



# CARACTÉRISER LES EFFLUENTS LIQUIDES ÉQUINS D'UNE FILIÈRE DE TRAITEMENT PAR LAGUNAGE

Par **Pauline DOLIGEZ** (IFCE), **Laurie BRIOT** (IFCE), **Sylvain KIENTZ** (Chambre régionale d'agriculture de Normandie), **Fanny PIERARD** (Société ÉCOVÉGÉTAL), **Tanguy MOREL** (Idele)

## INTRODUCTION

Si leur gestion n'est pas assurée, les effluents produits par les équins peuvent provoquer une détérioration de la qualité de l'eau. Il est important de caractériser la nature de ces effluents pour déterminer les filières de traitement adaptées et les modalités de valorisation pour limiter la pollution dans l'environnement.

Des travaux pour caractériser les effluents liquides équins émanant d'une filière de traitement par lagunage ont été menés dans le cadre du [programme Equid'Eff](#) de 2020 à 2023, sur le plateau technique IFCE du Pin-au-Haras (jumenterie du Pin), en collaboration avec la Chambre régionale d'agriculture de Normandie, l'entreprise Écovégétal et l'Institut de l'élevage. Les résultats de cette étude sont présentés dans cet article.

## INFRASTRUCTURES ET OBJECTIFS D'ÉTUDE

### FILIÈRE DE LAGUNAGE - JUMENTERIE DU PIN



Système de lagunes à 3 bassins (jumenterie du Pin) © L. Briot / IFCE

Un système de traitement des jus de fosse de fumière par un dispositif de lagunage est en fonctionnement depuis 2017 à la jumenterie du Pin. Le lagunage est un traitement secondaire des jus, se situant après un traitement primaire, qui correspond sur ce site aux fosses (3 x 5 m<sup>3</sup>) de récupération et de décantation des jus de la fumière (300 m<sup>2</sup>). Le système de lagunes, raccordé aux fosses de décantation des jus, comprend trois bassins de 40 m<sup>3</sup> disposés en série sur une pente naturelle entre deux herbages. Le traitement biologique des eaux est assuré par des bactéries naturelles qui vont dégrader la matière organique. La faible profondeur (1m50) permet une action de la lumière et de l'oxygène par aération, se traduisant par un abattement de 80% des charges azotée et carbonée (Mary *et al.*, 2007).

L'étude consiste à vérifier les performances de traitement du lagunage naturel sur les critères physico-chimiques et microbiologiques et de les comparer aux résultats d'études réalisées avec le même système pour des effluents bovins peu chargés (Coillard *et al.*, 2006).

# MATÉRIEL ET MÉTHODES

## SITES DE PRÉLÈVEMENTS



Système de collecte des lixiviats de fumière en amont de la 1<sup>ère</sup> lagune (après stockage en fosse) © L. Briot / IFCE

Les fosses de récupération des jus de fumière ont été vidangées au préalable, en début d'hiver 2020.

Des prélèvements de lixiviats (volumes définis par le laboratoire) ont été réalisés à la sortie des fosses de récupération des jus de fumière en amont des lagunes et à la sortie de la 3<sup>ème</sup> lagune (au niveau de la sortie vers le fossé naturel).

## CALENDRIER ET FRÉQUENCE DE PRÉLÈVEMENTS

Les prélèvements d'eau ont été réalisés une fois par mois, de novembre à avril, lorsque la fumière était en charge (production de fumier par le troupeau de 100 chevaux de la jumenterie du Pin).

## NATURE DES ANALYSES DES EFFLUENTS LIQUIDES



Échantillons de lixiviats collectés avant envoi au laboratoire © L. Briot / IFCE

Les données de pluviométrie des sites de prélèvement pour la jumenterie du Pin ont été relevées périodiquement à la station météorologique de l'INRAE du Pin.

