



Quelques références industrielles de MADEP SA

(eaux usées urbaines et industrielles, méthaniseurs, biogaz, lixiviats décharges,
graisses, ammonium, DCO dure, lignocellulose, solvants organiques)

Lieu/Date : Bevaix, le 1 février 2017

Contact Madep : Mr Trello BEFFA, trello.beffa@madep-sa.com, Tel direct : +41 32 846 45 51,
Mobile : +41 079 607 99 26

SOMMAIRE

1. - Milieu riche, la station d'épuration, type bassins boues activées, et graisse **page 1**
2. - Milieu moyennement riche, la Station d'épuration, type surface colonisée **page 6**
3. - Milieu pauvre, le traitement de recyclage des eaux dans l'industrie des semi-conducteurs **page 7**
4. - Milieu moyennement riche, à base de DCO dure (carbones organiques réfractaires et difficilement biodégradables) et d'ammonium. **page 8**
5. - Milieu riche, le méthaniseur **page 10**
6. - Milieu pauvre à composante Azotée (NH₄⁺ 30 à 50 ppm) **page 12**
7. – Milieu pauvre, biodépollution effluent pétrolier **page 13**

1. Milieu riche, la station d'épuration, type bassins boues activées et graisses

MADEP est parvenu à sécuriser sur de longues périodes le fonctionnement d'un système biologique complexe par la sélection et l'utilisation auprès de STEP (stations d'épuration des eaux usées) des souches bactériennes aérobies adaptées et performantes.

Concept de traitement mis en place (pour les eaux usées de STEP) :

- Sélection des bactéries adaptées au laboratoire.
- Fourniture mensuelle des inocula de bactéries adaptées sous forme concentrée (4 bidons de 10 litres).
- Multiplication des bactéries sur site dans un cubitainer de 1'000 litres avec apport de nutriments (5 Kg/m³, recette Madep) et sous aération forcée pendant 24-48h





EXEMPLE 1 : STEP de Payerne (2007 à 2017, 15'000 EH ou équivalent habitants)

Le traitement mis en place permet d'obtenir des bons rendements d'abattelements des MES, DCO, TOC et les phosphate, ainsi que d'éliminer par concurrence nutritionnelle les bactéries filamenteuses qui provoquent de forts moussages des boues et perturbent les rendements d'épuration.

Référence de MADEP SA - STEP de Payerne (Suisse)

Elimination des flottants/bactéries filamenteuses avec les bactéries BIOSTEP-BIOFLOC de MADEP SA

Mandat réalisé en 2007 pour VEOLIA EAU Suisse à Nidau





EXEMPLE 2 : STEP de Chandoline, Valais-Suisse (40'000 EH ou équivalent habitats)

Procédé **BIOSTEP-BIOFLOC**

(de 2000 à 2008 STEP Chandoline/Valais-Suisse, 40'000 EH)

Eaux usées urbaines et industrielles

- Rendement d'épuration : > 95% (DCO, COT, COD, MES, PO4, NH4)
- Meilleure floculation-décantation (moins de chimie, de -25 à -50%)
- Élimination des flottants et des bactéries filamenteuses
- Élimination des odeurs nauséabondes
- Réduction des quantités de boues finales formées (de -15 à -30%)
- **Diminution significative des coûts d'exploitation**

AVANT bio-traitement



APRES bio-traitement



DCO = demande chimique en oxygène, COT = carbone organique total,
COD = carbone organique dissous, MES = matières en suspension,
PO4 = phosphore total, NH4 = ammonium

MADEP SA © TB 2000-2008





EXEMPLE 3 : STEP de Neuchâtel (Suisse), biotraitement des graisses

Traitement par ajout hebdomadaire de 20 litres de bactéries LIPO dans la fosse de 35 m³



Client:	→	STEP de Neuchâtel/Suisse (70'000-EH), installation pour le traitement des graisses du canton de Neuchâtel provenant des restaurants, industries, fosses à graisses, etc.
Volume utile fosse:	→	35-m ³ (avec ajout régulier des bactéries LIPO de Madep et de nutriments minéraux et ajustement du pH)
Quantités traitées par an:	→	500-1'000 tonnes à 35-40% de matière sèche
Taux biodégradation:	→	2 à 4 kg de graisses fraîches par m ³ et par heure
Rendement dégradation:	→	Supérieur à 95%

Dès 2008 les graisses ont été traitées par digestion anaérobie dans les nouveaux méthaniseurs.





