

Travaux

n° 815

• **Saint-Martin-Le-Beau. Exemple de réhabilitation de décharge avec mise en valeur environnementale**

• **Restauration de la bale de Mémard et protection et végétalisation des berges de Charmy**

TOARC 8.2 de l'A89 : un maillon sensible d'une autoroute verte

• **Chantier A1. Le silence est dehors...**

• **Station d'épuration de Chantilly-Gouvieux**

• **Station d'épuration. SIVOM du canton d'Honfleur**

• **Guéthary : la première station d'épuration européenne "zéro virus"**

• **Le viaduc sur la Sioule**

• **Recyclage *In situ* des chaussées**

• **La protection des aqueducs romains**

• **Les bassins filtrants de l'usine des eaux de Caluire**

• **Approvisionnement du Havre Port 2000. Exploitation et réhabilitation d'une carrière à Trouville-la-Heule**

Environnement

Travaux

numéro 815

janvier 2005

Environnement



Notre couverture

Mur antibruit
sur l'autoroute A1

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Roland Girardot

RÉDACTION

Roland Girardot et André Colson
3, rue de Berri - 75008 Paris
Tél. : (33) 01 44 13 31 83
colsona@fnfp.fr

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION

Françoise Godart
Tél. : (33) 02 41 18 11 41
Fax : (33) 02 41 18 11 51
francoise.godart@wanadoo.fr

VENTES ET ABONNEMENTS

Agnès Petolon
10, rue Clément Marot - 75008 Paris
Tél. : (33) 01 40 73 80 05
revuetravaux@wanadoo.fr

France (11 numéros) : 180 € TTC
Etranger (11 numéros) : 225 €
Etudiants (11 numéros) : 75 €
Prix du numéro : 25 € (+ frais de port)

MAQUETTE

T2B & H
8/10, rue Saint-Bernard - 75011 Paris
Tél. : (33) 01 44 64 84 20

PUBLICITÉ

Régie Publicité Industrielle
Martin Fabre
61, bd de Picpus - 75012 Paris
Tél. : (33) 01 44 74 86 36

Imprimerie Chirat
Saint-Just la Pendue (Loire)

La revue Travaux s'attache, pour l'information de ses lecteurs, à permettre l'expression de toutes les opinions scientifiques et techniques. Mais les articles sont publiés sous la responsabilité de leurs auteurs. L'éditeur se réserve le droit de refuser toute insertion, jugée contraire aux intérêts de la publication.

Tous droits de reproduction, adaptation, totale ou partielle, France et étranger, sous quelque forme que ce soit, sont expressément réservés (copyright by Travaux). Ouvrage protégé; photocopie interdite, même partielle (loi du 11 mars 1957), qui constituerait contrefaçon (Code pénal, article 425).

Editions Science et Industrie S.A.

3, rue de Berri - 75008 Paris
Commission paritaire n° 0106 T 80259



éditorial

Daniel Tardy

1

actualités

6

techniques et matériaux

13

matériels

14

PRÉFACE

Germain-Arthur Charier

17

◆ Saint-Martin-Le-Beau (Indre-et-Loire). Exemple de réhabilitation de décharge avec mise en valeur environnementale

- *Saint-Martin-Le-Beau (Indre-et-Loire region). Example of reclamation of a rubbish tip with environmental improvement*

S. Gerbert, L. Lavene

18

◆ Des techniques environnementales qui font leur preuve. Restauration de la baie de Mémard (lac du Bourget) et protection et végétalisation des berges de Charmy

- *Environmental engineering techniques prove their worth. Restoration of Mémard Bay in Savoy and protection and revegetation of the banks at Charmy*

K. Aubry

22

◆ TOARC 8.2 de l'A89 : un maillon sensible d'une autoroute verte

- *Project phase 8.2 of the A89 : a sensitive link for a green motorway*

Th. Gomes, G. Scotet

27

◆ Chantier A1. Le silence est dehors...

- *A1 project. Silence outside...*

D. Marchandon

33

◆ La station d'épuration de Chantilly-Gouvieux

- *The Chantilly-Gouvieux sewage treatment plant*

S. Le Sant

37

◆ Station d'épuration. SIVOM du canton d'Honfleur

- *Treatment plant. "SIVOM" local authority joint board in the Honfleur area*

S. Le Sant

41

Sommaire

janvier 2005

Environnement

Dans les prochains numéros

Viaduc de Millau

International

Travaux

souterrains

Routes

Sols

et fondations

Terrassements

Recherche

et innovation

Ponts



◆ Guéthary : la première station d'épuration européenne "zéro virus"
- *Guéthary : the first European "zero virus" treatment plant*

A. Rousse, J. Debuire

53



◆ Le viaduc sur la Sioule sur la rivière des hauteurs boisées
- *The viaduct over the Sioule River among wooded heights*

Fr. Batifoulier, J.-M. Benazech

59



◆ Le recyclage in situ des chaussées. Un chantier à Saint-Amand Montrond dans le Cher
- *In-situ recycling of pavements. A project at Saint-Amand Montrond in the Cher region*

J.-M. Delattre, Th. Lefebvre, Ph. Renoir

62



◆ Une histoire de l'eau à Lyon.
La protection des aqueducs romains. Les bassins filtrants de l'usine des eaux de Caluire
- *A history of water in Lyons. Protection of the Roman aqueducts. The filtration tanks of the Caluire water plant*

J. Burdy, J. Hugron

66



◆ Approvisionnement du Havre Port 2000. Exploitation et réhabilitation d'une carrière à Trouville-la-Heule au cœur d'une zone Natura 2000
- *Procurements for Le Havre Port 2000. Exploitation and reclamation of a quarry at Trouville-la-Heule in the heart of a Natura 2000 area*

Ch. Buhot, M. Kowalski, N. Durupt

69

sécurité

73

répertoire des fournisseurs

78

ABONNEMENT TRAVAUX

Encart après p. 48

INDEX DES ANNONCEURS

ALKOR DRAKA2È DE COUVERTURE	ICE2
CIMBÉTON4È DE COUVERTURE	MACCAFERRI4
CNETP16	SADE2
COLBOND GEOSYNTHETICS.....16	

La FNTP et son environnement

"La gueule de bois"

Amendes, incompréhensions, désaccords sur les nomenclatures, en matière de déchets de chantier la France apparaît parfois avec la "gueule de bois" face à l'Europe : elle digère mal ses déchets du BTP. Nous avons beaucoup à travailler pour nous faire entendre, faire comprendre nos enjeux, mais aussi faire évoluer nos pratiques pour tenir la route au niveau de l'Europe.

Nos collègues européens avancent. Sans volonté commune, sans présentation argumentée et cohérente de notre vision du problème, nous subissons les taxes, les nouvelles réglementations, les installations autorisées et classées et des contraintes arbitraires. Ajoutons à ce cocktail un manque d'implication de nos clients, et nos projets seront pliés avant de naître.

En parallèle, les associations, les riverains s'informent et se forment, nous devançant, exigent d'être respectés, sinon bloquent les projets et se sentent confortés dans leur perception souvent peu flatteuse de nos pratiques ou méthodes. Manque de clarté, manque de professionnalisme, manque de vision à long terme et de communication : une image des TP à ne pas cultiver davantage, des reproches à ne pas laisser diffuser sans agir.

Des déblais sans analyse, sans traçabilité, des décharges en zones inondables, des remblais dépassant les normes autorisées, l'application du principe du "pas vu, pas pris", des remblais oubliés... continuons à gérer nos chantiers de la sorte et nous participerons au blocage de notre développement économique.

Le FNTP doit se mobiliser, doit communiquer et associer clients, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises, sous-traitants pour que tous prennent conscience de l'enjeu environnemental.

"L'environnement : nouvel enjeu économique ?"

Le Manifeste des travaux publics, lancé par le président Tardy, met en valeur la réflexion et la capacité de notre profession à évoluer et à être force de proposition. La prise en compte des enjeux environnementaux liés au terrain, aux chantiers participera à la reconnaissance et à la valorisation de nos savoir-faire, de nos compétences et de la qualité de nos prestations.

Pour nos collaborateurs, l'approche environnementale est source de motivation et d'évolution. Pour de futurs collaborateurs et les jeunes en particulier, c'est une valeur ajoutée certaine. À nous de faire savoir, de montrer l'exemple, de former, d'informer, de proposer des solutions, d'apporter plus de conseil, pour permettre la croissance durable de nos entreprises. Une meilleure connaissance et prise en compte des enjeux de territoire et de développement durable qui préoccupent aujourd'hui nos interlocuteurs (élus, associations, riverains...) sont

indispensables à la poursuite de nos activités, dans des conditions tenables et comprises par tous. Expliquons donc, travaillons dans la durée, réfléchissons au cycle de vie et au tri de nos produits, à notre responsabilité et à celles de nos collaborateurs, respectons notre environnement : bref, mouillons notre chemise maintenant pour ne pas y laisser notre peau demain !



■ **GERMAIN-ARTHUR CHARIER**

**Commission
Environnement
et Patrimoine
de la FNTP***

* Président du groupe de projet "Excédents déchets de chantier".

Saint-Martin-Le-Beau (Indre-et-Loire) Exemple de réhabilitation de en valeur environnementale

La commune de Saint-Martin-Le-Beau (37) possédait une décharge autorisée de 22000 m² dans une zone de cultures maraîchères. Les impacts de ce site étaient avant tout hydrogéologiques et paysagers.

La réhabilitation du site a été décidée en 2002 par la mairie, en application des recommandations du ministère de l'Environnement.

La mairie a confié à Girus la mission de maîtrise d'œuvre pour cette opération de réhabilitation.

La solution retenue a été la suivante :

- ◆ remodelage des déchets en place en vue d'optimiser le profil désiré;
- ◆ confinement de la zone dite "maraîchère" au sud du site par la réalisation d'une paroi verticale imperméable, au coulis à base de bentonite;
- ◆ couverture imperméable avec un profil à pentes faibles, par mise en place d'une couche d'argile de perméabilité inférieure à 3×10^{-10} m/s;
- ◆ réalisation d'ouvrages de gestion des eaux superficielles et de gestion du biogaz;
- ◆ intégration paysagère par la mise en place d'une couche de terre végétale ensemencée;
- ◆ suivi environnemental des eaux superficielles et souterraines ainsi que des lixiviats.

Le marché de travaux d'entreprise générale a été attribué à Solétanche Bachy France.



Photo 1
Aspect initial du site
Initial appearance of the site



Photo 2
Remodelage des déchets
Remodelling the wastes

INTRODUCTION

Située dans une ancienne carrière, la partie nord de la décharge était utilisée pour les ordures ménagères de la commune tandis que la partie sud recevait les rebuts des cultures des maraîchers. La décharge a été exploitée jusqu'en 1983 pour les ordures ménagères et jusqu'en 1992 pour les déchets végétaux.

Les impacts de cette décharge étaient avant tout paysagers et hydrogéologiques, notamment sur sa partie sud présentant des teneurs en ammonium importantes.

Conformément à la politique des déchets du ministère de l'Environnement concernant la réhabilitation des anciennes décharges en France dont le nombre est estimé à plus de 5000, les autorités

responsables ont souhaité engager des études dès 1998.

Durant l'année 2002, la mairie a donc décidé de confier au bureau d'études Girus une mission de maîtrise d'œuvre pour la réhabilitation du site avec les aides financières de l'Ademe, de l'Agence de l'Eau et du Conseil général d'Indre-et-Loire.

Après plusieurs réunions techniques, une solution a été adoptée par l'ensemble des administrations concernées et a pu faire l'objet d'un dossier de consultation des entreprises.

LA MISE EN ŒUVRE (photos 1 et 2)

Solétanche Bachy France a confié les terrassements à l'entreprise Garcia Frères. Les travaux dans les déchets se sont révélés délicats compte tenu de leur grande hétérogénéité. Cependant, grâce à la présence d'une importante quantité de matériaux inertes, il a été possible de remodeler le relief de la décharge.

Cette phase initiale de la réhabilitation, importante pour la réussite finale, permet de conférer au site un aspect paysager comparable à celui d'un terrain de golf.

Un soin tout particulier a été apporté à la sécurité des conditions de travail des conducteurs d'engins. Des consignes particulières leur ont été données quant à la marche à suivre en cas de découverte d'un déchet à risque.

Réalisation de la paroi étanche

(photos 3 et 4)

Le confinement de la zone polluée au sud du site est assuré par la réalisation d'une paroi périmétrale imperméable au coulis.

La paroi verticale est excavée au moyen d'une pelle hydraulique équipée d'un bras long pouvant atteindre une profondeur de 10 m. L'excavation se fait sous un coulis de bentonite-ciment qui assure la stabilité des parois verticales de la tranchée. Ce coulis est laissé en place une fois l'excavation terminée, et il durcit pour constituer l'écran imperméable définitif.

Le coulis est préparé sur place au moyen d'une centrale de fabrication avec malaxeur haute turbulence. Composé de ciment de laitier, de bentonite et d'adjuvant, le produit est envoyé par l'intermédiaire de pompes et de conduites rigides dans la tranchée en cours d'excavation. Ce matériau autodurcissable constituant l'écran de 0,60 m d'épais-

décharge avec mise

Stéphane Gerbert



INGÉNIEUR
MAÎTRISE D'ŒUVRE
Girus

Laurent Lavene



INGÉNIEUR -
CHARGÉ D'AFFAIRES
Solétanche Bachy France



Photo 3
Centrale de coulis
Grouting plant

seur est souple mais résistant (résistance à la compression de 0,7 MPa) et imperméable ($5 \text{ à } 10 \times 10^{-10} \text{ m/s}$).

Des prélèvements de coulis pour les contrôles sont effectués à la centrale de fabrication mais aussi *in situ* dans la paroi avant durcissement. Cette opération s'effectue à l'aide d'un échantillonneur permettant des prélèvements aux profondeurs choisies. L'enceinte imperméable ainsi constituée, d'une longueur totale de 300 m et d'une profondeur moyenne de 6 m, est ancrée dans les horizons géologiques imperméables représentés par les argiles vertes. La paroi a été réalisée en 3 semaines, à l'aide d'un atelier.

Couverture argileuse (photo 5)

La couverture permettant d'imperméabiliser le massif de déchets a été réalisée en argile sélectionnée (perméabilité de l'ordre de $1 \times 10^{-10} \text{ m/s}$). La couche d'argile mise en place, d'une épaisseur d'au moins 45 cm, uniforme et compactée représente un volume d'environ $7\,500 \text{ m}^3$.

On rappelle que le règlement pour les barrières pas-



Photo 4
Réalisation de la paroi
Construction of the wall



Photo 5
Mise en place de la couverture argileuse
Putting in place the clayey covering

sives des nouveaux centres de stockage de déchets ultimes impose des performances du même ordre. L'Arrêté du 9 septembre 1997 exige en effet (art. 11) une perméabilité de $1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ sur un mètre.

Le gradient hydraulique sur les dômes du site restera également faible, du fait des pentes importantes et des distances aux fossés relativement courtes.

La mise en œuvre de la couche d'argile a été faite en procédant du bas vers le haut du chantier et avec un lissage de la surface au fur et à mesure de manière que l'eau de surface ruisselle et ne stagne pas.

On a dû tenir compte des conditions météorologiques pour respecter la teneur en eau optimale

Photo 6
Piste périphérique -
Fossé de récupération -
Couverture en terre
végétale
Peripheral track -
Reclaiming pit -
Coverage with top soil



Figure 2
Coupe - Diagramme 3D
Cross section -
3D diagram



pour le compactage, ce qui a nécessité des arrêts pendant les périodes pluvieuses.

Gestion des eaux superficielles et du biogaz (photo 6)

Compte tenu de l'épaisseur de la couche de terre végétale et de sa composition, des coefficients de ruissellements importants ont été pris pour le calcul hydraulique de gestion des eaux de surface. Le dimensionnement des fossés de récolte (ouverture de 40 cm par profondeur de 40 cm) a été fait en tenant compte des pentes faibles (de l'ordre de 2 %) liées au terrain naturel.

Une vingtaine de puits de dégazage a été réalisée à la pelle mécanique; ils serviront de drains et permettront d'éventuels dégagements de biogaz (mélange de méthane, d'oxydes de carbone et de quelques autres gaz) produit par la décomposition anaérobie des déchets. Une étude préalable a écarté la possibilité d'une valorisation de ces gaz (production de chauffage ou d'électricité, etc.).

Terre végétale enssemencée et réalisation d'une piste périphérique

La terre végétale fournie par la maîtrise d'ouvrage, a permis, compte tenu de sa composition sablonneuse, de résister aux intempéries.

Une couche de 25 cm de terre végétale a été mise en œuvre pour servir de nourriture aux ensemencements composés de mélange de graines multiples avec des espèces locales. Ces semences ont été

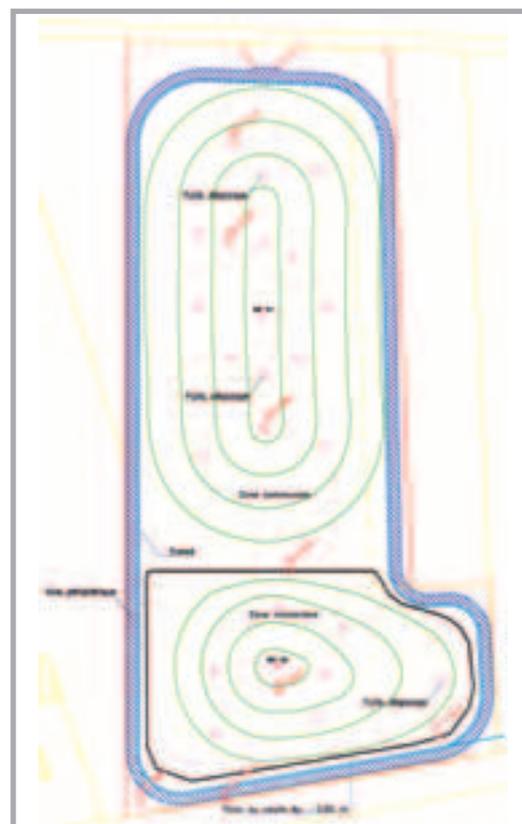


Figure 1
Vue en plan de la décharge réhabilitée
Plan view of the reclaimed rubbish tip

répandues par un engin à faible pression au sol, avec une densité supérieure à 180 kg/hectare. Une piste périphérique de 3 m de large, a été réalisée pour le passage des véhicules légers nécessaires à la surveillance et l'entretien du site.

Suivi environnemental

Une campagne de suivi environnemental d'une durée d'un an fait également partie de ce marché. Son intérêt est de montrer, par l'analyse des lixiviats, des eaux superficielles et des eaux souterraines, que l'objectif initial de réduction des pollutions a été atteint. Le maître de l'ouvrage réalisera par la suite un suivi annuel du site, conformément aux spécifications de l'inspecteur des installations classées pour la protection de l'environnement (figures 1 et 2 et photo 7).

CONCLUSION

Solétanche Bachy France a déployé dans cette opération différentes composantes de sa gamme de compétences :

- ◆ une coopération constructive avec la mairie de Saint-Martin-Le-Beau, le maître d'œuvre Girus et l'entreprise de terrassement locale, pour définir une solution techniquement et économiquement rationnelle, assise sur ses capacités en matière de protection de l'environnement;
- ◆ satisfaire son client en prenant en charge la totalité de l'opération, dans le cadre d'un marché d'entreprise générale;



Photo 7
Aspect final du site
Final appearance of the site

◆ réaliser par elle-même dans ce marché d'entreprise générale la partie délicate constituée par l'écran étanche en paroi au coulis de bentonite-ciment.

Aujourd'hui, l'aspect du site, en forme de dômes recouverts de végétation, est devenu très agréable, à la plus grande satisfaction des riverains, qui redécouvrent le lieu. Les zones polluées sont confinées, pour leur sécurité sanitaire, ce qui est la conséquence invisible, mais sans doute la plus importante, des travaux réalisés.

La commune de Saint-Martin-Le-Beau a réalisé dans cette opération une illustration exemplaire de l'application des recommandations du ministère de l'Environnement pour la réhabilitation des décharges.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitre d'ouvrage

Commune de Saint-Martin-Le-Beau (représentée par Didier Avenet)

Partenaires

Ademe - Agence de l'Eau - Conseil général d'Indre-et-Loire - Etat (DGE)

Maitre d'oeuvre

Girus

Entreprise générale

Solétanche Bachy France

ABSTRACT

Saint-Martin-Le-Beau (Indre-et-Loire region). Example of reclamation of a rubbish tip with environmental improvement

S. Gerbert, L. Lavene

The Saint-Martin-Le-Beau district had an authorised 22,000 sq. m rubbish tip in a market gardening region. The main impacts of this facility were on hydrogeological features and the landscape. In 2002 the Town Council decided to perform site reclamation, applying the recommendations of the Ministry of the Environment.

The Town Council entrusted to Girus the project management assignment for this reclamation operation.

The solution adopted was as follows :

- remodelling of in-situ wastes in order to optimise the profile;
 - confinement of the so-called "market gardening" area to the south of the site by constructing an impervious vertical wall, with a bentonite base grout;
 - impervious covering with a slightly sloping gradient, by putting in place a layer of clay of permeability less than 3×10^{-10} m/s;
 - construction of surface water management and biogas management structures;
 - integration into the landscape by establishing a layer of seeded top soil;
 - environmental monitoring of surface and ground waters and leachates.
- The works contract for prime contracting was awarded to Solétanche Bachy France.

mendaciones del ministerio de Medio Ambiente.

La alcaldía ha encargado a Girus la misión de responsable del proyecto para esta operación de rehabilitación.

La solución adoptada ha sido la siguiente :

- remodelación de los residuos in situ con objeto de optimizar el perfil deseado;
- confinamiento de la zona denominada "de huerta" por el sur del emplazamiento mediante la ejecución de una pared vertical impermeable, con lechada a base de bentonita;
- cobertura impermeable con un perfil de pendientes reducidas, por implantación de una capa arcillosa de permeabilidad inferior a 3×10^{-10} m/s;
- realización de estructuras de gestión de las aguas superficiales y de gestión del biogás;
- integración paisajística mediante una capa de tierra vegetal sembrada;
- seguimiento medioambiental de las aguas superficiales y subterráneas así como de los lixiviados.

El contrato de obras de empresa general fue atribuido a Solétanche Bachy France.

RESUMEN ESPAÑOL

Saint-Martin-Le-Beau (departamento de Indre-et-Loire). Ejemplo de rehabilitación de un vertedero con valorización medioambiental

S. Gerbert y L. Lavene

El municipio de Saint-Martin-Le-Beau (37) ya poseía un vertedero autorizado de 22 000 m² situado en una zona de cultivo de hortalizas. Los impactos de este emplazamiento eran principalmente hidrogeológicos y paisajísticos. La rehabilitación del emplazamiento fue decidida en 2002 por parte del ayuntamiento, en aplicación de las reco-

Des techniques environnementales qui

Répondre à des contraintes techniques et résister aux sollicitations dues au site par des solutions environnementales est l'objectif des deux chantiers présentés dans cet article.

La protection des berges du vieux Rhône à Charmy a consisté à réaliser un revêtement de berges souple et monolithique, à emprise limitée avec risberme végétalisée. La mise en œuvre de matelas de gabions végétalisés a répondu à toutes les exigences de la maîtrise d'ouvrage que ce soit d'un point de vue technique, économique ou environnemental.

La revitalisation de la baie de Mémard nécessitait la réalisation de plusieurs écrans pour briser la lame de fond. La mise en œuvre d'un récif en gabions pour dissiper l'énergie de la vague a permis la mise en place de fascines afin de créer une zone de plantations de roseaux.

La restauration de la baie de Mémard en Savoie (lac du Bourget)

■ CONTEXTE

Dans un contexte où il est nécessaire de concilier urbanisation et respect de l'environnement, des schémas de cohérence territoriale se mettent en place. Ces schémas ont pour objectifs d'associer les besoins d'extension des zones urbanisées et les besoins liés à la nature (expansion de crues, préservation de la biodiversité...). C'est dans ce cadre et à travers le contrat de bassin versant du lac du Bourget que le Conservatoire patrimoine naturel de la Savoie a lancé des opérations pour revitaliser la roselière de la baie de Mémard du lac du Bourget (73).

Les variations de niveau d'eau, les phénomènes d'érosion et en particulier la houle ont eu pour conséquence de faire régresser la roselière (perte de 55 % de sa surface depuis 1950) et de favoriser la sédimentation transformant la roselière en marécage puis terre ferme.

Après avoir réalisé des travaux sur le littoral sud, le contrat prévoyait la restauration de la baie de Mémard en 2003, 2004. Cette restauration permettra d'améliorer et de reconstituer des habitats (milieu calme et protégé) pour la faune (sédentaire et de passage).

■ LE CHANTIER

Dans la partie sud de la baie, un décapage d'environ 8400 m³ sur une épaisseur d'environ 1 m a été réalisé pour aller à l'encontre de l'abaissement du niveau du lac et pour enlever les accumulations de matière organique. Des clairières ont été creusées pour créer des zones sans roselière qui seront des lieux de repos pour la faune.

Ces matériaux enlevés ont été valorisés, d'une part dans leur utilisation pour le ré-engraissement de zone où des roseaux et des scirpes seront plantés, et d'autre part dans leur utilisation pour des projets paysagers à venir (ces matériaux sont stockés pour le moment).

Compte tenu de l'intensité de la houle, une protection en gabions a été réalisée au nord de la roselière. Sous forme de récifs, ces gabions seront affleurant durant les niveaux bas de l'hiver (photo 1).

Une zone de préfabrication a été réalisée sur les bords du lac. Les gabions ont été pré-assemblés à terre avec la mise en œuvre de nombreux tirants pour éviter des déformations de la structure souple lors de sa manutention. Ces éléments sont ensuite remplis de pierres et stockés. Un godet a été spécifiquement adapté pour faciliter leur mise en œuvre en eau sans les déformer.

Placés ensuite sur une barge, ils sont amenés sur site. Une pelle permet leur manutention et les dispose sous l'eau. Des pieux en bois sont ensuite plantés en quinconce pour les maintenir et une protection contre l'affouillement en enrochement est mise en œuvre côté lac (photo 2).

Atténuant ainsi l'effet des vagues de fond, un engraissement, maintenu par des fascines, a eu lieu à l'arrière des récifs en gabions. Ce dispositif est complété des bionattes en fibres de coco dans lesquelles seront plantés des roseaux et des scirpes. Ces fascines sont conçues pour être rechargées en fonction de leur vieillissement dans le cadre d'un programme d'entretien (photo 3).

La tranquillité du site vis-à-vis du nautisme a été renforcée par un renouvellement du piquetage de protection extérieure à la zone de biotope (photo 4).

Photo 1
Stockage et préparation
des gabions à terre
*Storing and preparing
the gabions on land*





font leur preuve

■ CONCLUSION

La réalisation d'une protection anti-houle par mise en œuvre de récifs en gabions a été réalisée grâce à la préfabrication des éléments : l'intervention sur le site a donc été réduite. La souplesse qui caractérise les gabions et leur composition constituée de galets roulés sont un atout essentiel pour casser les vagues de fond.

La solution de récifs en gabions est une solution efficace, pérenne qui ne provoque aucune perturbation tant paysagère qu'environnementale.

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- 110 m³ de gabions
- 170 tonnes d'enrochement
- 100 ml de fascines immergées

Photo 4

Vue d'ensemble des fascines à l'arrière des récifs en gabions

General view of the fascines at the rear of the gabion reefs



LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

La baie de Mémard

Maître d'ouvrage

Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie

Bureau d'études

Ecotec

Entreprises

- Entreprise Bovet
- Entreprise Perrin

Fournisseurs

France Maccaferri



Photo 2

Récifs en gabions maintenus par des pieux en bois

Gabion reefs held in position by wooden piles



Photo 3

Engraissement à l'arrière des fascines

Growth at the rear of the fascines

Protection et végétalisation des berges de Charmy (69)

■ CONTEXTE (photo 5)

Une étude d'aménagement du Rhône dans le secteur de Rillieux-la-Pape a mis en évidence de fortes érosions dans la branche dite du "Vieux Rhône". En effet, à la suite de dépôts de bancs de galets, de graviers et de sables en 2003, le chenal principal d'écoulement, en régime de débit réservé, s'est légèrement modifié entraînant de fortes érosions de pied de berges déstabilisant les protections en enrochement existantes.

Dans le cadre du marché à bon de commande de la Communauté urbaine du Grand Lyon – Division hydraulique –, il a été décidé de réaliser une pro-

tection des berges dans le secteur sensible des champs captants à Charmy.

Plusieurs solutions ont été envisagées. La première consistait à battre des palplanches et à mettre en œuvre des enrochements. Cette solution avait pour avantage de limiter l'emprise, mais avait pour inconvénient d'augmenter les vitesses et de créer un effet de billard sur la berge opposée. De plus, elle créait un impact important sur le milieu (pas de végétalisation possible, volume important d'enrochements).

La deuxième solution consistait à réaliser des caissons végétalisés avec pour avantage d'avoir une emprise limitée (raidissement de talus) mais pour inconvénient de nécessiter une surveillance et un entretien.

La troisième solution était la mise en place de gabions végétalisés afin de limiter l'effet de billard, de réduire les vitesses et de créer un ouvrage souple capable d'être végétalisé. L'inconvénient de cette solution était la nécessité de terrasser. Finalement c'est cette dernière solution qui a été retenue pour des questions environnementales (végétalisation) et économiques (solution la moins chère) (figure 1).