Les échantillons de lixiviats ont été acheminés dans la journée auprès du laboratoire (Labéo, Caen). Au laboratoire, d'après les travaux de SALINOV (Mille, 2010), les paramètres physico-chimiques et biologiques suivants ont été analysés (cf. tableau 1).

|                      | Critères d'analyses   |   |
|----------------------|---|---|
| <b>Chimie</b>        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Matières Sèches (MS)</li><li>• Matières En Suspension (MES)</li><li>• ST-DCO</li><li>• DBO<sub>5</sub></li><li>• Matières minérales</li><li>• Carbone (C) organique</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Azote (N<sub>Kjeldhal</sub>)</li><li>• Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</li><li>• Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</li><li>• Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</li><li>• Phosphore (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)</li><li>• Potassium (K<sub>2</sub>O)</li></ul> |
| <b>Microbiologie</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>E. coli</i></li><li>• Entérocoques</li></ul>   |   |

Tableau 1 / Nature des analyses réalisées en laboratoire

Cinq échantillons par site de prélèvement (flaconnages fournis par le laboratoire) ont été prélevés pour l'analyse des différents paramètres (chimie ou microbiologie).

La DBO<sub>5</sub> (Demande Biologique en Oxygène en 5 jours) mesure la quantité d'oxygène consommée en 5 jours à 20°C par les micro-organismes vivants présents dans l'eau, c'est-à-dire la part des matières organiques biodégradables. La DCO (Demande Chimique en Oxygène) représente les matières oxydables susceptibles de consommer de l'oxygène dans l'eau.

## TRAITEMENT DES DONNÉES ET INTERPRÉTATIONS

Les analyses seront comparées aux valeurs physico-chimiques des effluents définis comme « peu chargés » chez les autres espèces (Directive Nitrates, 2011 ; Mille, 2010 ; Coillard *et al.*, 2006 ; Coutant, 2009) et aux références de charges polluantes des textes réglementaires du code de l'environnement pour les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE, arrêté du 22/10/2018).

## RÉSULTATS

Les précipitations (station météo INRAe du Pin) sont référencées au cours des trois périodes hivernales de présence des animaux sur les aires d'exercice. La pluviométrie sur les 3 hivers observés est stable, soit en moyenne 340 mm (+/- 19 mm) pendant 170 jours (novembre à fin avril).

### SYSTÈME DE LAGUNAGE - JUMENTERIE DU PIN

#### Teneurs en éléments fertilisants

L'abattement en % des teneurs en éléments correspond au rapport (sortie-entrée)/entrée, représentant la capacité du système de lagunage à assainir la charge organique par l'action biologique des micro-organismes naturels en présence de lumière et d'oxygène (Mary *et al.*, 2007). L'abattement sur les teneurs en azote (N) (cf. tableau 2) et en phosphore (P) et en potassium (K) (cf. tableau 3) se situe autour de -50%, alors que ce système de traitement est prévu pour garantir 80% de réduction des charges polluantes (Coillard *et al.*, 2006).

La valeur ST-DCO (cf. tableau 2) est 8 fois supérieure à l'entrée et 13 fois supérieure aux valeurs référencées pour un effluent d'élevage traité dans un système de lagune adapté selon l'étude de Coillard *et al.* (2006). La valeur ST-DCO de sortie de lagune (moyenne de 13 g/L) est 100 fois supérieure à la valeur limite de rejet dans le milieu naturel autorisée (125 mg/L) par l'arrêté ICPE du 22 octobre 2018.

L'abattement en % s'échelonne entre -50%, -64% et -54% respectivement pour les nitrates, nitrites (cf. tableau 2) et potassium (cf. tableau 3). Les taux d'abattement restent faibles pour l'azote total (-30%), la DCO (-24%), la DBO<sub>5</sub> (-16%) et le phosphore (-19%).

L'abattement se réalise mais l'effluent à l'entrée de la première lagune est trop chargé (en moyenne de 1,02 g de N/L) pour ce système de traitement prouvé pour être efficace sur un effluent défini comme « peu chargé » (< 0,5 g/L) (Mary *et al.*, 2007). Le relargage au fossé après traitement par lagunage d'un effluent d'une teneur moyenne de 0,72 g de N/L (valeur moyenne N Kjeldhal de sortie) ne respecte pas la concentration de 30 mg/L de rejet possible dans le milieu naturel définie par l'arrêté ICPE du 17 décembre 2020.