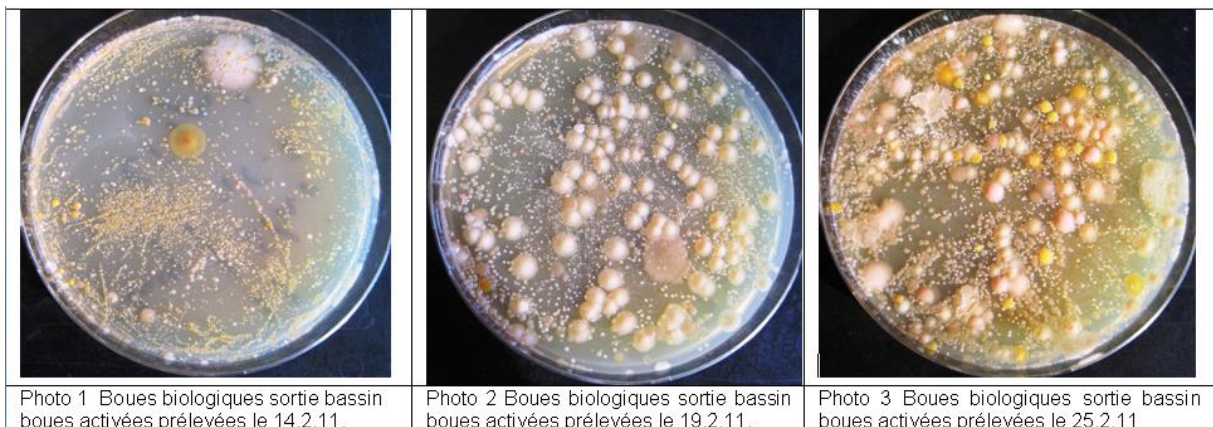
EXEMPLE 4 : STEP industrielle de Lacq (Société SOBEGI/France, mandat Suez Ondeo)



Dans ce site, le traitement aérobie en « boue activée » présentait de fortes instabilités de fonctionnement, dans un bassin brassé et aéré de 18 000m³, un débit 200m³/h. L'expertise de la flore menée par MADEP montra une boue faiblement peuplée.

Sur la base de l'échantillonnage des eaux et des analyses d'intrants, MADEP a sélectionné un consortium de bactéries capables de se développer efficacement (cf ci-dessous l'illustration de l'enrichissement en flore intéressante des eaux du bassin).

MADEP a ensuite multiplié les souches, livré sous la forme de suspension concentrée, pour une multiplication sur site en 24h dans conteneur de 1m³ avec aération, pour une inoculation du bassin.



Résultat (voir photo ci-dessus) : les souches sélectionnées ont colonisé le milieu, le fonctionnement de la boue activée s'est stabilisée. La biomasse cultivable présente dans les eaux industrielles est passée de 2,4 millions CFU/ml à 25 millions CFU/ml et a permis d'améliorer les rendements d'épuration et l'abattement de la pollution chimique aux normes de rejet..



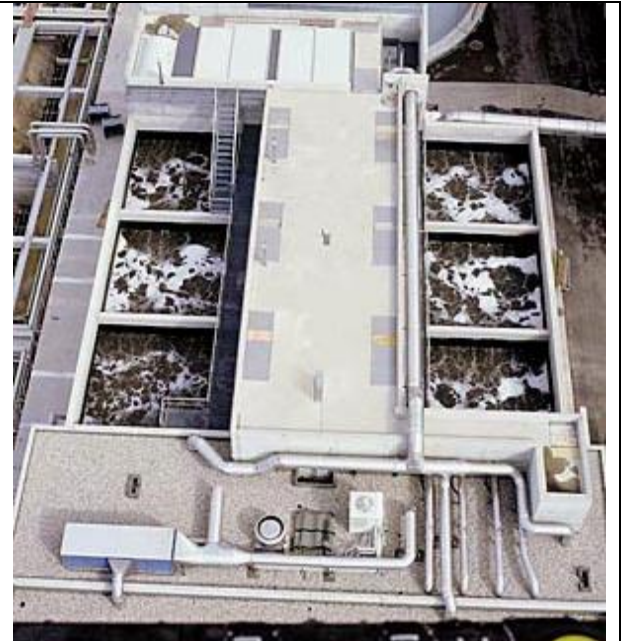
2. Milieu moyennement riche, la Station d'épuration, type surface colonisée

EXEMPLE-1 : STEP La SAUNERIE 30'000 équivalents habitants (Colombier/Suisse, <http://www.steplasaunerie.ch/>)

Biotraitement mis en place auprès de la STEP de Colombier (Suisse) de 2009 à 2017. Les bactéries utilisées permettent par concurrence nutritionnelle de former un biofilm adapté sur les supports biologiques et améliorer fortement les rendements d'épuration globaux.