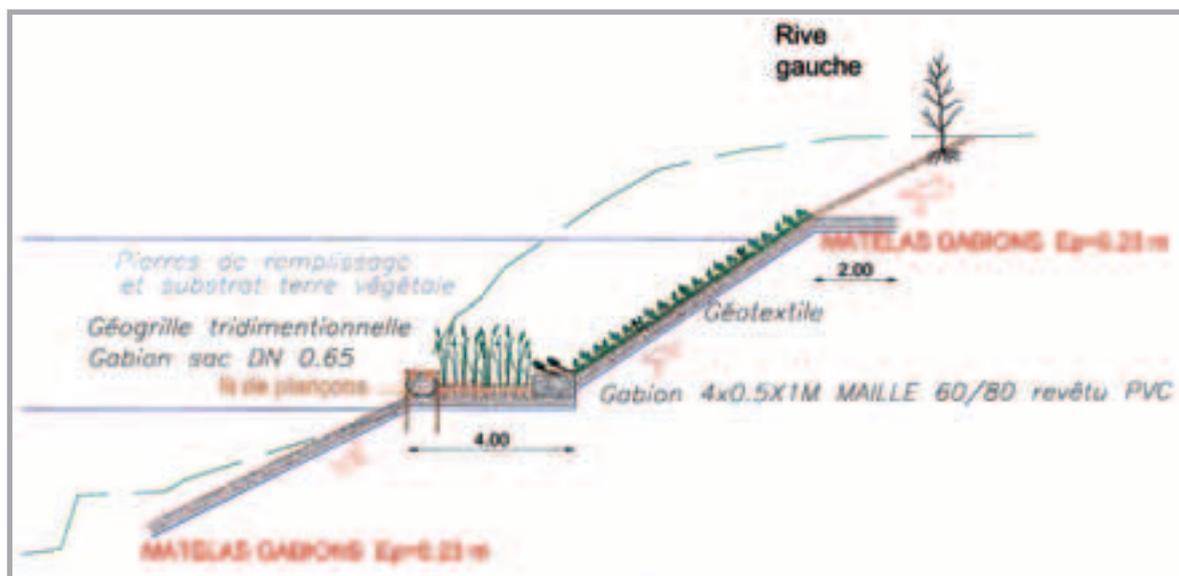
■ LE CHANTIER

La protection de berge des champs captants est réalisée par la mise en place de matelas de gabions fondés dans le lit mineur épousant la forme des berges. Une risberme placée légèrement

Photo 5
Berges
avant travaux
Banks
before the works



Figure 1
Coupe type.
Détail des techniques
mises en œuvre
Typical cross section.
Detail of techniques
employed



au-dessus du niveau d'eau moyen vient compléter cette protection afin de créer une zone végétalisée caractéristique des bords de cours d'eau. La protection se continue par la mise en œuvre de matelas de gabions sur la berge inclinée à 3/2 afin de limiter les volumes de terrassements et de faciliter la plantation des végétaux (photos 6 et 7). La berge érodée est profilée et purgée des éventuelles souches et enrochements. Un atelier de pré-fabrication est réalisé afin de préparer les matelas de gabions. Ces matelas sont équipés de suspentes de levage afin de permettre leur manutention. Des géotextiles filtrants et anti-poinçonnants sont placés en fond de matelas avant remplissage avec des galets. Un fois pleins, les matelas sont stockés.

Un palonnier équipé de 21 points de levage est utilisé pour manutentionner les matelas de gabions. La mise en œuvre précise sous l'eau est rendue possible grâce à la présence de plongeurs qui guident la pelle et le personnel à terre. Afin de pouvoir solidariser l'ensemble et d'obtenir un revêtement monolithique, les matelas, une fois mis en place, sont agrafés les uns aux autres. Un ancrage est réalisé en tête par retour horizontal des matelas. Une fois la risberme terminée, des gabions de 0,5 cm de haut sont mis en œuvre. La partie supérieure s'appuie sur ces éléments. Des pieux de "bois vivants" sont plantés en quinconce tout le long de la risberme. Un mélange terre/pierres (30/70) est mis en place entre les pieux et les gabions afin de créer une zone végétalisée. Des plançons sont placés horizontalement, les racines insérées dans ce mélange. Des gabions sacs doublés de bionattes en fibres de coco sont alors placés entre ces pieux et sur les boutures. Ils sont à leur tour remplis par le mélange terre/pierres et un lit de plançons vertical est placé à l'arrière des gabions sacs. La terre végétale est régalée sur la partie haute de la berge avant hydro-ensemencement (photo 8).



Photo 6
Préparation à terre des matelas Reno
Preparing Reno mattresses on land



Photo 7
Mise en eau des matelas de gabions par palonnier
Placing gabion mattresses in the water by lifting beam



Photo 8
Vue d'ensemble de la berge après travaux
General view of the bank after the works

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Les berges de Charmy

Maitre d'ouvrage

Communauté urbaine du Grand Lyon

Entreprises

Maia Sonnier

Sous-traitants

FCF

Fournisseurs

France Maccaferri (ex France gabion)

CONCLUSION

La solution de revêtement en matelas de gabions végétalisés répond aux exigences du site, aux contraintes environnementales et aux exigences technico-économiques :

- ◆ intervention rapide grâce à la préfabrication ;
- ◆ souplesse et monolithisme de l'ensemble pour protéger la berge des affouillements ;
- ◆ emprise limitée et volume d'apport réduit au minimum ;
- ◆ limitation de l'effet de billard et réduction des vitesses ;
- ◆ végétalisation étagée avec risberme (barrière végétale qui retient les débris et éloigne toute personne souhaitant aller sur la berge).

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- 2000 m² de matelas Reno
- 50 m³ de gabions
- 100 ml de gabions sacs végétalisés

ABSTRACT

Environmental engineering techniques prove their worth. Restoration of Mémard Bay in Savoy and protection and revegetation of the banks at Charmy (69)

K. Aubry

The objective of the two projects described in this article is to meet technical constraints and resist site-induced loading by environmental engineering solutions.

Protection of the banks of the old Rhone River at Charmy involved implementing a flexible, monolithic bank lining, on limited land requirements with a vegetated berm. The laying of mattresses of vegetated gabions met all the contracting authority's requirements, whether it be from a technical, economic or environmental viewpoint.

To revitalise Mémard Bay, several screens had to be constructed to break the ground swell. The implementation of a reef of gabions to dissipate the energy of the wave enabled fascines to be installed so as to create a reed plantation area.

RESUMEN ESPAÑOL

Diversas técnicas medioambientales que han demostrado ser eficaces. Restauración de la bahía de Mémard en Saboya, protección y vegetalización de las riberas de Charmy (69)

K. Aubry

Responder a los imperativos técnicos y resistir a las solicitudes derivadas del emplazamiento mediante diversas soluciones medioambientales constituye el objetivo de las dos obras presentadas en este artículo.

La protección de las riberas del antiguo Ródano en Charmy ha consistido en la ejecución de un revestimiento de riberas flexible y monolítico, con una superficie limitada mediante berma vegetalizada. La implementación de revestimientos de gabiones vegetalizados ha correspondido a todos los requerimientos de la empresa contratante ya se trate de un punto de vista técnico, económico o medioambiental.

La revitalización de la bahía de Mémard precisaba la ejecución de diversas pantallas para romper el mar de fondo. La implementación de un arrecife de gabiones para disipar la energía del oleaje ha permitido la implantación de fajinas con objeto de crear un área de plantaciones de caña.

TOARC 8.2 de l'A89 : un maillon sensible d'une autoroute verte

Thierry Gomes

DIRECTEUR DE TRAVAUX
Deschiron



Gwénaél Scotet

RESPONSABLE
DE L'ENVIRONNEMENT
Deschiron



Autoroute de désenclavement, l'A89 commencera à répondre vraiment à cette vocation avec l'ouverture, début 2006, de la section raccordant l'A71 (et l'A72) à celle déjà en service entre les diffuseurs de Saint-Julien-Puy-Lavèze – Sancy et de Saint-Germain-les-Vergnes, à quelques kilomètres de Brive. Partie Est de ce tronçon, le Toarc 8.2 que réalise un groupement conduit par Deschiron (Sogea) traverse sur les trois quarts de son tracé le Parc naturel régional des volcans d'Auvergne – un pays d'eaux à l'environnement préservé mais éminemment sensible.

En 2006, parcourant la section de l'A89 qui les conduira du viaduc de la Sioule à l'échangeur avec l'A71, 25 km plus à l'Est, les automobilistes pourront admirer l'un des plus beaux points de vue qui soient sur le puy de Dôme. Puis ils aborderont une plongée continue de 15 km et le paysage se métamorphosera sous leurs yeux, le bocage des plateaux cristallins des Combrailles laissant place à la plaine à blé de la Limagne. A la mi-mai 2004, moins de huit mois avant sa livraison, la section du TOARC 8.2¹ est livrée aux terrassiers, aux "génie civilistes" et aux assainisseurs – "soit 500 hommes et un parc de 202 machines pour un chantier de 10 millions de mètres cubes qui a démarré au début 2003", résume Thierry Gomes, de Deschiron (Sogea Construction), le directeur du chantier.

■ UN SCÉNARIO MAIS DE L'IMPRÉVU

Soucieux de préciser le profil d'un métier qui ne se résume pas à "mettre des bosses dans des trous", ce dernier insiste sans détours sur sa spécificité, son caractère technique, complexe et exigeant en terme de management. Puis désignant au mur de son bureau un impressionnant tableau synoptique des opérations, il commente : "En phase de préparation, ce type de scénario représente deux mois de travail d'un ingénieur méthodes. Mais en terrassement, à cause des intempéries et de toutes sortes d'aléas, il est rare que les choses se passent comme prévu. Au fur et à mesure du chantier, il faut donc réorganiser des opérations dont la combinaison dans l'espace et le temps est extrêmement complexe à maîtriser, sans parler des répercussions financières... En plus, reprend-il, nous avons aujourd'hui à gérer des contraintes environnementales très fortes. C'est pourquoi, pour la deuxième fois sur un chantier de grands travaux, nous faisons appel à un ingénieur environnement. Celui-ci est à la fois notre garde-fou et l'interlocu-



teur détaché des contraintes de production dont ont besoin nos différents partenaires : maître d'œuvre, maître d'ouvrage et, pour ce chantier, groupe technique "loi sur l'eau"²."

1. TOARC : terrassements, ouvrages d'art et rétablissements de circulation. A l'ouest du viaduc de la Sioule, également en chantier, se déroulent aussi les terrassements de la section 8.1, qui se raccorde à l'A89 à la hauteur de Saint-Julien Puy-Lavèze. Au total, c'est un tronçon de 52 km qui sera ouvert à la circulation au début 2006.

2. Le groupe technique "loi sur l'eau" est composé des représentants de la Mission interservice eau (Mise), de la Direction départementale de l'agriculture et de la forêt (DDAF), de la Direction régionale de l'environnement, de la DDASS, du Conservatoire des espaces et paysages d'Auvergne (Cepa), du Conseil supérieur de la pêche, d'un hydrogéologue agréé par le préfet et du Laboratoire régional des ponts et chaussées.

Sur les derniers 1500 m du tracé avant la jonction avec l'A71, les plus importants déblais (près de 2,5 millions de mètres cubes) ont été exécutés dans les marnes de la butte Barbet

Over the last 1500 metres of route before the junction with the A71, the largest excavations (around 2.5 million cubic metres) were performed in the marls of Barbet hillock

Au kilomètre 343, le passage voûté qu'empruntera la RD 138 est en place, et les travaux de remblai battent leur plein

At kilometre 343, the arched crossing that will be taken by county road RD 138 is in place, and backfill works are in full swing



Zone humide très sensible près de l'étang de Lachamp (ZNIEFF), aux espèces végétales et animales caractéristiques

Very sensitive humid area near Lachamp pond ("ZNIEFF" special nature reserve), with characteristic plant and animal species



sources, captages et "zones humides" sont situés à l'intérieur de son emprise ou à proximité immédiate ainsi que deux ZNIEFF et une zone Natura 2000.

■ AGIR AU MOMENT DÉCISIF

A l'occasion d'inspections et de réunions, Gwénaél Scotet rencontre régulièrement les responsables environnement du maître d'œuvre et du maître d'ouvrage et l'organisme de contrôle particulier que constitue le groupe technique de suivi "loi sur l'eau". Il concentre son action sur les zones qualifiées "sensibles" et "très sensibles", qui concernent près d'un tiers du tracé et représentent des enjeux environnementaux majeurs. Sur ces secteurs spécifiques, il intervient en amont des phases stratégiques en établissant avec l'encadrement de terrain les mesures de prévention les plus adaptées à la maîtrise des impacts environnementaux. En qualité de responsable environnement du chantier, il est également chargé de la mise en application des procédures liées à la politique environnementale de l'entreprise Deschiron (certifiée ISO 14001), notamment en matière de gestion des déchets et de prévention des risques, deux aspects qu'il s'est attaché à traiter sans jargon en rappelant les enjeux, les règles à respecter et les interdictions destinées à chacun dans le livret d'accueil du chantier. Ce document est remis en mains propres et commenté à chaque arrivée de nouveaux personnels. S'il est difficile d'être omniprésent sur un chantier de cette dimension, l'objectif raisonnable qu'il s'est fixé est d'"atteindre un niveau satisfaisant de maîtrise des interactions entre le chantier de construction et son environnement dans une dynamique permanente d'amélioration."

► ■ L'EAU, PARTOUT PRÉSENTE

Construit sur la même abscisse des points kilométriques que le planning de Thierry Gomes, le synoptique de référence de Gwénaél Scotet, l'ingénieur environnement du chantier, est extrait du plan de respect de l'environnement (PRE) de l'opération. En deux feuillets, il synthétise les données opérationnelles, mais développe d'autres rubriques : cours d'eau, étangs, eaux souterraines, zones écologiques, riverains, qui positionnent le chantier dans son environnement naturel et humain.

"Pour cette opération située dans une région souvent assimilée au château d'eau de la France et, pour les trois quarts, dans l'enceinte du Parc naturel régional des volcans d'Auvergne, l'eau est en effet la contrainte environnementale majeure, explique Gwénaél Scotet, et c'est d'autant plus vrai que le tracé de l'autoroute suit globalement une ligne de crête et qu'il surplombe l'ensemble des systèmes hydrologiques locaux."

Le chantier longe ainsi une partie du bassin versant des eaux de Volvic, franchit huit cours d'eau de première catégorie (dont deux à loutres), 35

■ LE "CAS D'ÉCOLE" DU RUISSEAU DE L'AMBÈNE

Phares allumés et à vitesse réduite, on emprunte la piste où manœuvrent prioritairement tombereaux, tracteurs, chargeurs, pelles, niveleuses, compacteurs, arroseuses, foreuses et camions routiers. Ici l'on met la dernière main aux talus qui seront bientôt ensemencés (par projection hydraulique), là une foreuse prépare un prochain atelier de minage, ailleurs on aménage les fossés de drainage des eaux de la plate-forme et l'on croise des équipes d'ouvragistes reconnaissables à leur casque. Enfin on arrive au point kilométrique 343 (défini par rapport à l'extrémité ouest de l'A89, à Libourne), l'une des zones les plus sensibles du tracé et quasiment un "cas d'école" : le ruisseau de l'Ambène, de grand intérêt piscicole et fréquenté par les loutres, dont les eaux s'écoulent vers le maar³ de Beaunit situé directement en aval. Les écoulements pro-

3. A côté des cônes de cendres et des dômes, les "maars" sont le troisième type de formation volcanique de la chaîne des puys. Ils sont le résultat d'éruptions dites phréatiques ou phréatomagmatiques, c'est-à-dire produites par la rencontre du magma avec des eaux de surface ou souterraines.

fonds de ce réservoir naturel d'origine volcanique, après une lente traversée, resurgissent enrichies en sels minéraux aux sources de Volvic. Dès le début des opérations, l'impératif absolu, ici, a été de préserver le cours d'eau de toute pollution en aménageant au fur et à mesure des travaux cordons et systèmes d'assainissement provisoires afin d'empêcher les ruissellements chargés en argiles fines d'atteindre le cours d'eau lors des périodes pluvieuses. Chaque soir, les 15 engins de terrassement migrent vers leurs lieux de stationnement situés à l'extérieur du site dans les déblais adjacents afin de prévenir tout risque lié à une fuite d'hydrocarbures.

■ LES PIQUETS FLUO DES GÉOMÈTRES

Long de plusieurs centaines de mètres, le vallon est en cours de remblaiement. La terre du remblai tremble sous la manœuvre des compacteurs. Du versant ouest dévalent les décapeuses, qui contournent la voûte du futur passage inférieur de la RD 138 pour déverser leur charge de terre meuble; de l'Est, ce sont des tombereaux qui apportent des matériaux pierreux mis en place à un niveau supérieur. Sur les pentes, des géomètres disposent des piquets aux couleurs fluo. "La future chaussée se situera à environ 10 m au-dessus de la voûte du passage inférieur", indique Gwénaél Scotet, désignant un point aujourd'hui suspendu dans l'espace. Puis il appelle l'attention sur les bassins provisoires montés en bordure du remblai, un aménagement réalisé en étroite collaboration avec le chef de chantier Jacques Molinier et l'ingénieur travaux Delphine Reynier. La propreté du chantier est une source de satisfaction, elle témoigne visiblement de la démarche de sensibilisation entreprise auprès de tous les acteurs des travaux.

■ TRAITEMENT DES EAUX

En contrebas, le cours redessiné du ruisseau sinue à l'écart du remblai qu'il franchit sur une centaine de mètres dans un ouvrage équipé de marches adaptées à la circulation des loutres. Au-delà, son cours se divise à l'amont; sur la droite, la buse assurant la traversée du ruisseau sous la départementale a été aménagée en aval pour faciliter la remontée de la faune piscicole – l'opération de rétablissement du cours d'eau dans son nouveau tracé a été précédée d'une pêche de sauvegarde en collaboration avec le Conseil supérieur de la pêche.

Côté sud, à proximité des installations du chantier (parking, WC chimiques, conteneurs à déchets ménagers et borne de collecte des bouteilles plastiques, cantonnement-vestiaire), a été aménagé le



Pour permettre aux loutres de remonter le ruisseau de l'Ambène le passage inférieur du cours d'eau est équipé de marches sur un côté

To enable the otters to climb back up Ambène stream, the watercourse underpass is provided with steps on one side



Un dispositif élaboré comprenant deux bennes pour les déchets industriels banals et les papiers/cartons ainsi que trois hangars couverts pour les déchets industriels spéciaux est mis en place à Manzat

A sophisticated system consisting of two bins for non-hazardous industrial wastes and paper/cardboard and three covered sheds for hazardous industrial wastes is established in Manzat



Signalisation rigoureuse, visible et lisible des périmètres les plus fragiles

Strict, visible and legible signage of the most fragile areas

Un bassin de décantation et de filtration recueille les eaux provenant des zones de travaux et protège le ruisseau des Buchailles de l'ensablement

A settling and filtration pond collects the waters coming from the work areas and protects the Buchailles stream from silting



► système provisoire de drainage et d'assainissement destiné à contenir les eaux ruisselant sur l'emprise et donc chargées d'argiles fines. Dans ces vastes bassins, les eaux sont d'abord décan-tées de leurs matières en suspension (MES) puis

filtrées avant que leur surplus soit, éventuellement, diffusé vers des zones où la végétation est conser-vée. Car c'est aussi là que viennent s'approvisionner les arroseuses qui, en permanence mouillent la piste à proximité des zones habitées pour éviter les émissions de poussière ou pour la mise en œuvre de matériaux. Depuis le début des travaux, environ 70 millions de litres d'eau ont ainsi pu être récupérés dans la centaine de bassins aménagés le long du tracé qui, à terme, céderont la place à des ouvrages définitifs multifonctions⁴ où se dé-versera la totalité des eaux de la plate-forme.

■ DES RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ

Nouvelle halte à la hauteur du kilomètre 345, en bordure d'une zone plane qui jouxte la ZNIEFF de

4. Ces bassins assureront une triple fonction. Ecrêteurs, ils limitent les risques de ravinement en cas d'orage. Décanteurs, ils permettent aux eaux de ruissellement de la plate-forme de se débarrasser des matières en suspension. Déshui-leurs, ils sont équipés de siphons qui piègent les huiles et les empêchent de se déverser dans le milieu naturel.

UNE SECTION TRÈS NATURE

Très en amont des travaux, la détermination d'un nouveau fuseau autoroutier marque, pour le département Environnement de Scetauroute, basé à Lyon, le départ d'une mission qui aboutit à des aménagements et à diverses mesures de protection en phase chantier. Démarrées en 1999 pour la section 8 de l'A89, ces études ont permis d'identifier, selon la clas-sification d'une directive euro-péenne de 1992, deux zones d'"habitat d'intérêt communau-taire prioritaire", "*c'est-à-dire, pré-sentant un intérêt majeur en terme de préservation des espèces et de biodiversité*", explique Hippolyte Pouchelle, spécialiste en éco-logie au département Environnement de Scetauroute.

Situé sur un versant de la butte Barbet et classé Natura 2000, la première est un type de pelouse sèche caractéristique des pâtu-rages extensifs, un milieu de plus en plus rare, qui abrite notamment l'ophrys araignée, une orchidée (photo ci-contre).

Plus étendue, la seconde correspond au com-plexe de "zones humides" délimitées par les sources de la Morge et l'étang de Lachamp (ZNIEFF) ou encore le pourtour de l'étang Grand (ZNIEFF). Elle se distingue par la densité et la

variété de sa population de batraciens, qui compte huit espèces, toutes protégées au niveau natio-nal : salamandre tachetée, alyte (crapaud accou-cheur), triton palmé, crapauds commun et cala-mite, grenouilles verte, agile, et rousse. Caractéristiques des amphibiens, les "corridors biologiques" qui joignent leurs stations d'hiver-nage et les lieux où ils se reproduisent ont été repérés très tôt au cours de la mission réalisée par le bureau d'études Catiche Production, et ont donné lieu à l'aménagement de plusieurs "batracoducs" et de mares de substitution.

A d'autres endroits, notamment sur le cours de l'Ambène, des passages hydrauliques spéciaux ont été aménagés pour les loutres, mammifères symboles des cours d'eau épargnés par les pol-lutions. "*Dès 2000, la présence de loutres a aussi pu être observée dans la Sioule*" poursuit Hippolyte Pouchelle. Sur le chantier du viaduc (ZNIEFF de type 1), ce dernier réalise également l'observatoire destiné à évaluer l'impact des tra-vaux sur la faune et la flore. Au programme : observation des populations de chevreuils, suivi des indices de loutre (observée en juin 2004 au droit du viaduc par Hippolyte Pouchelle), du ves-pertilion de Daubenton (une chauve-souris inféo-dée aux rivières), d'oiseaux (recensés par la méthode des "indices ponctuels d'abondance") – et suivi d'une colonie de lys martagon, rigou-reusement protégée par une clôture avant même le démarrage du chantier...



© Hippolyte Pouchelle - Scetauroute

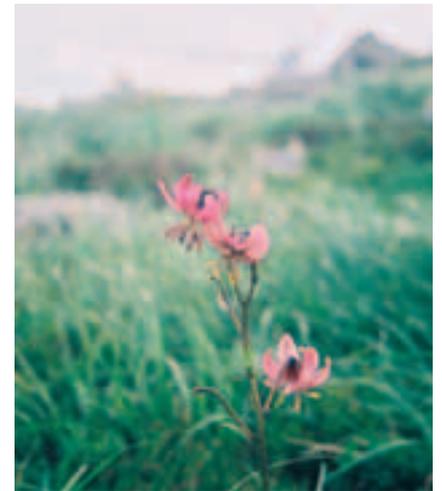
L'ophrys araignée, une orchidée exigeante et donc fragile

The ophrys spider, a demanding, hence fragile orchid



Pour guider les amphibiens vers les batracoducs un système provisoire associant barrière textile et piquets de géomètre a été mis en place en phase travaux

To guide the amphibians toward the frog underpasses, a temporary system of a textile barrier combined with surveyor's stakes was set up during the works phase



Un autre exemple de la flore à protéger
Another example of flora to be protected

l'étang de Lachamp et où la rivière la Morge se forme à partir de résurgences dispersées dans la tourbière. Il s'agit cette fois d'une de ces fameuses "zones humides" que la loi sur l'eau encourage à préserver, puisqu'elles se comportent à la manière d'éponges, accumulant l'eau au moment des fortes précipitations pour la restituer en période d'étiage et qu'elles sont de véritables réservoirs de biodiversité avec des espèces végétales et animales bien spécifiques. Pour les batraciens, très présents ici, ont été aménagés, sous le remblai peu élevé qui supportera la chaussée, deux "batracoducs", passage de 1 m de diamètre au sol recouvert de terre⁵ qui leur permet, selon la saison, de rejoindre les prairies humides et les sols vaseux où ils s'enterrent pendant l'hiver ou les mares et étangs où ils se reproduisent dès que la température se réchauffe.

■ UN INDICATEUR LIMPIDE

Dernier arrêt au kilomètre 357, au niveau de la butte Barbet, ultime et plus important pli du terrain – constitué de marnes cette fois –, où la continuité de la rampe contraint les terrassiers à ouvrir une tranchée de près de deux millions et demi de mètres cubes puis à rapporter un remblai dont le talus dépasse les 40 m. Loin devant et tout en bas, des tracés ocre où semblent manœuvrer des modèles réduits dessinent les futures bretelles de raccordement à l'A71. Au-delà s'ouvre la Limagne, bornée à l'horizon par les monts du Forez. Sur la piste, on regarde travailler une pelle hydraulique Liebherr de 685 ch et de 120 t qui emporte 10 m³ de terre à chaque coup de godet – des chiffres qui restent des abstractions tant, à cet endroit, tout semble

5. Parcourue sur 80 à 100 m, la surface du béton agirait comme un abrasif sur la peau, très fragile, des amphibiens.



Les chefs d'équipe disposent de kits antipollution d'urgence : matériaux absorbants (tissus, poudres). Les sols souillés comme les eaux contaminées doivent être récupérés et traités

The team leaders have emergency pollution control kits with absorbent materials (fabrics, powders). Contaminated soils and waters must be recovered and treated

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- 24,8 km de longueur
- 10 millions de mètres cubes de terrassements (dont 4 millions minés)
- 1,7 million de mètres cubes traités (53000 t de chaux)
- 2 millions de tonnes de matériaux granulaires
- 20 passages supérieurs
- 15 passages inférieurs

Matériel

15 décapeuses, 62 tombereaux, 26 tracteurs, 2 chargeuses, 34 pelles hydrauliques, 11 niveleurs, 18 compacteurs, 11 arroseuses, 2 pulvimixeurs, 2 épandeurs, 10 foreuses, 9 camions routiers

Montants

- Lot principal (terrassement, assainissement) : 86,3 M€
- Lots accessoires n° 1 et 2 (passages supérieurs et inférieurs) : 20,9 M€
- Lot accessoire n° 3 (rétablissements de circulation) : 3,2 M€
- Total : 110,4 M€

► hors de proportions. Mais ce n'est pas pour finir la visite par un morceau de bravoure que Gwénaél Scotet vous a conduit ici. Au pied du remblai Banson, il désigne le ruisseau des Buchailles déplacé et reconstitué sur 450 m. Les méandres et les seuils ont été créés dans l'objectif de restituer à terme la qualité écologique qu'il offrirait à son état naturel. Alors que tout semble désormais se passer "en haut", celui-ci est protégé par la présence du remblai aujourd'hui suffisamment élevé pour empêcher les écoulements indésirables et l'existence d'un bassin de décantation. Les risques liés à la proximité de ce cours d'eau ne sont pourtant pas totalement écartés : "Sur les 5 à 6 km d'amont, le cours naturel du ruisseau suit le chantier, et il est donc totalement exposé à toutes les pollutions. Sa limpidité en ce point est donc le meilleur des indicateurs..."

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Terrassement

- Deschiron (Sogea Construction), mandataire ;
- Guintoli, Valérian (sous-traitants terrassement), Cognac TP, EHTP (sous-traitants assainissement)

Passages supérieurs et inférieurs

GTM GCS (GTM Construction), Campenon Bernard TP, Campenon Bernard Régions (Sogea Construction)

Rétablissement de circulations

Colas Sud Ouest et Guintoli

ABSTRACT

Project phase 8.2 of the A89 : a sensitive link for a green motorway

Th. Gomes, G. Scotet

The A89 access motorway will begin to truly fulfil this access role with the opening, in early 2006, of the section connecting the A71 (and the A72) to the section already operational between the road interchanges of Saint-Julien-Puy-Lavèze – Sancy and Saint-Germain-les-Vergnes, a few kilometres from Brive. The eastern part of this section, project phase 8.2, constructed by a consortium led by Deschiron (Sogea), on three-quarters of its route passes through the Regional Nature Park of the Volcanoes of Auvergne – a country of waters in a protected but extremely sensitive environment.

RESUMEN ESPAÑOL

TOARC 8.2 de la Autopista A89 : un eslabón sensible de una autopista ecológica

Th. Gomes y G. Scotet

Autopista de desenclavamiento, la A89 habrá de corresponder realmente a semejante vocación con la apertura, a principios de 2006, del tramo que pondrá en comunicación la autopista A71 (y la autopista A72) con aquella actualmente en servicio entre los difusores de Saint-Julien-Puy-Lavèze – Sancy y de Saint-Germain-les-Vergnes, ubicados a algunos kilómetros de la ciudad de Brive. Parte Este de este tramo, el TOARC 8.2 que corresponde a una agrupación encabezada por Deschiron (Sogea) atraviesa en sus tres cuartas partes de su trazado el Parque natural regional de los volcanes de Auvernia – una región de aguas con un medio ambiente preservado pero sumamente sensible.

Chantier A1

Le silence est dehors...

Objectif atteint! Sur les 1,6 km de linéaire urbain, l'impact phonique de la circulation sur l'autoroute A1 est maintenant en tous points maintenu au-dessous de 65 décibels.

En moins de deux ans de production intensive, de jour comme de nuit, les équipes des ouvrages d'art d'Eiffage TP Ile de France et de Chantiers Modernes, ont mené à terme ce projet.