| Système lagunage  |                        | Concentration     | ST-DCO (g/L O <sub>2</sub> ) | Rapport DCO/DBO <sub>5</sub> (g/L O <sub>2</sub> ) | Azote N Kjeldhal (g/L N)    | Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/L N) | Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (g/L N) | Nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (g/L N) |
|---|------------------------|-------------------|------------------------------|--|-----------------------------|---|---|---|
| n=8 mesures<br>2 hivers   | Entrée                 | Moyenne           | 17                           | 6  | 1,02                        | 0,0010  | 0,0016  | 0,0002  |
|   |                        | Minimum           | 11                           | 4  | 0,61                        | 0,0006  | 0,0009  | 0,0001  |
|   |                        | Maximum           | 25                           | 9  | 1,53                        | 0,0015  | 0,0037  | 0,0002  |
| n=8 mesures<br>2 hivers   | Sortie                 | Moyenne           | 13                           | 4  | 0,72                        | 0,0007  | 0,0008  | 0,0001  |
|   |                        | Minimum           | 6                            | 2  | 0,34                        | 0,0003  | 0,0003  | 0,0000  |
|   |                        | Maximum           | 23                           | 8  | 1,12                        | 0,0011  | 0,0013  | 0,0001  |
| Abattement moyen (%)  | (sortie-entrée)/entrée | -                 | -24%                         | -31%   | -30%                        | -30%  | -47%  | -64%  |
| Coillard <i>et al.</i> (2006)   | Entrée lagunage        | -                 | 1 à 3,1                      | -  | 0,28 à 0,34                 | 0,18 à 0,21                                   | -   | -   |
|   | Sortie lagunage        | -                 | 0,59 à 1,26                  | -  | 0,08 à 0,15                 | 0,05 à 0,09                                   | -   | -   |
| Coutant (2009)  | Effluent peu chargé    | -                 | max 7,8                      | -  | max 0,6                     | max 0,325                                     | 0   | 0   |
| Arrêté ICPE du 22 octobre 2018<br>Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel |                        | moyenne mensuelle | 0,3 (qd kg jour < 50 kg/j)   | -  | 0,03 (qd kg jour > 50 kg/j) | -   | -   | -   |

Tableau 2 / Valeurs chimiques (DCO et azote) des lixiviats prélevés à l'entrée et à la sortie du système de lagunage au cours de deux périodes d'hivernage (2020/2021 et 2021/2022) | Données en rouge supérieures aux teneurs de référence

| Système lagunage        |                            | Concentration | Phosphore total (g/L P) | Potassium total (g/L K) | <i>E. coli</i> (log 10 n/mL) | Entérocoques (log 10 n/mL) |
|-------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|
| n=8 mesures<br>2 hivers | Entrée                     | Moyenne       | 0,13                    | 3,47                    | 3,53                         | 4,45                       |
|                         |                            | Minimum       | 0,06                    | 1,67                    | 2,82                         | 3,99                       |
|                         |                            | Maximum       | 0,32                    | 5,94                    | 4,15                         | 5,15                       |
| n=8 mesures<br>2 hivers | Sortie                     | Moyenne       | 0,11                    | 1,60                    | 2,47                         | 3,46                       |
|                         |                            | Minimum       | 0,04                    | 0,79                    | 1,94                         | 2,84                       |
|                         |                            | Maximum       | 0,29                    | 2,45                    | 3,41                         | 4,04                       |
| Abattement moyen (%)    | (sortie-entrée)/<br>entrée | -             | -19%                    | -54%                    | 1,07                         | 1,00                       |
| Coillard et al. (2006)  | Entrée lagunage            | -             | -                       | -                       | 6,51                         | 7,02 (germes totaux)       |
|                         | Sortie lagunage            | -             | 0,03 à 0,06             | 0,18 à 0,38             | 3,86                         | 6,02 (germes totaux)       |
| Coutant (2009)          | Effluent peu chargé        | -             | 0,055                   | 0,7                     | -                            | -                          |

Tableau 3 / Valeurs chimiques (P et K) et bactériologiques des lixiviats prélevés à l'entrée et à la sortie du système de lagunage au cours de deux périodes d'hivernage (2020/2021 et 2021/2022) | Données en rouge supérieures aux teneurs de référence

## Teneurs en bactéries

L'abattement moyen sur la microbiologie est de l'ordre de 1 log<sub>10</sub> (exemple : passage de 10<sup>4</sup> à 10<sup>3</sup> bactéries par mL d'eau analysée). Le système de lagunage traitant un effluent d'élevage référencé dans l'étude de Coillard et al. (2006) fait état d'un abattement de -2,5 log<sub>10</sub> sur un effluent au départ beaucoup plus concentré en bactéries fécales (de l'ordre de 7 à 6 log<sub>10</sub> avec des effluents bovins) au lieu de 3,5 à 4,5 log<sub>10</sub> pour les effluents liquides équins.

