
L'URINE HUMAINE EN AGRICULTURE : DES FILIÈRES VARIÉES POUR CONTRIBUER À UNE FERTILISATION AZOTÉE DURABLE

Thèse de Tristan **MARTIN**¹

Analysée par Jean-Luc **JULIEN**²

Directrice de thèse : Sabine **HOUOT**, Directrice de recherche, INRAE Centre IdF-Versailles-Grignon

Co-encadrant : Fabien **ESCULIER**, Chercheur, École des Ponts ParisTech

Co-encadrant : Florent **LEVAVASSEUR**, Ingénieur de recherche, INRAE Centre IdF-Versailles-Grignon

Chapitre 1

L'introduction est très claire. On apprend ainsi que le traitement des eaux usées ne permet qu'un faible recyclage des nutriments utilisables en agriculture et que l'urine humaine contient la majeure partie de ces nutriments. Les contaminants présents et les traitements possibles sont présentés. On apprend aussi qu'il est possible de récolter à la source cette urine. L'objectif de la thèse et les questions posées sont clairement exposés.

Chapitre 2

Ce chapitre est une revue bibliographique sur les urinofertilisants publiée sous forme d'articles. C'est très complet, abordant tous les aspects de ces produits. Les différents types de traitement de l'urine sont bien présentés ainsi que les concentrations en nutriments, la consommation d'énergie pour le traitement ou le transport au champ.

Le nombre de références étudiées est impressionnant, comme le nombre de chercheurs travaillant sur ce sujet.

Chapitre 3

L'efficacité fertilisante azotée de 9 urinofertilisants est mesurée en conditions contrôlées avec des essais en pots réalisés en serre.

L'efficacité est élevée : le coefficient d'équivalence engrais est généralement au-dessus de 75%. L'urine, telle quelle, peut intégralement remplacer l'ammonitrate.

¹ Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay, École doctorale n° 581 : agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé (ABIES), Spécialité de doctorat : Sciences de l'environnement, Unité de recherche : Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR ECOSYS, 78850, Thiverval-Grignon, France, Ecole des Ponts ParisTech, UPEC, UMR LEESU, 77455 Champs-sur-Marne, France
Réfèrent : AgroParisTech, présentée et soutenue le 18 décembre 2020

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, section 5, « Interactions milieux-êtres vivants »

Chapitre 4

Ce chapitre a deux objectifs : mesurer au champ l'efficacité fertilisante azotée et la volatilisation ammoniacale.

Ce gros travail de terrain est conduit sur six sites avec jusqu'à six traitements différents. Les comparaisons sont particulièrement intéressantes avec des systèmes agricoles conventionnels ou des conduites en agriculture biologique. L'urine naturelle est comparée à des fumures minérales et/ou organiques.

Les expérimentations au champ ont été parfaitement conçues et conduites.

Les résultats sont bien interprétés et présentés clairement. On retiendra que l'efficacité par rapport à l'engrais minéral dépend directement du pourcentage d'azote minéral contenu.

Il est sans doute intéressant de discuter avec l'agriculteur bio de ses reliquats azotés très élevés. Pour la volatilisation ammoniacale, les résultats sont très élevés.

Chapitre 5

La volatilisation ammoniacale est donc l'un des problèmes des urinofertilisants. Elle est étudiée en conditions contrôlées dans des chambres de mesure mises au point par l'INRAE.

Les résultats sont très contrastés et mettent en évidence le rôle du pH du produit.

L'acidification ou la nitrification apparaissent comme des méthodes de stabilisation efficace pour limiter les pertes par volatilisation.

Chapitre 6

Les impacts environnementaux de l'utilisation sont évalués pour trois urinofertilisants aux caractéristiques très différentes, couvrant bien la gamme des produits possibles : urine stockée, urine nitrifiée concentrée et urine alcalinisée déshydratée. Ils sont comparés dans deux systèmes, le conventionnel et l'agriculture biologique. La méthode utilisée est celle de l'analyse du cycle de vie. C'est l'un des chapitres qui est le plus intéressant. En simplifiant beaucoup, rapporté au kilogramme de grain produit, les impacts du conventionnel et du bio sont analogues. Et l'utilisation des urinofertilisants permet en général des évitements d'impacts négatifs très importants, beaucoup plus importants en conventionnel qu'en bio pour plusieurs impacts étudiés. L'urine utilisée telle quelle ou l'urine nitrifiée concentrée semblent les filières les plus intéressantes à développer.

Chapitre 7

La conclusion est claire, bien rédigée. La synthèse sur les contaminants présents dans les urines, dont les principaux semblent être les résidus pharmaceutiques, est très appréciable. Les quatre filières de valorisation de l'urine les plus développées sont présentées avec leurs principaux avantages ou défauts. Tristan Martin propose de plutôt travailler sur la filière acidification plus concentration. Parmi les perspectives ouvertes par ce travail, la présentation des freins et les leviers sociotechniques est intéressante.

En conclusion

Le sujet de cette thèse est original et novateur. Il faut d'abord remercier les encadrants d'avoir conçu une aussi belle thèse. Ensuite, Tristan Martin doit être félicité pour le travail, énorme et diversifié, qu'il a conduit durant les trois années de sa thèse. Il a acquis des savoir-faire dans des domaines très variés et, manifestement, il maîtrise les processus biologiques, physiques ou chimiques sous-jacents. Il en résulte un plan clair, un texte facile à lire et des illustrations bien choisies et bien faites.

La qualité scientifique de ce travail de thèse, ambitieux, pluridisciplinaire, et les prolongements proposés, prometteurs dans le domaine du recyclage des urines humaines, justifient que cette analyse figure sur le site de l'Académie d'agriculture de France à titre de valorisation.