Avec l'impossibilité de couper la circulation de jour, et en utilisant le minimum de nuits, il aura fallu concevoir des outils spécifiques, planifier et gérer très finement ce chantier, pour permettre la coactivité de tous les intervenants.

■ PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CONTEXTE

L'élargissement de l'autoroute A1 à deux fois quatre voies entre la RN2 et l'A170 (ex A104) figure dans le contrat de plan adopté par la Région en 2000. Or la loi de décembre 1992 impose de limiter à 65 décibels l'incidence phonique des réaménagements d'infrastructures existantes. Il se trouve que dans la journée le bruit dépasse largement ces 65 dB. L'élargissement de l'autoroute A1 entraînait donc "naturellement" des travaux de protection acoustique (photos 1 et 2).

Le marché a été notifié le 3 juillet 2002. Les travaux ont démarré le 4 septembre 2002 pour se terminer début août 2004.

Des pénalités de retard importantes ont été fixées à la signature du contrat, liées à la tenue prévisible d'une exposition internationale à Dugny en mai et juin 2004 (exposition qui a d'ailleurs été annulée en cours de chantier).

Le montant des travaux s'élève à 48 millions d'euros HT.

■ "GÉOGRAPHIE" ET CONSISTANCE DES TRAVAUX

Le chantier se situe sur l'A1 au Blanc-Mesnil entre le pont Lindbergh et le pont Descartes soit sur environ 1,6 km. Il se décompose en plusieurs zones de travaux :

◆ zone "écrans" : environ la moitié du linéaire vers Paris : réalisation de murs en béton latéraux et centraux de hauteur variable de 5,00 à 8,20 m et d'épaisseur 60 cm, recouverts de caissons acoustiques.

Cette solution légère est possible car l'autoroute dans cette zone est bordée par des zones essentiellement pavillonnaires ;

◆ zone "couvertures" : l'autre moitié, comprend deux zones. La première, en venant de Paris, est



Photo 1
Ecran à auvent
Canopy screen



Photo 2
Ecran rue Saint-Exupéry
Screen on rue Saint-Exupéry

couverte "sur toute la largeur de l'autoroute". On l'appelle semi-couverture car les espaces entre poutres de couverture ne sont pas pleins au centre : d'un côté à l'autre il y aura 12 m couverts, 12 m ouverts puis 12 m couverts. Dans la zone suivante, seul le côté de circulation vers Lille est couvert. On appelle donc cette zone demi-couverture. La solution de couverture a été retenue dans cette zone suite à la présence d'immeubles plus

Photo 3
Portique
de banches
Shuttering
panel gantry crane



Photo 4
Portique
de banches
Shuttering
panel gantry crane



élevés qui auraient nécessité la réalisation d'écrans de hauteur trop importante en terme d'aménagement urbain.

Merlons

Après la zone de demi-couverture en allant vers Lille, deux merlons (remblais) d'environ 200 m de long et 6 m de haut sont prévus.

Ouvrages

Le marché comprend l'élargissement de quatre ponts passant au-dessus de l'A1 dans l'emprise des travaux soit en venant de Paris, les ponts Diderot, Guynemer, Lénine et Descartes. Six issues de secours sont également réalisées : une de chaque côté pour chaque ouvrage. Un marché annexe de rehaussement de ces ouvrages a également été confié à l'entreprise ; ces travaux sont terminés. Il est ultérieurement prévu des aménagements piétonniers de ces ouvrages.

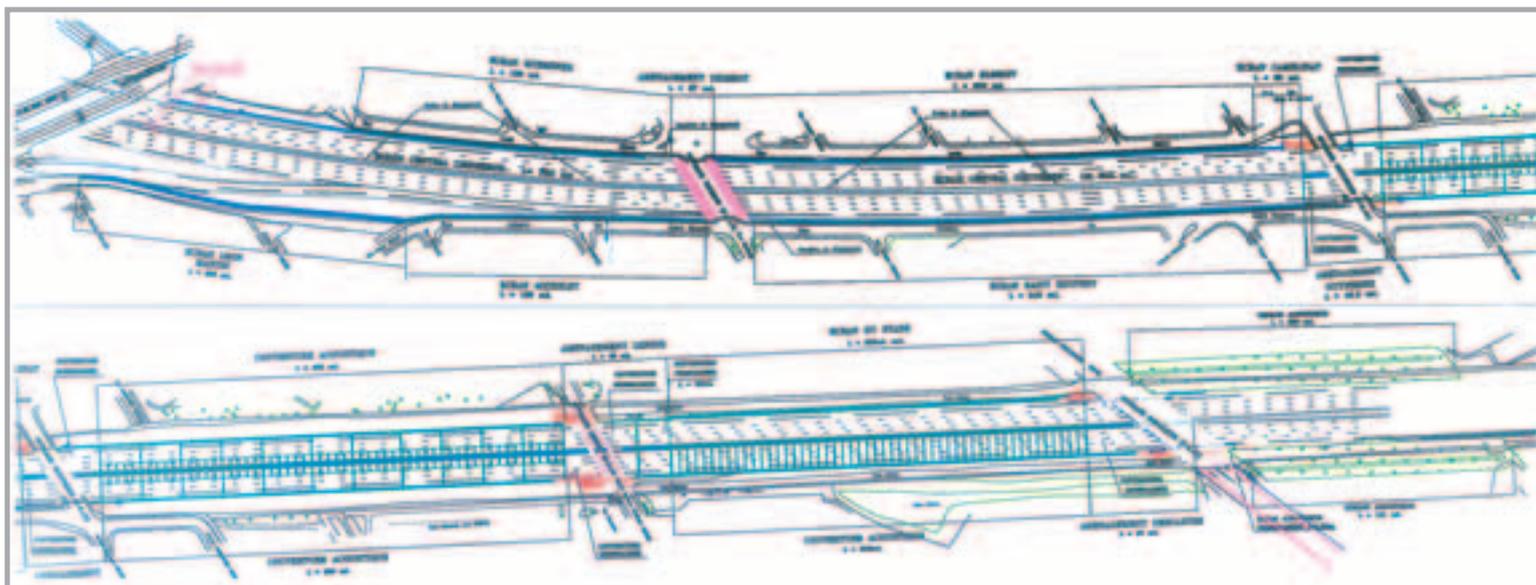
■ PRINCIPAUX CHOIX TECHNIQUES

Fondations profondes

Le marché prévoyait des pieux forés tubés. Ils ont été remplacés par des pieux réalisés à la tarière creuse. L'intérêt de cette modification est essentiellement d'augmenter la cadence de réalisation des pieux, et l'encombrement des machines est également plus réduit.

Couvertures

Les couvertures sont réalisées à l'aide de poutres en "PI" de 2,50 ml de large et de 35 t.



Ces poutres sont auto-stables et repose, côté TPC sur un préchevêtre, et côté latéral, sur les têtes de voiles.

Ces poutres en PI étant munies de tympans latéraux faisant office de coffrages définitifs, il n'était pas nécessaire d'avoir des coupures de nuit pour réaliser les coffrages et bétonnages des clavages.

Acoustique horizontale

Après étude de rendement acoustique, l'acoustique a été incorporée aux poutres (fibralithe en sous-face).

Réalisation des écrans

Pour la réalisation des écrans verticaux, l'entreprise a utilisé des portiques auto-stables de manière à réaliser 15 m de voile par jour et par portique (portiques de ferrailage et portiques de banches) (photos 3, 4 et 5).

■ DÉROULEMENT DU CHANTIER

La principale difficulté du chantier consiste en l'impossibilité de couper la circulation sur l'autoroute pendant la journée. En effet, durant l'heure de pointe du soir, la circulation atteint 6500 véhicules par heure dans chaque sens. Dans une journée, ce sont 150000 véhicules qui empruntent l'A1.

Ainsi, un certain nombre de tâches ont dû être réalisées de nuit, notamment la pose des poutres servant à réaliser les couvertures ainsi que les poses de murs préfabriqués sur les ouvrages et le coffrage et le décoffrage des dalles d'élargissement de ces ouvrages. Les travaux d'acoustique sur les ouvrages pour les parties surplombant l'autoroute ainsi que certains travaux de voirie sont également réalisés de nuit.

Première phase, de septembre 2002 à mi-septembre 2003 : travaux en rive de l'autoroute

Après balisage par les services de l'exploitant, réalisation, dans l'emprise de la BAU (bande d'arrêt d'urgence) supprimée, des écrans latéraux ainsi que des piédroits pour les couvertures futures. Pose des panneaux acoustiques correspondants, réalisation de l'assainissement de l'autoroute, reprise de l'enrobé et réalisation des GBA latérales définitives.

Semaine du 15 septembre 2003 : basculement du balisage des rives vers le TPC (terre-plein central) afin de récupérer de chaque côté, comme emprise de travaux, la voie rapide. Dans cette configuration, l'ancienne BAU est utilisée comme voie lente. Les travaux ne diminuent à aucun moment le nombre de voies de circulation, leur largeur est toutefois réduite.



Photo 5
Portique de banches
et de ferrailage
(vue de la voirie locale)

*Shuttering panel
and reinforcements gantry
crane (view from the local
road system)*

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Etat

Maître d'œuvre

DDE 93 (SGIT-UGT2)

Architecte

Cabinet Lavigne

Bureaux de contrôle

DREIF, MIM

Coordination sécurité

Presentis SA

Entreprises

Eiffage TP (titulaire du marché) et Chantiers Modernes (sous-traitant)

Principaux sous-contractants

- Bureaux d'études : Secoa (couvertures et coordination générale des études) - Seti (élargissements d'ouvrages) - BIEP (BET interne Eiffage TP, écrans)
- Fondations profondes : Spie Fondations
- Parois clouées : Sefi
- Armatures : TGA (Thierry Grangeon Armatures) - KDI
- Terrassement : EJJ - Bouvelot - TPLN
- Voirie : EJJ
- GBA : AER (Appia Equipement de la Route)
- Acoustique : MICE
- Préfabrication des poteaux et des poutres : Hurks béton
- Pose des poutres béton et métalliques : Ponticelli
- Béton prêt à l'emploi : Béton de France
- Portiques (de ferrailage et de coffrage) : Simpra - CMC - CM/GTM Matériel
- Etanchéité : Soprema

Deuxième phase, de mi-septembre 2003 à juin 2004 : travaux sur le TPC et couvertures

Réalisation des écrans centraux ainsi que d'un assainissement dans la zone vers Paris, réalisation des voiles nécessaires à la pose des poutres des élargissements d'ouvrages, pose de poteaux et réalisation de chevêtres dans la zone de couverture puis pose des poutres de couverture. Etanchéité et protection sur les couvertures. Réalisation des dalles béton des élargissements d'ouvrages et pose de murs béton architecturaux sur ces ouvrages. Etanchéité et protection sur les dalles des ouvrages. Pose de panneaux acoustiques sur les écrans, les frontons des couvertures ainsi que sur les ouvrages. Reprise de l'enrobé et réalisation des GBA définitives.

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- 300 pieux de diamètre 800 ou 1000
- 82000 m³ de remblais
- 44000 m³ de béton
- 4800 t d'aciers HA
- 44500 m² de revêtement acoustique
- 20000 m² d'étanchéité
- 336 poutres pour les couvertures (31 t en moyenne), posées de nuit (22 nuits)
- 32 poutrelles métalliques pour l'élargissement de l'ouvrage Diderot, posées de nuit
- 46 poutres béton pour l'élargissement de l'ouvrage Guynemer (17 à 31 t), 7 nuits
- 76 poutres béton pour l'élargissement de l'ouvrage Lénine (16 à 30 t), 9 nuits
- 23 poutres béton armé (17 à 36 t) et 20 pré-contraintes (40 à 69 t) pour l'élargissement de l'ouvrage Descartes, 7 nuits de pose
- Une centaine d'ouvriers en pointe pour 160000 heures environ

ABSTRACT

A1 project. Silence outside...

D. Marchandon

Objective achieved ! Over the urban length of 1.6 km, the sound impact of traffic on the A1 motorway is now kept below 65 decibels at all points. In less than two years of intensive production, day and night, the structural engineering teams of Eiffage TP Ile de France and Chantiers Modernes completed this project. Since it was impossible to cut off the traffic by day, and using a minimum of night work, special tools had to be designed, and this project had to be planned and managed very skilfully, to allow co-activity by all the entities involved.

RESUMEN ESPAÑOL

Obras de la autopista A1. El silencio está fuera...

D. Marchandon

Objetivo alcanzado... En los 1,6 km de trazado urbano, el impacto fónico del tráfico en la autopista A1 está actualmente mantenido en todos los puntos por debajo de los 65 decibelios. En menos de dos años de producción intensiva, tanto diurna como nocturna, los equipos de estructuras de Eiffage TP Ile de France y de Chantiers Modernes, han llevado a buen término este proyecto. Con la imposibilidad de interrumpir el tráfico diurno, y utilizando las noches de forma mínima, ha sido preciso realizar diversas herramientas específicas, planificar y llevar a cabo la gestión de esta obra de forma muy precisa, para permitir la coactividad de todos los participantes.



La station d'épuration de Chantilly - Gouvieux

Les stations d'épuration biologique de Chantilly et de Gouvieux, telles qu'elles existent aujourd'hui, ne répondent plus aux normes en vigueur, elles doivent donc être soit reconstruites soit agrandies pour assurer l'épuration des eaux usées. Ainsi, le SICTEUV¹ créé en 1999 a donc décidé de procéder à la reconstruction d'une seule station d'épuration regroupant les eaux usées en provenance des communes de : Apremont, Avilly-Saint-Léonard, Chantilly, Gouvieux, Vineuil-Saint-Firmin. Il s'agit d'une station d'une capacité de 35 000 équivalents/habitants sur le territoire de la commune de Gouvieux.

Le marché comprend :

- ◆ un bassin-tampon de 1 000 m³ sur le site de l'ancienne station d'épuration de Chantilly;
- ◆ un bassin-tampon enterré de 4 000 m³ sur le site de la nouvelle station d'épuration à Gouvieux;
- ◆ le prétraitement et traitement biologique sur deux files parallèles;
- ◆ la déshydratation des boues par centrifugeuses avant leur évacuation pour compostage;
- ◆ le traitement des matières de vidange;
- ◆ la désodorisation par lavage chimique.

La démarche du SICTEUV ne s'est pas arrêtée au seul traitement des eaux usées. En effet, le syndicat Intercommunal a choisi d'intégrer à sa réflexion la gestion des eaux de pluie. Ainsi, il a intégré dans le projet de reconstruction de sa station d'épuration deux bassins d'orage, un sur le site de l'ancienne station d'épuration de Chantilly et l'autre sur le site de la nouvelle station implantée sur la commune de Gouvieux.

Ancienne station d'épuration de Chantilly

Sur ce site le traitement comprend :

- ◆ un étage de prétraitement :
 - dégrillage grossier,
 - bassin tampon avec comptage,
 - refoulement.

Station de Gouvieux

Sur ce site le traitement comprend :

- ◆ un étage de prétraitement :
 - ouvrage de séparation,
 - bassin tampon,
 - dégrillage fin pour les eaux en provenance de Chantilly,
 - dégrillage fin pour les eaux en provenance de Gouvieux,
 - traitement des résidus de dégrillage,
 - comptage des eaux usées,
 - dessableur-déshuileur circulaire,
 - traitement des sables,



Perspective
Perspective view

- traitement biologique des graisses;
- ◆ un étage d'épuration biologique :
 - ouvrage de répartition avec zone de contact,
 - zone d'anaérobiose,
 - bassins à boues activées et bâtiment surpresseur,
 - dégazage,
 - clarificateurs,
 - pompage des boues de retour,
 - comptage des effluents;
 - ◆ le traitement des boues :
 - extraction des boues en excès,
 - station de déshydratation des boues par centrifugeuses,
 - silo à boues.



Arrivées	Unité	Moyennes annuelles	Temps sec	Temps de pluie
Débit journalier	m ³ /j	4 125	5 392	10 392
Débit de pointe	m ³ /h		438	558

Tableau I
Charge hydraulique
Hydraulic head

Tableau II
Charge de pollution prise en compte
Pollution loads allowed for

Charges	Unité	Moyennes annuelles	Temps sec	Temps de pluie
DBO	kg/j	1 462	1 961	2 485
DCO	kg/j	3 028	4 041	5 907
MES	kg/j	1 843	2 111	3 539
NTK	kg/j	365	418	524
Pt	kg/j	97	108	135



Bases de calcul

Les conditions de dimensionnement suivantes sont extraites du programme fonctionnel détaillé.

Paramètres d'arrivée et de rejet

Selon les indications données dans les documents de consultation, la station d'épuration sera dimensionnée suivant les données de calcul principales décrites ci-après, et ce pour différents modes de fonctionnement : charge hydraulique (cf. tableau I), charges de pollution prises en compte (cf. tableau II), eau traitée (cf. tableau III).

Les valeurs minimales de concentration ou de rendement sont exigibles sur des échantillons non décantés :

- ◆ en moyenne journalière pour les paramètres DBO5, DCO et MES ;
- ◆ en moyenne annuelle pour les paramètres NGL et Pt.

Pour le paramètre azote, la garantie est accordée pour une température minimale de la liqueur mixte (dans le bassin d'aération) de 12 °C.

Brève description de la station d'épuration du SICTEUV

Station de Chantilly

L'effluent d'arrivée de la localité de Chantilly est prétraité sur le site de l'ancienne station de Chantilly. Un dégrillage grossier y est prévu depuis lequel l'effluent prétraité s'écoule dans le bassin d'orage. Ce dernier est équipé de deux agitateurs et de deux jets tourbillonnaires en vue de son nettoyage.

Un ouvrage de relevage de l'effluent y est également prévu.

Les trois pompes de relevage ont un débit de 270 m³/h afin de limiter les volumes d'effluent relevé. Elles dirigent l'effluent prétraité vers la station de Gouvieux.

L'effluent excédentaire est dirigé vers le milieu récepteur.

Station de Gouvieux

Les eaux usées brutes en provenance de Gouvieux sont conduites au premier étage du bâtiment tech-

nique par une conduite DN 1000. Un ouvrage de bypass de la station est placé à cet endroit. Il consiste en une lame déversante et une vanne motorisée. Lorsque le bypass de la station est souhaité, la vanne va fermer le canal d'arrivée des effluents sur le prétraitement, entraînant une décharge de l'effluent vers le bypass.

Une mesure ultrasonique est installée au-dessus de la lame déversante pour mesurer le débit. Le bypass rejoint la tuyauterie de rejet vers la Nonette en aval du comptage final.

Un écrêtage de débit est prévu en amont du dégrillage fin.

Cet ouvrage limite le débit d'entrée dans la station d'épuration à 288 m³/h.

Tout excédent de débit au-delà de ces 288 m³/h est dirigé vers le bassin d'orage.

Les eaux usées excédentaires prédégrillées s'écoulent dans le bassin tampon pour y être stockées provisoirement. Elles sont ensuite réinjectées dans la filière biologique lorsque le débit d'entrée le permet. Le dégrillage fin, étage de traitement suivant, est réalisé sur deux files.

Les eaux usées provenant de Chantilly y sont traitées séparément de celles provenant de Gouvieux. En fonctionnement normal, chaque effluent possède sa propre ligne de traitement. Toutefois le dimensionnement de chaque ligne permet de traiter les deux effluents en commun sur une seule file.

Les résidus de dégrillage sont déshydratés par des compacteurs, ensachés puis entreposés dans une benne.

Après le dégrillage fin, un comptage du débit type Venturi est prévu sur chaque ligne.

Après le comptage, les eaux usées s'écoulent dans deux dessableurs-deshuileurs circulaires aérés.

Deux aérateurs submersibles assurent l'approvisionnement en air des dessableurs-deshuileurs. Les sables piégés en fond d'ouvrage sont refoulés vers le laveur de sables.

Une fois traités, les sables déshydratés sont entreposés dans une benne.

Les graisses et les matières flottantes provenant du dessableur sont emmenées par deux pompes vers le traitement biologique des graisses.

A la sortie du prétraitement, les eaux usées sont conduites via un siphon en DN 400 vers l'ouvrage central de répartition et la zone de contact. Un by-pass du traitement biologique est installé à cet endroit. Celui-ci est équipé d'un débitmètre électromagnétique pour mesurer le débit. Il rejoint la tuyauterie de rejet en aval du comptage final.

L'ouvrage de répartition est construit de telle sorte que les eaux usées puissent être indifféremment, équiréparties vers les deux bassins à boues activées.

L'ouvrage est conçu pour permettre la banalisation des filières de traitement.

Les deux bassins à boues activées sont circulaires. Une zone anaérobie est placée au milieu des deux

	Concentrations maximales	Rendement d'élimination
DBO5	25 mg/l	80%
DCO	125 mg/l	75%
MEST	35 mg/l	90%
NGL	10 mg/l	70%
Pt	2 mg/l	80%
NGL	10 mg/l	70%
Pt	2 mg/l	80%

Tableau III
Qualité des effluents traités
Quality of treated effluent

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitrise d'ouvrage

SICTEUV

Conducteur d'opération

DDE de l'Oise

Maitrise d'œuvre

Cabinet Merlin - BR Ingénierie

Architecte

Cabinet Duval - Raynal

Paysagiste

Gibet Espace

Entreprise lot génie épuratoire

Passavant Roediger France

Entreprises lot génie civil

Razel - Stevenazzi

bassins biologiques afin d'obtenir une élimination biologique plus élevée du phosphore. Les zones aérobies sont chacune équipées d'un agitateur. Les boues recirculées seront réinjectées dans la zone anaérobie.

Les anneaux externes sont prévus pour éliminer la pollution carbonée et azotée.

Deux agitateurs immergés sont prévus dans chaque bassin aérobie-anoxie pour assurer l'homogénéisation de l'effluent.

L'aération des bassins biologique se fait par aérateurs à membranes pour une aération de type fines bulles. L'aération est intermittente, avec un temps d'aération de 14 heures par jour en moyenne.

Deux lignes de dosage de chlorure ferrique permettent l'addition de réactifs pour une déphosphatation physico-chimique.

Des vannes permettent de choisir l'une ou l'autre des lignes de dosage ou de répartir indifféremment le chlorure ferrique sur les deux lignes.

A la sortie des bassins biologiques, le mélange eaux usées/boues passe par un siphon et est acheminé vers le dégazage. Ce dernier est placé entre un bassin biologique et un clarificateur.

Chaque ligne de traitement a son propre dégazeur, assurant du même coup une parfaite séparation des deux lignes de traitement. Une vanne murale permet la banalisation des files si nécessaire.

Les deux dégazeurs sont équipés d'un racleur à flottants avec une goulotte de récupération commune amenant les flottants dans l'ouvrage d'extraction des boues d'où ils sont envoyés avec la boue extraite vers l'étage de traitement des boues. Les deux dégazeurs assurent la désoxygénation de l'effluent avant d'être envoyé sur les deux clarificateurs de type sucé.

Les boues récupérées par les racleurs en fond d'ouvrage sont dirigées vers les fosses à boues, d'où elles sont, en partie recirculées vers les bassins biologiques, et en partie dirigées vers le traitement des boues.

Les flottants sont racleés en surface des clarificateurs puis se déversent dans une goulotte de réception équipées d'une trémie type saut à ski les amenant à l'extraction des boues.

En sortie des clarificateurs, les eaux épurées sont conduites vers le comptage puis vers la Nonnette. Les débits de sortie de la station d'épuration sont mesurés par système Venturi. Un échantillonneur automatique et thermostaté y est installé pour contrôler la qualité de l'effluent.

Les boues en excès produites quotidiennement sont pompées par pompes immergées vers une bache de rupture permettant l'homogénéisation des boues avant épaissement. La fosse est équipée d'un agitateur submersible assurant un mélange des boues et d'un aérateur submersible pour éviter le relargage du phosphore piégé dans les boues.

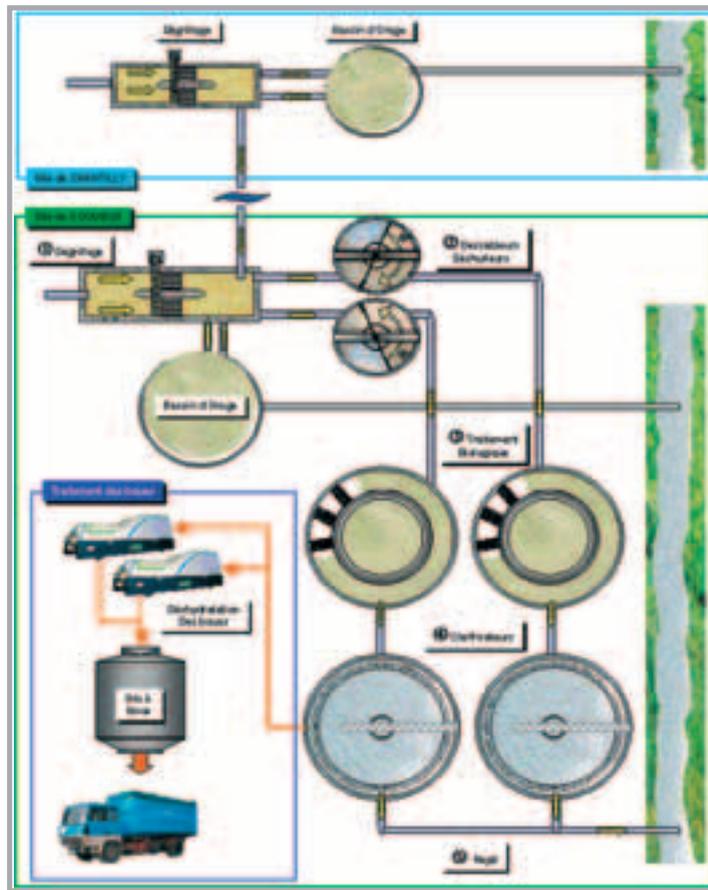


Schéma d'exploitation
Operating diagram

Les boues sont ensuite pompées par trois pompes à rotor excentré dont une en secours vers deux centrifugeuses pour y être déshydratées.

Une unité automatique de préparation et de dosage du polymère est installée à proximité des centrifugeuses. Le dosage du polymère est contrôlé par le débit massique arrivant sur les centrifugeuses. Les boues déshydratées sont reprises par vis convoyeuse et pompe gavageuse et transférées vers un silo où elles sont stockées avant d'être évacuées.

Le centrât, les eaux de lavage et les boues liquides produites en début de fonctionnement des centrifugeuses sont amenés dans la fosse toutes eaux pour être réintroduits dans la filière de traitement des eaux.



Vue aérienne
Aerial view

■ GÉNIE CIVIL FONDATIONS

Fondations

Sur la base du rapport d'étude géotechnique fourni au dossier de consultation des entreprises, le mode de fondation suivant a été retenu.

Les fondations superficielles pour l'ensemble des ouvrages de traitement situés hors emprise du bâtiment (clarificateurs, bassins biologiques, dégazage, chenal de comptage...).

Les bassins biologiques : fondations descendues à - 5 ml sous le terrain naturel. Un radier général d'épaisseur 40 cm posé sur un lit de pose en cailloux a été envisagé.

Les clarificateurs : fondations descendues à -3 ml sous le terrain naturel. Un radier général d'épaisseur 25 cm posé sur un massif de cailloux d'épaisseur 200 cm environ a été envisagé.

Etant donné que le terrain est en partie situé en zone inondable, la stabilité à vide, pour le cas ex-



Plan masse de la station

Layout plan of the plant

ceptionnel où l'ouvrage est vide et la nappe haute, est assurée par la mise en place de clapets anti-sous-pressions dans le radier des ouvrages. L'entreprise a également prévu la mise en place de polyane en fond de fouille pour limiter les problèmes de dessiccation de surface au regard des argiles gonflantes.

Parois moulées

Les bassins d'orage seront réalisés par une enceinte circulaire en parois moulées. Le fond des bassins sera constitué d'un radier d'une épaisseur de 1,00 m ancré à la paroi moulée par des barres de scellement. Un béton de lestage sera mis en place sur le radier.

La dalle de couverture sera constituée :

- ◆ d'une dalle béton armé (prédalles + béton de compression);
- ◆ de poutres préfabriquées;
- ◆ de poteaux de soutien des poutres ancrés dans le radier.

■ DONNÉES ÉCONOMIQUES

La nouvelle station d'épuration entrera en service en 2005 après deux ans de travaux et d'essais. Le montant des travaux est estimé aujourd'hui à 14 763 415 euros hors taxes.

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie participe sous forme de subvention et de prêt.

LES PRINCIPALES CAPACITÉS DE TRAITEMENT

- Volume journalier temps sec : 5 392 m³/j
- Volume journalier temps de pluie : 10 392 m³/j
- Volume journalier moyen : 4 125 m³/j
- Débit de pointe temps sec : 438 m³/h
- Débit de pointe temps de pluie : 558 m³/h

ABSTRACT

The Chantilly-Gouvieux sewage treatment plant

S. Le Sant

The Chantilly and Gouvieux biological treatment plants, as they exist today, no longer meet the applicable standards, and they must therefore be either rebuilt or enlarged to ensure sewage treatment.

The "SICTEUV" local authority joint board set up in 1979 therefore decided to perform reconstruction of a single treatment plant handling all the sewage coming from the districts of Apremont, Avilly-Saint-Léonard, Chantilly, Gouvieux and Vineuil-Saint-Firmin. The plant has a capacity of 35,000 inhabitant equivalents on the territory of Gouvieux district.

The contract comprises :

- a 1000 cu. m stilling basin on the site of the old Chantilly treatment plant;
- an underground 4000 cu. m stilling basin on the site of the new Gouvieux treatment plant;
- pretreatment and biological treatment on two rows, in parallel;
- sludge dehydration by centrifuge before being removed for composting;
- sewage treatment;
- deodorising by chemical scrubbing.

