

LE PAYSAN



**ENVIRONNEMENT
INNOVATION**



Et si l'ouverture d'esprit était un entraînement ?

Chez PricewaterhouseCoopers, l'ouverture d'esprit est une véritable philosophie. La diversité de nos clients, la variété de leurs problématiques aiguisent la curiosité, l'esprit d'initiative et les qualités relationnelles de nos collaborateurs. Leur participation à de grands projets internationaux au sein d'équipes pluridisciplinaires contribue, mission après mission, à élargir leur champ de vision et favorise l'acquisition de savoirs partagés avec leurs clients et profitables à leur évolution.

AUDIT CONSEIL

Résoudre les problèmes complexes de nos clients en matière de maîtrise des risques liés à leur environnement, leur stratégie et leur organisation ; les assister dans leurs relations avec la communauté financière en présentant une information pertinente dans le respect des réglementations ; les accompagner au cours des transactions, fusions acquisitions, cessions, les aider à optimiser leur impact sur les performances de l'entreprise, tels sont aujourd'hui les enjeux de l'audit conseil.

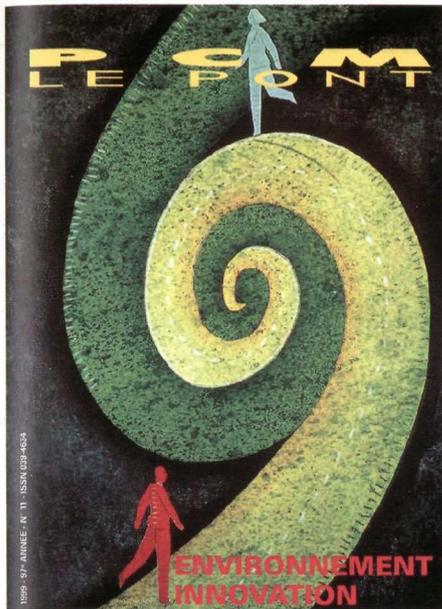
Jeune diplômé d'une Ecole de Commerce, d'Ingénieurs ou d'une Université, vous êtes bilingue. Vous accompagnerez nos clients dans leurs ambitions et mettrez votre professionnalisme à leur service dans les secteurs suivants : Banque, Institutions Financières, Assurance, Industrie et Services.

Pour en savoir plus sur les postes que nous vous proposons et nous faire connaître votre profil :

www.pwcglobal.com

■ Audit conseil ■ Conseil en management ■ Corporate finance ■ Expertise conseil

PRICewaterhouseCOOPERS 



Novembre 1999

Mensuel, 28, rue des Saints-Pères
75007 PARIS

Tél. 01 44 58 24 85

Fax 01 40 20 01 71

Prix du numéro : 58 F

Abonnement annuel :

France : 580 F

Etranger : 600 F

Ancien : 250 F

Revue des Associations des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Anciens Elèves de l'ENPC.

Les associations ne sont pas responsables des opinions émises dans les articles qu'elles publient.

Commission paritaire n° 55.306

Dépôt légal 4^e trimestre 1999

n° 991079

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Yves COUSQUER

DIRECTEUR ADJOINT

Dario d'ANNUNZIO

COMITE DE REDACTION

Philippe AUSSOURD

Jacques BONNERIC

François BOSQUI

Christophe de CHARENTENAY

Marie-Antoinette DEKKERS

Brigitte LEFEBVRE du PREY

Secrétaire général de rédaction

Adeline PREVOST

Assistante de rédaction

MAQUETTE : B. PERY

PUBLICITE : OFERSOP,

Hervé BRAMI

Fabrication : Roland FRENARD

55, boulevard de Strasbourg

75010 Paris

Tél. 01 48 24 93 39

COMPOSITION ET IMPRESSION

IMPRIMERIE MODERNE U.S.H.A.

Aurillac

Couverture : Image Bank

Photo : Todd Davidson

DOSSIER

- La recherche chez OTV
Pierre Parisot..... p. 11
- Améliorer l'accès à l'eau et à l'assainissement
des populations pauvres
Thierry Chambolle et Alain Mathys..... p. 15
- Offre globale : externalisation de la gestion
des déchets industriels
Michel Dutang..... p. 23
- Traitement des boues des stations municipales
d'épuration des eaux
Jean-Jacques Doyen et Dr Marie-Pierre Whaley..... p. 25
- Le traitement et la valorisation des déchets :
quelle réalité en 2002 ?
Eric Lesueur..... p. 28
- Effet de serre : un modèle d'aide à la décision d'Electrabel
François Kaisin et Philippe Opdenacker..... p. 29
- La réduction des rejets des industries passe par la mise
en œuvre des meilleures techniques disponibles
Jean-Marc Picard..... p. 32
- Les études d'impact stratégiques ou comment évaluer
les incidences sur l'environnement des politiques, plans
et programmes
Denis Bertel et Patrick Michel..... p. 36
- L'autoroute A51, sœur jumelle de la Durance
Laurent Chabrier, Jean-Luc Dumas et Marc Truchetet..... p. 42

RUBRIQUES

- Lu pour vous..... p. 46
- Marc Mimram : équerre d'argent 1999..... p. 47
- Offres d'emploi..... p. 48

Groupe GTM, votre partenaire



concessions

routes



industriel

bâtiment et
travaux publics



Groupe GTM
est un Groupe diversifié
de concessions,
de constructions
et de services associés,
qui conçoit, construit et gère
pour l'industrie et
les collectivités publiques

**7,4 MILLIARDS D'EUROS RÉALISÉS EN 1998
(48,5 MILLIARDS DE FRANCS)**

GROUPE GTM DÉVELOPPE D'IMPORTANTES
ACTIVITÉS DE CONCESSIONS D'INFRASTRUCTURES
ET OCCUPE DES POSITIONS DE PREMIER PLAN
DANS LA ROUTE, LES TRAVAUX INDUSTRIELS,
LE BÂTIMENT ET LES TRAVAUX PUBLICS.