Vue aérienne de la STEP



Haut des modules biologiques de biofiltrations des eaux (Biostyrs)

Pour plus de renseignement prière de consulter le document PDF :

« Article GRESE (Mai 2016 N° 89) - Bioaugmentation STEP Colombier Suisse par MADEP SA ».

Article paru dans le journal du GRESE des exploitants des STEP de Suisse romande, N° 89 mais 2016,
www.grese.ch)



3. Milieu pauvre, le traitement de recyclage des eaux dans l'industrie des semi-conducteurs

EXEMPLE-1 : Ovivo, prétraitement biologique des eaux usées (projet Texas Instruments, Texas USA)

Mandat réalisé à la demande de l'entreprise internationale OVIVO (<http://www.ovivowater.com/>) dont le centre de recherche et développement est situé à CH-4147 Aesch / Suisse.

Ce mandat concerne la mise en place d'un traitement biologique dans les but de recycler les eaux provenant des usines de semi-conducteur (Texas Instruments, Texas USA) avec un débit de 350-500 m³/h (max 12'000 m³/j) et une faible charge en TOC (carbone organique total) comprise entre 25 et 30 ppm (essentiellement des solvants chimiques comme l'acétone, l'isopropanol, le 1-3 propanediol, , tétra-méthyl-ammonium-hydroxide, le 1- Methyl-2-Pyrrolidone, le méthyl éthyl cétone ou butanone, l'acide E-caproïque, le, 1-2-4 1H triazole, le pérazole, le 2-amino-éthoxy éthanol.

Le prétraitement microbiologique a pour but d'abattre de 80% ou plus la charge organique et ensuite de finaliser la purification de l'eau avec des systèmes physico-chimiques par osmose inverse et/ou charbon actif. Ce qui va permettre d'apporter un avantage concurrentiel économique déterminant à Ovivo et une importante diminution des coûts d'exploitation aux usines de semi-conducteurs.

Après sélection, sur les eaux provenant du site à traiter, des souches bactériennes au laboratoire un pilote (bassin biologique à biomasse fixée flottante + réacteur à membrane) a été mis en place sur site pendant 2 mois. Le pilote a été géré en définissant et respectant les conditions futures pour le traitement de toutes les eaux de l'usine.

Les résultats ont permis de valider l'efficacité des souches bactériennes sélectionnées avec des abattements sur site du TOC compris entre 80% et 90%.

A la suite de ces bons résultats Ovivo a obtenu de la part de Texas Instruments une commande pour la mise en place début 2017 d'un système combiné biologie+physico-chimique pour recycler toutes les eaux du site.

Pour des informations complémentaire prière de vous adresser directement à Ovivo :

Mr Philippe Rychen

Global Director of Innovation

Telephone +41 61 555 12 52

Mobile +41 79 471 84 44

Email: philippe.rychen@ovivowater.com

Web: www.ovivowater.com

Ovivo Switzerland AG

Hauptstrasse 192

CH-4147 Aesch / Switzerland



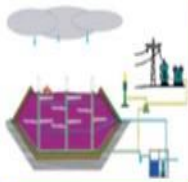
OVIVO Worldwide Experts
in Water Treatment





4. Milieu moyennement riche, à base de DCO dure (carbones organiques réfractaires et difficilement biodégradables et d'ammonium)

EXEMPLE -1 : Décharge N° 2 de Cholwlad/Suisse (300'000 m3) – dégradation lixiviats et production biogaz



DIGESTO-LIXI-M : Méthanisation lixiviats décharge

Traitement biologique de la DECHARGE N° 2 de CHOLWALD en Suisse
(Période 2007-2009, en collaboration avec Linde/PanGas)



Problématique à résoudre

- Depuis 3 ans la décharge ne produisait plus de biogaz (< 1 kWh par an et tonne de déchets).
- Les biomasses étaient très faibles (0,01 - 0,1 millions bactéries/ml) avec une absence d'activités d'hydrolyse des carbones organiques durs résiduels.
- Le Client demande à MADEP de développer des bactéries pour relancer l'hydrolyse des matières organiques réfractaires, éliminer les ammonium/nitrates et relancer la production de biogaz à un niveau économiquement rentable.