RESUMEN ESPAÑOL

La estación depuradora de Chantilly - Gouvieux

S. Le Sant

Las estaciones depuradoras biológicas de Chantilly y de Gouvieux, tal como existen en la actualidad, han dejado de estar en concordancia con las normas vigentes, y por consiguiente, se deberán, ya sea construir de nuevo, o bien ampliar sus instalaciones para garantizar la depuración de las aguas residuales. Así, el SICTEUV creado en 1979 ha decidido en este caso proceder a la reconstrucción de una estación depuradora única en la cual se habrán de reunir las aguas residuales procedentes de los municipios de : Apremont, Avilly-Saint-Léonard, Chantilly, Gouvieux y Vineuil-Saint-Firmin. Se trata de una estación de una capacidad de 35 000 equivalentes/habitantes en el territorio del municipio de Gouvieux.

El contrato incluye :

- un depósito regulador de 1000 m³ en

el emplazamiento de la antigua estación depuradora de Chantilly;

- un depósito regulador enterrado de 4 000 m³ en el emplazamiento de la nueva estación depuradora de Gouvieux;
- el tratamiento preliminar y tratamiento biológico en dos etapas, paralelas;
- la deshidratación de los lodos mediante centrifugadoras antes de su evacuación para fabricación de fertilizante;
- el tratamiento de las materias procedentes de las alcantarillas;
- la desodorización por medio de lavado químico.



Station d'épuration SIVOM du canton d'Honfleur

La station d'épuration d'Honfleur desservira les quatre communes de Honfleur, La Rivière- Saint-Sauveur, Equemauville et Gonneville-sur-Honfleur.

Située dans un site prestigieux, la future station d'épuration du SIVOM d'Honfleur se distingue tout particulièrement par son impact architectural.

Positionnée à l'entrée d'Honfleur, elle sera visible depuis l'autoroute d'accès à la municipalité par les quelque quatre à cinq millions de visiteurs annuels attirés par cette ville ravissante.

Le concept particulièrement écologique retenu par le SIVOM pour le traitement des boues et l'affinage des eaux en fera la plus grande station à traitement de boues par roselières de France.

Ce type de traitement de boue est particulièrement adapté aux sites présentant de fortes variations de population au cours de l'année.

De plus, le traitement des boues par roselières offre une opportunité unique de résoudre le problème permanent des collectivités, à savoir l'élimination des boues. En effet, la technologie développée par Passavant Roediger permet de stocker les boues dans des casiers plantés de roseaux sur une durée allant de 8 à 10 ans sans aucun traitement mécanique. Après 10 ans, le résidu formé est un compost contenant moins de 55 % d'eau et totalement valorisable.

■ DESCRIPTIF DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT

Prétraitements

Admission des effluents

L'effluent est amené par deux conduites jusqu'au premier étage du bâtiment technique. Les deux canalisations débouchent dans un canal en tulipe à la cote 9,6 m. Pour éviter tous risques, une mesure de H₂S reliée à une alarme est installée au niveau d'arrivée.

Tamissage et comptage

Pour retirer des produits encombrants de l'effluent il est prévu la mise en place d'un tamis automatique de 6 mm, secouru par une grille de secours de 10 mm, raclée manuellement. Le débit maximal au niveau du prétraitement est de 600 m³/h.

Le dimensionnement de cet ouvrage tient donc compte de ce débit, supérieur au débit maximal au niveau de la biologie. En aval du tamissage, les eaux dégrillées sont comptabilisées par une mesure de débit par canal venturi. Un deuxième canal adjacent collecte le surplus de débit et le dirige vers le bassin tampon en sous-sol.

Les prestations suivantes sont incluses dans la station d'épuration :

- ◆ mise en place de quatre batardeaux pour l'isolement des dégrilleurs ;
- ◆ mise en place d'un compacteur-laveur des refus



Maquette aérienne
de la station
d'épuration

Aerial-view model
of the treatment plant

Entrée principale
et vue sur le biofiltre

*Main entrance
and view
of the biofilter*



FICHE D'IDENTITÉ

Maitre d'ouvrage

SIVOM d'Honfleur

Maitre d'œuvre

Sogeti - Site et Concept - Groupe 3
Architecture

Groupement d'entreprises travaux

Razel, Eko-Plant, Bilfinger Berger AG

Ingénierie process

Passavant-Roediger France (mandataire)

Description du contrat

- Montant total : 6,2 millions d'euros (part entrepreneur : 1,8 million d'euros)
- Type d'effluent : eaux usées communales
- Traitement process : équipement mécanique pour STEP, prétraitement, traitement biologique, système de boues activées, et clarification sur deux files de traitement, jardins fil-trants, casiers à boues
- Capacité de l'installation : 320 m³/h
- Dimensionnement habitants : 24 000 EH
- Date de commande : juillet 2002
- Fin des travaux et mise en service : mai 2004
- Durée des travaux : 20 mois

de dégrillage pour éviter la propagation des odeurs dans la salle de prétraitement et éviter des surcharges en substances olfactives au niveau de la désodorisation ;

◆ réalisation de tous les équipements électromécaniques en classe "Eex" pour garantir la sécurité du personnel.

Équipement tamisage :

- ◆ une grille fixe avec râteau en Inox 316 L d'espacement 10 mm ;
- ◆ un dégrilleur de type Step-Screen pour un débit maximal de 600 m³/h d'espacement 6 mm ;
- ◆ une vis convoyeuse et compacteuse/laveuse commune au tamisage automatique et à la grille manuelle ;
- ◆ une trémie de transfert des déchets ;
- ◆ deux bacs de réception ;
- ◆ deux bennes de 1 100 l ;
- ◆ platelage en aluminium sur les canaux.

Instrumentation :

- ◆ une mesure de débit par venturi avec sa sonde à ultrason ;
- ◆ deux mesures de niveau d'ultrason en amont, en aval du dégrilleur ;
- ◆ un échantillonneur réfrigéré.

Bassin d'orage

Les eaux excédentaires, collectées au niveau du deuxième canal en étage seront transférées vers le bassin de stockage en sous-sol. Ce bassin permet l'écrêtage de ces débits et le traitement de ce volume lors des périodes de faible débit.

Équipement bassin tampon :

- ◆ deux pompes de refoulement ;
- ◆ deux hydroéjecteurs pour le lavage du bassin ;
- ◆ une lame de surverse de 3 m pour le by-pass.

Instrumentation :

- ◆ une mesure de niveau d'eau par ultrason ;
- ◆ deux mesures de niveau TOR par poires basculantes ;
- ◆ une sonde de détection de H₂S.

Répartition et dessablage-dégraissage

Les eaux tamisées sont réparties sur deux dessableurs-dégraisseurs au niveau d'un regard commun. Après l'écrêtage le débit traité au niveau des ouvrages de dessablage-dégraissage est de 320 m³/h. Néanmoins, les ouvrages ont été dimensionnés pour traiter la totalité de la charge hydraulique dans un seul ouvrage. Les sables sont ensuite acheminés vers l'unité de lavage. Les graisses sont acheminées vers le traitement biologique.

Équipement dessablage-dégraissage :

- ◆ deux canalisations d'alimentation des dessableurs ;
- ◆ deux bras racleurs dans l'ouvrage de dessablage-dégraissage ;
- ◆ deux sauts à ski vers la fosse à graisses ;
- ◆ deux canalisations d'aspiration des sables ;
- ◆ deux pompes maillées à sable ;
- ◆ une conduite de refoulement vers le laveur ;
- ◆ deux aérateurs immergés au niveau des dessableurs ;
- ◆ deux vannes murales DN 400 ;
- ◆ deux surverses réglables manuellement pour la régulation du niveau liquide.

Fosse à graisses

Dans cette fosse sont acheminées des graisses issues du traitement de dessablage-dégraissage. Cette zone est également protégée Eex.

Équipement fosse à graisses :

- ◆ un agitateur d'homogénéisation ;
- ◆ une pompe de reprise pneumatique immergée.

Instrumentation : une mesure de niveau par ultrason.

Le traitement biologique des graisses s'effectue dans un réacteur de 150 m³. Ici les équipements ne sont pas en protection Eex, car ils sont soit immergés, soit dans des salles isolées de la zone à risques.

Le dimensionnement de ce réacteur tient compte des graisses produites sur la station, soit un volume de 850 m³/an, et sur celles venant de l'extérieur soit 400 m³/an,.

Équipements :

- ◆ deux surpresseurs d'air d'une capacité de 500 Nm³/h pour assurer le débit en air process nécessaire à la dégradation des S.E.H ;
- ◆ une raquette équipée des diffuseurs moyennes bulles ;
- ◆ une nourrisse avec vanne ;
- ◆ un système d'aspersion des mousses ;
- ◆ une unité de dosage de "nutrient" ;
- ◆ une unité de correction du pH ;
- ◆ un agitateur dans le réacteur.

Instrumentation :

- ◆ une mesure en continu d'O₂ ;
- ◆ une mesure de pH ;
- ◆ une mesure du débit d'air insufflé.

Les bassins sont couverts d'une bâche en fibres de verre.

Admission des matières de vidange et des graisses

Les matières de vidange sont prises en compte à la hauteur de 40 m³ par jour maximum et avec un débit venant sur la station de 5 m³/j. Deux bâches de stockage de 20 m² unitaire assurent ce stockage intermédiaire.

La nature des matières de vidange et la durée de stockage pouvant se prolonger jusqu'à une semaine, les ateliers sont également équipés de moteurs avec protection Eex.

L'admission des matières de vidange se fait par un système Noggerath.

Equipements :

- ◆ deux hydroéjecteurs pour le brassage et l'oxygénation ;
- ◆ deux pompes péristaltiques de refoulement vers le tamisage ;
- ◆ un ensemble d'admission des matières de vidange ;
- ◆ trois vannes manuelles de maillage des bâches ;
- ◆ un bac de réception de 240 l ;
- ◆ une rampe de lavage du tamis ;
- ◆ un raccord pompier pour admission des matières de vidange ;
- ◆ deux rampes de lavage dans les fosses de stockage.

Instrumentation :

- ◆ deux mesures de niveau par ultrason dans des bâches de stockage ;
- ◆ un détecteur de colmatage du tamis ;
- ◆ un report de fin de course de la vanne d'admission.

Admission des matières de curage -

Traitement des sables

Dans le concept de la station de Honfleur, une unité de réception des matières de curage est prévue, pour une vingtaine de mètre cube. Les matières sont entreposées dans une fosse de dépotage équipée d'une grille pour éliminer les matières grossières. Des protections Eex au niveau des moteurs, sont installées dans cette zone.

Les matières de curage sont pompées de la fosse de stockage vers l'unité de lavage des sables, où elles sont traitées avec des sables issus des unités de dessablage-dégraissage.

La teneur en matière organique des sables est inférieure ou égale à 5 %.

Equipements :

- ◆ une grille grossière verticale 40 mm ;
- ◆ un platelage en aluminium de couverture de canal ;
- ◆ un tamis de 6 mm ;
- ◆ une benne en acier galvanisé de 1,1 m³ ;
- ◆ une série de rampes de dilution des pulpes en périphérie ;
- ◆ un point de puisage à l'eau potable ;
- ◆ une série de cannes d'injection d'air comprimé pour détassage ;



Clarificateurs et bassins d'aération en construction

Clarifiers and aeration tanks undergoing construction

- ◆ une rampe de rinçage ;
- ◆ une pompe à sables ;
- ◆ un classificateur/laveur Passavant-Roediger ;
- ◆ une benne de 6 m³ de type Ampliroll sur rails de guidage.

Instrumentation :

- ◆ un débitmètre électromagnétique sur le refoulement de la pompe à sables.

Traitement biologique

Relèvement

Au sous-sol un poste toutes eaux reçoit les eaux usées suivantes :

- ◆ celles qui proviennent des locaux d'exploitation et des écodrains ;
- ◆ les percolats du traitement biologique de l'air ;
- ◆ les trop-pleins.

Le poste toutes eaux transfère ensuite ces eaux en aval des prétraitements.

Cette fosse est équipée de :

- ◆ deux pompes centrifugeuses avec des vannes et clapets de refoulement.

Deux poires de niveau permettent un asservissement des pompes de relevage au niveau liquide dans la fosse toutes eaux.

Coagulation, floculation, traitement chimique

Le traitement du phosphore s'effectue par les voies biologique et chimique. Une partie de l'abattement du phosphore est effectué dans les zones anaérobies des bassins biologiques (50 % maximum). Le phosphore restant doit être éliminé par voie chimique. Pour cela, une unité de dosage de FeCl₃ est installée, qui permet par injection, de garantir une valeur de sortie en phosphore inférieure à 2 mg/l.

Concernant le traitement du phosphore des retours

Clarificateur en construction
Clarifier undergoing construction



Dégrilleurs des matières de vidange et laveur à sables
Sewage screen rakes and grit washer



► des casiers à boues, le principe suivant est mis en œuvre :

- ◆ évacuation des filtrats des casiers à boues dans les périodes de faible charge (nuit) ;
- ◆ surdosage de FeCl_3 au niveau du traitement biologique pour piéger les phosphates ;
- ◆ récupération des précipitants au niveau des casiers à boues sous une forme stabilisée.

En effet des phosphates éliminés biologiquement peuvent se redissoudre en partie lors du séchage des boues dans les casiers.

L'expérience dans des stations similaires montre que la concentration en phosphore total dans les centrats de retours est de l'ordre de 16-20 mg/l, donc comparable aux charges en phosphore en entrée de la station lors des périodes de temps sec.

La réintroduction des filtrats dans le processus biologique ne générera donc pas de surcharge en phosphore au niveau de la biologie. Cette solution permet le traitement direct et l'élimination définitive des phosphates dans le circuit de traitement des eaux. L'équipement nécessaire à l'élimination du phosphore est :

- ◆ une cuve de stockage de chlorure ferrique de 20 m³ en PE ;
- ◆ trois pompes doseuses à débit variable ;
- ◆ une douche de sécurité.

Epuration biologique

Le traitement biologique de la STEP se fait sur deux files parallèles. Le dimensionnement porte sur les volumes minima suivant :

- ◆ bassin de contact : 150 m³ ;
- ◆ zone anaérobie : 2 x 450 m³ ;
- ◆ zone anoxie-aération : 2 x 2500 m³ ;
- ◆ volume total : 6 050 m³.

Les eaux prétraitées sont introduites dans le bassin de contact, dans lequel s'effectue le mélange des boues biologiques avec les boues fraîches. C'est dans cette zone que se fait également le dosage de FeCl_3 pour permettre la précipitation chimique de phosphore.

L'équirépartition de l'effluent vers les bassins biologiques se fait à partir du bassin de contact. La répartition est contrôlée à l'aide de débitmètres électromagnétiques. L'eau transite ensuite dans les deux bassins anaérobies. C'est ici qu'on observe l'élimination biologique du phosphore par accumulation dans la biomasse.

Les deux zones anaérobies au centre des bassins biologiques combinés permettent cet abattement de la charge en phosphore avec des temps de séjour avoisinant une heure, dans le cas d'une recirculation en pleine charge.

Après ce passage, l'eau s'écoule dans les deux zones d'aération-anoxie d'un volume unitaire de 2500 m³. Dans cette partie des bassins se déroule l'élimination des pollutions carbonées et azotées contenues dans l'effluent.

Le dimensionnement des ouvrages permet la stabilisation complète des boues biologiques. Ceci est une caractéristique importante pour permettre ensuite une minéralisation des boues au niveau des casiers à boues.

Equipements installés :

- ◆ zone de contact :
 - un agitateur rapide,
 - deux vannes déversantes ;
- ◆ zones anaérobies :
 - deux agitateurs ;
- ◆ zones anoxie-aérobie :
 - quatre agitateurs,
 - deux lames de surverse,
 - huit raquettes d'insufflation d'air,
 - trois surpresseurs (sur variateur de fréquence) d'un débit unitaire de 630 - 2 500 Nm³/h,

- un ventilateur de refroidissement de la salle surpresseurs,
- vannes de secours automatiques.

Instrumentation :

◆ zone de contact :

- les débitmètres normalement prévus à cet endroit ont été déplacés entre la sortie des bassins biologiques et les dégazeurs, car la place disponible entre ouvrages n'a pas été suffisante pour permettre une mesure fiable ;

◆ zones anoxie/-aérobie :

- deux mesures de Rh,
- deux mesures de O₂,
- deux mesures de MeS,
- deux mesures de débit d'air,
- deux mesures de pression réseau air,
- une mesure de température.

Dégazage

Pour permettre une bonne décantation des boues biologiques dans des clarificateurs, une étape de dégazage est nécessaire. Celle-ci se fait dans deux bassins de dégazage raclés d'un diamètre unitaire de 3,2 m.

Le passage de l'eau dans ces ouvrages permet l'élimination des bulles d'air contenues dans l'effluent après le traitement biologique qui empêcheraient la décantation des boues au niveau des clarificateurs, étape suivante du traitement.

Equipements dégazeurs :

- ◆ deux bras de raclage des écumes ;
- ◆ deux sauts à ski et conduites de liaison ;
- ◆ une potence de manutention ;
- ◆ canalisation de liaison.

Instrumentation :

- ◆ deux débitmètres électromagnétiques.

Clarification

Pour permettre la séparation des boues biologiques de l'effluent épuré, deux ouvrages de clarification d'un diamètre de 20,2 m ont été prévus. Les faibles vitesses ascensionnelles de l'effluent permettent une bonne séparation des boues biologiques, pour arriver à des siccités au fond de l'ouvrage de l'ordre de 0,8 %.

Les ponts clarificateurs sont des ponts sucés en aluminium dont les parties immergées sont en inox. L'admission de l'eau dans les clarificateurs se fait par procédé Passavant Roediger avec des entrées de type "Stengel" assurant une répartition optimale de l'effluent entrant dans l'ouvrage.

Equipements clarificateurs :

- ◆ deux ponts sucés en aluminium avec tubes en inox ;
- ◆ entrée Stengel pour admission des effluents ;
- ◆ deux systèmes de raclage des flottants et saut de ski ;
- ◆ deux balais de nettoyage de la goulotte.

Instrumentation clarificateurs :

- ◆ deux détecteurs de voile.



Puits à boues et fosse sèche

Bassin d'aération

Aeration tank

Une fosse sèche est aménagée entre les ouvrages de dégazage, puits à boues et fosse à écume. Sa surface est de l'ordre de 21 m². Dans cet ouvrage se font la recirculation des boues ainsi que l'extraction des boues en excès. Celles-ci sont directement extraites des puits à boues à une concentration de 8 g/l. Ceci optimise le dimensionnement des casiers à boues et représente également moins de charge de retour du liquide drainé par des casiers à boues vers la station.

La concentration de 8 g/l ne pose aucun problème pour la répartition des boues sur la surface totale des casiers à boues. En fait, la valeur limite admissible pour la concentration des boues est de 15 g/l.

Equipements puits à boues et fosse sèche :

- ◆ quatre pompes de recirculation des boues en fosse sèche ;
- ◆ quatre variateurs de fréquence pour pilotage de la recirculation ;
- ◆ quatre vannes d'admission et des clapets anti-retour ;
- ◆ une nourrisse de liaison ;
- ◆ deux pompes d'extraction des boues en fosse sèche.

Instrumentation puits à boues et fosse sèche :

- ◆ deux débitmètres électromagnétiques sur le refoulement des pompes de recirculation ;
- ◆ un débitmètre électromagnétique sur l'extraction des boues ;
- ◆ une sonde de niveau ultrason dans la bache à écumes.

Canal de comptage

En sortie de la station, des eaux traversent le canal venturi de sortie pour être contrôlées sur le débit, et la turbidité. Des prélèvements sont également

Casier à boues en fin de plantation

Sludge treatment compartment at the end of planting



■ TRAITEMENT DES BOUES SUR ROSELIÈRES

Généralités

L'entreprise Passavant Roediger a proposé pour la station de Honfleur la construction d'une installation de transformation des boues en terreau. Pour l'élaboration de cette offre portant sur le concept de transformation en terreau, un accent particulier a été mis sur l'intégration et la continuité de la structure générale spatiale et architectonique de l'installation. Pour expliquer ce concept la terminologie entre compost et terreau doit d'abord être clarifiée.

Des andains pour produire un véritable compost

Le compost est un produit obtenu par une stabilisation aérobie qui se réalise sur un matériau solide comprenant des éléments structurants et carbonés (copeaux, écorces, sciures). Il se caractérise par la prédominance de composés humifères très stables. Pour que l'effet hygiénisant du compostage soit effectif et complet il faut un effet thermique important :

- ◆ soit par le biais d'un retourneur d'andains qui seul permet d'atteindre 53 degrés minimum pendant trois jours au moins ;
- ◆ soit par le biais d'une période de maturation longue (au minimum d'un an et demi) où l'andain doit être complètement aéré avec des périodes de températures au bas de l'andain restant autour de 20 à 30 degrés pendant trois mois.

Aujourd'hui, les normes internationales ISO sur le compost imposent quelle que soit la méthode de compostage utilisée : une température qui doit atteindre 40 °C pendant 5 jours après le passage du retourneur d'andains.

La température au sein de la masse doit être comprise entre 35 et 55 °C.

Un minimum d'un retournement par an avant utilisation et un temps de maturation de 15 mois.

Il va de soi que pour soumettre statistiquement chaque particule aux effets thermiques hygiénisant deux retournements par an sont préférables.

Dire qu'il est possible d'atteindre une qualité "compost" avec uniquement un stockage et une déshydratation par le biais de casiers végétalisés est donc inexact. Dans un casier végétalisé et même dans le cas d'une ventilation forcée, certaines zones sont moins chaudes que d'autres et le taux humifère est très faible, même avec l'ajout des débris de végétaux venant en plus des roseaux.

Une véritable hygiénisation complète ne peut être obtenue que par le biais d'andains bien conduits et faisant l'objet d'une montée en température supérieure à 55 degrés. Un taux humifère élevé ne peut être obtenu qu'avec l'apport d'au moins 35 % du volume de M.S. de débris végétaux, le tout dis-

Tableau I
Table I

	Volume en m ³	Taux de renouvellement h ⁻¹		Débit aspiré m ³ /h	
		Diurne	Nocturne	Diurne	Nocturne
Prétraitement et traitement des graisses	1 100	4	2	4 400	2 200
Bassin d'orage	100	2	1	200	100
Traitement des graisses / Fosses prétraitement	100	2	1	200	100
Total	1 300			4 800	2 400



effectués sur l'effluent épuré avant d'être rejeté au niveau des jardins filtrants.

Instrumentation canal de sortie :

- ◆ un venturi préfabriqué avec sa sonde à ultrason ;
- ◆ un préleveur thermostaté 24 flacons ;
- ◆ une sonde de mesures de turbidité en continu.

Traitement de l'air

La station d'épuration dispose d'une unité de désodorisation biologique pour traiter les débits d'air vicié extraits des salles techniques au stade des prétraitements. Tous les ouvrages de prétraitement y compris le bassin d'orage, et des fosses de dépôtage-stockage en sous-sol sont ventilés avec des taux de renouvellement permettant le respect des valeurs de VME et VLE à l'intérieur des locaux (cf. tableau I).

Équipement ventilation-désodorisation :

- ◆ un réseau d'aspiration PE ;
- ◆ deux ventilateurs couplés de capacité de 2400 m³/h ;
- ◆ un tour d'humidification ;
- ◆ une pompe de circulation ;
- ◆ un biofiltre de 30 m².

Instrumentation ventilation-désodorisation :

- ◆ une mesure de pH ;
- ◆ une mesure de taux d'humidité.

posant d'au moins 15 mois de maturation sans nouvel apport de boue liquide pour que le complexe humique puisse se former.

Seuls des andains retournés avec un retourneur d'andains un an avant sa réutilisation permettent d'atteindre véritablement la norme "compost" internationale, en cours de validation.

Des casiers végétalisés semi-enterrés pour produire du terreau

La technique des casiers plantés de roseaux dans lesquels sont d'ailleurs laissés les roseaux coupés permet essentiellement de produire un matériau de type terreau du fait de sa très grande richesse en matière organique minéralisée au bout de plusieurs années. Les casiers de roseaux permettent le stockage et la stabilisation des boues par biodégradation aérée grâce aux micro-organismes associés aux racines des végétaux.

L'objectif des casiers végétalisés n'est donc pas de réduire les micro-organismes présents dans la ryzosphère, notamment avec des produits bactéricides, mais bien au contraire de favoriser la présence de bactéries bénéfiques.

La notion d'hygiénisation peut donc être contradictoire avec un bon fonctionnement de ces casiers. Rappelons que c'est la production d'hétérosides bactériens persistant longtemps dans la litière qui permettra la création d'une part importante de l'humus de ce terreau. L'enjeu est donc plus de réduire les bactéries pathogènes et de favoriser la prolifération des bactéries utiles et ne présentant pas de risques pour l'environnement.

Résultats généralement obtenus dans un casier végétalisé :

- ◆ 15 % de siccité moyenne ;
- ◆ 30 % de siccité après la vidange et le stockage des boues ;
- ◆ suppression significative des bactéries pathogènes.

A Honfleur nous proposons d'atteindre ces valeurs avec les solutions variantes pour des casiers à boues.

Différentes filières de valorisation pourront alors être mises au point, le choix de dissocier le traitement par macrophytes et par taillis arbustifs permet d'obtenir des roseaux réutilisables en compost et avec des volumes suffisants pour réaliser un "macro terreau" d'excellente qualité et débarrassé d'une grande partie de ses métaux lourds et de ses germes.

Le terreau ou le compost obtenu (durée de compostage supérieur à 15 mois) pourra être utilisé dans des espaces publics, revendu en qualité terreau ou utilisé en fertilisation agricole avec une qualité agronomique constante (grâce notamment à des teneurs d'éléments traces respectant les VDSS).

Les casiers étanches sont semi-enterrés et dimensionnés à la fois pour résister à la charge de



Casier à boues

Sludge treatment compartment

boue sans déformation et pour permettre une évacuation mécanique en fin de cycle sans destruction de l'ouvrage.

Les végétaux sont plantés dans le massif filtrant avant la première bûchée de boue.

La composante principale de cette installation de transformation en terreau de boues d'épuration est la surface de transformation en terreau qui se compose de trois casiers à boues individuels.

Ces vastes surfaces avec réduction considérable des zones de bords présentent des avantages considérables, non seulement pendant la phase de construction mais aussi pendant l'exploitation de l'installation.

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION POUR LE SIVOM HONFLEUR

L'installation se compose d'un total de trois casiers à boues. La forme individuelle des casiers de transformation en terreau a été adaptée au concept architectonique générale.

Capacité

La production annuelle de matières sèches se chiffre dans un premier temps à 335 t MS/an (avec une extension possible sur 400 t/an). Sur la base d'une teneur en MS de 0,8 %, obtenue à partir du procédé de décantation, il en résulte une quantité finale de boues humides de 50 000 m³/an.

La surface d'installation brute requise pour garantir la transformation terreuse de cette quantité y compris les voiries et les digues nécessaires se chiffre à environ 16 500 m². L'expérience acquise dans plus de 20 installations de transformation

Jardin filtrant
Filtration garden



Tableau II
Table II

DBO5	DCO	NH4-N	P _{tot.}
100 - 200 mg/l	200 - 400 mg/l	< 100 mg/l	< 16 mg/l

▶ permet de valider cette surface pour recevoir et transformer la quantité des boues humides produites chaque année ayant une teneur totale en MS de 335 t/an. La première évacuation des casiers s'effectuera après une période de 6 à 8 ans.

Structure des casiers à boues

L'étanchéification des casiers à boues s'effectue avec un traitement du sol à la chaux. Une couche de drainage spéciale est introduite dans les bassins étanchéifiés afin d'évacuer le filtrat. De cette façon il sera possible d'appliquer un substrat de plantes élaboré spécialement pour les roseaux. Ensuite, les roseaux seront plantés. Il s'agit de roseaux spéciaux, cultivés et préparés spécialement pour leur utilisation dans des installations de transformation en terreau des boues d'épuration.

Il n'y a pas de pente au niveau du radier, l'évacuation de l'eau étant assurée par le réseau de drainage. L'aération se fait seulement par l'activité des plantes.

L'apport en oxygène est assuré par l'adsorption d'oxygène des roseaux mêmes. La structure de ces plantes permet un transfert d'oxygène dans les zones inférieures, nécessaire pour la minéralisation des boues.

Adduction des boues d'épuration

Les boues seront transportées vers l'installation de transformation de boues par une conduite de refoulement qui se trouve dans le puits d'épuisement de la zone du bassin de décantation finale. La distribution des boues d'épuration sur les ca-

siers à boues s'effectue de manière automatique à partir du bâtiment d'exploitation.

Des dispositifs de réglage automatiques sont intégrés dans le système opérationnel de la station d'épuration.

La construction particulière d'une installation de transformation des boues en terreau implique un fonctionnement constant toute l'année, c'est-à-dire que même pendant les périodes de gelée les intervalles de chargement ne doivent pas interrompus.

Un débitmètre inductif est installé afin de contrôler la quantité des boues introduite.

Distribution des boues

La distribution des boues s'effectue par une conduite de refoulement installée autour de chaque casier. Etant donné que les casiers présentent différentes dimensions, le nombre de dispositifs d'alimentation est également différent.

Plan général des dispositifs d'alimentation :

- ◆ casier 1 : 11 unités ;
- ◆ casier 2 : 10 unités ;
- ◆ casier 3 : 10 unités.

La grande dimension des casiers, oblige à installer une conduite d'alimentation dans le centre du casier qui permet une distribution plus homogène des boues à l'intérieur des casiers.

Intervalles de chargement

Le facteur principal pour déterminer les intervalles de chargement est la charge par unité de surface. Les tailles des casiers étant différentes, les intervalles de chargement le sont également.

La station d'épuration du SIVOM d'Honfleur est dimensionnée pour une production maximale de 335 t MS/an. Il en résulte un débit d'alimentation par jour de l'installation de transformation terreuse des boues d'épuration d'environ 115 m³/j (avec une teneur en MS de 0,8 %). Cette quantité sera introduite dans un délai de 4 à 5 heures.

