

Station d'épuration des eaux usées de « la Grange David », Communauté d'agglomération de Tours

Station d'épuration et injection de biométhane dans le réseau de distribution



Figure 1 : Vue d'ensemble de la station- Source : Communauté d'agglomération

Contexte

Objectifs



La loi sur l'eau de 1992 durcit les normes de rejet des stations d'épuration. La Loire est classé zone sensible à l'eutrophisation, et le Val de Loire est inscrit au patrimoine mondial de l'humanité, ce qui impose éthiquement et juridiquement des normes de rejet encore plus sévères. De plus, la station d'épuration a dû faire face au développement démographique de l'agglomération. Ces raisons ont conduit à la décision de construire une nouvelle station d'épuration, plus moderne, plus efficace et de plus grande capacité, pouvant répondre à l'accroissement de la population jusqu'en 2020.

La digestion a été choisie car elle permet de réduire de 40% le volume de boues à valoriser en agriculture, ce qui entraîne des économies de carburant pour leur transport, réduisant les coûts et les émissions de gaz à effet de serre. La réduction des émissions et des coûts est également permise par la valorisation du biogaz.

Historique

Les eaux usées de l'agglomération de Tours sont traitées par méthanisation depuis les années **1970**. Les boues, après avoir subi une digestion à deux étages, étaient cuites à

180°C pendant 30 minutes, grâce à la chaleur produite à partir du biogaz, servant également au chauffage des digesteurs et des bâtiments. Dans les années 1980, le traitement thermique des boues fut remplacé par un conditionnement chimique. Le biogaz servant à cuire les boues n'étant plus consommé, la station dut s'équiper d'une torchère pour brûler le surplus de biogaz produit. La valorisation en électricité de ce surplus fut étudiée dès les années 1980, mais le contexte économique était alors défavorable à cette solution. La valorisation du biogaz pour le chauffage d'un hôpital voisin fut également étudiée dans les années 1990, mais au moment où la rénovation de la station devint nécessaire, les concepteurs de la nouvelle station pensaient que le biogaz produit ne serait pas suffisant. Le chantier de la nouvelle station a débuté en 2003 pour se conclure en 2007. Il s'avère alors que la quantité de biogaz torché est considérable, puisqu'elle représente 50 à 55% de la production alors que la station ne fonctionne qu'à 60 à 65% de sa charge nominale.

Particularité du site

La station d'épuration de la Grange David, située sur la commune de La Riche, est la plus importante du département. Elle traite la pollution produite par 16 communes de l'agglomération dont Tours et Joué lès Tours (2^{ème} ville du département). Ces eaux se composent en majorité d'effluents urbains, et comportent **15-20%** d'effluents industriels provenant de 15 entreprises d'activités variées, soumises au RSDE (Recherche de substances dangereuses dans l'eau). Les stations d'épuration du réseau d'assainissement de l'agglomération, sont de type séparatif, elles ne traitent pas l'eau de pluie, acheminée et traitée par d'autres moyens.

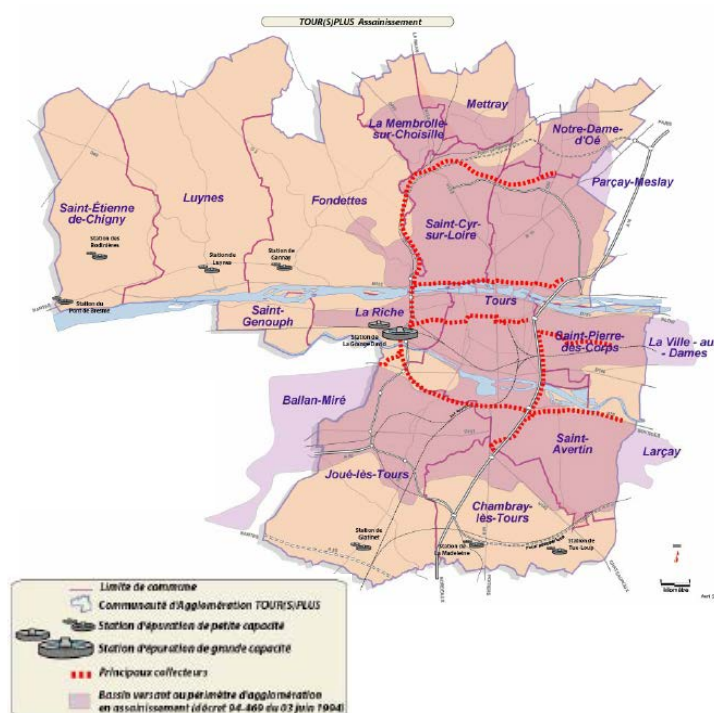


Figure 2 : Réseau d'assainissement de la communauté d'agglomération de Tour(s)plus – Source : Communauté d'agglomération

Les eaux usées traitées par la station d'épuration de la Grange David sont acheminées via un réseau très majoritairement séparatif. La station a une capacité d'**environ 400 000 EH** (Equivalents Habitants), pour un débit moyen de **43 000 m³/j**, et un débit nominal de **62 500 m³/j**. La charge polluante représente **60 à 65 %** de la capacité nominale de la station.