200 FILIALES - 60 000 COLLABORATEURS
DONT 5300 INGÉNIEURS ET CADRES, 31 500
PERSONNES EN MÉTROPOLE.

PRÉSENT DANS PLUS DE 90 PAYS

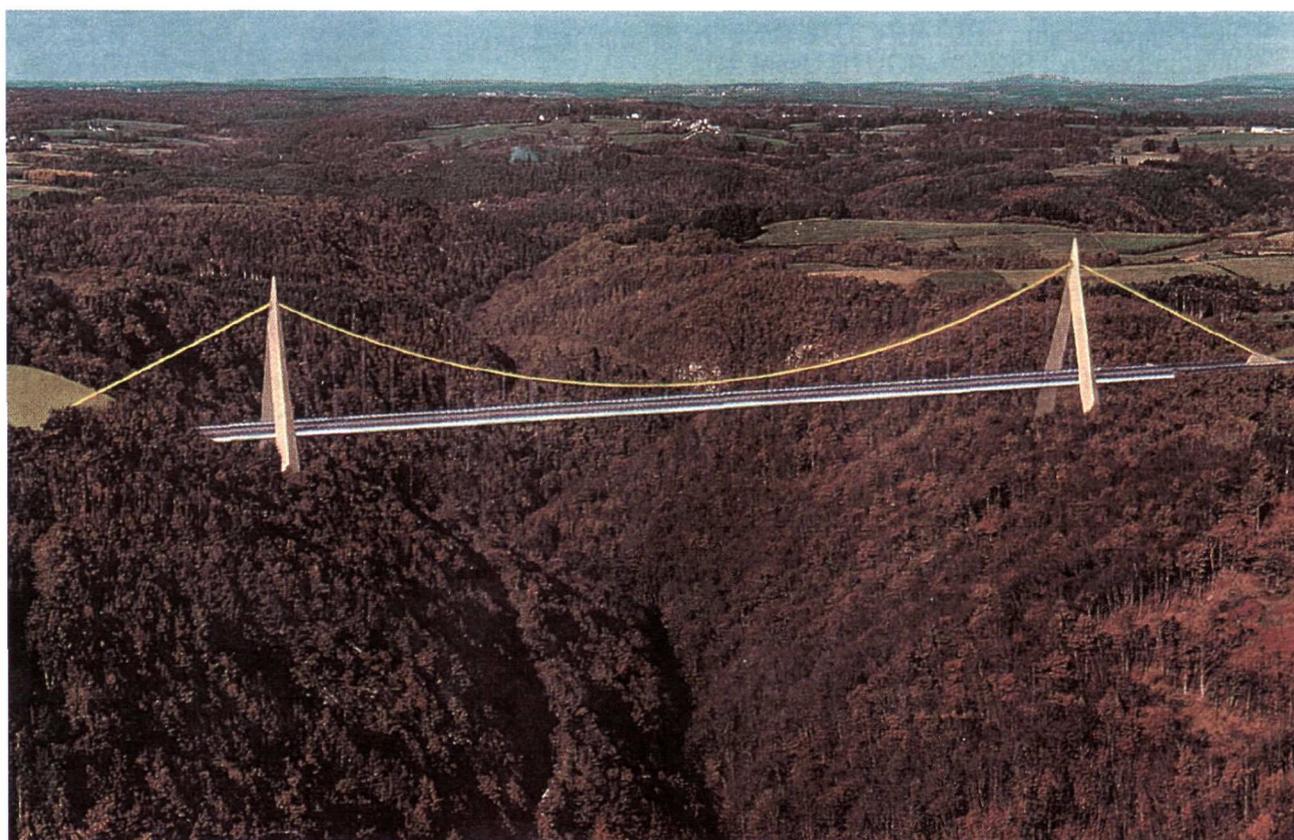
44 % DE L'ACTIVITÉ DE GROUPE GTM EST
RÉALISÉ À L'INTERNATIONAL.



Autoroute A89 CLERMONT-FERRAND/BORDEAUX

Section Ussel / Le Sancy

LE VIADUC DU CHAVANON



- **Maître d'ouvrage :** autoroute du Sud de la France A.S.F.
- **Architecte :** Jean-Vincent Berlottier
- **Concepteur :** Jean Muller International J.M.I.
- **Maître d'œuvre :** SCETAUROUTE/J.M.I.
- **Groupement d'entreprises :**
 - GTM Construction/CIMOLAI
 - Baudin Châteauneuf

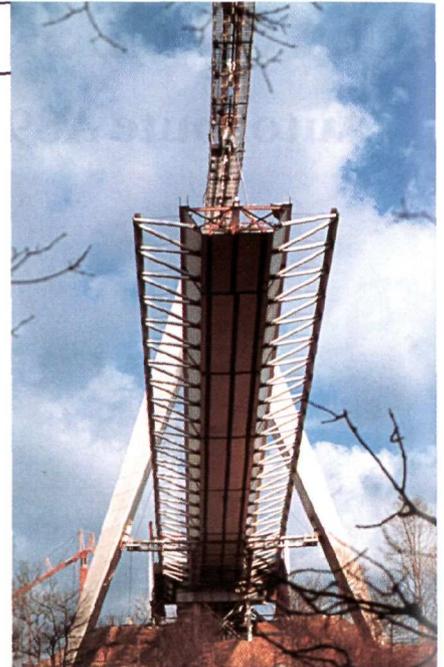
1 - PRESENTATION SOMMAIRE DE L'OUVRAGE

Cet ouvrage s'inscrit dans le cadre de la réalisation de l'autoroute A89 Clermont-Ferrand/Bordeaux sur la section 7 Ussel Ouest – Le Sancy.

Il est précisément sur l'intersection du tracé autoroutier AS9 avec la frontière des départements du Puy-de-Dôme et de la Corrèze. Il franchit la vallée d'une petite rivière nommée Le Chavanon, avec une culée en Corrèze et l'autre dans le Puy-de-Dôme.