Dans un premier temps l'installation est prévue pour une quantité maximale de 335 t/an.

Sur la base des débits d'alimentation indiqués, les intervalles suivants sont réalisés :

- ◆ casier 1 : phase d'alimentation = 3 jours - Phase de repos = 5 jours ;
- ◆ casier 2 : phase d'alimentation = 3 jours - Phase de repos = 5 jours ;
- ◆ casier 3 : phase d'alimentation = 2 jours - Phase de repos = 6 jours.

Après, le casier 1 sera chargé de nouveau.

Réintroduction du filtrat

Le filtrat est tout d'abord rassemblé par le corps de drainage. La structure de ce dernier a été spécialement élaborée pour l'utilisation dans une ins-

tallation de transformation terreuse et offre, par conséquent, une capacité de drainage optimale sans danger d'obstruction. La réintroduction du filtrat s'effectue à l'aide de conduites gravitaires vers un puits de pompage des filtrants. A partir du puits d'épuisement le filtrat produit sera réintroduit dans le cycle de traitement de la station d'épuration moyennant une conduite de refoulement. L'installation d'un débitmètre inductif permettra le mesurage du filtrat réintroduit au niveau des bassins de contact.

La construction spéciale de l'installation de transformation terreuse permet le stockage intermédiaire du filtrat généré chaque jour. Il sera donc possible, par exemple, de réintroduire le filtrat dans la station d'épuration pendant les temps d'une adduction de charge réduite, ce qui permet d'atteindre un taux d'utilisation optimisé de l'installation en évitant les charges pointes.

Avec un débit d'alimentation de l'installation de transformation terreuse de 115 m³ de boues humides par jour, il faudra s'attendre à une quantité de filtrat d'environ 110 m³/j.

Cette quantité se réduira avec le temps d'exploitation de l'installation jusqu'à une valeur d'environ 100 m³/j, car le chargement des boues causera une meilleure retenue dans la couche du substrat. Par conséquent, les roseaux pourront évaporer une plus grande quantité d'eau.

Le délai requis pour la réintroduction d'une quantité de 110 m³ se chiffre à environ 8 heures. Il en résulte donc une valeur de 4-5 l/sec.

La contamination moyenne du filtrat est reportée dans le tableau II.

La réintroduction du filtrat dans le cycle de traitement de la station d'épuration s'effectue à l'aide d'une pompe.

Stockage

Afin d'améliorer la teneur en matières sèches, il est possible d'effectuer un stockage additionnel des boues après l'évacuation des casiers. Une surface d'environ 3500 m² est prévue à proximité pour le stockage des boues transformées en terreau. Cette surface est constituée par une plate-forme de reprise sous forme de champs engazonnés.

Le stockage postérieur des boues ne sera pas toujours requis. La nécessité dépend de l'utilisation prévue des boues transformées.

La nature stabilisée et minéralisée des boues dissipe toute émission d'odeurs par les terreaux, entreposés sur les aires de stockage.

Surveillance et réglage automatique

L'installation de transformation en terreau des boues est équipée d'un dispositif de réglage automatique de sorte que le réglage de l'installa-



Vue aérienne de la station d'épuration

Aerial view of the treatment plant

tion de transformation terreuse pourra être effectué à partir de la salle de contrôle de la station d'épuration de Honfleur.

Les états opérationnels de l'installation de transformation en terreau peuvent être surveillés par la salle de contrôle. Des messages d'erreur peuvent être transmis et le réglage interne de l'installation s'effectue entièrement automatiquement.

Un système de télétransmission est installé pour la télémaintenance et pour la transmission des données de l'exploitation.

Utilisation de la terre obtenue à partir des boues d'épuration

La transformation des boues d'épuration donnera après plusieurs années d'exploitation un produit de haute qualité.

Selon la configuration de l'installation prévue à Honfleur, la terre issue de la transformation des boues d'épuration ne sera utilisable au plus tôt, qu'après 8 ans d'exploitation.

Après un traitement secondaire contrôlé et la réalisation d'un conditionnement approprié, le produit pourra être commercialisable.

Avec une quantité en matières sèches de 335 t MS/an on aura une quantité de boues humides à traiter d'environ 41 875 m³/an (avec un taux de 0,8 % MS). La quantité des terres ainsi obtenues à partir de la transformation de boues sera seulement de 670 m³/an, et l'évacuation de la quantité totale ne devra être effectuée que toutes les 6 à 8 ans. Ce procédé permet donc une importante réduction du volume.

Les terres ainsi obtenues peuvent être utilisées sur des surfaces agricoles mais l'excellente qualité de la matière produite autorise également son emploi dans le secteur jardinier - paysagiste.

Les valeurs suivantes ont été recueillies sur des exploitations existantes (tableau III).

Matière organique	60 - 70 % de MS
NTK	5 - 6,5 % de MS
NH ₄	0,4 - 0,6 % de MS
P ₂ O ₅	3 - 4 % de MS
Ca	3 - 7 % de MS
Mg	0,6 % de MS
K	0,1 - 0,2 % de MS
Métaux lourds	Inférieures normes réglementaires boues

Tableau III

Table III

Vue sur le bâtiment technique et sur les bassins biologiques

View of the plant building and the biological ponds



Résumé

L'installation de transformation terrestre décrite ci-dessus offre les avantages suivants au SIVOM Honfleur :

- ◆ mise à disposition d'une capacité de transformation en terreau assurée pour un total de 335 t MS (extensible à 400 t MS) par année et pour une période de 25 années;
- ◆ première évacuation des casiers à boues après une période de 6 années environ;
- ◆ fonctionnement continu de l'installation pendant toute l'année;
- ◆ réduction du volume selon la teneur en MS d'entrée entre 87 et 93 %;
- ◆ teneurs en MS entre 30 et 50 % MS dans les terres obtenues à partir des boues d'épuration après un stockage postérieur;
- ◆ sécurité d'obstruction de l'installation par une structure spéciale du corps de drainage;
- ◆ économie de coûts par :
 - une construction compacte,
 - conduites courtes,
 - réduction du nombre d'installations d'alimentation,
 - dépenses d'évacuation réduites par grandes unités de transformation terrestre,
 - coûts de construction réduits par grandes unités de transformation terrestre,
 - stockage et introduction contrôlée du filtrat pendant les périodes de charge réduite.

■ MÉMOIRE JUSTIFICATIF JARDINS FILTRANTS

Explications

Le procédé débute par l'installation d'un étang pour le traitement de finition. Là seront séparées les matières en suspension qui peuvent encore se trou-

ver dans les eaux usées. Cet étang dispose d'une trémie à boues où elles se déposeront.

Cette mesure évite la répartition des matières en suspension dans tous les jardins filtrants et limite le procédé d'évacuation à un endroit spécifique. L'affluence des eaux dans cet étang de traitement de finition s'effectue par un trop-plein dans le bassin de régulation. Ceci permet la régulation optimale de l'étang de traitement de finition et des

DIMENSIONNEMENT DE LA STATION

Le dimensionnement de la station est basé sur les charges correspondant à la capacité nominale de :

- Charge nominale en DB05 : 1 819 kg/j
- Charge nominale en DCO : 3 892 kg/j
- Charge nominale en MeS : 2 568 kg/j
- Charge nominale en NTK : 330 kg/j
- Charge nominale en Pt : 77 kg/j
- Débit journalier nominal de temps sec : 3 905 m³/j
- Débit journalier nominal de temps de pluie : 5 349 m³/j
- Débit horaire nominal avant écrêtage : 600 m³/h
- Débit horaire nominal en prétraitement, bio : 320 m³/h

Le traitement de l'azote est garanti, dans la mesure où les flux moyens journaliers sur 20 jours consécutifs n'excèdent pas le jour moyen 20 jours, définis ci-après :

- Débit journalier : 3 476 m³/j
- DB05 : 1 333 kg/j
- DCO : 2 832 kg/j
- MeS : 1 633 kg/j
- NTK : 254 kg/j
- Pt : 60 kg/j

Le traitement des matières carbonées est garanti pour tous les flux moyens journaliers sur une semaine consécutive n'excèdent pas le jour moyen 7 jours suivant, définis ci-après :

- Débit journalier : 3 693 m³/j
- DB05 : 1 517 kg/j
- DCO : 3 190 kg/j
- MeS : 1 812 kg/j
- NTK : 292 kg/j
- Pt : 67 kg/j

La qualité de l'effluent traité après le traitement par la station d'épuration est le suivant :

- DB05 : 20 mg/l : 94 % de rendement minimal
- DCO : 60 mg/l : 92 % de rendement minimal
- MeS : 30 mg/l : 93 % de rendement minimal
- NGL : 15 mg/l : 78 % de rendement minimal
- Pt : 2 mg/l : 88 % de rendement minimal

jardins filtrants même au moment d'une haute charge hydraulique. De plus, il est possible d'interrompre entièrement l'adduction des eaux vers les jardins filtrants pour effectuer, par exemple, des travaux d'entretien ou de réparation.

L'étang de traitement de finition est profond de 1,20 m au point le plus bas et aboute vers l'ouest jusqu'au niveau du terrain.

La surface de l'étang de traitement de finition est de 1570 m² avec une profondeur moyenne de 0,5 m. Soit un volume de 785 m³.

En partant d'une charge hydraulique maximale d'environ 4000 m³/j il en résulte un temps de séjour dans l'étang d'environ 4,7 heures. Par conséquent, une rétention additionnelle des matières en suspension est possible. Le fond incliné de l'étang facilite le ramassage de celles-ci.

Les bords sont plantés de roseaux (phragmites a.), panicules de roseaux (typha l.) et autres plantes, ce qui donne un aspect très naturel. Le centre des étangs n'est pas planté. Au milieu il n'y a que de l'eau et des associations de feuilles flottantes composées de Nuphar lutea, Hydrocharis morsus-ranae (morène), etc.

La quantité d'espèces différentes de plantes est de l'ordre de 8400 unités.

Installations d'étangs

Après l'étang de traitement de finition, deux grandes surfaces d'eau additionnelles sont mises en place. L'eau y est transportée à l'aide d'une installation de trop-plein.

Une réduction considérable de la vitesse d'écoulement et de la résistance à l'écoulement est atteinte par l'élargissement des surfaces d'eau. Ceci permet la colonisation des bords de rive par des associations de plantes sans causer un conflit par rapport à la compatibilité d'écoulement de certaines plantes ou la capacité hydraulique des tranchées. Le fond des étangs présente une structure terrassée. Les bords sont peu profonds, environ 0,40 m pour une largeur entre 1 et 2 m. S'ensuit la zone profonde avec une moyenne de 0,80 m pour une largeur entre 8 et 10 m.

Cette construction est propice pour créer un habitat approprié aux plantes avec une vitesse d'écoulement réduite, et pour obtenir au centre des étangs des sections d'écoulement libres et assez grandes. Les zones des bordures sont couvertes sur une largeur d'environ 4 m, d'une couche de substrats ayant une épaisseur d'environ 10 cm. Vers le centre de l'étang on a prévu une chute qui empêche l'extension des plantations des bords de l'étang vers la surface d'eau ouverte et libre.

Les zones de bords d'étangs obtiennent une plantation qui correspond aux indications faites dans le CCTP pour les tranchées. Des associations de plantes individuelles sont groupées en certaines zones et l'installation est donc subdivisée. C'est



Maquette du bâtiment technique

Mock-up of the plant building

notamment à cause de la structure des étangs – plantation intensive des bords des étangs alternée par les zones profondes stabilisantes – que le temps de séjour dans l'eau qui en résulte présente des avantages considérables par rapport à la régénération de l'eau dans le système biologique.

Entre les deux zones – eaux profondes et bords – un échange d'eau se mettra en place. Avec les temps de séjour plus importants au niveau des bords, nous allons observer un effet d'épuration des eaux en sortie de la STEP supplémentaire dans ces zones.

Les dimensions des surfaces d'eau permettent d'augmenter fortement le temps de passage à travers les bassins. La section d'écoulement libre se chiffre à une largeur moyenne de 12,5 m et à une profondeur moyenne de 0,70 m et présente une surface moyenne de 8,75 m².

En supposant une charge hydraulique maximale de l'installation de 4000 m³/j il en résulte un débit de 0,046 m³/h. La vitesse moyenne à laquelle il faudra s'attendre dans la section libre se chiffre à environ 0,0053 m³/sec.

La diversité de la faune dans le système proposé augmentera sensiblement à cause des zones d'eau profondes et tranquilles avec les associations de feuilles flottantes. Sur une surface d'eau aussi conséquente, il sera plus tard possible de déterminer les relations biologiques des associations de plantes à l'aide d'un petit bateau.

Après avoir traversé les étangs 1 et 2 les eaux sont transportées vers les étangs finaux. Elles passent ensuite par les zones de TCR pour être ensuite menées dans la tranchée de régulation.

Résumé

Cette installation d'étang pourra être intégrée de maintes façons dans le concept architectural de base. Les zones techniques d'épuration des eaux

usées et de transformation terreuse des boues d'épuration seront opposées par la réalisation des surfaces de régénération des jardins filtrants qui se présentent sous la forme d'un parc naturel. Des espaces de repos et de récréation sont créés par les bosquets et les grandes surfaces de prairies. Les jardins filtrants auront, outre l'aspect technique, une importance déterminante dans la découverte visuelle avec la station.

ABSTRACT

Treatment plant. "SIVOM" local authority joint board in the Honfleur area

S. Le Sant

The Honfleur treatment plant will serve the four districts of Honfleur, La Rivière-Saint-Sauveur, Equemauville and Gonville-sur-Honfleur.

Located in an area of outstanding interest, the future treatment plant of SIVOM d'Honfleur is distinguished in particular by its architectural impact.

Positioned at the entrance to Honfleur, it will be visible from the town's access motorway for the four or five million or so visitors attracted each year to this delightful town.

The extremely ecological concept adopted by the SIVOM for sludge treatment and water polishing will make it the largest reed-bed sludge treatment plant in France.

This type of sludge treatment is especially suitable for sites where there are major population fluctuations in the course of the year.

Moreover, sludge treatment by reed beds provides a unique opportunity to solve the constant problem facing local bodies, namely the disposal of sludges. This is because the technology developed by Passavant Roediger enables the sludges to be stored in compartments planted with reeds over a period ranging from 8 to 10 years without any mechanical treatment. After 10 years, the residue formed is a compost with a water content of less than 55 % and fully recyclable.

RESUMEN ESPAÑOL

Estación depuradora. SIVOM del distrito de Honfleur

S. Le Sant

La estación depuradora de Honfleur habrá de dar servicio a los cuatro municipios de Honfleur, La Rivière-Saint-Sauveur, Equemauville y Gonville-sur-Honfleur.

Ubicada en un emplazamiento de prestigio, la futura estación depuradora del SIVOM de Honfleur se destaca muy particularmente por su impacto arquitectónico.

Ubicada en la entrada de la ciudad de Honfleur, la estación será visible desde

la autopista de acceso al municipio por los cuatro a cinco millones de visitantes anuales fascinados por esta atractiva ciudad.

El proyecto particularmente ecológico seleccionado por el SIVOM para el tratamiento de los lodos y el afinado de las aguas hará de esta estación la mayor estación de tratamiento de lodos mediante plantación de cañas de Francia.

Este tipo de tratamiento de lodos es particularmente adaptado a las instalaciones que presentan importantes variaciones de población durante el transcurso del año.

Además, el tratamiento de los lodos mediante plantaciones de cañas brinda una oportunidad única para resolver el problema permanente de los entes y corporaciones públicas, o sea la eliminación de los lodos. Efectivamente, la tecnología desarrollada por Passavant Roediger permite el almacenamiento de los lodos en diversos compartimentos plantados de cañas para una duración que oscila entre 8 y 10 años sin ningún tratamiento mecánico. Tras 10 años, el residuo formado corresponde a un fertilizante que contiene menos de un 55 % de agua y que se puede aprovechar totalmente.

Guéthary : la première station d'épuration européenne "zéro virus"

MSE a réalisé, en accord avec le Syndicat intercommunal d'assainissement de Guéthary – Saint-Jean-de-Luz et Acotz, le cabinet Merlin son maître d'œuvre, les ingénieurs de l'Agence de l'Eau Adour Garonne et les services techniques du Conseil général, une unité de traitement exemplaire "zéro virus". Celle-ci comprend un traitement biologique avec membrane, barrière physique infranchissable pour toutes pollutions, associé à une stérilisation-désinfection des effluents rejetés dans la mer par un réacteur ultra-violet - UV. Le procédé Biosep® employé se caractérise par la combinaison d'un traitement biologique par boues activées et d'une filtration membranaire. Son extrême compacité a permis d'augmenter la capacité à 10 000 EH et de centraliser sur le site le traitement des eaux usées urbaines et pluviales en réhabilitant chaque ouvrage existant.

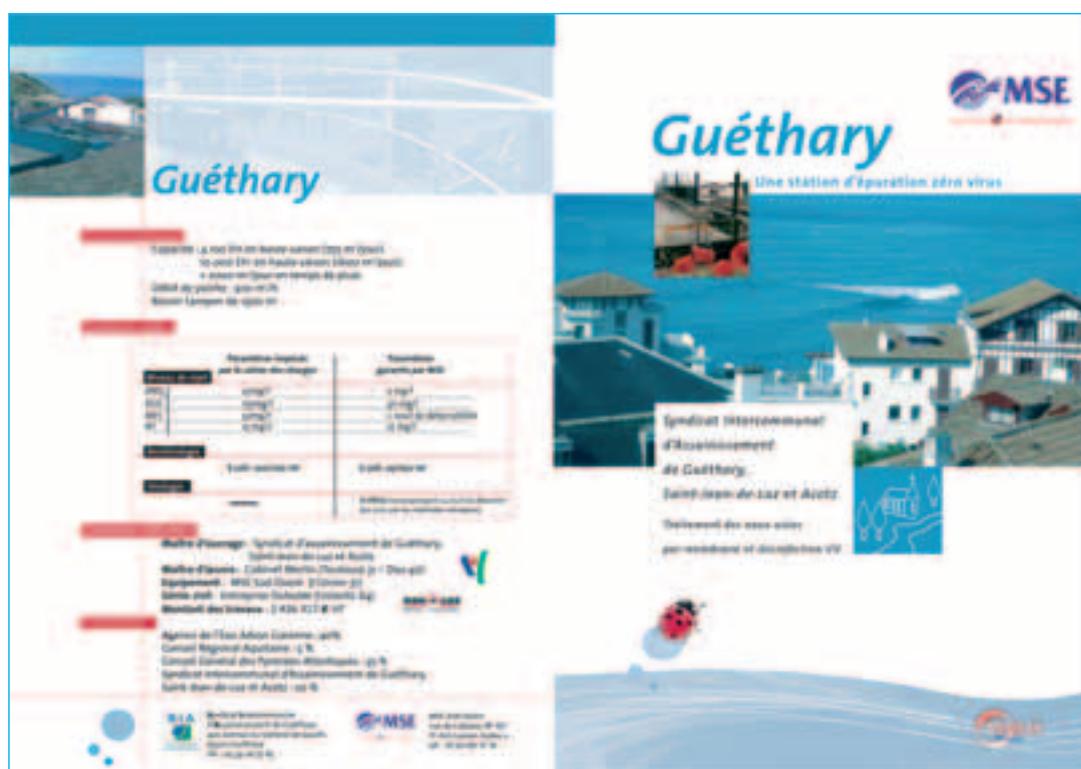
Alain Rousse

PRÉSIDENT-
DIRECTEUR GÉNÉRAL
MSE



Jacques Debuire

DIRECTEUR RÉGIONAL
MSE Toulouse



Pour la première fois une station d'épuration de traitement des eaux usées urbaines, équipée du procédé Aqualys® proposé par la société MSE, filiale d'OTV-Veolia Environnement, garantit "zéro virus" sur le littoral basque. Le Syndicat intercommunal d'assainissement de Guéthary – Saint-Jean-de-Luz et Acotz s'est engagé sur l'absence quasi totale de bactéries dans les effluents rejetés en mer.

Guéthary, commune typiquement basque dont le nom vient de Getaria, mot latin signifiant lieu de guêt, était au début du siècle, un village de pêcheurs.

Guéthary possède, aujourd'hui, les plus grandes entreprises européennes de l'activité du surf – spot reconnu – les pionniers du surf ont conquis ses vagues. Sa pratique est très importante sur son littoral. Les associations locales de surf reportaient sur une qualité d'eau rejetée très médiocre tous les incidents de santé (nez, gorge, oreilles, peau, etc.) dont se plaignaient les surfeurs.

L'unité de traitement des eaux usées existante construite en 1975, présentait quelques dysfonctionnements tant au niveau de l'hydraulique liés à des équipements vieillissants, que sur la filière boues. Il était devenu urgent d'adapter la fu-

Figure 1
Coupe d'un bassin d'aération avec membranes en immersion

Cross section of an aeration tank with submerged membranes

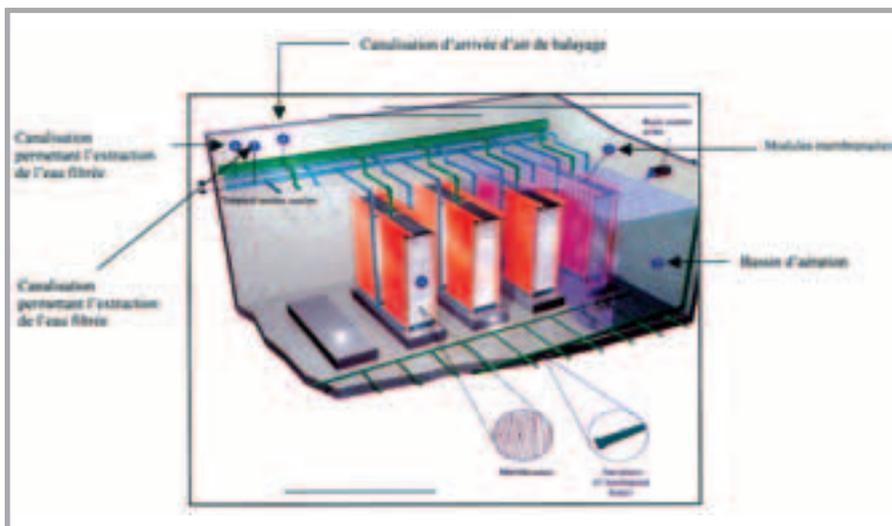
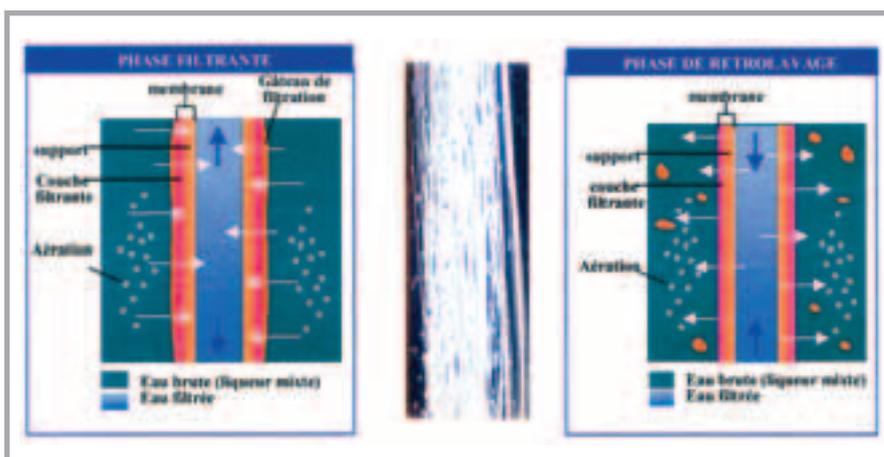


Figure 2
Alternance des phases de filtration et de rétrolavage

Alternation of filtration and backwash phases



Tamis rotatif
Drum screen



► ture station d'épuration aux nouvelles contraintes. L'objet de la réhabilitation portait sur une augmentation de sa capacité de 10 000 équivalents-habitants, ainsi qu'une mise aux normes européennes du rejet. Les travaux devaient être réalisés dans l'espace réduit de l'ancienne station, bordée par la voie ferrée à l'est, un chemin de grande randonnée au sud, la plage du Cenitz à l'ouest et une propriété privée au nord. L'étude qui allait en découler nécessitait, outre la prise en compte de ces éléments pour intégrer au mieux cette installation dans son environnement, la mise en place d'une canalisation de rejet en mer

d'une longueur de 540 mètres linéaires, afin d'assurer une large diffusion de l'eau traitée. En fait, le site d'évolution des surfeurs se trouve en mer entre 50 et 500 m des plages, et ce, en période de basses eaux. Dans le cas de Guéthary, le collecteur devrait mesurer au moins 750 m de long pour répondre à cet impératif. Enfin, toute disposition devait être apportée en terme de phasage des travaux de manière à ce qu'aucun litre d'eau non traitée ou mal traitée ne puisse regagner le milieu récepteur quelle que soit la période de l'année de sa réalisation.

■ SOLUTIONS PROPOSÉES POUR LE CAS DE GUÉTHARY

Pour répondre à ces contraintes environnementales très fortes, face à un plateau continental sensible, le Syndicat intercommunal d'assainissement de Guéthary, Saint-Jean-de-Luz et Acotz s'est adjoint les services des ingénieurs conseils du Cabinet Merlin de Lyon ainsi que les techniciens des Conseils régionaux et des Conseils généraux des Pyrénées Atlantiques pour l'aider dans sa réflexion. La présence forte des surfeurs auprès de la municipalité en faisait un challenge pour une eau rejetée en mer de qualité exceptionnelle.

Deux solutions s'avéraient possibles :

- ◆ soit, la technique traditionnelle de boues activées avec adjonction d'un traitement tertiaire performant auquel il y a lieu de construire un collecteur de rejet en mer de 540 m de longueur voire de 750 m pour respecter les impératifs des surfeurs ;
- ◆ soit les nouvelles techniques innovantes membranaires en cohérence avec l'approche communautaire "zéro Virus" auquel il y a lieu de rajouter la construction d'un rejet en mer de 240 m de longueur. Cette longueur correspond à la cote des plus basses eaux imposée par la Police de l'eau. Cette dernière solution permet au Syndicat de s'affranchir d'un traitement tertiaire et de 300 m au moins de collecteur en mer dont le coût et l'entretien dans cette zone du golf de Gascogne peuvent être à risques et importants.

La technique traditionnelle de boues activées présente des inconvénients majeurs : ouvrages de grandes surfaces, risque de développement de bactéries filamenteuses et départ de boues du clarificateur dû aux variations de charges importantes de tout site balnéaire. Les techniques membranaires présentent des avantages indéniables en termes de compacité, de niveau de traitement, de fiabilité et de sécurité. Dans sa réunion du 22 mai 2002, les élus du Syndicat intercommunal d'assainissement de Guéthary, Saint-Jean-de-Luz et Acotz ainsi que l'ensemble des administrations concernées : Agence de l'eau Adour Garonne, Conseil régional, Conseil général, Sate-se, DASS, Cabinet Merlin, etc. ont choisi le procé-



Traitement biologique
Biosep®

*Biosep® biological
treatment*

dé Aqualys®, réunion de la technique membranaire Biosep® et d'une désinfection par ultra-violet, réalisé par la société MSE, filiale spécialisée d'OTV-Véolia Water.

Cette solution s'adapte totalement au contexte de Guéthary.

■ PRÉSENTATION DU PROCÉDÉ BIOSEP®

Biosep® est un procédé biologique de nouvelle génération pour traiter des effluents domestiques ou industriels. Biosep® associe dans un même bassin les performances d'un traitement biologique par boues activées et d'un traitement physique de séparation par membranes immergées.

Ce procédé du fait de la présence de membranes permet de s'affranchir de tout problème lié à la clarification – le clarificateur étant le maillon faible du procédé traditionnel de boues activées, la technique de séparation membranaire supprime tout risque de départ de boues avec l'eau traitée.

Les membranes, véritables barrières physiques, permettent de conserver la totalité de la biomasse épuratrice dans le bassin et d'obtenir une forte concentration en boues (~ 15 g MES/l) et un âge de boues élevé.

Les membranes sont des fibres creuses polymériques dont le seuil de coupures est de l'ordre de 0,1 µm (entre microfiltration et ultrafiltration).

Procédé compact et simple à mettre en œuvre, Biosep® produit une eau de très grande qualité. Il se

traduit par un fort abattement biologique de DCO des matières en suspension et une désinfection très poussée.

Biosep® met tout simplement en œuvre un bassin d'aération dans lequel sont placés verticalement les modules membranaires.

Chaque module est constitué d'un cadre qui maintient les membranes sans les confiner dans un carter sous pression. Deux canalisations permettent l'extraction de l'eau filtrée, une troisième, l'arrivée d'air de balayage (figure 1).

Le colmatage est limité de deux manières :

◆ physiquement :

- par une agitation permanente sous les modules (air-lift),
- par des rétrolavages à l'eau filtrée (six par heure) ;

◆ chimiquement :

- par un nettoyage de maintenance hebdomadaire automatique à l'eau chlorée,
- par un nettoyage exceptionnel annuel où chaque cassette est sortie du bassin et nettoyée spécifiquement.

L'eau est ensuite filtrée de l'extérieur vers l'intérieur des fibres sous l'effet d'une différence de pression créée par la hauteur d'eau au-dessus des membranes, éventuellement complétée par une pompe de soutirage. La maîtrise du colmatage du système s'appuie sur l'utilisation extensive des membranes (faible pression transmembranaire) et par la mise en œuvre de conditions opératoires adaptées au traitement (agitation par l'air de balayage et rétrolavage) (figure 2).