Concept de traitement mis en place par MADEP

- Etude au laboratoire sur les lixiviats du Client pour sélectionner des bactéries performantes adaptées (BPA) à utiliser sur site. Bactéries polyvalentes avec croissance en présence et absence d'oxygène.
- Fourniture mensuelle d'un inoculum de 20 litres de BPA concentrées pour une multiplication en masse sur site dans un réacteur de 5m³ (durée 24h à 48h, sur lixiviats originaux + nutriments quelques spécifiques). Les BPA sont ensuite injectées dans les recirculations en tête de décharge.

Résultats obtenus par MADEP de 2007 à 2009

- ✓ Augmenter fortement les biomasses dans les lixiviats (75 à 150 millions bactéries/ml) (atteint !).
- ✓ Stimuler la production de biogaz à des niveaux économiquement rentables (36 à 62 kWh par an et tonne de déchets) (atteint !).
- ✓ Oxyder les matières organiques réfractaires et diminuer fortement les charges polluantes en DCO et COT des lixiviats (atteint !).
- ✓ Oxyder > 90% de l'ammonium (NH₄) en nitrates (NO₃), et élimination des NO₃ par réduction microbiologique en N₂ (atteint !).

Composition des lixiviats

DCO : 3000 à 6'000 mg/l
COT : 1'500 à 3'000 mg/l
NH₄ : 1'000 à 1'500 mg/l



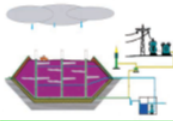
Biogaz produit (KWh/To)

De 1986-1998 : 80 à 140
De 1999-2004 : 3 à 60
De 2005-2007 : <1
De 2008-2010 : 36 à 62





EXEMPLE -2 : Décharge N° 3 de Cholwald/Suisse (300'000 m3) – dégradation lixiviats et abattement DCO



DIGESTO-LIXI-BD : Biodégradation lixiviats décharge

Traitement biologique de la DECHARGE N° 3 de CHOLWALD en Suisse
(Période 2015-2016, en collaboration avec Bra Turbo Ing. AG)



Problématique à résoudre

- La décharge N° 3 a été fermée en 2013 et les charges en DCO et en AZOTE total restent élevées ce qui oblige le client d'après la loi suisse encore pendant 50 ans après la fermeture de la décharge à :
 - 1) Réaliser un suivi chimique et technique régulier des lixiviats à des coûts très élevés (estimation de 10 millions de Euro au total, y compris point 2).
 - 2) Payer des taxes sur les charges en DCO et AZOTE des lixiviats sortie décharge déversés sur la STEP.
- Le Client demandé à MADEP de développer des bactéries spécifiques pour accélérer l'abattement de la DCO et de l'AZOTE total afin de raccourcir de 25 ans ou plus la durée du suivi de la décharge et ainsi réaliser des économies supérieures à 4 millions de CHF (francs suisses).

Composition des lixiviats

au démarrage :

- DCO : 700 à 800 mg/l
- NH4 : 500 à 600 mg/l
- AZOTE tot. : 450 à 500 mg/l
- Température : 16 à 22°C
- Conductivité : 6'500-9'000 uS
- pH : 7,7 à 8,5

Concept de traitement mis en place par MADEP

- Sélection au laboratoire sur les lixiviats du client des bactéries performantes adaptées (BPA) polyvalentes avec croissance en présence et absence d'oxygène.
- Fourniture tous les 2-3 mois de 40 litres de BPA concentrées pour une multiplication en masse sur site dans bassin aéré de 50 m3 (durée 24h, sur lixiviats originaux recirculés + quelques nutriments spécifiques). Les 50 m3 de BPA sont ensuite injectés dans les recirculations en tête de décharge.