Il s'agit d'un pont mixte à double suspension axiale de 360 mètres de portée avec un entraxe de pylône de 30 mètres. Le tablier est d'environ 22 m de largeur pour un caisson métallique de 3 m de hauteur. Il s'agit en l'occurrence d'une première mondiale : suspension axiale sur 360 m de portée sans appui sur pylône.

Le tablier culmine à environ 700 m d'altitude, 100 m au-dessus du Chavanon. Les têtes de pylônes sont à environ 55 m au-dessus du tablier. Les pylônes ont une hauteur d'environ 70 m.



INTERVENANTS

Maître d'ouvrage : autoroute du sud de la France

Maîtrise d'œuvre :

- Direction de projet : SCETAUROUTE Brive
- Division travaux : SCETAUROUTE Ussel
- Bureau de contrôle : Jean Muller International
- Architecte: M. J.-V. Berlottier

Entreprise : 2 groupements conjoints

- ① Lot principal (tout sauf lot secondaire)

Groupement solidaire :

GTM Construction (Génie Civil + Suspension) D. R. Marseille et D. R. Lyon

CIMOLAI (tablier Métallique) Italie

- ② Lot secondaire (fournitures câbles et culots)

Groupement solidaire

GTM Construction

Baudin Châteauneuf

MARCHE

Ordre de service travaux : 2 septembre 1997

Durée travaux : 28 mois environ

Fin délai global : 20 décembre 1999

2 - PLANNING DETAILLE

L'ordre de service est calé au 2 septembre 1997 avec une période de préparation de 3 mois.

Le planning présente 2 périodes de neutralisation hivernale de 3 mois pour les hivers 97/98 (janv./fév./mars) et 98/99; et 30 jours d'intempéries prévisibles.

Jusqu'à la fin de l'hiver 97/98, il est prévu de réaliser tous les travaux de terrassement (pistes, fouilles des appuis et des chambres et remblais des culées) ainsi que les fondations profondes puits marocains et semelles.

La complexité des études d'exécution ainsi que la préfabrication des plaques de pylône ne permettaient pas d'anticiper les pylônes avant fin mars 1998.

On retrouve donc plusieurs étapes critiques dans le planning général :

Fin mars 1998 : fin des terrassements généraux et des fondations profondes

Fin juillet 1998 : fin des pylônes

Jusqu'à mi-octobre 1998 : pose des pièces de suspension et du câble (selles, sellettes, câbles, colliers)

A partir de mi-octobre jusqu'à la fin mars 1999 : assemblage des caissons métalliques puis lancement par la méthode "Tarzan".

En parallèle, de septembre 1998 à mars 1999 : préfabrication en Italie des éléments de caissons

De janvier 1999 à fin mars 1999 : préfabrication des suspentes définitives sur site

Avril/Mai 1999 : pose des suspentes définitives et dévérinage tablier

Juin 1999 à fin septembre 1999 : hourdis béton et superstructure

Octobre 1999 à fin décembre 1999 : superstructure, peinture tablier et câble, étanchéité chaussée, pose des derniers éléments préfabriqués (pylônes et chambres).

3 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

FONDTATIONS

Fondations des 4 jambes des pylônes sur 4 puits marocains \varnothing 8,50 hauteur 4 m, 6 m et 8 m.

Culée C0 sur sommier d'appui

Culée C3 sur 2 pieux \varnothing 1,50 longueur 15 m

Déviateur ouest sur semelle superficielle

Déviateur est sur puits marocains \varnothing 6,50 longueur 14,00 m

APPUIS

• Les pylônes

Les pylônes sont coulés en place avec des parements préfabriqués en béton poli de 12 cm d'épaisseur servant de coffrage perdu non collaborant.

Ils ont une hauteur de 60 à 75 m dont une tête de pylône préfabriquée de 11 m posée en fin de chantier.

Ils ont une forme de V inversé avec des sections horizontales triangulaires variables de bas en haut.

La section basse d'encastrement a une base de 8 m et une hauteur de 2,30 m. La section haute passe à 5 m de base pour 5,20 m de hauteur.

La face intérieure (base du triangle) est plane et inclinée à 20°. Les faces latérales sont gauches compte tenu des variations géométriques.

• Les poteaux déviateurs

Ces poteaux déviateurs sont des fûts en béton armé fortement inclinés, d'environ 12 m de hauteur, supportant la sellette (selle sur déviateur) et assurent la diffusion du bicâble porteur en éventail vers la chambre d'ancrage.

• Les chambres d'ancrage

Les chambres d'ancrage sont excavées dans le rocher à environ 60 m à l'arrière des culées. Elles présentent une géométrie très exiguë de 5,60 m de largeur pour environ 20 m de profondeur et 25 m de longueur en tête. Ces chambres d'ancrage présentent à l'intérieur une poutre curviligne en béton armé de 2 m de hauteur dans laquelle viennent s'appuyer à la fois les tirants d'ancrage (côté amont) et les barres d'ancrage (côté aval).

• Tirants

On retrouve pour chaque chambre d'ancrage, 43 tirants de 19T15S de 25 m à 30 m de longueur scellés sur 10 m dans le rocher.

• Câbles porteurs

Il s'agit d'un bicâble porteur composé de 2 x 61 torons de 61 fils de \varnothing 5,43 mm galvanisés.

Ces 122 torons unitaires sont assemblés en deux sections hexagonales.

