

→ STATION DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

Etude des systèmes de prétraitements des boues avant alimentation d'un digesteur de STEP

PRESENTATION DU PROJET

PORTEUR DU PROJET

INRAE – Jean-Marc PERRET – jean-marc.perret@inrae.fr

COUT DU PROJET

- 176 500 €
- Financement agence : 86 000 €
- Autofinancement : 90 500 €

DUREE DU PROJET

- 5 ans

CONTEXTE

L'intérêt de la méthanisation des boues primaires et secondaires ne diminue pas avec le temps pour les maitres d'ouvrage des stations de traitement des eaux usées (STEU). En effet, la digestion des boues, en plus de la réduction du volume et de leur stabilisation, permet la production d'énergie sur site (chaleur, gaz, électricité).

L'enquête sur « [la digestion des boues de station d'épuration : état de l'art et paramètres clés](#) » réalisée en 2020, avait mis en évidence que certains sites étaient équipés de procédés de prétraitements des boues avant digestion avec pour but d'optimiser les performances de l'ouvrage et permettre une réduction du volume de boues à exporter et une augmentation de la production de biogaz produite.

OBJECTIFS

Cette étude réalisée par l'UR REVERSAAL sur une durée de cinq ans, a permis d'évaluer sur sites réels les performances de trois technologies de prétraitement des boues proposées : l'Electrocinétique, la Sonolyse (Ultrasons) et l'Hydrolyse Thermique (THP).

METHODOLOGIE

Trois STEU équipées d'un des trois prétraitements ont été étudiées à l'aide de campagnes de mesures spécifiques sur site, d'analyses des données de fonctionnement des stations sur plusieurs années et des retours d'expériences des exploitants.

Les bilans de fonctionnement des digesteurs de chaque site obtenus durant des périodes avec et sans fonctionnement des prétraitements sont comparés sur une durée similaire la plus longue possible avec des paramètres de fonctionnement proches et pour une même période de l'année.

Les trois STEU concernées sont les suivantes :

- de Vienne Sud à Reventin-Vaugris (38), 125 000 EH, équipée d'un système électrocinétique ;
- de « Campo dell'Oro » à Ajaccio (2A), 65 000 EH, équipée d'un système sonolyse (homogénéisation par ultrasons).
- du Pertuiset à Unieux (43), 80 000 EH, équipée d'un système d'hydrolyse thermique (THP) ;

RESULTATS DU PROJET

ENSEIGNEMENTS

→ Procédé Electrocinétique



Photos – STEU de Vienne Sud – De gauche à droite : digesteur, gazomètre, procédé électrocinétique

Principe : Le Prétraitement par Champs Electriques Pulsés consiste à générer à l'aide de deux électrodes des pulsations électriques haute tension au sein du flux de boues pour créer des ondes de chocs et provoquer la lyse cellulaire ou la perforation des membranes cellulaires entraînant ainsi une augmentation de la disponibilité de la matière organique pour les micro-organismes.

Résultats : Les augmentations calculées sont faibles, avec un rendement d'élimination moyen en Matières Volatiles supérieur de +2.6 points et une production de biogaz supérieure de 6% sur la période de fonctionnement avec prétraitement. Ils ne permettent donc pas de conclure sur un impact significatif du fonctionnement du procédé.

Par ailleurs, la caractérisation des boues amont / aval ainsi que les tests de potentiel méthanogène (BMP) ne montrent pas d'incidence marquée du prétraitement Electrocinétique sur les paramètres principaux des boues avant digestion.

→ Procédé par Sonolyse



Photos – STEU de Campo dell'Oro – Gauche : digesteur – 2 photos de droite : procédé par sonolyse

Principe : Le Prétraitement par ultrasons ou prétraitement par sonication consiste à propager des ondes à une fréquence de 20 kHz à 10 MHz dans les boues d'épuration afin de désintégrer les agrégats complexes. Ainsi, le prétraitement par ultrasons va permettre de désintégrer les boues d'épuration et conduire à la lyse cellulaire.