	Charge polluante (kg/j de DCO)	Charge polluante (kg/j de DBO ₅)	Matières en suspension (kg/j de MES)	Azote ammoniacal et organique (kg/j de NK)	Phosphore total (kg/j de Ptot)
Moyen 2015	31600	13000	17900	3 200	410
Nominal	54 800	23 600	26 000	5 200	1 000

Tableau 1: Caractéristiques des eaux usées traitées par la station en 2015 et capacité nominale de traitement
Source : Communauté d'agglomération

La station a été conçue pour respecter au maximum l'environnement. Le site est paysagé, et certains ouvrages sont couverts. Les nuisances sonores sont réduites au maximum, de même que les nuisances olfactives, grâce à un procédé chimique de désodorisation de l'air vicié.

Description technique de l'installation

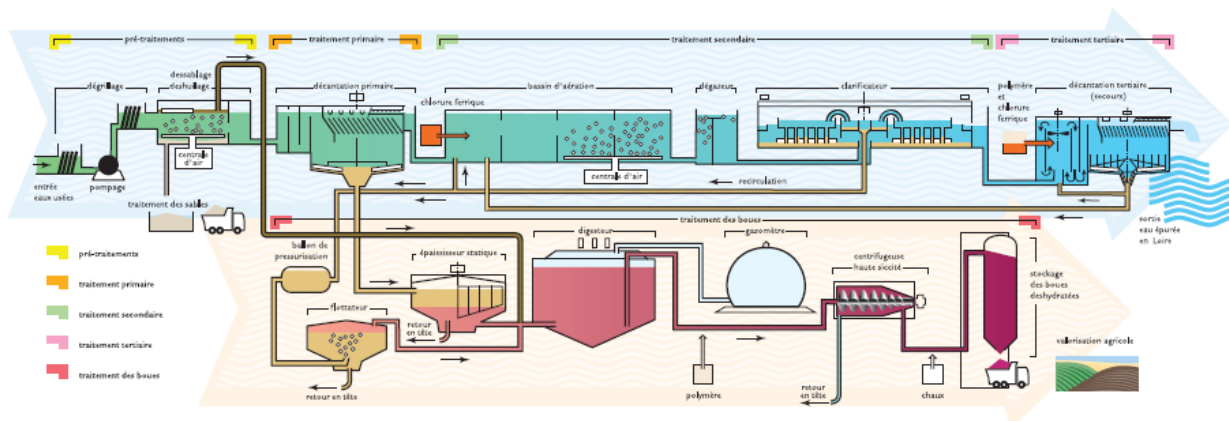


Figure 3: Schéma de fonctionnement de la station d'épuration de la Grange David - Source : Communauté d'agglomération

Traitement des eaux

Les eaux subissent en premier lieu un prétraitement. Les déchets grossiers sont éliminés par dégrillage, les matières lourdes comme le sable tombent au fond des bassins de dessablage, et les matières grasses sont écrémées à la surface des bassins de déshuilage grâce à l'injection de bulles d'air. Les graisses sont ensuite introduites dans le digesteur.



Figure 4: Dessableur et déshuilleur
Source : Communauté d'agglomération

Le traitement suivant est la décantation lamellaire primaire. L'eau traverse des parois en nid d'abeille, permettant de mieux retenir les particules. Une partie des matières en suspension se dépose au fond des cuves par gravité, formant les boues qui seront traitées par digestion anaérobie.

Les eaux subissent ensuite un traitement biologique aérobie dans 3 bassins activés en aération prolongée, de 62 mètres de diamètre et 7 mètres de profondeur, représentant un volume total de **65 000 m³**. En présence d'oxygène, les bactéries dégradent la matière organique en éliminant la pollution carbonée. L'azote dissous subit une nitrification/dénitrification biologique, puis est rejeté sous forme de gaz dans l'atmosphère. Des turbocompresseurs permettent une injection de bulles d'air dans les bassins, accélérant l'efficacité du processus naturel d'épuration. L'injection de chlorure ferrique dans les bassins permet la précipitation de 40% du phosphore dans les boues.