• Pièces de suspension

– Selles : éléments en fonte GS assurant le passage du câble sur pylône

– Sellettes : éléments en fonte GS assurant le passage du câble sur déviateur

– Collier : pièces d'accrochage sur câbles porteurs décomposées en 2 1/2 éléments tous les 10 m. Éléments en fonte GS

– Pivot : éléments de liaison des colliers permettant de reprendre le système de suspension axiale. Éléments en acier mécano-soudé

– Cavalier : bielle d'interface entre le pivot et la chape de suspension. Éléments en acier moulé

– Chapes : éléments en acier moulé d'accrochage du culot des suspentes

• Suspentes

– Suspente courante : 29 paires de suspension en 2 x 31T15 type Stade de France

– Suspente sous pylône : 3 paires x 55T15 sous pylône

Soit 64 suspentes au total.

4 - METHODES GENIE CIVIL

4.1. Installation et levage

Le chantier a une culée dans le Puy-de-Dôme (Culée C3) et une culée en Corrèze (Culée C0). Il se décompose donc en 2 sites distincts espacés d'environ 12 km (15 à 20 mn) qui seront reliés après la pose de la passerelle à câble.

Les matériaux de la culée C3 (rive Clermont) présentent des arènes et des migmatites très fracturées en couche supérieure nécessitant des terrassements avec des talus à 1/1. En ce qui concerne la rive Bordeaux (Culée C0), on retrouve un rocher sain immédiatement mais assez fracturé qui a posé de gros problèmes pour les pistes.

• Levage

Pour la réalisation des pylônes, il a été choisi de mettre en place des grues à tour Liebherr.

• Côté Bordeaux, une grue à tour 245 ECH (flèche 60,00 m, hauteur 63 m) a pu être mise en place entre la culée C0 et le pylône P1 compte tenu de la bonne portance du terrain.

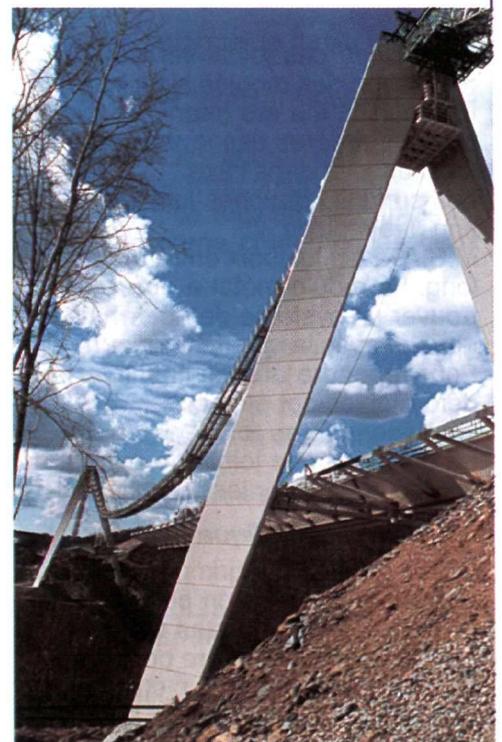
• Côté Clermont, une grue à tour 280 ECH (flèche 60,00 m, hauteur 69 m) a dû être montée en pied de piste devant le pylône, puisque l'assise entre P2 et C3 était insuffisante.

Pour la réalisation des chambres d'ancrage et des déviateurs ainsi que des tirants, des grues autodépliables de 30 m de flèche (type Chrono 45) sont utilisées.

Des appoints en grue mobile seront nécessaires pour la suspension et le câble

4.2 Puits marocains

Les puits marocains de \varnothing 8,50 m sont excavés par passe de 1,00 m avec un blindage lourd par virole béton armé dans les matériaux meubles et un blindage léger par béton projeté + treillis dans le rocher sain et peu fracturé.



Il a été décidé de faire un prédécoupage sur toute la hauteur de puits à partir de la plate-forme et de faire le tir de masse de la même manière afin de limiter d'une part, les surexcavations et d'autre part, de pouvoir bénéficier d'une foreuse de plus grosse capacité en tête de puits.

4.3 Pylônes

Les pylônes présentent un parement en coques préfabriquées en béton poli. Cette contrainte, ainsi que la géométrie propre des pylônes (inclinaison et surfaces gauches latérales), en font un ouvrage béton totalement novateur sur lequel toutes les méthodes de construction ont dû être inventées et imaginées.

Plusieurs chapitres de réflexion ont été menés de front :

1. Mise au point de la préfabrication des plaques en béton poli
2. Définition et conception des outils spécifiques de réalisation des levées de pylônes
3. Définition du principe de butonnage des pylônes
4. Accès sur les pylônes

Nous allons succinctement regarder les contraintes et le choix définitif pour chacun de ces chapitres.

4.3.1. Préfabrication des plaques en béton poli

• Contraintes

L'architecte souhaitait des levées de 5,00 m et une teinte particulière pour les plaques polies qui resteront un des éléments architecturaux les plus marquants de l'ouvrage.

Les plaques devaient être réalisées en béton B40 G2 (gel sévère) avec une teinte gris clair ou béton clair.

Il a donc été demandé à plusieurs préfabricants de réaliser des échantillons témoins se rapprochant de ces contraintes.

Les levées de 5 m étaient pénalisantes sur plusieurs points :

Les poussées relatives à des hauteurs de grandes levées sont très importantes, ce qui impose de réaliser un outil grim pant beaucoup plus important.

L'outil ainsi dimensionné présente des problèmes de déformation (raideur réduite) et des problèmes d'encombrement quand on réalise les dernières levées.

Les déformations pour les levées de 5,00 m sont beaucoup plus fortes et leur maîtrise ou leur prise en compte en construction moins évidentes.

Les plaques préfabriquées sont de grande dimension, ce qui est difficile pour le transport (gabarit routier), le polissage (banc de polissage limité en longueur), et la souplesse des plaques à la manutention.

Les cages d'armatures avec des levées de 5 m avec des attentes sont très encombrantes, phénomène amplifié par l'inclinaison.

CHOIX DEFINITIF

- Hauteur levées : pour toutes ces raisons, l'architecte a été convaincu que la réduction de la hauteur des levées s'imposait. Le choix définitif s'est fait avec les levées de 2,50 m.