	Performances	Valeurs garanties par MSE	Valeurs demandées dans le CCTP
Paramètres organiques			
DBO5	> 97,55 %	5 mg/l	25 mg/l
DCO	> 95 %	30 mg/l	125 mg/l
MES	< seuil de détectabilité	< seuil de détectabilité	30 mg/l
NT	Comparable à une BA classique	15 mg/l	15 mg/l (en option)
Bactériologie			
E.coli : 25 / 100 ml dans 95 % des cas sur 20 analyses et dans 90 % des cas sur 10 analyses - 50/100 ml dans 100 % des cas		E.Coli : 100/100ml dans 90 % des cas sans jamais dépasser 2000 E.Coli	
Virologie			
0 virus (correspondant au seuil de détection des virus par les méthodes classiques)			

Tableau I
Valeurs des niveaux garantis pour l'effluent rejeté
Values of guaranteed levels for discharged effluent

■ APPLICATION DU SYSTÈME BIOSEP® À GUÉTHARY

Dans le cas de Guéthary et compte tenu des exigences des surfeurs, il a été associé au traitement membranaire, une désinfection par un réacteur ultra-violet, pour garantir zéro virus. Les pêcheurs, les surfeurs et les baigneurs sont ainsi assurés toute l'année d'une mer totalement préservée.

Garanties apportées

Après le traitement final, les valeurs des niveaux garantis pour l'effluent rejeté sont reportées sur le tableau I.

■ LA FILIÈRE

(Cf. schéma général de l'usine de dépollution des eaux de Guéthary, figure 3).

Prétraitements

Les eaux brutes, après passage dans un piège à cailloux, arrivent à l'étape de prétraitement, laquelle comprend :

- ◆ un tamisage à 1 mm ;
- ◆ un dessablage.

Le tamisage est mis en œuvre par deux tamis rotatifs à vis, dimensionnés sur le débit de pointe, d'une maille de 1 mm. Il a pour but de débarrasser les eaux brutes des déchets et des graisses. Le tamis rotatif à maille de 1 mm assure à la fois des fonctions de dégrillage, dessablage et dégraisage. Les déchets recueillis sont compactés puis ensachés et, par conséquent, évacuables par circuit d'ordures ménagères ou en décharge.

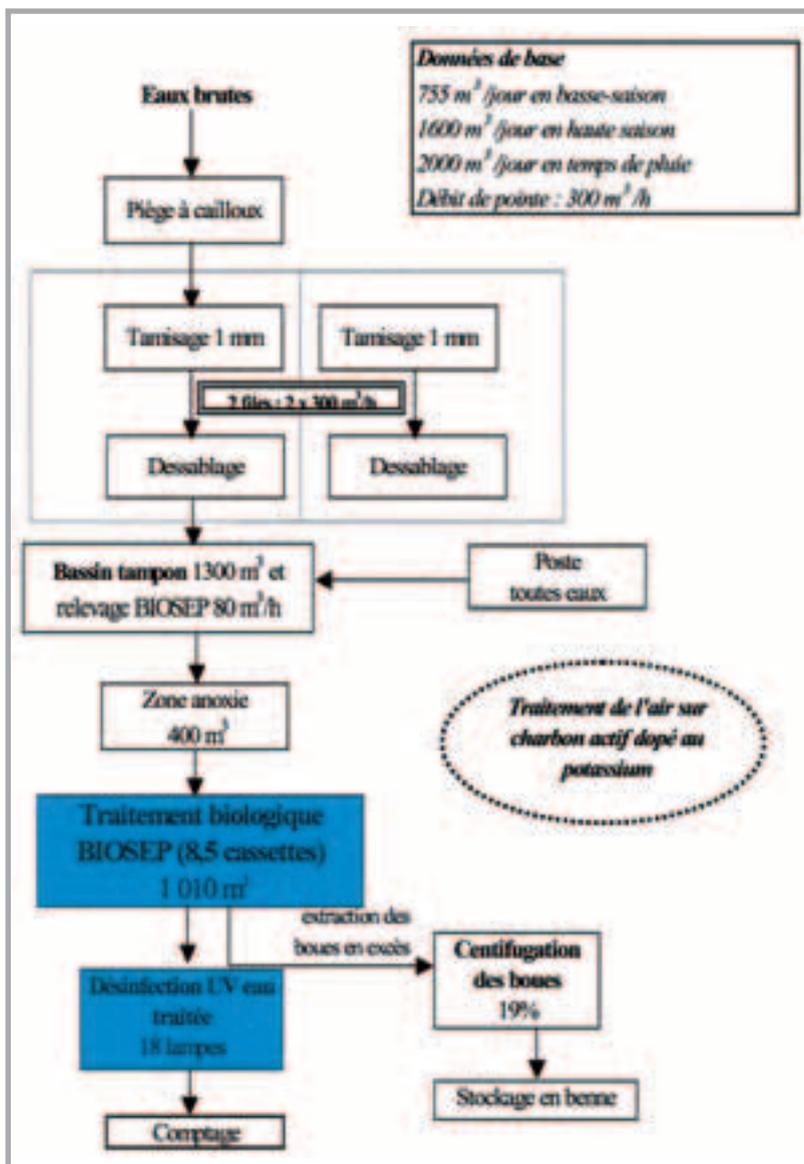
Bassin tampon

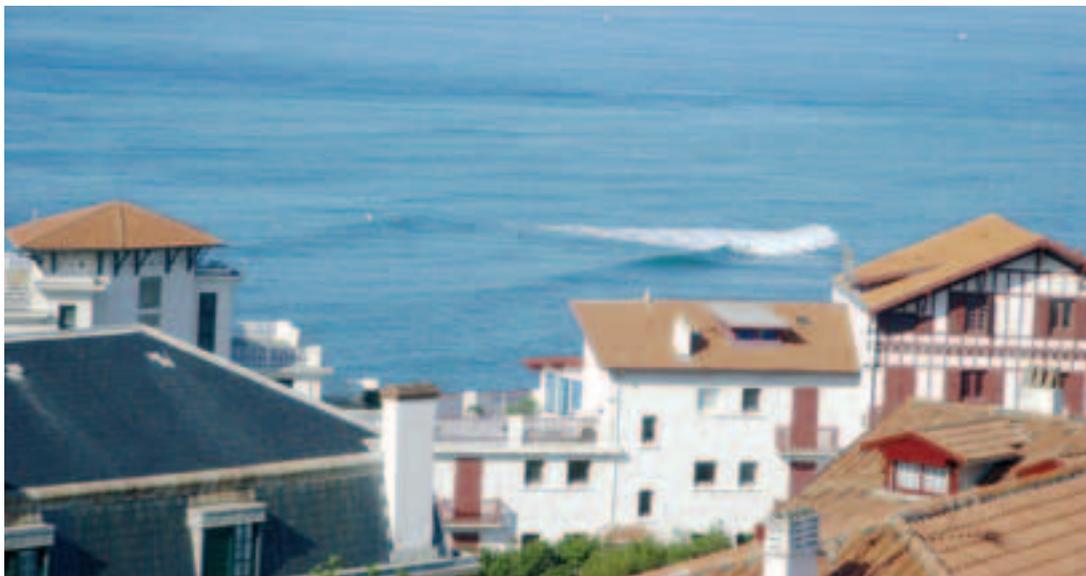
Les eaux tamisées sont ensuite admises vers le dessableur. Celui-ci permet la décantation des résidus les plus denses. L'élimination du sable évite l'abrasion des équipements et le remplissage des bassins aval.

Les eaux prétraitées rejoignent le bassin tampon : celui-ci permet d'homogénéiser la pollution, de lisser les débits (particulièrement en haute saison et par temps de pluie). Ce bassin est couvert et désodorisé (les bassins d'aération et les clarificateurs de l'ancienne station d'épuration ont été réutilisés et transformés en bassin tampon). Le volume total obtenu est de 1300 m³, ce qui permet de stocker plus de 4 heures de débit de pointe.

Après prétraitement et stockage dans le bassin tampon, les effluents sont admis sur la filière biologique ou sera traitée la pollution dissoute (carbone et azote). Cette étape comprend :

Figure 3
Schéma général de l'usine de dépollution des eaux de Guéthary
General diagram of the Guéthary water decontamination plant





**Vue sur l'océan
avec les surfeurs**
*View over the ocean
with surfers*

Une zone d'anoxie (bassin tampon de l'ancienne station réutilisée)

Afin d'assurer une dénitrification complète, cette zone d'anoxie est placée en tête avec recirculation de liqueur mixte de la zone aérée vers la zone anoxique.

Un bassin d'aération

Le bassin d'aération est le réacteur biologique. L'épuration de la pollution y est assurée grâce à la présence de micro-organismes appelés boue activée ou biomasse.

L'aération est mise en œuvre par des diffuseurs fines bulles, installés en fond de bassin. Elle est de type cadencée, afin d'assurer l'élimination de l'azote par nitrification-dénitrification (nitrification durant les périodes d'aération ; dénitrification durant les périodes de non-aération).

Un brassage du bassin par agitation permet d'éviter des dépôts de boues dans l'ouvrage.

L'âge de boues dans le réacteur est d'environ 40 jours. Cet âge de boues, très supérieur à ceux maintenus dans une boue activée classique assure un traitement poussé de la pollution et un fonctionnement très stable. Il permet une destruction poussée des matières organiques et donc, une production de boues plus faible.

La séparation de la biomasse et de l'eau traitée est assurée par la filtration membranaire. Cette filtration permet également la désinfection de l'eau, (tous les virus d'une taille supérieure à 0,1 µ sont retenus). Par sécurité et pour garantir zéro virus, une désinfection UV est installée en aval du Biosep®.

Les eaux traitées rejoignent un émissaire en mer de Ø 800 mm et de 240 m de longueur linéaire. Lors de sa construction, il s'est avéré à la pose de son diffuseur à son extrémité qu'une fosse marine non mentionnée par les cartes marines aurait com-



**Désinfection
ultra-violet**
*Ultraviolet
disinfection*

pliqué à l'extrême l'allongement du collecteur si une autre solution avait été arrêtée.

Le traitement des boues

Les boues sont directement extraites du bassin Biosep® et déshydratées sur une centrifugeuse installée dans un local désodorisé. La siccité des boues obtenue est de 19 %.

Les boues déshydratées par centrifugation sont dirigées vers une benne située dans un local désodorisé et accolé au local de déshydratation. Les boues sont ensuite valorisées en agriculture dans l'arrière pays basque.

Le traitement des odeurs

L'air vicié est repris par un réseau de gaines et envoyé dans un ventilateur vers le filtre à charbon actif (2000 m³/h).

► ■ CONCLUSIONS

Grâce à une excellente qualité des eaux traitées, la station d'épuration du Syndicat intercommunal d'assainissement de Guéthary Saint-Jean-de-luz et Acotz va au-delà des normes européennes en matière de traitement des eaux et surtout permettra de protéger, à un niveau exceptionnel, le plateau continental et le milieu récepteur basque.

Depuis sa mise en route, il y a près d'un an, les eaux épurées rejetées en mer se déversent dans la fosse marine mentionnée précédemment. Depuis cette date, l'Ifremer et les services du musée de la Mer de Biarritz examinent l'évolution d'une souche d'oursins de mer totalement inconnue à ce jour dans la baie de Guéthary. Le développement important actuel des oursins montre l'évolution très significative en terme de qualité de la mer sur ce site.

La station d'épuration du Syndicat intercommunal contribue à la croissance de l'activité touristique et économique du Syndicat des communes raccordées et à la préservation de l'image du Pays Basque.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitre d'ouvrage

Syndicat d'assainissement de Guéthary, Saint-Jean-de-Luz et Acotz

Maitre d'œuvre

Cabinet Merlin (Toulouse 31 – Dax 40))

Equipement

MSE Sud Ouest (L'Union 31)

Génie civil

Entreprise Duhalde (Ustaritz 64)

Montant des travaux

2426317 € HT

ABSTRACT

Guéthary : the first European "zero virus" treatment plant

A. Rousse, J. Debuire

MSE, in cooperation with the local authority joint board for sanitation of Guéthary, Saint-Jean-de-Luz and Acotz, its project supervisor Cabinet Merlin, the engineers of the Adour Garonne Water Agency and the County Council engineering services, has produced an exemplary "zero virus" treatment unit. This involves biological treatment with a membrane, a physical barrier impassable to all pollution, combined with sterilisation-disinfection of the effluents discharged into the sea by an UV reactor. The Biosep® process used is characterised by the combination of activated sludge biological treatment with membrane filtration. Its extreme compactness made it possible to increase the capacity to 10,000 inhabitant equivalents and centralise urban sewage and rainwater treatment on the same site by renovating each existing structure.

RESUMEN ESPAÑOL

Guéthary : la primera estación depuradora europea "cero virus"

A. Rousse y J. Debuire

MSE ha realizado, de acuerdo con la Mancomunidad de municipio de saneamiento de Guéthary – Saint-Jean-de-Luz y Acotz, el gabinete Merlin su responsable técnico, los ingenieros de la Agencia del Agua Adour Garonne y los servicios técnicos de la Diputación provincial, una unidad de tratamiento ejemplar "cero virus". Esta unidad incluye un tratamiento biológico con membrana, barrera física infranqueable para toda clase de contaminación, combinada con una esterilización-desinfección de los efluentes vertidos en el mar mediante un reactor ultravioleta - UV. El procedimiento Biosep® que se ha empleado se caracteriza por la utilización combinada de un tratamiento biológico por medio de lodos activados y de una filtración por membranas. Su compactidad muy importante ha permitido aumentar la capacidad hasta 10.000 EH y centralizar en el emplazamiento el tratamiento de las aguas residuales urba-

nas y pluviales rehabilitando cada estructura ya existente.

Le viaduc de la Sioule sur la rivière des hauteurs boisées

Dixième ouvrage de ce type construit sur l'A89, le viaduc de la Sioule, qui sera mis en service au début 2006, sera l'un des plus longs (990 m) mais le plus haut (150 m) et celui dont les portées sont les plus longues entre piles (192,50 m). Sa construction sur une ZNIEFF de type 1 a conduit le groupement constructeur (Sogea) à resserrer au maximum les installations de chantier et à veiller avec une attention prioritaire à la protection de la Sioule, une rivière de première catégorie.

Floraisons multiples, verdissement des bois de feuillus sur les versants, chants d'oiseaux... Inutile en ce mois de mai 2004 de savoir que cette portion de la vallée de la Sioule, faille majeure du plateau des Combrailles, est une ZNIEFF de type 1¹ pour comprendre qu'il s'agit d'un coin de nature privilégié. C'est là, en aval de Pontgibaud et du hameau de Peschadoires (Puy-de-Dôme), que les équipes de Sogea Construction ont mis en chantier, au début 2003, le viaduc de la Sioule, le principal ouvrage d'art en cours de construction dans l'Hexagone après le géant de Millau (cf. encadré "Des portées maxi entre piles de 192,50 m").

"Dès l'appel d'offres, raconte François Batifoulier, le directeur du chantier, l'attention des entreprises a été appelée sur l'importance accordée à la préservation du site lors des travaux², notamment à la protection de la Sioule, et à la remise en état des lieux en fin de chantier." Dans l'organisation des travaux, la prise en compte de ces contraintes s'est traduite par une réduction maximale des emprises de six plates-formes sur sept, et l'ensemble des mesures particulières liées à la protection de l'environnement a donné lieu à la rédaction d'un plan de respect de l'environnement (PRE). Remis avec l'offre, celui-ci est en quelque sorte l'adaptation du plan d'assurance environnement de la norme ISO 14001 aux dispositions du CCTP.

■ DES PLATES-FORMES RESSERRÉES AU MAXIMUM

Autour de P4, seule zone dégagée et relativement plane dans un site encaissé entre les versants de la faille, ont ainsi été regroupés les déblais des terrassements préliminaires (qui seront remis en place à la fin des travaux et enherbés afin de

1. Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique.
2. Sur le versant ouest, une zone abritant des espèces protégées a ainsi été enclose et interdite d'accès dès l'installation de chantier.

rendre à la nature tous ses droits sur le site) ainsi que la zone de stockage, les conteneurs à déchets, les ateliers de ferrailage et de préfabrication des armatures, la centrale à béton, le laboratoire et les bureaux. Du coup, les plates-formes des autres piles et des culées, qui ne servent qu'à l'approvisionnement, voire à l'assemblage définitif de structures trop importantes pour être livrées complètes (équipages mobiles, armatures), ont pu être resserrées sur quelques dizaines de mètres carrés.

La même volonté de préserver au maximum le site a conduit les terrassiers à ouvrir des pistes d'accès étroites, dotées de "garages" pour permettre le croisement des véhicules. Parallèlement, ils ont aménagé un réseau d'assainissement complet, comprenant remblais, fossés, traversées et antennes afin de capter et de drainer les eaux de ruissellement vers des bacs où elles décantent et sont filtrées à l'aide de bottes de paille avant d'être renvoyées dans la nature, car tout rejet direct – qui pourrait entraîner le déversement de fines dans la rivière ou souiller celle-ci – et tout prélèvement, sont ici interdits, à l'exception des pompages pour arroser les pistes de chantier.

■ UN TORRENT SOUS HAUTE PROTECTION

Prenant sa source à plus de 1000 m d'altitude sur un versant du Mont-Dore, la Sioule, dont le nom signifie rivière des hauteurs boisées, baignera plus au nord un pays de vignes réputé, Saint-Pourçain-sur-Sioule, avant de se jeter dans l'Allier. Au niveau du chantier, où elle atteint la cote 605, elle n'a rien perdu de son régime torrentiel et fait l'objet de tous les soins et de toutes les attentions. Des écrans de protection sont ainsi installés tout le long de ses rives ainsi que deux barrages flottants, en aval du chantier, destinés à retenir les matières flottantes et à parer à toute pollution accidentelle. "La qualité de l'eau fait l'objet d'une surveillance scru-

François Batifoulier



DIRECTEUR DE TRAVAUX
GÉNIE CIVIL
Dodin

Jean-Marie Benazech

RESPONSABLE QUALITÉ
ENVIRONNEMENT
Dodin

DES PORTÉES MAXI ENTRE PILES DE 192,50 m

A son achèvement, en novembre 2005, le viaduc de la Sioule, qu'a dessiné l'architecte Berdj Mikaelian, établira la continuité de la section de 52 km de l'A89 reliant le diffuseur Saint-Julien-Puy-Lavèze – Sancy (lot 8.1, à l'ouest du viaduc) à l'échangeur avec l'A71 à la hauteur de Combronde (lot 8.2, à l'est).

Surplombant la rivière d'une hauteur de 150 m au point le plus haut, son tablier (990 m de long sur 19 m de large) est construit en encorbellements successifs (avec une portée maximale entre piles de 192,5 m) et supporté par sept piles (de P1 à P7) et deux culées (C0 et C8).

Les piles extérieures monofûts P1, P2, P6 et P7 sont hautes respectivement de 14, 49, 70 et 31 m. Les piles centrales P3, P4 et P5 (82, 119 et 135 m) sont des ouvrages à double fût, renforcés par une embase monumentale de 40 m; elles sont fondées sur quatre puits marocains de 5 m de diamètre profonds de 18,50 m surmontés d'une semelle carrée de 4 m d'épaisseur et de 20 m de côté. A fin 2004, l'ouvrage était avancé à 80 %, conformément au planning. Le tablier est terminé entre C0 et P3. Sur la pile P4, 15 voussoirs du fléau sont bétonnés sur un total de 25. Début du fléau pour P5. Pour P6, 11 voussoirs sont bétonnés sur 14 au total. Le tablier est terminé de P7 à C8.

Pour empêcher toute pollution accidentelle du cours d'eau, deux barrages flottants ont été installés en aval du chantier. En ce printemps 2004, ceux-ci piègent essentiellement quelques feuilles et beaucoup de pollens

To prevent any accidental pollution of the watercourse, two floating dams were set up downstream of the construction site. In the spring of 2004, they trapped mainly some leaves and a lot of pollen



En périphérie de la plate-forme principale aménagée autour de P4, l'aire de dépôt des déchets regroupe les différents conteneurs, clairement identifiés afin de faciliter le tri. Fermé par un cadenas, un caisson étanche est réservé au stockage des déchets industriels spéciaux (DIS) : huiles, matériaux souillés, etc.

On the edge of the main platform developed around P4, the rubbish dump area groups together the various containers, clearly identified so as to facilitate sorting. A sealed box, locked by a padlock, is reserved for the storage of hazardous industrial wastes : oils, contaminated materials, etc.



puleuse, et des prélèvements sont réalisés tous les trimestres et analysés afin de suivre la DCO (demande chimique en oxygène) et la DBO (demande biologique en oxygène), deux indices déterminants pour le classement de la rivière en première catégorie³, indique Jean-Marie Benazech, responsable qualité environnement du chantier.

Dans ce pays d'eaux vives, de sources (Volvic n'est distante que de quelques kilomètres) et de stations thermales, l'impératif numéro un est la protection de la Sioule et, plus largement, le respect de

3. Sont dits de première catégorie les cours d'eau accueillant la truite fario.

la qualité de vie des riverains et au premier chef des habitants de Peschadoires. Se livrant à un rapide calcul, François Batifoulier estime que dix passages de camions sont nécessaires en moyenne chaque jour pour le seul acheminement des 145 000 t de matériaux que représente l'ouvrage. Le village, ni la route, n'ayant été conçus pour supporter un tel trafic, il indique que la chaussée a été renforcée de part et d'autre de la route pour supporter le trafic et qu'un état des lieux a été réalisé dans le village avant le démarrage des travaux. La vitesse y est strictement limitée à 30 km/h. Il en va en outre de ce voisinage comme de toute cohabitation, et le respect des usages est un puissant facilitateur. Les habitants du village ont ainsi été invités à découvrir le chantier et à faire connaissance avec ses acteurs, et l'on n'a pas négligé de les prévenir lorsqu'il a fallu bétonner de nuit les fondations de P5.

■ UNE FICHE ENVIRONNEMENT PAR PHASE DE TRAVAUX

Revenant à des aspects plus codifiés de la politique environnementale, Jean-Marie Benazech explique que le PRE "est élaboré en référence aux documents réglementaires (CCAG, CCTG), aux documents normatifs (ISO 14001), aux documents du marché (CCAP, CCTP, PGC) et au système environnement de Dodin." Dans la pratique, une fiche environnement est établie pour chaque phase de travaux, recensant nuisances et risques potentiels, décrivant les procédures à mettre en œuvre et comportant fiches de visite, de non-conformité ou d'incident, etc. En d'autres termes, "il s'agit de tout prévoir." C'est le cas avec les incidents mécaniques qui peuvent survenir sur les camions toupies ou les autres véhicules circulant dans l'emprise du chantier, qui ne sont pas à l'abri d'une rupture de flexible ou de joint de carter d'huile. Tous sont donc équipés d'un kit d'urgence antipollution comprenant, entre autres, des tissus absorbants de corps gras. Ce risque de déversement accidentel est aussi présent au niveau des plates-formes, avec les produits de cure et les huiles de décoffrage, c'est pourquoi leurs fûts sont stockés dans des caissons fermés, étanches et équipés de bacs de récupération – et que des sacs de terre de diatomées (matériau absorbant) sont mis à disposition à proximité.

■ ORDRE ET NETTÉTÉ

Le même souci d'ordre et de netteté dicte la gestion des surplus de béton au pied des grues et l'organisation de la collecte des déchets. Pour le nettoyage des bennes et des goulottes, chaque plate-forme est équipée d'une fosse à deux compar-

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- 50 000 m³ de béton
- 8 000 t d'acier
- 1 200 t de précontrainte
- 36 mois de délai
- 48 M€ HT (base 2002)

timents (décantation puis filtration). Lorsque du béton reste dans la toupie après la livraison, consigne a été donnée aux chauffeurs de le rapporter pour le vidanger à la centrale (où une installation à trois fosses permet de gérer au mieux – et d'économiser – les eaux de nettoyage). Rassemblés puis concassés, ces résidus sont ensuite évacués comme gravats ou utilisés comme matériau de remblai. A P4, dès le début des travaux, un tri sélectif a été mis en place avec des conteneurs séparés et clairement identifiés par des affichages pour la ferraille, les papiers cartons, les plastiques et polystyrènes, les ordures ménagères, et un conteneur étanche cadenassé pour les DIS (huiles, chiffons et bois souillés, cartouches de graisse, etc.). Sur chaque plate-forme, une seule benne recueillait jusqu'à récemment la totalité des déchets, qui devaient ensuite être triés à la déchetterie. Depuis peu, des bidons de 200 litres fermants ont été fournis par l'entreprise de collecte pour les chiffons souillés et les autres DIS. "Dans l'ensemble, le tri est bien fait, affirme Jean-Marie Benazech. Il est vrai que la certification ISO 14001 a contribué à donner ce réflexe aux collaborateurs de Dodin⁴. Pour les autres, une information préalable est donnée par les conducteurs de travaux au moment de l'accueil sur chantier. Après, il en va du tri comme de la sécurité : c'est un travail de tous les jours..." Moins quotidiennement, Jean-Marie Benazech effectue chaque mois l'inspection complète du chantier, consignnant toutes ses observations sur une "fiche de visite environnement" qu'il redistribue ensuite aux intervenants concernés, adresse au maître d'ouvrage puis archive, en guise de chronique environnementale du chantier, dans l'un des classeurs du PRE.

4. Dodin est la première des entreprises de génie civil de Sogea Construction qui ait obtenu la certification ISO 14001 (janvier 2003).

ABSTRACT

The viaduct over the Sioule River among wooded heights

Fr. Batifoulier, J.-M. Benazech

The tenth structure of this type built over the A89, the Sioule viaduct, which will be commissioned in early 2006, will be one of the longest (990 m), but the highest (150 m) and that with the longest span lengths between piers (192.50 m). Since it was built on a type 1 "ZNIEFF" (special nature reserve), the contracting consortium (Sogea) reduced the construction plant to the strict minimum and paid special attention to protection of the Sioule, a category one river.

RESUMEN ESPAÑOL

El viaducto sobre el río Sioule, el río de los montes arbolados

Fr. Batifoulier y J.-M. Benazech

Décima estructura de este tipo construida en la autopista A89, el viaducto sobre el río Sioule, que entrará en servicio a principios del año 2006, será uno entre los más largos (990 m) pero el más alto (150 m) y aquel cuyas luces serán las más largas entre pilas (192,50 m). Su construcción en una ZNIEFF de tipo 1 ha conducido a la agrupación constructora (Sogea) a reducir al mínimo las instalaciones de obras y vigilar con una atención prioritaria la protección del río Sioule, que corresponde a un río de primera categoría.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Autoroutes du Sud de la France (ASF)

Maître d'œuvre

- Setec TPI
- Secoa
- Berdj Mikaelian (architecte)

Entreprises

- Campenon Bernard TP (mandataire) et Dodin (en association avec Campenon Bernard Régions)
- Terrassements et soutènements : Deschiron, Guintoli, GTS
- Précontrainte : Freyssinet
- Fondations : Cofex, SOD
- Armatures : Welbond
- Etanchéité, enrobés : Eurovia
- Equipements métalliques : Sler
- Béton : BCP, SATM, Contrôle béton ABC
- Etudes d'exécution : Jean-Muller International-Structures
- Méthodes : bureau méthode Dodin

Recyclage *in situ* des chaussées

Un chantier à Saint-Amand

La société Renoroute, propriété du groupe Texrod, est spécialisée dans le retraitement de matériaux liés à l'exploitation dans les chantiers de BTP. Dans le cadre d'une diversification de ses activités, elle a acquis une recycleuse à froid *in situ*. Celle-ci permet, par un procédé simple, d'améliorer les caractéristiques de portance d'une voie ou d'un parking, en injectant un liant aux matériaux déjà en place. Ce procédé limite le recours aux carrières, et évite une circulation nuisible aux alentours du chantier. C'est également un gain de temps, et un axe qui reste ouvert aux usagers donc une économie à bien des points de vue. Un chantier effectué à Saint-Amand Montrond dans le Cher sur un axe de trafic lourd a donné entière satisfaction; c'est pour cela que cette technique est une solution dans le cadre d'une politique environnementale et de développement durable.

Photo 1
Recyclage
de "croûtes" d'enrobés

Recycling
of asphalt "crusts"



Photo 2
Recycleuse
W2200 CR
W2200 CR
recycler



LE GROUPE TEXROD ET LE RECYCLAGE

Le groupe Texrod est composé de quinze sociétés s'appuyant sur un effectif d'environ 400 personnes qui exercent dans le domaine routier sous tous ses aspects : production des matériaux, granulats et liants bitumineux, béton prêt à l'emploi, transport, travaux de réseaux (électrique et gaz) et fluides divers et également au travers des métiers de la route, du terrassement, du fraisage, à la fabrication et mise en œuvre d'enrobé. Le groupe Texrod possède sept centrales d'enrobage fixes ou mobiles et rayonne dans les régions Centre, Bourgogne, Auvergne.

Texrod réalise un chiffre d'affaires annuel supérieur à 52 millions d'euros.

La société Renoroute s'est spécialisée dans le retraitement des matériaux provenant d'industrie rou-

tière, comme les blancs de poste ou les croûtes d'enrobés (photo 1) provenant des chantiers de VRD. L'ensemble de ces matériaux était concassé et criblé en vue d'être réincorporé dans les postes d'enrobage à raison de 5 à 30 % dans différentes formules.

Ensuite, vient l'acquisition de concasseurs et cribles mobiles, pour recycler les produits de terrassements, et les bétons de démolition, puis d'une recycleuse *in situ* permettant, par un principe simple, l'amélioration immédiate des matériaux constituant la chaussée par adjonction d'un liant hydrocarboné.

Ce procédé est développé chez nos voisins européens, et donne des résultats très satisfaisants en terme de durabilité. Le recyclage à froid trouve ses applications dans différents domaines :

- ◆ des chemins ruraux;
- ◆ sur les routes départementales;
- ◆ plates-formes et parkings.

LA RECYCLEUSE

Le matériel utilisé par Renoroute pour le recyclage *in situ* à froid est une Wirtgen 2200 CR de 800 CV pesant 55 tonnes (photo 2).