Figure 6: Bassin d'aération - Source: Communauté d'agglomération



Figure 7: Coupe du bassin d'aération
Source: Communauté d'agglomération

L'air contenu dans l'eau est ensuite retiré par un dégazeur, pour permettre aux particules de décanter lors de l'étape suivante : la clarification. L'eau arrive dans les 3 clarificateurs de 53 mètres de diamètre, ayant une capacité totale de **30 000 m³**. Elle y subit une décantation gravitaire, les boues se déposant au fond sont raclées et récupérées en partie par les flottateurs.



Figure 8: Clarificateur
Source: Communauté d'agglomération



Figure 9: Clarificateur et surverse
Source: Communauté d'agglomération

L'eau est ensuite évacuée par surverse et dirigée vers le traitement tertiaire qui permet, si besoin, de fiabiliser la filière. La floculation, procédé physico-chimique consistant en l'ajout de chlorure ferrique et de polymères, précipitant et fixant dans les boues les particules restantes de phosphore permet de fiabiliser les performances épuratoires de l'installation. Pour améliorer l'efficacité du processus, l'eau est brassée par un système de pales. Les eaux passent ensuite par des cloisons en nid d'abeille, retenant les boues restantes, la décantation lamellaire tertiaire leur permettant de tomber au fond. Une partie est recirculée. Le surplus est envoyé vers le bassin d'aération.



Figure 10: Floculation
Source : Communauté d'agglomération



Figure 11: Décantation lamellaire tertiaire
Source: Communauté d'agglomération

Les eaux ainsi traitées sont rejetées dans la Loire. En cas de crue d'une occurrence cinquantennale du fleuve, une station de pompage permet de transférer le rejet vers le Cher.

Prétraitement des boues

Les boues issues de la décantation primaire sont épaissies de **8 g/L** à **60 g/L** par deux épaisseurs statiques de 14 m de diamètre, fonctionnant par gravitation. Celles issues des traitements secondaires et tertiaires le sont par deux flottateurs à air dissous de 11 m de diamètre chacun.

Des microbulles d'air y sont injectées dans l'eau, entraînant les particules en suspension vers le haut, qui sont ensuite raclées en surface. Les boues issues des épaisseurs statiques et des flottateurs sont ensuite mélangées avec les graisses dans une fosse de 35 m³, appelée bache d'homogénéisation, avant d'être envoyées vers les digesteurs.

L'eau restant au fond des flottateurs et en surface des épaisseurs statiques est renvoyée en tête du procédé de traitement.

Digestion des boues

Une fois mélangées, les boues alimentent alternativement les **3** digesteurs par baches de **7 m³**, lorsque le niveau de la bache d'homogénéisation le permet. Les boues subissent un traitement anaérobie à **35°C** durant environ **33 jours**.

Les digesteurs, conçus par Degremont, sont à un étage et leur volume est de **4 500 m³** chacun. La compression d'une partie du biogaz produit et sa réinjection à la base des digesteurs permet par bullage d'assurer l'homogénéisation du mélange, et d'éviter l'ensablage.

Les bactéries produisent en moyenne **5 800 m³/j** de biogaz composé d'environ **60% de méthane**. La digestion permet en outre d'hygiéniser les boues, et de diminuer l'intensité des odeurs qu'elles dégagent.



Figure 12: Digesteurs
Source: Communauté d'agglomération

Devenir des boues digérées



Figure 13: Silos à boues
Source: Communauté d'agglomération

Les boues digérées sont conditionnées avec des polymères et centrifugées (siccité: 23%). L'eau contenue dans les boues retourne en tête du procédé de traitement. Les boues sont traitées ensuite à la chaux vive, augmentant le pH et détruisant les organismes pathogènes ayant survécu. La chaux est stockée dans un silo, et une vis permet d'en doser la quantité utilisée. Les boues et la chaux sont mis en contact dans une trémie, où le mélange est malaxé et envoyé par pompes à double piston dans les silos, dans lesquels les boues sont stockées une dizaine de jours.

15 000 tonnes de boues digérées chaulées sont produites chaque année. Elles seront valorisées en agriculture par épandage sur des exploitations du département. Six hangars ont été construits pour stocker les boues dans l'attente de leur épandage au printemps et après les moissons.

Stockage du biogaz

Le biogaz est maintenu à pression inférieure à 23 mbar grâce à un gazomètre double membrane de **1 040 m³**, de marque SATTLER.

Une des membranes est maintenue tendue par un système d'injection d'air, l'autre se gonfle en fonction de la production de biogaz.