- Formulation béton : la mise au point définitive de la formule béton de B40 G2 avec des agrégats respectant à la fois les critères de teinte et de non-géllivité a été longue et difficile. Les critères de conformité de G. R. A. (groupe Rhône-Alpes) devaient être retenus et étaient beaucoup plus draconiens que les normes habituelles (indice de géllivité < 10 %, et L < 250 m)

- Choix du préfabricant : les coffrages préfabriqués représentant plus de 4 000 m², il y avait lieu de retenir un préfabricant avec une unité de production suffisante et courante pour la préfabrication proprement dite et pour le polissage (6 passes de polissage pour obtenir le fini souhaité).

Morin Système Architectonique (M.S.A. 71 Gilly-sur-Loire) présentait de sérieux arguments techniques et de sérieuses références pour ce type de produit. Son équipement en unité de polissage (3 bancs) justifiait notre choix.

La position des joints verticaux a également été assez longue. Il fallait prendre en compte les difficultés de réalisation des moules ainsi que les contraintes d'assemblage des plaques.

En définitif, il a été retenu un joint axé sur l'arête extérieure et 2 joints sur la face arrière plane. Les grandes plaques arrières des levées inférieures (entre 6,00 m et 8,00 m) ont été redécoupées en 2 éléments rajoutant ainsi un joint dans l'axe.

Les surfaces gauches latérales sont une contrainte technique importante par leur définition et pour la réalisation des moules.

M.S.A. avait le choix entre un moule bois unitaire de 70 m de long et un moule métal déformable de 2,50 m de long. Le moule métal a été retenu malgré les difficultés techniques inhérentes à son choix : il fallait en effet trouver un système de déformation fiable qui permette de retrouver à chaque levée la continuité d'une plaque gauche avec la plaque inférieure et obtenir un gauchissement correspondant aux plans du marché.

Pour répondre aux contraintes du planning (3 mois de préfabrication), 2 moules arrières plans et 4 moules déformables ont été nécessaires, soit 6 plaques réalisées par jour.

On dénombre au total environ 300 plaques.

La définition des joints de pose a dû prendre en compte l'ordre de pose, l'étanchéité à obtenir et les contre-pentes pour éviter les stagnations d'eau.

4.3.2 Outil spécifique pylône

Outils spécifiques grim pant et semi-grim pant : le choix des outils et la mise au point définitive a nécessité beaucoup de réflexion pour intégrer toutes les contraintes avec notamment la forte inclinaison des pylônes et la présence des plaques préfabriquées.

- Outil spécifique arrière pour surface plane : compte tenu de l'inclinaison des pylônes, le choix d'un outil semi-grim pant levé à la grue n'était pas évident.

Il a été décidé d'opter pour un outil autogrim pant déplacé par 2 vérins longue course 2,70 m de 10 T.

La tenue de l'outil est réalisée par cônes Artéon pour maîtriser les 6 consoles de l'outil. Des réservations correspondantes sont laissées dans les plaques préfabriquées.

Ces réservations seront rebouchées à la fin des pylônes avec des cônes en béton poli vissés et collés.

Outil pour surface latérale : compte tenu de l'inclinaison inversée, il n'était pas nécessaire d'avoir un outil grim pant hydraulique.

Il a donc été retenu un outil spécifique réalisé en position de console standard type barrage.

Le gauchissement et l'inclinaison ont toutefois nécessité la réalisation de nombreuses pièces spécifiques.

Pour réaliser les pylônes et prendre en compte les contraintes du planning, 4 outils pour les 4 jambes seront mis en œuvre. Ces outils doivent de plus s'adapter aux premières levées ainsi qu'aux levées de tête de pylône et levées de jonction (encombrement), ce qui impose la démontabilité de certaines pièces et des passerelles.

4.3.3. Butonnage actif

La volonté de limiter fortement les déformations des pylônes en construction a nécessité de doubler le butonnage initialement prévu, à savoir, de passer de 5 niveaux de butons à 8 avec une béquille inférieure pour les 2 jambes les plus hautes. En outre, il a été décidé de mettre en place un système d'activation par vérins hydrauliques 2 x 30 tonnes sur chaque lit de butons pour créer de l'effort interne.

Les lits de butons ont été réalisés à l'aide de profilés HEB couverts avec un platelage et des garde-corps permettant ainsi d'avoir des passerelles d'accès entre chaque jambe.

Une grande partie du butonnage a été prémontée afin de limiter son incidence dans les cycles de réalisation des pylônes.

Les équipes sont desservies par la grue à tour du pylône concerné (équipe de 6 à 7 ouvriers environ par jambe).

Le béton des pylônes est en B60. Il était initialement prévu en B60 G2 mais la présence des coques préfabriquées extérieures protégeant le béton intérieur des pylônes ainsi que la non-référence de formule similaire a justifié la dérogation en B60.

4.3.4. Les accès

Jusqu'en haut des pylônes, l'accès a été réalisé à l'aide d'échelles à crinoline de 5 m permettant de passer d'un buton au buton supérieur.

A la fin de la construction, cet accès est démonté et remplacé par un ascenseur placé sur l'arête extérieure du pylône.

4.4 Chambre d'ancrage

La réalisation du génie civil des chambres se fait en 2 phases.

- ① L'enceinte périphérique radier et voiles avec l'amorce de la poutre centrale en béton
- ② Réalisation de la poutre curviligne en béton

① Les hauteurs de voile sont réalisées en 5 phases par décomposition en levées de 4 m pour une hauteur de voile totale de 20 m.

Les chambres sont excavées à l'explosif, ce qui impose pour les parties basses de bétonner le radier et la première phase de voile avec un coffrage simple face.

Pour les hauteurs suivantes, le coffrage sera réalisé à partir d'un platelage sur rocher fermant l'intérieur de la chambre de 5 m de largeur. Ces coffrages sont des coffrages modulaires.