Résultats obtenus par MADEP après 18 mois de traitement (du 1.1.2015 au 30 juin 2016)

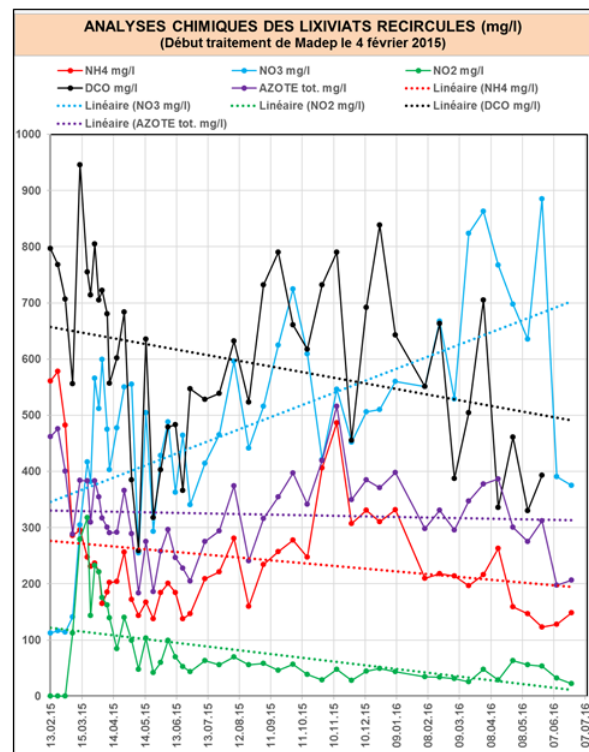
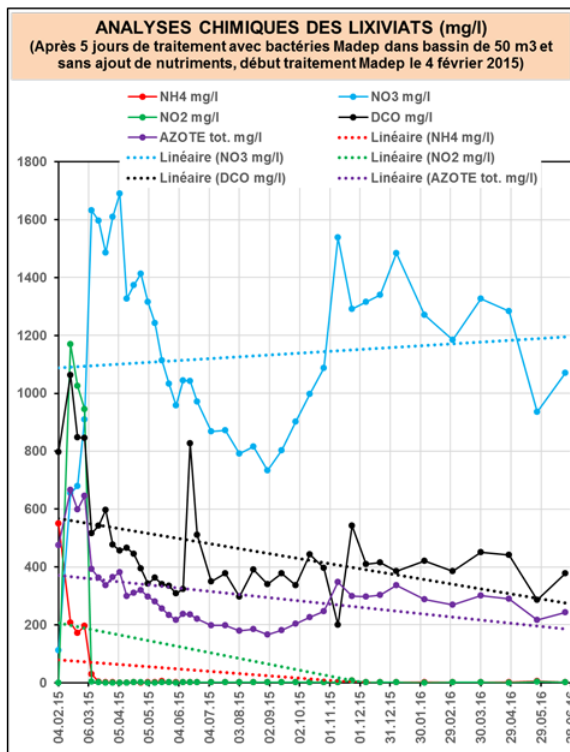
✓ L'injection périodique en tête de décharge de 50 m3 de bactéries DIGESTO-LIXI-BD (20 à 40 millions germes/ml) a permis en 18 mois **d'augmenter fortement les biomasses et les activités de dégradation dans les déchets et les lixiviats** et de **réaliser dans les lixiviats les abattements suivants** :

✓ **DCO : - 45 % à - 55 % NH4 : de - 70 % à - 75 % Azote total : de - 40 % à - 45 %**

MADEP SA
Z.i. Maladières 22
CH-2022 Bevaix
(Suisse)
info@madep-sa.com
Tél. +41 (0)32 846 45 51
Cell. +41 079 607 99 26



DIGESTO-LIXI-BD : Analyses chimiques de suivi des lixiviats





5. Milieu riche, le méthaniseur

Après production au laboratoire les bactéries sont déversées directement à l'entrée (ou dans) les digesteur à raison de 10-20 litres/1'000 m³ digesteur et avec une fréquence de 1-3x/3 mois.

Madep a progressivement développé des bactéries spécifiques pour améliorer l'hydrolyse des matières organiques ou MO (*) présentes dans les digesteurs anaérobies traitant les boues d'épuration. Une meilleure hydrolyse des MO permet d'augmenter les rendements de production biogaz avec des gains économiques importants pour les STEP.

* = **Lignocellulosiques** (cellulose, hémicellulose, lignine, acides humiques...), **molécules complexes** et peu biodégradables provenant de lyse (ou mort) des cellules (par ex. les parois bactériennes), et les **exopolymères** très hétérogènes et complexes provenant de composés intracellulaires libérés lors de croissance et la lyse des cellules.

Les traitements mis en place ont permis dès 2010 d'améliorer fortement l'hydrolyse des boues et la production de biogaz (converti électricité et chaleur) auprès des STEP de ERES (Estavayer-le-Lac, Suisse) et La Saunerie (Colombier /Suisse).

