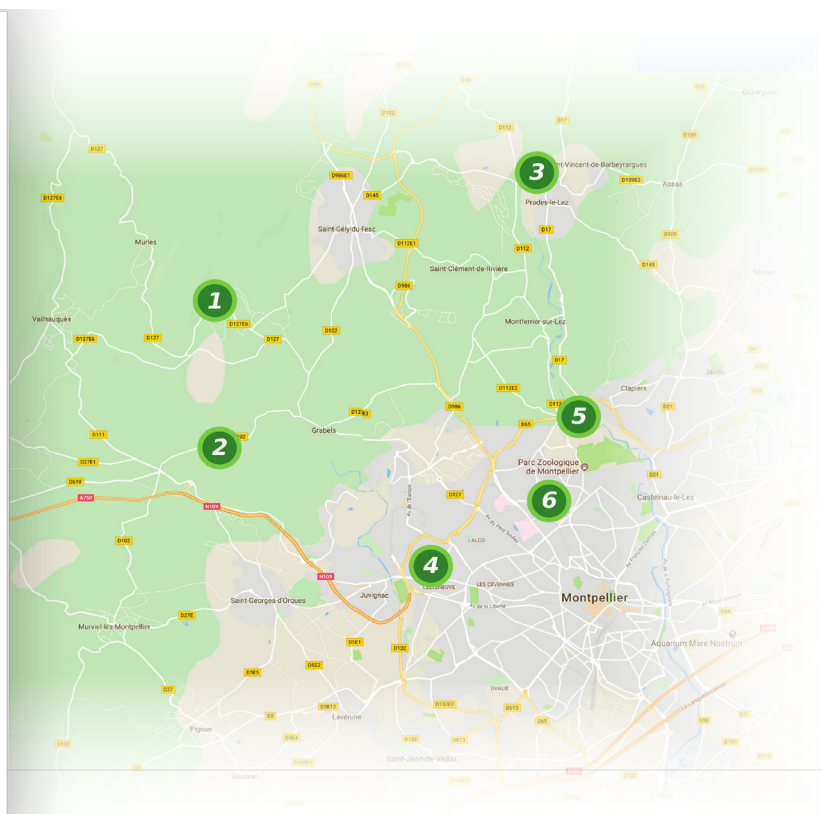
5 IRSTEA

Essais agronomiques de
valorisation de l'urine en labo



6 Université de Montpellier

Transformation et analyses de
l'urine



PLAN DE TRAVAIL

PHASE 1 : Installation du système de collecte & analyse des urines

1.1. Etude de faisabilité, choix des emplacements, installation

L'étude de faisabilité vise à analyser le **contexte technique et social** de trois sites pertinents à l'installation des systèmes de collecte sur la commune de Combaillaux : l'école, la place commerçante, et le stade municipal.

- Etude du site : fréquence et amplitude de l'affluence, type d'utilisateur.
- Analyses des risques de nuisances : risque de gêne des activités du lieu, acceptabilité.
- Ergonomie du lieu : facilité d'accès, d'installation/désinstallation et maintenance.

1.2. Collecte et analyse de l'urine

Pendant deux mois consécutifs, l'urine sera **collectée et stockée** à Prades-le-Lez aux ateliers d'Ecosec. Des analyses seront menées de façon à estimer la **qualité chimique et sanitaire** de l'urine récupérée en fonction de son lieu de provenance.

- teneur en nutriments (azote et phosphate en particulier)
- concentration de 2 micropolluants médicamenteux (diclofénac et carbamazépine)
- charge en bactérie E. Coli.

1.3. Démontage des installations

Les installations seront démontées après la phase d'analyses.

Livrable PHASE 1 : rapport d'analyse sur la qualité sanitaire et chimique des urines collectées.

Moyens PHASE 1 : Coordination par Quentin LEGROS (Ecosec). Assistance au montage/démontage des cabines par Bernard CAILLE (Ecosec). Analyses urine par Marc Héran (Université de Montpellier).

Durée PHASE 1 : 3 mois

Budget dédié à la PHASE 1 : 36 000 euros HT.

PHASE 2 : Transformation de l'urine

2.1. Nitrification puis évaporation

Une partie de l'urine sera **stabilisée** par nitrification et **concentrée** par évaporation avant utilisation. La construction des machines nécessaires sera réalisée à l'Institut Européen des Membranes, et commencera dès le début du projet, en parallèle des activités de la phase 1.

Après traitement, l'urine transformée sera **analysée selon le même protocole** que dans la phase 1. Il s'agira de connaître la teneur en nutriments pour adapter la dose à appliquer sur les cultures, de même que celle de micropolluants et pathogènes pour s'assurer de l'innocuité de son application.

2.2. Production de struvite

Ecossec à conçu et réalisé un réacteur à struvite mobile.

Il est possible de **récupérer le phosphate** présent dans l'urine en le précipitant sous forme solide (qu'on appelle «struvite») par adjonction de magnésium.

Ce procédé propose plusieurs avantages :

- très simple à mettre en oeuvre
- peu coûteux
- très efficace (jusqu'à 95% de récupération)

Une partie de l'urine sera utilisée pour produire de la **struvite**. Tester son **pouvoir fertilisant** comme engrais phosphaté fera partie de la démarche de ce projet.



Livrable PHASE 2 : rapport d'analyse sur la qualité sanitaire et chimique des urines transformées.

Moyens PHASE 2 : Construction/opération des machines/analyses par Marc Héran (Institut Européen des Membranes). Assistance de Quentin LEGROS (Ecossec)

Durée PHASE 2 : 3 mois

Budget forfaitaire dédié à la PHASE 1 : 50 000 euros HT.