Résultats : Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure à un effet du procédé de prétraitement des boues par Sonolyse sur les performances du digesteur en fonctionnement réel.

Par ailleurs, la caractérisation des boues amont / aval ainsi que les tests de potentiel méthanogène (BMP) ne montrent pas d'incidence marquée du prétraitement par Sonolyse sur les paramètres principaux des boues avant digestion.

Les 4 sites français équipés du procédé Sonolyse ne sont plus fonctionnels actuellement après 2 à 14 ans d'alimentation alternative.

→ Procédé par hydrolyse thermique (THP)



Photos – STEU du Pertuiset à Unieux – Gauche : digesteur – 2 photos de droite : procédé par hydrolyse thermique

Principe : Le Prétraitement par Hydrolyse Thermique (THP) consiste à chauffer les boues sous pression en amont de la digestion anaérobie pour commencer à désintégrer les boues avant leur entrée dans le digesteur et ainsi accélérer l'étape d'hydrolyse lors de la méthanisation. Ce procédé fonctionne ainsi en batch, à 6-8 bars et 165°C pendant une durée de 30 min.

Résultats : Malgré la sous charge de l'installation, la charge volumique appliquée et les rendements moyens d'élimination des Matières Volatiles calculés, de l'ordre de 62%, sont supérieurs à ceux obtenus sur un digesteur conventionnel. Les boues d'alimentation sont nettement plus concentrées et le volume de l'ouvrage réduit dès son dimensionnement. Par contre, les concentrations en DCO, en ammonium et l'alcalinité des centras de déshydratation des boues digérées retournant en tête de station sont nettement plus élevées.

Par ailleurs, la caractérisation des boues amont / aval ainsi que les tests de potentiel méthanogène (BMP) montrent un effet physique et un réel impact avec une solubilisation de la matière organique, une diminution des paramètres particuliers et une augmentation des sels dissous.

→ Remarques générales

Cette étude, prolongée sur une durée de 5 ans, illustre la difficulté des suivis de terrain sur sites réels. En effet, suite à différents incidents, le fonctionnement stabilisé durant une longue période du procédé électrocinétique sur le site de Vienne Sud a demandé quatre années. Le prétraitement par Sonolyse mis en place sur le site d'Ajaccio n'a réellement fonctionné que 2 ans. De plus, le suivi des performances des digesteurs anaérobies, au long temps de séjour, ne peut être réalisé sur des courtes périodes.

Les temps de séjour élevés des boues dans les digesteurs, de l'ordre de 40 à 50 jours (pour 25 jours au dimensionnement), ainsi que la faible proportion de boues biologiques prétraitées par rapport aux boues d'alimentation (35-42%) peuvent expliquer cette absence d'impact mesuré avec les deux prétraitements par Electrocinétique et Sonolyse.

Enfin peu d'effets secondaires du fonctionnement de ces deux prétraitements sont observés sur les installations suivies. Les taux de traitement et les réglages de la centrifugation des boues digérées ne sont pas modifiés suite à leur mise en route ; Leurs arrêts ponctuels ne sont pas remarqués en exploitation.

LIMITES ET PERSPECTIVES

Le fonctionnement d'un THP en prétraitement dégage des odeurs plus tenaces et induit des flux de retours en tête de station très chargés en alcalinité, DCOs et NH₄. L'estimation précise de ces flux de retours à traiter sur la file eau est indispensable avant la mise en place de ce procédé sur une STEU existante. La construction d'un ouvrage spécifique de traitement/valorisation de l'azote avant leur réinjection est une solution à envisager. Par contre, la concentration en phosphate de ces retours n'est pas plus élevée que dans le cas de la digestion anaérobie conventionnelle, ce qui offre des possibilités de récupération plus intéressantes en amont du digesteur plutôt qu'au niveau des retours en tête.

RESSOURCES DOCUMENTAIRES

→ [La digestion des boues de station d'épuration : état de l'art et paramètres clés](#). INRAE, 2020.