La technique consiste en l'association du principe de rabotage avec amélioration immédiate de matériaux par adjonction de liants hydrocarbonés et mise en place au finisseur.

Le cœur de la machine est un tambour de 2,20 m de large muni de plus de 200 pics, permettant une profondeur de travail de 0 à - 25 cm. Le rotor (figure 1) sert de chambre de malaxage pour les matériaux issus de la chaussée et pour le liant, en l'occurrence de l'émulsion de bitume.

Un système de pompes permet l'aspiration du liant dans une semi-citerne, elle-même reliée à la recycleuse. Un microprocesseur, dans lequel sont rentrées toutes les données spécifiques au chantier (dosage en liant, profondeur de travail...), contrôle l'injection du liant dans une rampe située au-dessus de la chambre de malaxage (photo 3). Elle est composée de six injecteurs indépendants les uns des autres ce qui permet au conducteur de régler la largeur de travail (en cas de chevauchement de passes évitant ainsi un phénomène de surdosage).

Les matériaux traités sont canalisés à l'arrière de la machine, repris par une vis de répartition transversale (photo 4), et mis en place au moyen d'une table de finisseur (photo 5) à géométrie variable

Jean-Marie Delattre
PRÉSIDENT - DIRECTEUR GÉNÉRAL
Texrod

Thierry Lefebvre
DIRECTEUR TECHNIQUE
Renoroute

Philippe Renoir
CONDUCTEUR DE TRAVAUX
Renoroute

Montrond dans le Cher

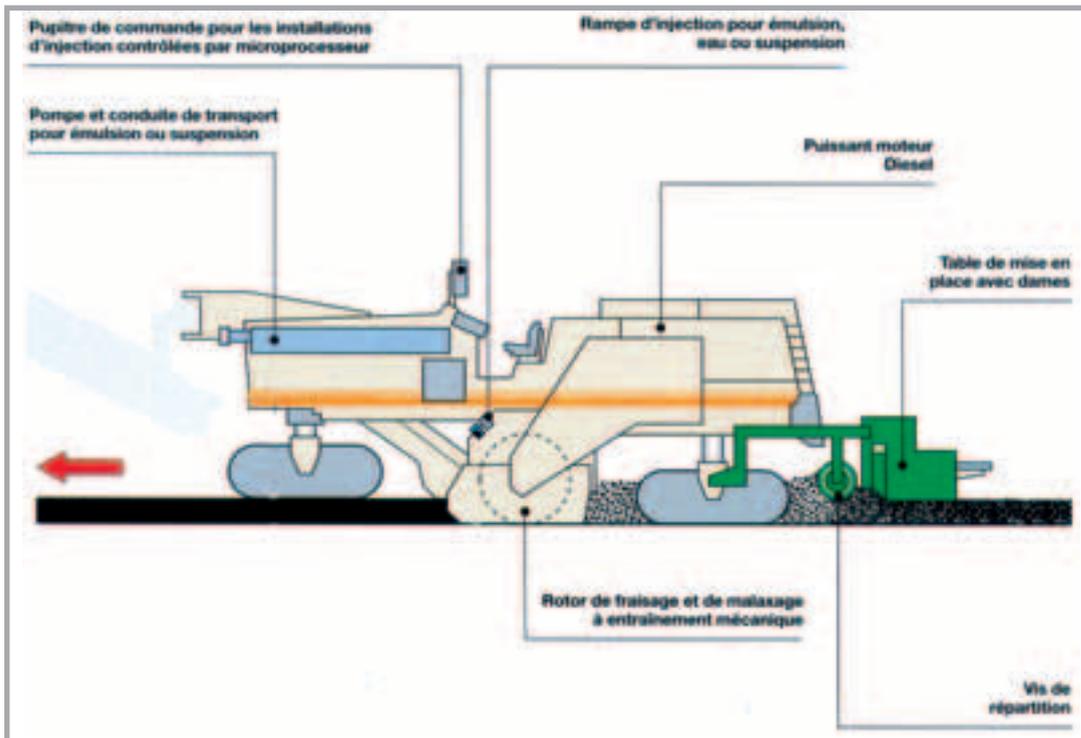


Figure 1
Schéma du principe de retraitement *in situ*

Schematic diagram of in-situ resurfacing



Photo 3
Microprocesseur permettant le dosage en liant

Microprocessor control of binder proportioning

(pour permettre d'obtenir directement un profil). Tous les types de profil sont envisageables ; la recycleuse pouvant travailler et s'adapter au moyen de ses palpeurs, au pendule (la pente), ou au fil.

■ LES ÉTUDES LABORATOIRE

Les corps de chaussée sont constitués d'une manne importante de matériaux dont la mise en place à l'origine était coûteuse (transport, mise en œuvre...). Il est désormais possible, grâce à la technique de recyclage en place, de leur redonner une meilleure stabilité par l'adjonction de liants hydrocarbonés.

Avant toute intervention du matériel sur site, plusieurs éléments sont au préalable analysés en laboratoire, à savoir :

- ◆ la composition du sol en plusieurs endroits du chantier, nécessaire pour apprécier le type de liant qui pourra être utilisé. L'analyse déterminera aussi le dosage pour optimiser les résultats ainsi que la profondeur de travail et la densité du matériau à traiter ;

- ◆ la teneur en eau sur plusieurs échantillons permettra d'évaluer s'il est nécessaire de faire un apport en eau sur certaines parties du chantier. Cette analyse est importante pour obtenir une homogénéisation du matériau et des résultats ;



Photo 4
Vis de répartition devant la table de finisseur

Distribution screw in front of the finisher table



Photo 5
Atelier : porteur d'émulsion, recycleuse et table

Equipment : emulsion holder, recycler and table

► Le laboratoire fixera la durée de mûrissement nécessaire afin que la prise de l'émulsion soit effective; et par une planche d'essai réalisée au début du chantier, il appréciera aussi le type et la fréquence du compactage.

■ L'ATELIER DE RECYCLAGE IN SITU

Il est composé dans l'ordre du porteur de liant, relié à la recycleuse, quatre personnes (un conducteur poids lourd, un conducteur de recycleuse et deux réglers de table) sont nécessaires.

Photo 6
Cylindrage
du matériau recyclé
*Rolling of recycled
material*



Ensuite, vient l'atelier de compactage, généralement constitué d'un cylindre V3 (photo 6) suivi d'un compacteur de 21 t.

Un enduit de cure doit être ensuite réalisé sur le traitement pour permettre le séchage de celui-ci. Après une période calculée par le laboratoire, une couche de roulement, un simple enduit ou des enrobés seront mis en œuvre.

■ LES AVANTAGES DU RECYCLAGE IN SITU

Cette technique révèle ses avantages dans les domaines environnementaux, techniques et économiques :

- ◆ avantages **environnementaux** :
 - économie des ressources naturelles non renouvelables,

- réduction des quantités de matériaux à transporter et à mettre en dépôt définitif.

La diminution du transport de granulats d'apport par camions lors des travaux limite la fatigue prématurée du réseau routier adjacent au chantier et les impacts directs (nuisances sonores, olfactives, problèmes d'hygiène et de sécurité, etc.);

- ◆ avantages **techniques** :

- homogénéisation des matériaux en place,
- élimination des fissures présentes dans le revêtement et dans la partie supérieure de l'assise,
- correction possible des profils longitudinaux et transversaux après fragmentation de la chaussée,
- réutilisation des matériaux en place; il est possible de limiter le rehaussement du profil de la chaussée. Cet aspect est particulièrement important en site urbain ou lorsque le profil en long de la chaussée passe par des points obligés (ouvrage d'art par exemple...) ou quand le rechargement de la chaussée entraîne une réduction des accotements (problèmes de sécurité).

Les réalisations ont montré également que la technique de retraitement en place permet de s'adapter plus facilement aux contraintes d'exploitation comparativement à une technique de rechargement (durée d'intervention sur chaussée plus courte, encombrement sur chantier moins important avec possibilité de circulation le soir même pour les VL);

- ◆ avantages **économiques** : cette technique plus rapide qu'une reconstruction de chaussée est moins onéreuse (de l'ordre de 20 à 30 %) et moins gênante pour l'usager. L'économie est d'autant plus importante que le coût est apprécié dans sa globalité à savoir : en estimant les coûts indirects, l'intérêt du recyclage dans le contexte de préservation de l'environnement, les nouvelles tarifications des mises en décharge et l'interdiction de mettre en dépôt définitif des déchets autres que des déchets ultimes, la protection du réseau routier avoisinant, etc.

L'économie est encore plus évidente quand le retraitement est limité aux rives de chaussée; la technique de travaux est alors différente dans le profil en travers et adaptée aux besoins.

■ LE CHANTIER : RD 951 À SAINT-AMAND MONTROND

Le chantier de Saint-Amand Montrond (18) concernait une déviation poids lourds en milieu urbain. Il faisait suite à une planche expérimentale de 300 m de long, réalisée deux ans auparavant et qui donne entière satisfaction à ce jour.

Les travaux consistaient à traiter un tronçon d'un kilomètre de long et de 7 m de large sur 25 cm d'épaisseur avec les caractéristiques suivantes :

- ◆ recyclage d'une chaussée composée de :
 - 3 cm d'enrobés,
 - 30 à 50 cm de 0/32 calcaire à 12 % de fine;

- ◆ trafic pris en compte pour le dimensionnement TC4 (T2) 150 à 300 poids lourds;
- ◆ déflexion moyenne : 100/100 mm ;
- ◆ pourcentage du liant réel : 8 %;
- ◆ pourcentage du liant en résiduel : 5,2 %.

La totalité du chantier a été réalisée en 5 jours, la circulation des VL était, chaque soir, remise en état par la mise en application d'un enduit superficiel recouvrant l'ensemble des travaux réalisés dans la journée.

Un temps de mûrissement d'une dizaine de jours a été respecté afin que la prise soit effective.

La partie traitée a été ensuite couverte par un BBMc 0/10 cl 2 de 4 cm d'épaisseur puis par une couche de roulement de type BBTM 0/6 au bitume élastomère "phonique".

■ CONCLUSION

Avec cette technique, les matériaux existants sont réutilisés immédiatement, en évitant des terrassements et des transports. Elle économise des gisements de matériaux, le passage dans une centrale d'enrobage ainsi que des mises en décharge.

Nous déplorons les quelques freins au développement en France de la technique du recyclage *in situ*, mais croyons fermement à l'intérêt et à l'avenir du procédé, sous réserve de procéder à des reconnaissances et identifications préalables en laboratoire, comme celles recommandées dans le guide technique "Retraitement en place à froid des anciennes chaussées".

Cette technique s'inscrit parfaitement dans une politique de développement durable, touchant à la fois les secteurs de l'environnement et de l'économie.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Chantier RD 951

Maitre d'ouvrage

Conseil général du cher

Maitre d'œuvre

Conseil général du cher

Recyclage in situ

Renoroute (Bourges)

ABSTRACT

In-situ recycling of pavements. A project at Saint-Amand Montrond in the Cher region

J.-M. Delattre, Th. Lefebvre, Ph. Renoir

The company Renoroute, owned by Texrod Group, is specialised in reprocessing materials coming from operations on building and construction sites. As part of a business diversification plan, it acquired a cold in-situ recycler. This recycler can, through a simple process, improve the bearing capacity of a road or parking lot, by injecting a binder into the materials already in place. This process limits the use of quarries and avoids harmful traffic in the site surrounds. It also represents a time saving, and a trunk road staying open for users, hence a saving from many viewpoints. A project carried out at Saint-Amand Montrond in the Cher region on a heavily trafficked trunk road gave full satisfaction; that is why this technique is a solution within the framework of an environmental conservation and sustainable development policy.

RESUMEN ESPAÑOL

Reciclado *in situ* de los firmes. Una obra en Saint-Amand Montrond en el departamento del Cher

J.-M. Delattre, Th. Lefebvre y Ph. Renoir

La empresa Renoroute, filial del grupo Texrod, está especializada en el retratamiento de materiales derivados de la explotación en las obras de construcción. Situándose en el marco de una diversificación de sus actividades, la empresa ha adquirido una recicladora en frío *in situ*. Esta máquina permite, mediante un procedimiento sencillo, mejorar las características de capacidad portante de una vía o de un aparcamiento, inyectando un ligante con los materiales ya presentes. Este procedimiento permite limitar el recurso a las canteras, y permite también evitar una circulación perjudicial en las cercanías de la obra. También representa una ganancia de tiempo, y un eje que sigue estando abierto a los usuarios y, por consiguiente, un ahorro según mucho puntos de vista. Una obra realizada en Saint-Amand Montrond en el departamento del Cher en un eje de

tráfico pesado ha dado entera satisfacción; y es para todo ello que esta técnica constituye una solución en el marco de una política medioambiental y de desarrollo sostenible.

Une histoire de l'eau



© J. Burdy

La protection des aqueducs romains

Jean Burdy

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon

L'aqueduc romain du Gier, long de 86 km, le plus important des quatre aqueducs de Lugdunum (Lyon), la capitale des Trois-Gaules, présente de multiples intérêts. L'un d'eux fut la mise au jour en 1887, au bord du canal, d'une stèle inscrite d'un type rare et qui a agité le monde de l'épigraphie et de l'archéologie à l'époque. C'est la Pierre de Chagnon, du nom du village de la Loire où elle a été découverte, au km 22. En septembre 1996 une stèle identique portant la même inscription a été retrouvée à 6 km de là, cassée et jetée au fond d'un regard. Ce sont deux des bornes de protection, et on peut penser qu'il en existait d'autres le long de cet aqueduc. Le texte est facile à lire (photo 1). En voici la traduction :

"Par décision de l'Empereur César Trajan Hadrien Auguste, à personne n'est accordé le droit de labourer, de semer ou de planter dans cet espace de terrain qui est destiné à la protection de l'aqueduc".

L'espace en question n'est pas précisé. Il faut relire Frontin, le curateur des eaux de Rome en 98 après J.-C., qui nous rapporte deux lois anciennes. La première, un sénatus-consulte de 11 avant J.-C., stipule que *"autour des sources, des arches et des murs, de part et d'autre 15 pieds doivent être laissés libres; et 5 pieds autour des conduites souterraines et des canaux dans la ville et les édifices à ses confins"*. La seconde loi, de deux ans postérieure, énonce les sanctions encourues (une amende de 10 000 sesterces pour chaque infraction) par les contrevenants à toute une série d'interdictions, dont celles de planter, de labourer, de semer dans les terrains où passent les aqueducs. Quatre cippes trouvés le long de l'aqueduc de Venafro, petite cité proche de Cassino, au sud de Rome, imposent un espace libre de 8 pieds de chaque côté conformément à un édit promulgué sous Auguste vers 15 avant J.-C., gravé in extenso sur pierre et conservé au musée local. A Rome une

inscription mentionne l'achat des terrains sur une largeur de 30 pieds pour la construction de l'Aqua Trajana en 109 après J.-C.

On retrouve des dispositions semblables dans les constitutions de l'Empire d'Orient. C'est, sous Constantin, en 330 après J.-C., l'interdiction de laisser pousser des arbres sur 15 pieds à droite et à gauche. Sous Théodose et Valentinien (425-450), le maintien intact et dans son intégrité du terrain sur 10 pieds de chaque côté de l'aqueduc d'Hadrien, à Constantinople. Une inscription grecque provenant d'Hébron nous apprend que, pour l'aqueduc de Jérusalem, la règle était encore en vigueur aux V^e et VI^e siècles, et des plus rigoureuses, faisant *"savoir aux propriétaires, fermiers et agriculteurs qu'il est interdit de semer et de planter sur une largeur de 15 pieds de chaque côté de l'aqueduc, au risque de la peine de mort et de la confiscation des biens"*.

Nous ne pouvons que nous interroger sur la matérialisation de la bande de protection romaine. Pour l'imaginer, il nous faut évoquer celle, marquée par des bornes amorcées, le long de l'aqueduc de Saint-Clément construit par Pitot autour de 1760 pour Montpellier. A l'aqueduc de la Vanne, dû à Belgrand vers 1870, c'est une bande gazonnée délimitée régulièrement, à gauche et à droite, par des paires de petites bornes timbrées V.P., initiales de la Ville de Paris.

> Pour en savoir plus :

J. Burdy - *Les aqueducs romains de Lyon*, Presses Universitaires de Lyon, 2002.

J. Burdy - *La protection antique des aqueducs*, *Archéologia*, n° 368, juin 2000.

Photo 1

La Pierre de Chagnon (fac-similé).
Le monument original a été encastré en 1999 dans un mur du clocher de l'église du village

The Chagnon stone (facsimile).
In 1999 the original monument was embedded in a wall of the clock tower of the village church

à Lyon



Les bassins filtrants de l'usine des eaux de Caluire

Les pompes se trouvaient dans le corps central du bâtiment et les chaudières à droite. Devant, se déroule la galerie filtrante. En arrière plan sur la colline se trouvent les réservoirs

The pumps were located in the central part of the building and the boilers on the right. In the front is the filtration gallery. In the background on the hill are the tanks

Source : Aristide Dumont - *Les eaux de Lyon et de Paris*, Paris, Dunod, 1862

Jérôme Hugron

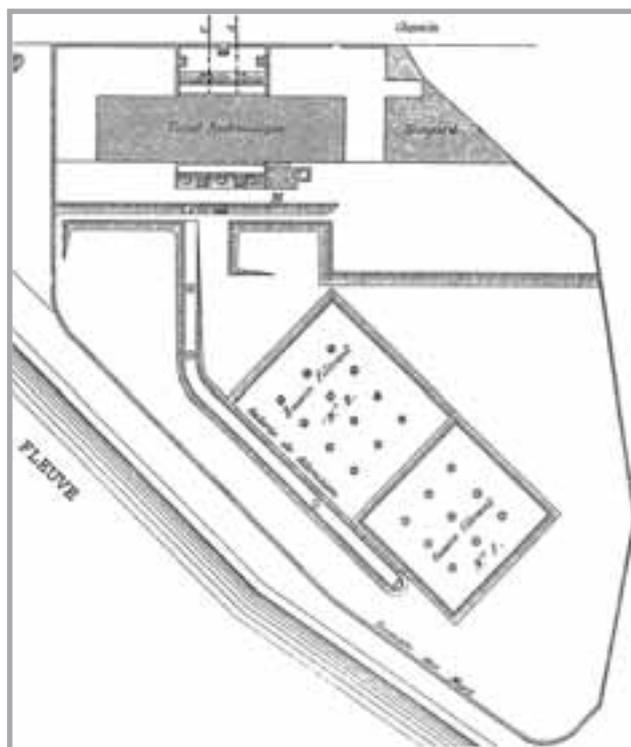
Association "L'eau à Lyon et la pompe de Cornouailles"

Depuis l'Antiquité, où Lyon était une des villes les mieux alimentées de l'empire après Rome grâce au service de quatre aqueducs, la distribution de l'eau entre Rhône et Saône était plus que sommaire, reposant surtout sur de trop rares puits et fontaines offrant une qualité souvent douteuse et une quantité insuffisante. Au début des années 1830, la ration quotidienne d'eau publique est seulement d'un peu plus d'un litre par tête. Cette situation dure jusqu'au 8 août 1853 où un contrat pour la fourniture des eaux publiques de Lyon est signé entre le préfet Vaïsse et la Compagnie générale des Eaux créée à cette occasion. La compagnie s'engage à fournir 20 000 m³ par jour et à installer 120 bornes fontaines, 200 bouches d'arrosage et 20 km d'égouts.

Le principe retenu pour approvisionner Lyon consiste en une filtration naturelle de la nappe du Rhône à travers des galeries souterraines dont le radier composé de sable et de gravier est perméable afin de permettre à l'eau de remonter. L'eau est ensuite acheminée vers un puisard alimentant des pompes à balancier qui la refoulent vers plusieurs réservoirs.

Le projet voit le jour après de longues années de polémiques pendant lesquelles s'opposent partisans des eaux de source et ceux qui sont favorables à l'utilisation de l'eau du Rhône. Ces derniers l'emportent finalement grâce aux idées de l'ingénieur Aristide Dumont. Ce jeune diplômé des Ponts et Chaussées, originaire de la Drôme, s'inspire des travaux réalisés par d'Aubuisson à Toulouse où les eaux de la Garonne sont filtrées naturellement. En 1843, la Société des Eaux du Rhône présente les projets de Dumont qui sont adoptés par le conseil municipal en 1847. La Société devait fournir 17 000 m³ par jour. Mais la révolution de février 1848 et l'instabilité politique qu'elle engendre fait échouer le projet qui renaît quelques années plus tard avec la Compagnie Générale des Eaux en 1853. La CGE achète donc des terrains sur la plaine des

Petits Broteaux situés sur la commune de Caluire-et-Cuire. Là, en amont de la ville, sur la rive droite du Rhône, le sous-sol, composé de graviers et de sables purs et perméables, correspond aux critères requis pour une telle opération. Une première galerie est construite de 120 m de long et 5 m de large, fondée à 5 m en contrebas de l'étiage



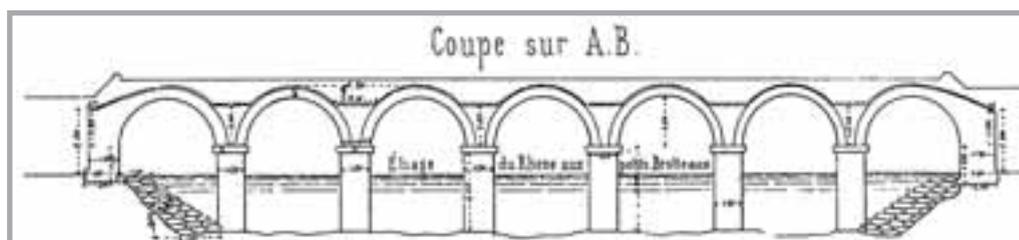
Plan du site de l'usine des eaux avec la galerie filtrante, les deux bassins et l'usine qui abritait les trois pompes

Site map of the water plant with the filtration gallery, the two ponds and the plant which housed the three pumps

Source : Aristide Dumont - *Les eaux de Lyon et de Paris*, Paris, Dunod, 1862

Coupe d'un bassin filtrant
Cross section of a filtration pond

Source : Aristide Dumont - *Les eaux de Lyon et de Paris*, Paris, Dunod, 1862



Bassin n° 1
en 2004

Pond No. 1
in 2004



© Jérôme Hugron



© Claude Frangin

Le balancier de la pompe
de Cornouailles pèse 35 t
et mesure 11 m

*The beam of the Cornwall
pump weighs 35 tonnes
and is 11 metres long*

ge. Les parois et le couvrement sont rendus étanches de sorte que la galerie ne reçoit l'eau filtrée que par son radier. Arrivées dans un puisard, les eaux sont aspirées par trois énormes pompes à vapeur à simple effet. Ces pompes dites de Cornouailles, alimentées par six chaudières à charbon et d'une puissance de 170 CV chacune, donnent 6 à 10 coups de piston par minute.

Les dimensions et la puissance de la seule pompe qui nous reste sont éloquentes. Le balancier, long de 11 m, pèse un poids estimé à 35 tonnes. Le cylindre vapeur a un diamètre extérieur de 2,66 m et une hauteur de 4 m. Avec une course de 2,55 m, et un diamètre de piston de 1 m, la pompe hydraulique pouvait assurer un débit théorique de 2 m³ par cycle.

Une pompe est affectée au bas service, c'est-à-dire la plus grande partie de la ville, et alimente à hauteur de 1200 m³ par heure à 5 bars, un réservoir de 10000 m³ construit en béton de ciment de Pouilly et placé sur le coteau situé au-dessus de l'usine. Une autre pompe sert au haut service (10 bars, 360 m³/h) et remplit un réservoir de 60000 m³ au sommet de la même colline. Un réservoir auxiliaire de 4000 m³ situé au jardin des plantes à la Croix-Rousse est alimenté par le grand réservoir du bas service pour assurer un grand débit. Enfin, la troisième machine est mixte et peut servir au haut comme au bas service.

Mais peu après l'inauguration de l'établissement le 15 août 1856, cette galerie présentant une surface filtrante de 600 m² s'avère insuffisante. Aristide Dumont décide donc de lui adjoindre un premier bassin filtrant qui lui est contigu à l'ouest. De 44 m de long sur 38,5 m de large ce bassin est creusé à 3 m en dessous de l'étiage et couvert par des

voûtes d'arêtes supportées par des piliers de 3,8 m de haut et de 1,5 m de diamètre et des culées fondées seulement à l'étiage car le bassin est isolé du Rhône par la galerie. Ses talus sont maintenus au moyen d'un perré en pierres sèches incliné à 45 %. La couverture du bassin permet une protection contre l'arrivée des eaux d'infiltration extérieures, en particulier d'origine pluviale. Avec désormais 2200 m², cette surface suffit pour fournir 20000 m³ tant que le Rhône se maintient au-dessus de l'étiage mais descend à 10000 m³ dès que le niveau du fleuve baisse au niveau de l'étiage.

Un deuxième bassin, d'environ 54 m sur 40 m et d'une superficie de 2168 m², contigu et communicant avec le premier est donc ajouté en 1857. On arrive ainsi à une surface totale de 4368 m². Le plafond du bassin est situé à 3 m en dessous de l'étiage et percé de neuf regards permettant de descendre à l'intérieur.

Afin d'augmenter la puissance de filtration, une pompe alimentaire de 52 CV est installée au milieu de ce bassin en 1859. Après quelques jours de fonctionnement, l'opération a pour effet d'ébranler la stabilité des piles ce qui provoque un éboulement dans le bassin. On doit alors arrêter la pompe alimentaire et trouver des solutions. En 1861, devant la demande croissante l'ingénieur propose de compléter le système filtrant par la création d'une nouvelle galerie le long du Rhône. Celle-ci est réalisée l'année suivante et prolongée en 1867. Le service dispose alors d'une surface de filtration de presque 7000 m².

Les pompes de Cornouailles, construites au Creusot par Schneider, seront remplacées par des pompes électriques vers 1910 tandis que les bassins seront utilisés jusque dans les années 1970. Sur les trois, il ne subsiste aujourd'hui plus qu'une machine qui a été classée Monument Historique en 1991 tandis que les bassins et les bâtiments qui abritent la pompe ont été inscrits en 1988. En 2003 l'association "L'eau à Lyon et la pompe de Cornouailles" a été créée afin de promouvoir la sauvegarde et la mise en valeur du site de l'usine des eaux de Caluire, de sa pompe et de ses bassins filtrants.

Bibliographie

- Aristide Dumont - *Les eaux de Lyon et de Paris*, Paris - Dunod, 1862.
- Charles Guillemain - *Histoire des eaux publiques à Lyon* - Lyon, Provincia, 1934.
- Jean-François Terme - *Des eaux potables à distribuer pour l'usage des particuliers et le service public* - Lyon, Nigon, 1843.



Approvisionnement du Havre Port 2000 Exploitation et réhabilitation d'une carrière à Trouville-la-Heule au cœur d'une zone Natura 2000

GTM Terrassement et Sotraga, ont élaboré en étroite concertation avec le Parc naturel régional des boucles de la Seine Normande un projet d'exploitation et de réaménagement, ayant fait l'unanimité des principaux acteurs locaux et régionaux.

Le fruit de cette collaboration est un parfait exemple de ce que doit être le développement durable. En effet, non seulement cette carrière abandonnée en l'état a été restituée pour de bon à la nature, mais en plus, elle a permis un acheminement des matériaux vers Port 2000, uniquement par voie fluviale, permettant ainsi de supprimer les nuisances habituelles des transports terrestres.

■ FAIRE DES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES UN ATOUT COMMERCIAL

"Quand des contraintes environnementales semblent faire obstacle, il faut les utiliser comme levier !" Christophe Buhot, chef de service environnement chez GTM Terrassement, peut affirmer ce principe paradoxal avec d'autant moins d'hésitation qu'il s'appuie sur l'exemple récent de la carrière de Trouville-la-Haule (Eure). Restituée à la nature en septembre 2004 après avoir été exploitée depuis le début 2002 puis réhabilitée, cette carrière compose en effet avec Port 2000 l'exemple concret de la conception du développement durable chez GTM Terrassement.

■ LE PROJET

Tout commence dans les années 1990 avec le projet d'agrandissement du port du Havre, à réaliser, pense-t-on à l'époque, pour l'an 2000, d'où son nom : Port 2000. Tous les grands du BTP entrent en lice en Normandie pour emporter des lots de ce marché de 457 millions d'euros à très forte composante environnementale. Rétrospectivement, il est permis de penser que GTM Terrassement a dès ce moment certains avantages sur ses concurrents : avoir construit l'autoroute A29 en zone sensible quelques années plus tôt (ruban d'or du ministère de l'Équipement) ; s'être doté de services experts en environnement, en géotechnique et en minage ; avoir fait l'acquisition d'une entreprise dans la région (Sotraga). Forte de sa connaissance du terrain, c'est cette dernière à l'initiative de Thierry Le Breton et Jean Tinel qui pose la première pierre de l'offre future de GTM Terrassement pour Port 2000 en identifiant dès 1996 un gisement de matériau proche du Havre et situé en bord de Seine.



L'ancienne carrière silico-calcaire de Trouville-la-Haule (27) à proximité du Havre répondait à ce cahier des charges strict :

- ◆ trouver un gisement de matériaux de construction de digue à un coût d'exploitation compétitif dont l'acheminement reste économique ;
- ◆ dont l'exploitation et l'évacuation des produits causent un minimum de gênes aux riverains ;
- ◆ dans un site qui se prête à un réaménagement écologique.

Seule contrainte, cette carrière abandonnée depuis les années 1960 appartenait au Parc naturel régional de Brotonne, dans un site Natura 2000, ce qui semblait interdire a priori toute nouvelle exploitation. En réalité, un coup d'œil sur ce site désolé a convaincu GTM Terrassement et Sotraga qu'ils pouvaient trouver une solution par une négociation.