PHASE 3 : valorisation des urines sur un domaine viticole par fertirrigation au goutte-à-goutte

3.1. Etude préliminaire des risques liés à la fertilisation à l'urine

La fertirrigation est une pratique permettant d'**irriguer et de fertiliser les cultures dans le même temps** en ajoutant des engrais liquides à l'eau d'irrigation. C'est la méthode utilisée par notre partenaire le Domaine de la Jasse sur ses vignes.

Remplacer les engrais traditionnels par de l'urine est techniquement faisable en fertirrigation. Cependant, cela peut entraîner :

- la **salinisation** des sols car l'urine contient beaucoup de minéraux.
- le **colmatage** du système car le phosphate dissout a tendance à précipiter.

L'objectif de l'étude préliminaire sera de quantifier ces risques **en laboratoire** avant application sur la parcelle test. Un dispositif expérimental sera mis en place de façon à comparer les impacts de la fertirrigation à l'urine et aux engrais traditionnels.

L'expérience en laboratoire sera menée de façon à reproduire **le plus fidèlement possible les conditions du Domaine de la Jasse** de façon à ce que les résultats soient extrapolables (même sol, même eau, système de goutte-à-goutte identique, même pression dans les tuyaux, etc.).

Les expérimentations seront menées au centre de recherche de l'IRSTEA (Institut de Recherche en Sciences et Techniques pour l'Environnement et l'Agriculture).

3.2. Essais sur une parcelle viticole test

Sous réserve de résultats satisfaisants à l'étape 3.1, une **parcelle test** sera mise à disposition par le Domaine de la Jasse pour tester la fertilisation des vignes à l'urine. **Trois types** de fertirrigation seront ainsi comparées :

1. Fertirrigation directe avec de **l'urine non transformée**
2. Fertirrigation avec de **l'urine nitrifiée et concentrée**
3. Fertirrigation avec de **la struvite** produite à partir d'urine

Les mesures suivantes seront établies en fin de saison :

- Comparaison des **rendements** des traitements
- Comparaison de la **qualité** du raisin entre les traitements (taux de sucre et composés phénoliques)

En parallèle sera menée un **bilan économique** de la technique. Les perspectives d'un industriel (vendeur de la technologie) et d'un domaine viticole (acheteur de la technologie) seront prises en compte. L'analyse intégrera :

- Une étude de **l'acceptabilité** de la technique auprès des consommateurs
- Une étude **d'opportunité marketing** que cela représente pour le domaine viticole (image « verte » et « éco-responsable » ou [originale](#)).
- Une analyse des **externalités évitées** grâce à la méthode
- Une **analyse prospective** de l'opportunité économique que représentera le recyclage des nutriments de l'urine à l'échelle

Livrables PHASE 3 :

- Rapport d'analyse sur le risque de salinisation/colmatage induit par la fertirrigation à base d'urine
- Rapport d'analyse sur le pouvoir fertilisant de l'urine sur une parcelle test de vigne, l'impact potentiel sur la qualité du raisin et l'innocuité de la méthode.
- Rapport sur la pertinence économique de la fertirrigation au goutte-à-goutte et implications pour le développement de la méthode à plus grande échelle (point de vue agriculteur/industriel).

Moyens PHASE 3 :

Accompagnement sur la fertilisation des vignes test par Bruno LEBRETON (Domaine de la JASSE). Construction/opération des machines/analyses par Marc Héran (Institut Européen des Membranes). Assistance de Quentin LEGROS (Ecosec)

Durée PHASE 3 : 7 mois

Budget forfaitaire dédié à la PHASE 3 : 71 000 HT.

BUDGET ET PLANNING ESTIMATIF

Durée : 11 mois	Coût total : 157 000 €
Apport des partenaires : - Ecosec : 60 000€ - Institut Européen des Membranes : 42 000€ - Domaine de la Jasse : 40 000€ - IRSTEA : 15 000€	

Task Name	Durée	Coût	2018	2019
PHASE 1 : Installation, collecte 58 jours 36 000,00 € et analyse urine			PHASE 1 : Installation, collecte et analyse urine	
Etude de faisabilité technique & choix des sites de pose	5 jours	1 500,00 €	15	15
Pose des urinoirs/toilettes sèches	3 jours	6 000,00 €	18	18
Collecte urine	40 jours	12 000,00 €	22	22
Analyses chimique & traitements des 10 jours résultats	15 000,00 €	15	22	22
démontage urinoirs/toilettes sèches	3 jours	1 500,00 €	25	25
PHASE 2 : Stabilisation et concentration urine 78 jours 50 000,00 €			PHASE 2 : Stabilisation et concentration urine	
Construction nitrificateur biologique	15 jours	12 500,00 €	28	28
Construction évaporateur	15 jours	12 500,00 €	31	31
Nitrification & évaporation	20 jours	10 000,00 €	34	34
Analyses chimiques et sanitaires	10 jours	15 000,00 €	37	37
PHASE 3 : Valorisation vigne 130 jours 71 000,00 €			PHASE 3 : Valorisation vigne	
Etude préliminaire	50 jours	24 000,00 €	40	40
Etude colmatage & salinité	45 jours	21 000,00 €	43	43
Analyse des résultats	5 jours	3 000,00 €	46	46
Essai parcelle vigne test 80 jours 47 000,00 €			Essai parcelle vigne test	
Fertirrigation vigne	60 jours	9 000,00 €	49	49
Analyse rendement & qualité	20 jours	15 000,00 €	52	52
Etude acceptabilité	20 jours	13 000,00 €	55	55
Bilan économique	15 jours	10 000,00 €	58	58