EXEMPLE-1 : STEP ERES 80'000 équivalents habitants (Estavayer-le-Lac / Suisse) Méthaniseurs volume 2 x 2'500 m³

Les résultats sur l'amélioration de la production de biogaz obtenus par Madep chez STEP ERES sont présentés dans le tableau ci-dessous.

STEP ERES (période du 1.1.2019 au 30.11.2016)					
Rendement (RDT) biogaz avec/sans ULTRASONS et/ou bactéries DIGESTO-M de MADEP. MO = matière organique, AML = amélioration					
Période	Paramètres de gestion technique (prétraitements)	RDT m ³ biogaz tonne MO introduite	% AML	RDT m ³ biogaz Tonne MO détruite	% AML
Du 1.1.2009 au 31.12.2009	REFERENCE (sans ULTRASONS, sans DIGESTO-M)	460	0 (réf)	695	0 (réf)
Du 01.01.2010 au 14.12.2010	ULTRASONS (sans DIGESTO-M)	605	+31	921	+32
Du 14.12.2010 au 30.04.2011	DIGESTO-M (sans ULTRASONS)	842	+83	1'417	+101
Du 1.05.2011 au 30.09.2012	ULTRASONS + DIGESTO-M Vidage digesteurs : juin-juillet 2011 et juillet-août 2012	654	+42	1'120	+60
Du 1.10.2012 au 28.08.2013	DIGESTO-M (sans ULTRASONS)	782	+70	1'332	+90
Du 01.9.2013 au 10.02.2015	ULTRASONS (sans DIGESTO-M)	635	+38	1'046	+50
Dès 11.02.2015 à ce jour (30.11.2016)	ULTRASONS + DIGESTO-M	716	+55	1'337	+91