■ UNE CONCERTATION SANS FAILLE

Dès lors, une concertation puis un vrai partenariat sont mis en place par Sotraga et GTM Terrasse-

Christophe Buhot



CHEF DES SERVICES
"SYSTÈME
DE MANAGEMENT"
ET "ENVIRONNEMENT"
GTM Terrassement

Matthieu Kowalski



DIRECTEUR
Sotraga

Nicolas Durupt

INGÉNIEUR MÉTHODES
GTM Terrassement

La carrière abandonnée constituait une friche industrielle au cœur du Parc naturel régional des boucles de la Seine Normande en zone Natura 2000. Front de taille abrupte sans palier carreau de la carrière comportant des vestiges de l'exploitation

The abandoned quarry formed an industrial waste land in the heart of the "Boucles de la Seine Normande" Regional Nature Park, in a Natura 2000 area. Steep quarry face without steps; pit bank containing vestiges of past operations

Le début de l'exploitation. Création des paliers. En arrière plan le long de la Seine, on distingue nettement la zone botanique sensible (présence d'une fougère rare) qui a contraint au gel de 25 % de la surface du carreau (zone d'évolution des engins)



The start of operations. Creation of stepping. In the background along the Seine, one can see very clearly the sensitive botanical area (presence of a rare fern) which forced 25 % of the pit bank area to be frozen (machinery manoeuvring zone)

L'exploitation vue du ciel.

Une moitié du front de taille (partie gauche) n'a pu être exploitée trop proche de la fougère à protéger

Operations seen from the air. Half of the quarry face (left-hand part) was unable to be exploited too close to the fern to be protected



Creusement de la zone humide par déroctage. Avant de quitter les lieux, l'entreprise a décaissé 50 000 m³ supplémentaires pour créer une zone humide. Des cavités ont été ménagées dans le front de taille pour accueillir les oiseaux cavernicoles et des pierriers ont été installés pour faciliter la reconquête des zones de stériles par la petite faune

Digging the humid zone by rock excavation. Before leaving the premises, the company excavated an extra 50,000 cu. m to create a humid zone. Cavities were cut out in the quarry face to receive cave-dwelling birds and screes were set up to facilitate reclaiming of the mine tailing zones by small fauna



Vue du chemin d'accès piéton à la carrière. Découverte de la zone humide et des falaises recrées

View of the pedestrian path for access to the quarry. Discovery of the humid zone and recreated cliffs



ment avec l'ensemble des interlocuteurs d'un tel projet. Des partenaires sollicités le plus en amont possible :

- ◆ tout d'abord la municipalité de Trouville-la-Haule, dont les premières maisons sont à 300 m du site d'extension possible de la carrière ;
- ◆ le parc naturel régional de Brotonne, qui deviendra le Parc naturel régional des boucles de la Seine Normande et qui est le gestionnaire de cet espace classé Natura 2000 ;
- ◆ le Port Autonome de Rouen propriétaire des terrains en bord de Seine dont notamment du quai d'apponement sur le site et qui gère le trafic fluvial jusqu'à l'estuaire ;
- ◆ le cabinet de conseil "Environnement Votre" mandaté par Sotraga, réalisera l'étude d'impact et assurera le suivi écologique au cours de l'exploitation ;
- ◆ les riverains consultés par enquête publique ;
- ◆ les administrations et services de l'Etat concernés dont les avis seront pris en compte tout au long du projet par les entreprises.

Les dates les plus importantes à retenir :

- mars 1997 : présentation à la municipalité du Projet ;
- 1998 à 1999 : études environnement, étude d'impact, dossier ICPE ;
- juillet 1999 : le Parc régional de Brotonne émet un avis favorable ;
- juin 2000 : signature de l'arrêté préfectoral ;
- janvier 2002 à août 2003 : exploitation du gisement et modelages ;
- septembre 2003 à août 2004 : aménagements définitifs ;
- septembre 2004 : remise des clefs de la carrière au Parc naturel régional des boucles de la Seine Normande.

■ L'ENGAGEMENT VOLONTAIRE DE L'ENTREPRENEUR

Habitée des démarches de management et certifiée en Qualité, Sécurité et Environnement, l'entreprise va plus loin car, à son initiative, une commission locale de concertation et de suivi est mise en place. L'exploitant se dote d'un plan d'assurance environnement pour suivre les travaux et un observatoire écologique suivra l'évolution du site une fois réaménagé.

Et c'est ainsi qu'un projet de réhabilitation négocié avec les autorités du parc et la municipalité est devenu la clé d'une autorisation d'exploitation. L'atout majeur du dossier est que le projet, conçu en synergie entre les entreprises et le cabinet de conseil "Environnement Votre", est pensé dans une optique de réaménagement.

Pour cela, la durée d'exploitation est limitée à 5 ans. Un seul site sera destinataire des matériaux : Port 2000. Ainsi, tout risque de surexploitation du site est écarté.



Triptyque de vues aériennes de la carrière.
En cours d'exploitation en septembre 2002,
puis le modelage terminé en août 2003,
et après les premiers aménagements fin juin 2004

Triptych of aerial views of the quarry.
During operations in September 2002,
then modelling completed in August 2003,
and after the first developments at end June 2004

■ DES CONTRAINTES FORTES D'EXPLOITATION POUR UNE RÉUSSITE COMMERCIALE

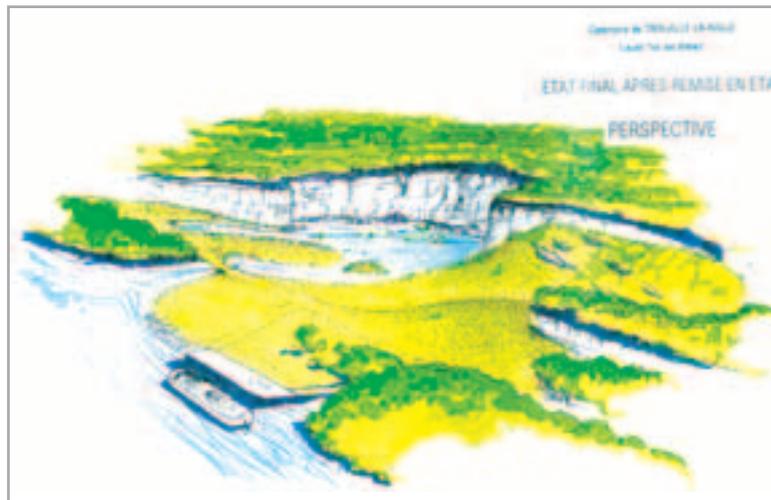
Le schéma d'exploitation isole 5 000 m² soit 25 % du carreau initial, afin de sauvegarder une zone botanique sensible. Les stériles sont gérés au mieux de l'espace confiné. Les volumes sont importants : 400 000 m³ sont utilisés dans la construction des digues et 150 000 m³ concourent au réaménagement du site.

La zone humide de 9 000 m² créée spécialement permettra des échanges avec la Seine et nécessitera le terrassement de 50 000 m³ supplémentaires. Les efforts consentis auront produit leurs effets. GTM Terrassement, mandataire d'un groupement VINCI composé de Dredging International, Campenon Bernard TP et VINCI Construction Grands Projets, aura remporté le marché des "Digues de protection et accès maritimes" de Port 2000 pour un montant de 250 millions d'euros HT.

La rotation des deux barges sur la Seine a évité de mettre 200 voyages allers-retours de semi-remorques sur les routes chaque jour, car les 800 000 t de matériaux ont été évacuées par voie fluvio-maritime.

■ SATISFECIT GÉNÉRAL

L'exploitation a été menée à son terme sans gêner les riverains. La qualité du réaménagement des fronts de taille, du reprofilage des stériles et le creusement de la zone humide ont été unanimement salués par les membres de la commission locale de concertation et de suivi fin août 2003.



Du projet au résultat de la remise en état.
Dans ce type de projet, le respect des engagements est le garant des opérations futures et le ciment de la confiance que peuvent nous accorder nos partenaires

From the planning board to the reclamation results.
In this type of project, meeting our commitments provides a guarantee for future operations and cements our partners' trust in us



► **Pari gagné** : le projet était réaliste car il illustre parfaitement les dimensions économiques, écologiques et sociales qui composent le développement durable.

Ce constat équilibré a convaincu toutes les parties concernées et a permis notamment à ce jour de réhabiliter une carrière abandonnée en créant de la richesse et un nouvel espace écologique.

Une cérémonie officielle pour la remise des clefs a été organisée le 23 septembre 2004 sur le site même en présence de la presse locale, d'élus et de nombreux partenaires et acteurs du projet.

Exemplaire, l'histoire de Trouville-la-Haule n'a pas tardé à faire école. Les carrières du Mainchon (Corrèze) et d'Aubreville (Meuse), exploitées l'une en sous-traitance, l'autre dans le cadre d'un contrat de forage, ont constitué dans son sillage d'irremplaçables atouts pour emporter des marchés sur l'A89 Clermont-Ferrand/Bordeaux et la LGV-Est. "Atout", c'est d'ailleurs le nom qu'on a choisi de donner chez GTM Terrassement aux sites pouvant renaître à l'exploitation dans le cadre d'un projet de réhabilitation. Ce vocabulaire illustre si besoin la philosophie de ces entreprises convaincues que le développement durable ou l'environnement ne sont plus des contraintes mais des opportunités.

ABSTRACT

Procurements for Le Havre Port 2000. Exploitation and reclamation of a quarry at Trouville-la-Heule in the heart of a Natura 2000 area

Ch. Buhot, M. Kowalski, N. Durupt

GTM Terrassement and Sotruga worked out in close consultation with the "Boucles de la Seine Normande" Regional Nature Park an operation and rehabilitation plan, which was approved unanimously by the chief local and regional players.

The result of this cooperation is a perfect example of what sustainable development should be. Not only was this abandoned quarry restored permanently to its natural condition, but in addition it enabled materials to be transported toward Port 2000 exclusively by waterway, thus eliminating the customary nuisances involved in land transport.

RESUMEN ESPAÑOL

Aprovisionamiento de Le Havre Port 2000. Explotación y rehabilitación de una cantera en Trouville-la-Heule en pleno centro de una zona Natura 2000

Ch. Buhot, M. Kowalski y N. Durupt

GTM Terrassement y Sotruga, han elaborado en estrecha concertación con el Parque natural regional de los bucles del Sena en Normandía un proyecto de aprovechamiento y de reacondicionamiento, que fue aprobado por unanimidad de los principales protagonistas locales y regionales.

El resultado de esta colaboración constituye un perfecto ejemplo de aquello que debe ser el desarrollo sostenible. Efectivamente, no solo esta cantera abandonada en el estado inicial ha sido restituida definitivamente a la naturaleza, pero además, ha permitido un transporte de los materiales hacia Port 2000, únicamente por vía fluvial, permitiendo de este modo suprimir las molestias habituales de los transportes terrestres.

La sécurité au travail continue de mobiliser de plus en plus les efforts des entreprises de travaux publics et leurs organisations professionnelles. Les lecteurs de Travaux ont pris connaissance, dans le numéro 813 de novembre 2004 (page 9) des résultats du concours sécurité de l'Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française (USIRF), et, dans le présent numéro (page 7, rubrique Bibliographie) de la publication, en décembre 2004, d'un "Code des bonnes pratiques en matière de prévention sécurité santé", par EGF-BTP, la FNTP, l'OPPBTP et l'ASEBTP.

Deux autres rencontres ont illustré, en fin d'année 2004, l'importance de l'action de la profession, et les résultats obtenus : le 7^e Forum international Travail et Sécurité et le 11^e concours Sécurité organisé par la FNTP.

7^e Forum international Travail et Sécurité

Prévention et contrôle : les deux piliers de la sécurité dans le BTP

L'un des quatre ateliers du 7^e Forum international Travail et Sécurité organisé par le ministère de l'Emploi, du Travail et de la Cohésion sociale les 29 et 30 novembre 2004 à Paris - Palais des Congrès, était réservé au BTP. A cette occasion, l'OPPBTP a présenté un bilan des accidents du travail dans le secteur de la construction en 2003, et publié les données chiffrées de la Caisse nationale d'assurance maladie (CNAM).

LES ACCIDENTS DE TRAVAIL DANS LE BTP EN 2003

- 188 décès (157 en 2002),
- 119 681 accidents avec arrêt (6 000 de moins qu'en 2002),
- 9 797 invalidités permanentes.

Dans le dossier qu'il a présenté à cette occasion, l'OPPBTP fait le point sur les résultats de ses deux derniers observatoires sur les échafaudages et les engins de chantiers, après des enquêtes menées par les ingénieurs de l'OPPBTP sur 1 008 chantiers réalisant des travaux sur échafaudages et 1 057 chantiers utilisant des engins.

Quelques résultats de l'enquête sur les engins de chantiers

Les 1 057 engins de chantiers analysés l'ont été dans des entreprises utilisatrices représentant un effectif de 112 088 personnes, 609 dans des entreprises de moins de 50 salariés (dont 249 de moins de 10) et 448 dans des entreprises de plus de 50 personnes.

Les observations portaient sur les tracto-pelles,

les pelles et les mini-pelles (56 %) ainsi que sur les chariots élévateurs de chantiers, les chargeuses à pneus et à chenilles, les compacteurs (13 %) et les tombereaux automoteurs. Pour 80 % d'entre eux, l'âge moyen du parc était inférieur à 9 ans. Ces équipements appartenaient à 73 % aux entreprises utilisatrices, tandis que 22 % étaient en location, 5 % appartenaient à des sous-traitants ou à des louageurs.

Les accidents liés aux engins de chantiers ont entraîné 326 invalidités permanentes, 1 958 accidents avec arrêt de travail et 23 décès en 2003. Les plus fréquents sont liés aux engins de terrassement (pelles, compacteurs, chargeuses) qui sont plus fréquemment impliqués dans des retournements ou des écrasements de personnes. La réalisation d'ensemble a été jugée satisfaisante. L'entretien du matériel est correctement réalisé. L'adéquation du matériel aux tâches à exécuter est bien prise en compte. Néanmoins des efforts restent à faire :

- pour la formation des conducteurs à la sécurité;
- pour la présence sur les engins des consignes et instructions de sécurité données par le constructeur, et leur communication aux conducteurs;
- la réalisation correcte et régulière de la "vérification générale périodique" (VGP);
- l'utilisation des ceintures de sécurité et des équipements de protection individuelle (protections auditives, chaussures de sécurité...);
- les avertisseurs de recul (ils sont absents ou ne fonctionnent pas dans 25 % des machines visitées).

Contact :

OPPBTP
Gérard Larpent
Tél. : +33 (0) 1 46 09 26 54
E-mail : gerardlarpent@oppbtp.fr
Internet : www.oppbtp.fr



Concours Sécurité 2004

■ LES FRUITS DE ONZE ANNÉES DE SENSIBILISATION

Bilan positif après onze années de concours

Depuis le lancement du concours Sécurité, en 1994, la FNTP poursuit l'objectif de généraliser la "culture sécurité" en entreprise. Ce concours est notamment l'occasion de partager et de récompenser les bonnes pratiques qui permettent aux entreprises des Travaux Publics d'atteindre un niveau de culture et d'esprit sécurité équivalent à celui des entreprises industrielles.

Pour rappel, et depuis maintenant deux ans, le concours Sécurité se déroule en deux étapes : chaque Syndicat de spécialités organise son propre concours (ce qui permet à chaque entreprise de se situer par rapport aux autres entreprises de sa spécialité). Puis les lauréats sont présentés au concours de la FNTP.

Quatre cents candidats ont participé à cette édition 2004, soit un nombre équivalent à l'année passée.

Les prix sont décernés par un jury composé de représentants du ministère des Affaires Sociales, du Travail et de la Solidarité, de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés, de l'OPPBT et de la Fédération nationale des Travaux Publics. Quatre lauréats ont été distingués cette année :

- un lauréat pour les entreprises de moins de 50 salariés ;
- trois lauréats pour les entreprises de plus de 49 salariés.

Enfin, deux prix "d'encouragement" ont été décernés aux entreprises dont la direction a démontré une volonté et un engagement particulier dans la démarche sécurité.

Les entreprises retenues en 2004 par les Syndicats de spécialité ont des statistiques d'accidents de travail inférieures de plus de 50 % à la moyenne nationale de leur spécialité, pour un effectif qui varie de 10 à plus de 1 000 salariés. On trouve parmi certaines d'entre elles, un système de gestion de la sécurité et de la santé et des résultats statistiques équivalents aux autres industries. Leur taux de fréquence* est inférieur à 20 et leur taux de gravité** est inférieur à 1. Ces résultats proviennent de la mise en place,

dans les grandes et moyennes entreprises, d'une structure permettant la mise en œuvre d'un système de gestion de la sécurité et de la santé.

Les objectifs s'affinent au fil des ans

Au vu des statistiques des accidents du travail, ce sont chez les petites et très petites entreprises que l'on constate encore de nombreux accidents. Ainsi pour les années 1999-2001, plus de 75 % des accidents mortels sont survenus dans les entreprises de moins de 50 salariés.

A travers le concours Sécurité, la profession s'est fixée d'atteindre des résultats statistiques identiques à ceux des meilleures branches professionnelles. Il est nécessaire pour cela de généraliser la mise en œuvre d'un système de gestion de la sécurité et de la santé, notamment dans les entreprises de moins de 50 salariés qui devraient pouvoir obtenir des résultats équivalents aux entreprises participant aux concours des Syndicats de spécialités et de la FNTP.

C'est l'ensemble des intervenants dans l'acte de construire qui, en unifiant leurs efforts, parviendront à limiter le nombre de maladies professionnelles et diminuer le nombre et la gravité des accidents du travail et ainsi abaisser à moins de 25 le taux de fréquence des TP (qui est de 49 en 2002) et le taux de gravité de 3 à 1,5.

Les actions mises en œuvre pour 2005

Pour participer au concours Sécurité de la FNTP, les entreprises sont invitées à présenter un dossier décrivant les éléments essentiels de leur système de gestion de la sécurité et démontrer son efficacité à travers leurs résultats statistiques.

La cérémonie de remise des prix offre cette année un temps de parole aux lauréats, leur per-

* Le **taux de fréquence** (TF) s'exprime en nombre d'accidents avec arrêt pour 1 million d'heures travaillées :

$$TF = \frac{\text{Nombre AT avec arrêt} \times 1\,000\,000}{\text{Nombre d'heures travaillées}}$$

** Le **taux de gravité** (TG) s'exprime en nombre de journées perdues pour mille d'heures travaillées :

$$TG = \frac{\text{Nombre de journées perdues} \times 1\,000}{\text{Nombre d'heures travaillées}}$$

mettant de présenter les bonnes pratiques qui ont retenu l'attention du jury (les thèmes retenus sont ceux de la formation, de l'évaluation des risques, la maîtrise du risque routier, l'amélioration continue, l'engagement de la direction et le rôle des CHSCT).

Ces échanges de savoir-faire permettent pour 2005, de mettre à la disposition de la profession par l'intermédiaire de l'OPPBT :

- ◆ un code de bonnes pratiques qui est l'adaptation des principes directeurs de l'OIT aux spécificités de nos métiers ;
- ◆ une boîte à outils qui rassemblera des exemples d'applications concrètes de ces principes directeurs ;
- ◆ enfin, des informations sur le comportement humain et des exemples d'intégration sur sa prise en compte, lors de la mise en œuvre des actions de prévention.

Chaque année, les bonnes pratiques des lauréats du concours Sécurité de la FNTP pourront enrichir cette banque de savoir-faire et de référence.

Ces avancées correspondent aux engagements pris par la Fédération dans son Manifeste pour la poursuite de l'amélioration des conditions de travail.

■ UNE PRISE DE CONSCIENCE EUROPÉENNE ET INTERNATIONALE

Les principes directeurs de l'Organisation internationale du travail

Le concours Sécurité s'inscrit cette année dans le prolongement de la semaine européenne de la prévention des risques professionnels dans le BTP organisée par l'agence de Bilbao. Le fil conducteur de cette cérémonie 2004 est basé sur les principes directeurs de l'OIT, relatifs aux systèmes de gestion de la sécurité et de la santé au travail.

Ces principes directeurs, soutenus par la France, sont pour les entreprises de Travaux Publics, un espoir d'entrevoir un support de référentiel unique en matière de certification santé et sécurité. L'importance justifiée, accordée par l'OIT

au système de gestion de la sécurité et de la santé, conforte la FNTP dans les orientations apportées au concours depuis trois ans.

A l'échelle nationale, les principes devraient en effet :

- ◆ servir à instituer un cadre national pour les systèmes de gestion de la sécurité et de la santé au travail ;
- ◆ aider à élaborer des mécanismes volontaires en vue de l'amélioration continue de l'efficacité en matière de sécurité et de santé au travail ;
- ◆ aider à élaborer des principes directeurs à la fois nationaux et spécifiques pour les systèmes de gestion afin de répondre de façon appropriée aux véritables besoins des organisations en fonction de leur taille et de la nature de leurs activités.

A l'échelle de l'entreprise, ces principes directeurs visent à :

- ◆ donner des orientations concernant l'intégration des éléments du système de gestion de la sécurité et de la santé dans l'entreprise, en tant que composant de la politique et des mécanismes de gestion ;
- ◆ inciter toutes les composantes de l'entreprise à appliquer des principes et méthodes appropriés, permettant l'amélioration continue de l'efficacité en matière de sécurité et de santé au travail.

L'Europe et la sécurité

Le parlement européen est un relais essentiel pour que les spécificités du BTP soient prises en compte. Outre sa participation dans le dialogue social, la Fédération de l'industrie européenne de la construction (FIEC), développe des relations avec les représentants de la Commission européenne et des députés européens, afin que les spécificités du BTP, qui rendent inapplicables certaines dispositions générales prévues dans les directives, soient bien prises en compte. Grâce aux actions engagées, la voix des entrepreneurs de la construction est plus souvent prise en compte et cette volonté partagée a permis de signer le 19 novembre 2004 une déclaration commune entre la FIEC et la Fédération européenne des travailleurs du bâtiment et du bois (FETBB) pour diminuer, et même supprimer à terme, les accidents et maladies professionnelles. Au sein même de la FIEC des réflexions sur l'élaboration d'un système européen de management de la sécurité dans le BTP et sur le stress sont en cours.



Les lauréats

■ ENTREPRISES LAURÉATES DE MOINS DE 50 SALARIÉS

GTM Service précontrainte Nanterre

Effectif : 10 personnes
Présentée par le Syndicat des entreprises distributrices de précontrainte par post-tension (SE-DIP)
L'entreprise s'est démarquée par sa capacité à adapter à ses besoins le système complexe d'une grosse structure (GTM).

Cofex Ile-de-France (Massy)

Effectif : 14 personnes
Présentée par le Syndicat des entrepreneurs spécialistes de travaux de réparation et renforcement de structures (STRRES)
L'entreprise a mis en place un partenariat avec le Centre de formation d'Egletons. Sur les 105 jours de formation proposés, 25 jours, soit plus de 20 % de l'ensemble des cours, sont consacrés à la sécurité.

Sade Marseille secteur Nice

Effectif : 33 personnes
Présentée par Canalisateurs de France
L'entreprise s'est engagée dans l'évaluation des risques et dans une bonne utilisation du document unique.

Ramon

Effectif : 36 personnes
Présentée par l'Union des syndicats de l'industrie routière (USIRF)
L'entreprise, malgré son faible effectif, développe une démarche d'amélioration continue.

Parmi ces entreprises lauréates le jury a distingué par un 1^{er} prix :

• Entreprise Ramon

Le jury a souhaité distinguer tout particulièrement celle-ci, pour son engagement en matière de prévention, pour la qualité de son dossier et ses résultats statistiques.

■ ENTREPRISES LAURÉATES DE PLUS DE 49 SALARIÉS

Bec Frères

Effectif : 210 personnes
Présentée par le Syndicat des professionnels des terrassiers de France
Pour diminuer les accidents liés à l'utilisation d'engins, l'entreprise, après en avoir recherché les causes, a porté son effort sur l'information des salariés. Elle a été facilitée par l'amélioration des notices des fabricants d'engins.



sécurité

Chantiers Modernes

Effectif : 285 personnes

Présentée par le Syndicat professionnel des entrepreneurs de travaux souterrains de France
L'entreprise a mis en place une stratégie "sanction/récompense" afin d'intéresser l'ensemble des salariés. L'entreprise a également mis en place des "1/4 d'heure sécurité", permettant de revenir sur des accidents survenus dans d'autres entreprises.

Colas Sud-Ouest

Effectif : 1 460 personnes

Présentée par l'Union des syndicats de l'industrie routière (USIRF)
Le jury a particulièrement apprécié les actions menées pour la prévention du risque routier notamment par l'élaboration de bandes dessinées.

Eiffage Haute-Normandie

Effectif : 315 personnes

Présentée par les Entreprises générales de France – Bâtiment Travaux Publics (EGF-BTP)

L'entreprise est entrée dans l'étape d'amélioration qui consiste, après avoir sensibilisé l'encadrement, à sensibiliser les exécutants. Dans cet objectif, l'entreprise a conçu des modules de formation spécifiques.

LA CULTURE "SÉCURITÉ", UNE ÉVOLUTION EN 4 ÉTAPES

La combinaison de ces deux paramètres rend possible d'identifier quatre niveaux de culture sécurité :

Le niveau 1

La direction de l'entreprise agit au coup par coup en fonction des accidents, des interventions du CHSCT et des organismes extérieurs (Inspection du travail, CRAM, OPPBTP).

Les actions de prévention sont spécifiques à une situation et sont ressenties comme une contrainte. Elles ne font pas l'objet d'un suivi de mise en œuvre, ce qui limite l'efficacité dans le temps.

L'absence de suivi et le caractère exceptionnel des actions de prévention interdisent tout esprit sécurité.

Le niveau 2

La direction de l'entreprise définit des mesures de prévention au fur et à mesure des événements.

Elle élabore des consignes et se dote de matériels et d'équipements de sécurité, qui sont peu ou mal appliqués ou utilisés sur les chantiers, faute d'effectuer un suivi et de développer l'esprit sécurité.

Les salariés ne ressentent pas la priorité donnée à la prévention par la direction.

Le niveau 3

Il représente une étape essentielle. La direction de l'entreprise définit des mesures de prévention en fonction des événements (accidents, réglementation, analyse des postes de travail) et veille à leur mise en œuvre.

Elle sensibilise les salariés sur l'importance de la prévention et développe l'esprit sécurité.

Cependant, l'absence d'une stratégie d'entreprise intégrant la prévention des risques professionnels ne permet pas d'anticiper les grandes évolutions organisationnelles, structurelles, et conjoncturelles telles que celles issues des règles sociales européennes.

Les brusques adaptations qui en découlent perturbent l'évolution comportementale des salariés et freinent le développement de "l'esprit sécurité".

Le niveau 4 qu'il faut atteindre et conserver

L'entreprise intègre la prévention dans ses choix stratégiques de développement (commercial, rachat d'entreprise, embauche et évolution du personnel...).

Elle possède une maîtrise des risques professionnels et anticipe l'impact des dispositions européennes et mondiales.

La direction veille en permanence à l'application, à l'adaptation et à l'amélioration continue des dispositions de prévention.

Les salariés possèdent un "esprit sécurité".



LES MEMBRES DU JURY DU CONCOURS SÉCURITÉ DE LA FNTF

Le jury est présidé par Daniel TARDY, président de la FNTF

Les personnalités qui composent également le jury sont :

- François-Xavier CLEDAT, président de la Commission sociale
- Jean-Claude MACE, administrateur de l'OPPBTP
- Robert PICCOLI, direction des Relations du travail
- Gérard BEHARD, ingénieur conseil à la direction des Risques professionnels de la CNAMTS
- Jean-Pierre STASI, secrétaire général de l'OPPBTP
- Jacques BLANCARD, directeur général de la FNTF
- Didier DURR, secrétaire général de la FNSCOP BTP
- Jean-Charles SAVIGNAC, directeur des Affaires sociales de la FNTF
- Christian LESOUÉF, direction des Affaires sociales



Forclum Métropole nord

Effectif : 250 personnes

Présentée par le Syndicat du génie électrique

Le personnel d'encadrement a pris l'initiative de nombreuses actions (visites sécurité des chantiers, réalisation de synthèses), et implique le CHSCT dans l'analyse des synthèses et les actions qui en découlent.

Solétanche Bachy

Effectif : 900 personnes

Présentée par le Syndicat des sondages forages et fondations spéciales

L'entreprise s'est efforcée d'organiser la sécurité au sein d'un groupe international, le "club action sécurité".

Elle s'efforce en outre de prendre en compte l'avis des collaborateurs dans l'entretien annuel avec leur responsable.

TPC

Effectif : 142 personnes

Présentée par les Canalisateurs de France

Pour diminuer les troubles musculo-squelettiques l'entreprise développe une méthode conçue par l'OPPBT, la méthode "ADAPT".

TSO

Effectif : 500 personnes

Présentée par le Syndicat des entrepreneurs de voies ferrées

L'entreprise a élaboré une méthode originale : l'utilisation d'un référentiel pour le développement de la démarche d'amélioration continue.

Parmi ces entreprises lauréates trois d'entre elles, qui ont montré l'efficacité de leurs actions, ont été particulièrement distinguées par le jury :

- **Forclum Métropole nord : 1^{er} prix**
- **Bec Frères : 2^e prix**
- **Colas Sud-Ouest : 3^e prix**

ENTREPRISES ENCOURAGÉES

Pyrénées Minage

Cette entreprise de 22 salariés localisée à Pau est spécialisée dans la démolition par explosif. Elle est présentée par le Syndicat national des entrepreneurs de travaux publics spécialisés dans l'utilisation de l'explosif (SYNDUEX).

Simeco

Présentée également par le SYNDUEX, l'entreprise de 52 salariés est basée dans les Bouches-du-Rhône.

Pour ces deux entreprises le jury a noté la volonté et l'engagement de la direction de l'entreprise.