La difficulté réside dans la mise en œuvre des tubes de réservation \varnothing 200 int pour les tirants, des tubes de réservation \varnothing 73 pour les barres d'ancrage et des trous d'hommes à surfaces latérales tronconiques.

② La poutre curviligne intérieure est coffrée avec des caissons bois unitaires qui sont détruits au décoffrage. Là encore, le planning n'autorise pas le réemploi de ces coffrages pour la deuxième chambre, les deux chambres devant être réalisées en même temps.

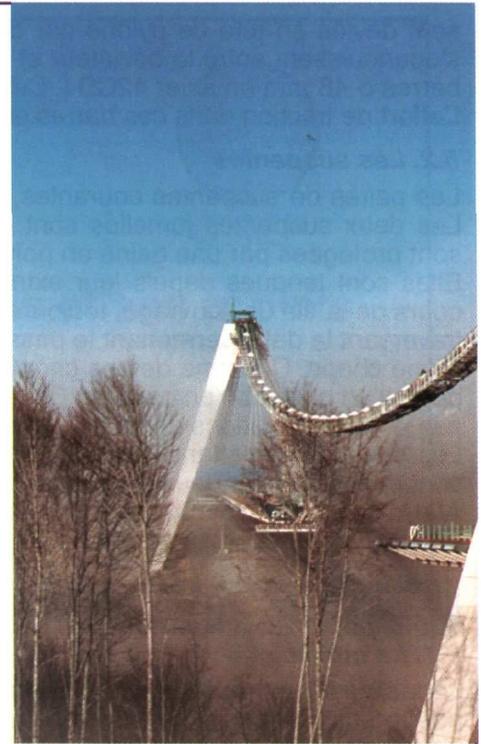
4.5. Tirants

Les 2 x 43 tirants 19T15 S réalisés par Soletanche Bachy le sont à partir d'un platelage intérieur calé à -4 m dans la chambre et ce, afin de limiter les longueurs de flèche libre de la foreuse.

Les tubes déviateurs sont prolongés au niveau du platelage afin de respecter l'implantation et l'inclinaison.

Le matériel de forage accède à l'intérieur de la chambre par le côté. Les voiles d'abouts de la chambre ne sont pas réalisés sur les 4 derniers mètres.

La mise en tension sera aussi rendue très compliquée par l'accès du matériel à l'intérieur de la chambre et le déplacement.



5 - SUSPENSION

5.1. Les câbles porteurs. L'ensemble des 122 câbles culottés a été fourni par Baudin-Châteauneuf

Les deux câbles de suspension sont espacés de 1,05 m transversalement. Chaque câble est constitué de 61 torons, composés de 61 fils de 5,43 mm de diamètre. Les torons sont disposés en hexagone. Les câbles

sont déviés en tête de pylône par des selles en fonte GS de 3 m de rayon. Les 61 torons de chaque câble s'épanouissent entre le déviateur et l'ancrage sur des sellettes en fonte GS. Chaque toron est repris par deux barres \varnothing 48 mm en acier 42CD4. Celles-ci sont ancrées dans une chambre arrière restant toujours accessible. L'effort de traction dans ces barres est repris par 43 tirants précontraints 19T15S ancrés dans le rocher.

5.2. Les suspentes

Les paires de suspentes courantes, espacées de 10 m, sont constituées par deux câbles 31T15 galvanisés. Les deux suspentes jumelles sont espacées longitudinalement d'une distance moyenne de 600 mm. Elles sont protégées par une gaine en polyéthylène à haute densité (PEHD) injectée à la cire.

Elles sont tendues depuis leur extrémité inférieure, à l'intérieur du tablier. Leur tension peut être réglée au cours de la vie de l'ouvrage, toujours depuis l'intérieur du tablier. Elles peuvent être détendues, le tube coffrant traversant la dalle permettant le passage de la tête d'ancrage. En partie haute, les corps d'ancrage sont vissés à une chape. Chacune de ces chapes est reliée au collier des câbles porteurs par un système de bielle composé d'un pivot et d'un cavalier. Ce système permet un désaxement de 90° des deux axes de rotation, et autorise donc les rotations de torsion et de flexion longitudinale du tablier.

Les colliers permettant l'accrochage des suspentes aux câbles de suspension sont en fonte GS moulé. Ils sont constitués par deux parties, assemblées par des boulons HR M30.

Afin d'éviter un excentrement des efforts par rapport au centre de gravité des colliers, l'effort des deux suspentes est transmis au collier par un axe unique.

6 - CHARPENTE METALLIQUE

6.1. Le tablier

Le tablier est un caisson mixte portant les deux chaussées de l'autoroute. Le schéma statique est celui d'une poutre suspendue sur la travée centrale, et simplement appuyée sur les culées. Le tablier est encastré vis-à-vis de la torsion sur les culées.

Sa hauteur est de 3,000 m depuis l'intrados jusqu'au point sommet de dévers sur hourdis béton. La hauteur totale de la charpente métallique est de 2,667 m, constante sur toute la longueur du pont.

Le hourdis, de largeur totale 22,040 m, a une épaisseur constante de 22 cm. Entre âmes du caisson, il est porté par des pièces de pont tous les 5,000 m associées aux cadres courants d'entretoisement. Les encorbellements du hourdis sont soutenus par des bracons formant triangulation avec un pas de 5,000 m.

Le caisson métallique est constitué :

D'un fond de caisson de largeur 6,000 m, d'épaisseur variant de 14 mm à 20 mm, raidi sur toute sa largeur par 5 augets. Les augets régulièrement espacés de 1,040 m entre axes ont une épaisseur variable de 8 à 12 mm et une largeur à la base de 250 mm.

De deux âmes, inclinées de 30 degrés par rapport à la verticale, dont l'épaisseur varie de 14 à 18 mm. Les âmes sont raidies sur toute leur longueur par un plat de 300 x 20 mm.