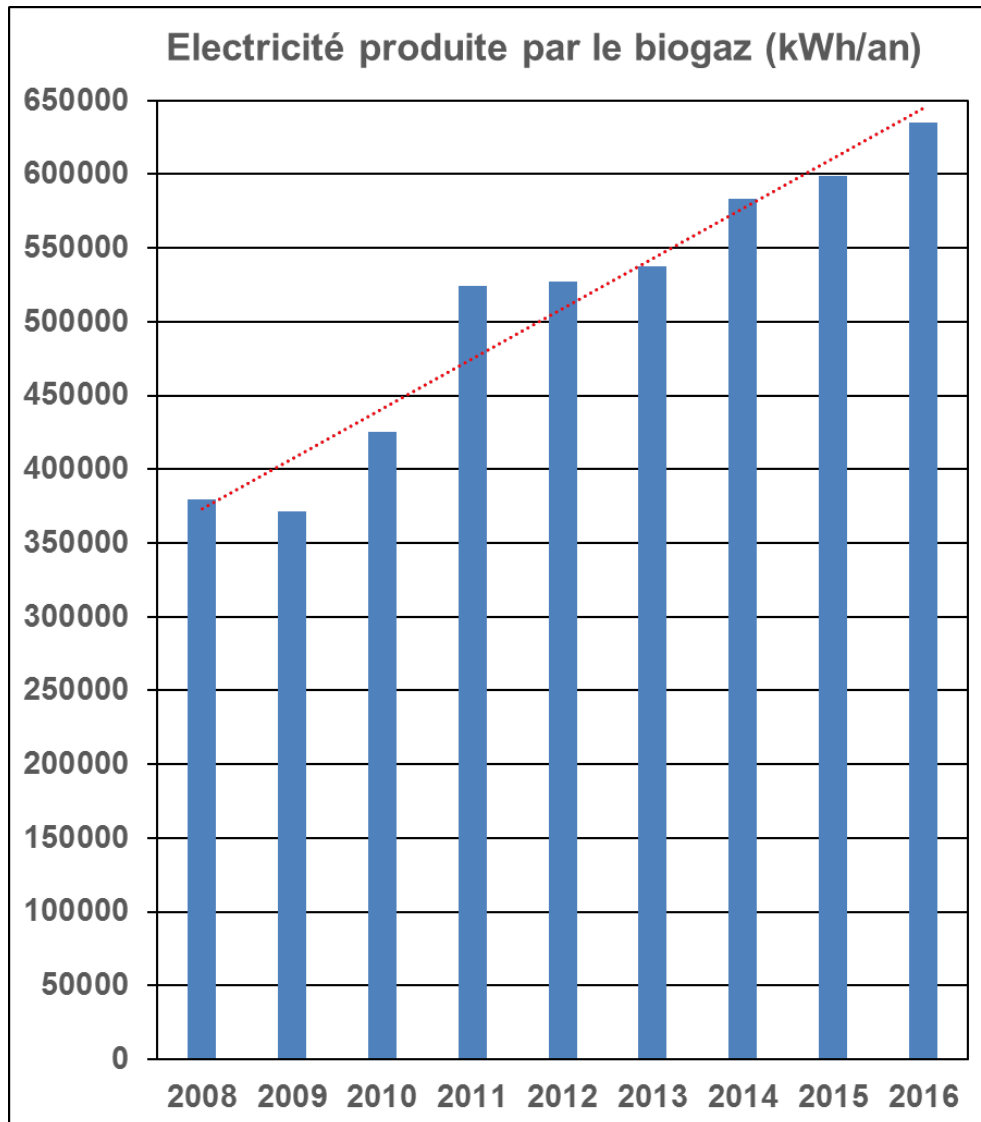


**EXEMPLE-2 : STEP La SAUNERIE 30'000 équivalents habitants (Colombier/Suisse)
Méthaniseurs volume 2 x 1'000 m3)**

Les résultats sur l'amélioration de la production de biogaz, exprimés en kWh d'électricité produits par an, obtenus par Madep chez STEP La SAUNERIE sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Début du traitement des digesteurs avec les bactéries **DIGESTO-M de Madep** : automne 2010

Les charges annuelles en matières organiques sont restées similaire (< 5% de variation) entre 2008 et 2016.



Pour plus de renseignement prière de consulter le document PDF « Article GRESE (Mai 2016 N° 89) - Bioaugmentation STEP Colombier Suisse par MADEP SA ».

Article paru dans le journal du GRESE des exploitants des STEP de Suisse romande, N° 89 mais 2016, www.grese.ch)



6. Milieu pauvre à composante azotée (NH₄, charge 30 à 60 ppm)

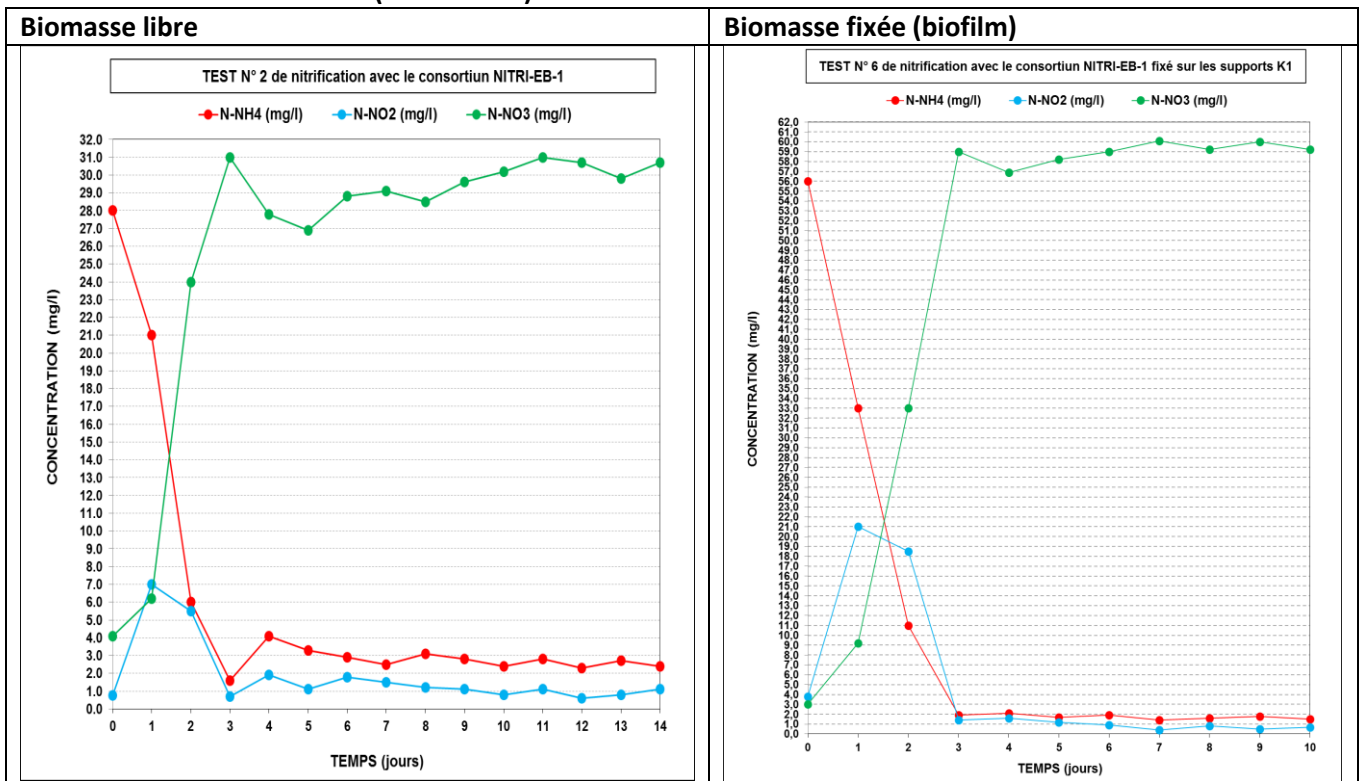
Développement au laboratoire d'un consortium bactérien de Madep (nommé NITRI-EB-1) pour éliminer l'ammonium (NH₄) dans des eaux usées pauvres en nutriments organiques (TOC ou carbone organique total < 10 mg/l) et en minéraux (excepté le NH₄) d'une usine produisant des pellets de bois.