Ce système sert à absorber les variations de production du biogaz, pour faire fonctionner l'équipement de valorisation de manière optimale.



Figure 14: Gazomètre double membrane
Source: Communauté d'agglomération

Une analyse de la composition du biogaz fut réalisée par un bureau d'études. La présence de chlorure ferrique dans les boues, issues des traitements secondaires et tertiaires, permet une réduction de la quantité de sulfure d'hydrogène dans le biogaz.

Méthane (CH ₄)	Dioxyde de carbone (CO ₂)	Azote (N ₂)	Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	COVNM	Siloxanes et silanes
60%	38%	3%	70 à 90 mg/Nm ³	22 à 200 mg/Nm ³	0,1 à 8 mg/Nm ³

Tableau 2 : Composition du biogaz produit – Source: Communauté d'agglomération

Valorisation thermique du biogaz

Le biogaz est brûlé par 3 chaudières de marque GUILLOT, d'une puissance thermique totale de **2 057 kW**. La chaleur produite sert à chauffer les digesteurs. La quantité de biogaz produite est supérieure à la quantité utilisée. Le surplus, représentant **3 100 Nm³/j**, soit **50 à 55%** de la production, est brûlé en torchère, c'est pourquoi l'implantation d'une unité d'injection de biométhane est en cours de réalisation.

Purification du biogaz et injection du biométhane

Depuis fin 2016, le surplus, représentant **3 100 Nm³/j**, soit **50 à 55%** de la production, est repris dans la nouvelle installation de purification et de d'injection du biogaz. Le biogaz issu du gazomètre est séparé des condensats (pots à condensats), séché (séchage par condensation à froid), comprimé (surpresseur) et traité via les deux pots d'adsorption d'H₂S sur charbon actif avant son épuration par membrane. L'ensemble des condensats de la plateforme est collecté et renvoyé en tête de la station d'épuration.



Figure 15: Pots de traitement par charbons actifs

Le biogaz est traité par au travers du module épuratoire à 3 étages membranaires et injecté (poste d'injection Honeywell-Elster) dans le réseau de distribution de gaz naturel de GRDF après vérification de la qualité du biométhane.



Figure 16: Module épuratoire



Figure 17: Intégration Module épuratoire

Chiffres clés

Capacité de traitement de l'usine d'épuration

Débit de référence : **78 000 m³/j**
Débit moyen : **43 000 m³/j**
Quantité de matière sèche : **6 283 t/an**
Taux de charge actuel : **60 à 65%**

Volume de digestion

3 x 4 500 m³
Abattement en matière organique : **48%**

Valorisation thermique du biogaz

Quantité de biogaz valorisé : **2 700 Nm³/j**
Taux de valorisation thermique : **45 à 50%**
Production annuelle d'énergie thermique :
5,9 MWh pour le chauffage des digesteurs

Aspects économiques

Investissement global par la Communauté d'Agglomération

62,5 M€
dont **environ 4,6 M€** pour la digestion

Subventions

La construction a bénéficié des participations suivantes :

Agence de l'Eau : **17,2 M€**
Région Centre : **7,86 M€**
Département d'Indre et Loire : **2,43 M€**

Production de boues digérées

Quantité de boues produites : **15 000 t/an**
Pour l'amendement organique des terres céréalières avec une économie d'engrais phosphatés, un apport d'azote et de matière organique aux cultures

Production de biogaz

Quantité de biogaz produit :
2 100 000 Nm³/an
5 800 Nm³/j

Valorisation du biométhane injecté

Quantité de biométhane injecté : **2 200 Nm³/j**
Taux de valorisation thermique : **40 à 45%**
8,5 GWh injectés par an
Un chauffage équivalent à celui de **700 foyers**

Coûts de fonctionnement de la station

Le prix de revient de l'épuration de l'eau usée est de **55 c€/m³**

Économies réalisées grâce à la digestion

Outre les économies de chauffage, la digestion des boues permet de réduire leur volume de **40%**, ce qui diminue les coûts pour leur suivi agronomique, transport et épandage de **323 k€/an**.

Investissement de Dalkia Biogaz en 2016

Dalkia Biogaz a réalisé un investissement de 1,7 M€ pour la purification du biogaz de la STEP et son injection dans le réseau de gaz naturel de l'agglomération urbaine ; le volume prévu est de 8,5 GWh PCS de gaz par an pendant au moins 15 ans.

Contact : Communauté d'agglomération de Tour(s)plus
60 avenue Marcel Dassault CS 30651, 37 206 TOURS
Tél. : 02 47 37 40 10