- D'une tôle supérieure sur 75 m à partir de chaque culée dont l'épaisseur varie de 14 à 30 mm ; et sur les 210 m au centre de l'ouvrage de deux semelles supérieures de 650 x 20 mm.

Les cadres d'entretoisement courants sont répartis tous les 5,000 m et associés aux pièces de pont. Le cadre est constitué en profil ouvert dont les âmes sont découpées pour laisser le passage aux augets. Le cadre a une âme et une semelle variables.

Les cadres sur culées sont constitués d'un diaphragme avec une ouverture de 2 x 1 m.

6.2. Le lancement

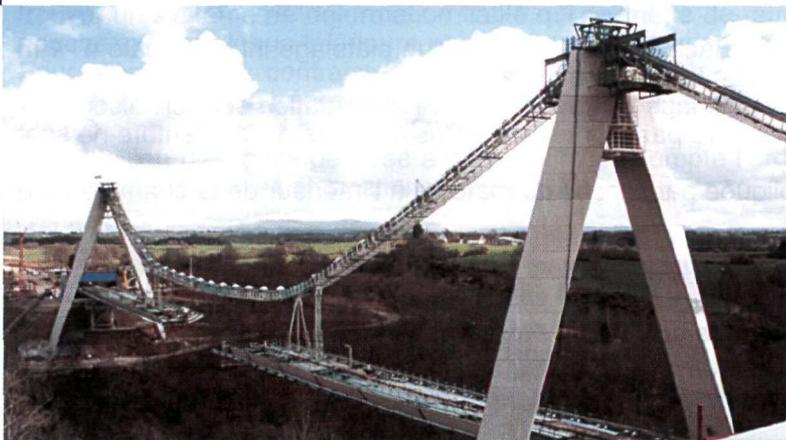
Le niveau du tablier pendant le lancement sera positionné à 2,80 m au-dessus du niveau théorique au droit des palées provisoires et à 3,35 m à 50 m de l'axe du tablier (on suppose que le déplacement du nœud d'attache de la suspente provisoire est nul sous charges permanentes).

Le montage du tablier sera effectué par lancement longitudinal en procédant symétriquement des culées C0 et C3.

Le tablier métallique, de longueur totale 361,20, est assemblé à moitié sur la culée C0 et à moitié sur la culée C3.

Chaque demi-tablier est composé de douze tronçons : $1 \times 12 + 5 \times 18,5 + 2 \times 15 + 2 \times 12,5 + 1 \times 12 + 1 \times 9,100$

L'avancement longitudinal du tablier a lieu par glissement sur chaises à galets et par oscillation des dispositifs de suspentes sur les câbles porteurs.



Par conséquent, dans chaque phase de lancement, le schéma statique du tablier est le suivant :

- dans un plan vertical : appui simple sur deux points (chaises à galets sur culées et/ou palée provisoire et suspente).
- dans un plan horizontal en direction transversale : appui bilatéral assuré par l'entretoise de lancement et de retenue.
- dans un plan horizontal en direction longitudinale : appui bilatéral au droit de la culée ou de la palée provisoire suivant la phase d'avancement du lancement et du pylône. Ces blocaux latéraux seront activés à la fin de chaque lancement et sont dimensionnés pour le vent maximum prévu pendant le montage.



Recherches sur l'identification
planctonique



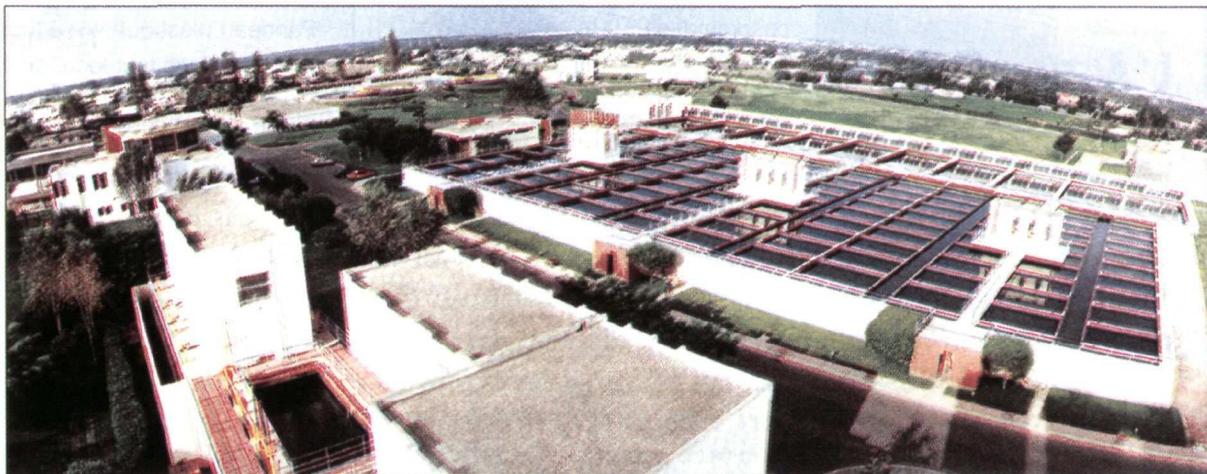
Expérimentation sur l'épuration
biologique des eaux par la lentille d'eau

**Par ses activités et ses projets
l'ONEP participe
au développement :**

- Du secteur privé ;
- De l'ingénierie d'études et des travaux ;
- Des institutions de recherches.

**Ces activités sont réalisées
dans les domaines suivants :**

- Eau potable ;
- Assainissement ;
- Protection des ressources et de leur environnement ;
- Recherches dans les différents domaines touchant la qualité des eaux et la lutte contre la pollution.