Les tests finaux de nitrification ont été réalisés sur les eaux du site (eaux process) dans un pilote de laboratoire avec ajout journalier des eaux du site (temps de résidence hydraulique de 24h) dans des conditions de biomasse libre (test N° 2) et fixée sur des supports biologiques Kaldnes K1 (test n° 6).

L'utilisation des bactéries de Madep a permis un abattement de 90-95% de la pollution en NH₄.

La mise place sur site d'un réacteur avec les bactéries de Madep pour traiter toutes les eaux du site est en cours d'évaluation de la part des autorités compétentes (Direction de l'environnement, canton de Vaud, Suisse).

Abattement de l'ammonium (tests finaux)





7. Milieu pauvre, biodépollution effluent pétrolier

Raffinerie TAMOIL (Collombey/Suisse)



Laboratoires MADEP SA
Microbiologie et biotechnologie de
l'environnement et industrielle
N° TVA : CHE-109.551.152

MADEP SA
Z. i. des Maladières 22
CH-2022 BEVAIX
(Suisse)

Tél. bureaux (central) : +41 (0)32 846 45 51
Mobile : 079 607 99 26
E-MAIL : info@madep-sa.com
WEB : www.madep-sa.com

BIO-DEPOLLUTION du MTBE (Raffinerie TAMOIL / Suisse)



DOSSIER de BIO-DEPOLLUTION
Traitement microbiologique pour
l'élimination du MTBE
(MTBE = méthyl-tert-butyl-éther)
Réalisation : Décembre 2008 à Mars 2009

DESCRIPTION DE LA POLLUTION

- Une fuite de carburants a provoqué une pollution par du MTBE dans les eaux souterraines de la nappe. Les eaux polluées ont été pompées et stockées dans des bassins confinés en vue de trouver une solution optimale de dépollution.
- La pollution initiale en MTBE est de l'ordre de 300'000 à 500'000 µg de MTBE / litre et pour un volume à traiter de 2'000 m³.

SOLUTION MADEP

- Madep a mis en place un traitement microbiologique du MTBE directement dans les bassins confinés avec l'addition de bactéries et de nutriments spécifiques.
- Les bactéries et nutriments sont ajoutés toutes les 3 semaines, et les eaux sont circulées par pompage à de très faibles débits.
- Un suivi microbiologie régulier est réalisé afin d'évaluer et optimiser le processus de biodépollution.



RENDMENT DE BIODEPOLLUTION

- L'objectif de dépollution à atteindre a été fixé à < 10'000 µg de MTBE / litre.
- Après 4 mois semaines de traitement les concentrations résiduelles en MTBE étaient comprises entre 1'000 et 2'000 µg de MTBE / litre.
- Rendement d'abattement du MTBE en 4 mois : > 99,6%



AVANTAGES DU PROCÉDE BIOLOGIQUE DE MADEP

- Simple à mettre en œuvre.
- Efficace et permettant de traiter des concentrations élevées en MTBE.
- Procédé pouvant être adapté pour traiter directement in situ aussi les eaux de nappe avec des rendements finaux d'abattement de < 1 µg de MTBE résiduel / litre.
- Coûts de dépollution très avantageux et largement inférieurs par rapport aux coûts des techniques d'élimination et de traitement conventionnels.