## CONCLUSION

L'abattement de la charge polluante par le dispositif de lagunage prévue à -80% n'est pas atteint. Deux hypothèses sont avancées :

- (1) Le système de lagunage est sous-dimensionné en termes de surfaces des lagunes pour traiter le jus de fosse de la fumière.
- (2) Le jus de fosse de la fumière de la jumenterie est plus chargé en nitrates qu'un effluent peu chargé, même après un traitement primaire (fosse de décantation de la fumière), ce qui le rend inapproprié pour être traité par ce système de lagunage.

Avec un effluent liquide chargé en azote > 0,5 g/L, l'épandage sur prairie sur sol portant (et en périodes autorisées, Directive Nitrates) en tant que fertilisant azoté sur prairies paraît la solution la plus appropriée. Le système de stockage (fosses) et de traitement par lagunage non adapté est en cours d'étude à la jumenterie du Pin, pour être redimensionné dans le cadre du projet d'extension des aires d'hivernage des juments (projet 2024).

Les jus de fumière d'effluents équins stockés en fosse sont 1000 fois moins chargés en bactéries fécales comparés à des effluents liquides bovins étudiés par Coillard et al. (2006).

## PERSPECTIVES

Il serait intéressant de vérifier le fonctionnement de cette filière de traitement (lagunage) avec un effluent équin peu chargé (< 0,5 g/L) sur un autre site. D'autres systèmes de traitement primaire (filtre à paille sur fumière par exemple) et/ou traitement secondaire (filtre à roseaux par exemple) pourraient aussi être testés pour traiter les lixiviats équins.



## CE QU'IL FAUT RETENIR

Les jus de fumière stockant du fumier équin doivent être analysés pour identifier les modes de gestion appropriés et leurs utilisations.

- Si jus de fosse < 0,5 g de N/L → système de traitement par lagunage ou autre système de traitement secondaire, tel quel le filtre à roseaux à un étage avec recyclage par exemple.
- Si jus de fosse > 0,5 g de N/L → stockage en fosse et épandage sur prairies ou cultures en tant que fertilisant pendant les périodes autorisées (selon la Directive Nitrates le cas échéant).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **COILLARD J., EOUZAN P., GAUTIER M. et MENARD J.L.** (2006). Évaluation technico-économique d'une unité pilote de traitement des effluents peu chargés basée sur le lagunage naturel. Bilan de la 4<sup>ème</sup> année de suivi d'évaluation, site pilote GAEC de la Guichousais (22). Cemagref - Chambres d'agriculture des Côtes d'Armor - Institut de l'élevage, 22 pages.
- **COUTANT S.** (2009). Bâtiment d'élevage simplifié, innovant et économe : le Parc Stabilisé d'Hivernage (PSH), mise au point et évaluation pour les bovins en France. Mémoire de diplôme d'ingénieur des techniques de l'agriculture, APCA - CNAM - AgroParis Tech, 126 pages.
- **FRENCH P., HICKEY M.C., MOLONEY A.P. and LENEHAN J.J.** (2004). Out-wintering pads (OWP) : effects on beef cattle production. Teagasc, Grange Research Centre, Dunsany, Co. Meath, Ireland, 1 page.
- **MARY J., COUTANT S., PILET J.M., PINETEAU S., ROCHETEAU P. et MENARD J.L.** (2007). Le traitement des effluents peu chargés - Choisir une filière de traitement adaptée à votre élevage pour gérer les effluents peu chargés. Chambres d'agriculture des Pays de la Loire - Institut de l'élevage, 64 pages.
- **MILLE S.** (2010). SALINOV, projet CASDAR n°420 (2006-2009). Systèmes allaitants innovants, systèmes de logements alternatifs associés à une utilisation du pâturage hivernal, récapitulatif des analyses et protocole de prélèvement des échantillons de lixiviat et de fumier.
- Arrêté du 17/12/20 abrogeant l'arrêté du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les ICPE et aux normes de référence et modifiant une série d'arrêtés ministériels pour prendre en compte l'abrogation dudit arrêté. Disponible sur : <https://aida.ineris.fr/reglementation/arrete-231111-relatif-prescriptions-generales-applicables-installations-classees>
- Arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000025001662>