Traitement pour la production d'eau potable - Station du complexe Bouregreg

FAX...FAX...FAX...FAX

NOUVEAUX PRODUITS pour la DESINFECTION et le TRAITEMENT des EAUX

① Cochez les produits dont vous voulez recevoir la documentation

TRUITEL

- détecteur de pollution par surveillance des mouvements de truitelles
- graphique
- seuils multiples
- sonar numérique anti-interférences



DECHARGE de FIN de RESEAU

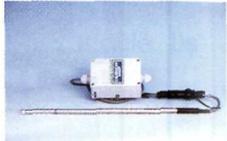
- purge automatique à l'égout en dessous d'un seuil de chlore
- sonde chlorscan
- télétransmission



Transmetteur CHLORSCAN® SAGEP sonde de mesure du chlore actif, pas d'étalonnage ; seul entretien : renouvellement du microcapteur par échange standard

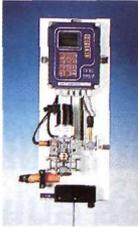
Options :

- analyseur régulateur intelligent
- chlore libre & pH



REGULATION CHLORE AS20 analyseur intelligent

- liaison numérique RS485
- enregistreur d'événement intégré
- régulateur intégré



PCM2® colorimètre portable de précision

- le chlore avec plus de précision
- titrimétrie et colorimétrie simultanées
- nouvelle version



CHLORO+® chloromètre

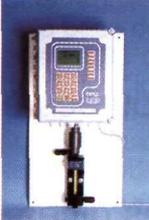
Garanti 5 ans

- + de qualité** corps en chloraflon
- + de sécurité** chargeur de joint de Pb
- + de précision** pointeau protégé sonique



MODULO +® vanne modulante de chlore gazeux

- dosage de précision même sur les petits débits mini. 1,5 g/h
- en chloration.
- régulateur intégré



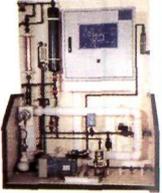
MARCELLUS® générateur compact de bioxyde

- pas de débit minimum
- synoptique intégré



BIOXY® générateur de bioxyde pur

- boucle d'enrichissement en chloraflon
- synoptique intégré
- contrôleur de rendement



Détecteur de fuite Cl₂, SO₂ CLO₂

- économique
- sans entretien
- avertisseur sonore intégré
- sonde préétalonnée



Balance hydraulique

- pour bouteille de chlore ou SO₂
- suivi de la consommation et anticipation d'un changement de bouteille.



AFFICHAGE REGLEMENTAIRE

- CHLORE -

CONSIGNES POUR TOUTES INTERVENTIONS SUR UN CHLOROMETRE

- Panneau plastique 45x31 cm à placer dans tout local de chloration
- Plaque "DEPOT CHLORE" 20x13 cm à placer sur tout local de chloration

② INDIQUEZ CI-DESSOUS VOS COORDONNÉES :

Organisme..... Mme, Mlle, M..... Prénom.....
 Activité..... Spécialité..... Fonction.....
 Service.....
 Tél..... Fax..... e-mail.....
 Adresse.....
 Code Postal..... Ville..... Pays.....

③ Feuillet à copier et faxer ou envoyer à :

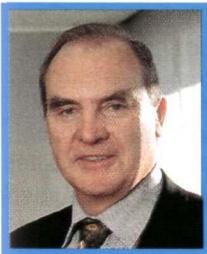
CIFEC - 12 bis rue du Cdt Pilot - 92200 Neuilly sur Seine - FRANCE
 Fax : 33 (0)1 4640 0087 - Tél : 33 (0)1 4640.4949
 e-mail : info@cifec-sa.fr web : www.cifec-sa.fr



LA RECHERCHE CHEZ OTV

INNOVATION ET REALISME ECONOMIQUE

Les grandes entreprises françaises de traitement d'eau ont toujours été réputées pour leur savoir-faire technique, illustré par leur capacité à proposer des usines de production d'eau potable et de traitement d'eaux usées "clés en main", de la conception à l'exploitation, en passant par la construction et la mise en route. La récente acquisition par Vivendi d'US Filter, qui débouche sur l'alliance des activités d'OTV avec celles du groupe américain, donne aujourd'hui naissance à un nouveau leader mondial au potentiel d'innovation sans égal.

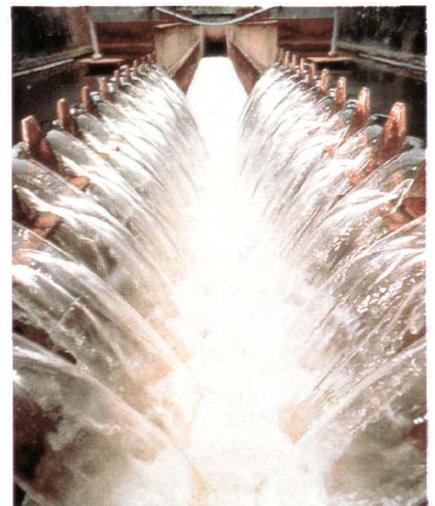


Pierre PARISOT
ICPC 65

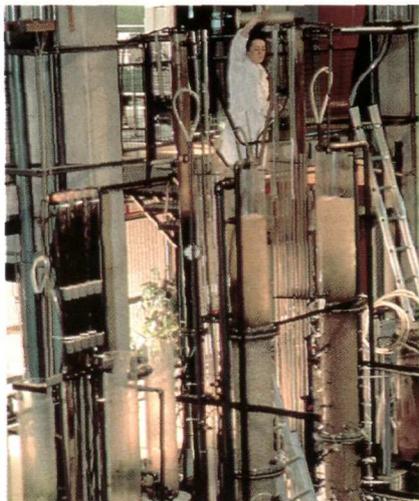
Président-Directeur Général d'OTV

La politique d'innovation menée par OTV et ses homologues français a été largement façonnée par ce qu'il est convenu d'appeler l'Ecole française de l'eau. Alors que la culture "produit", propre aux pays anglo-saxons, fait de l'ingénieur conseil le maître du jeu, dressant des "shopping lists" en vue de "monter" l'usine de traitement des eaux qu'il conçoit comme un puzzle, le modèle français fait appel à une compétence globale de concepteur/constructeur, favorisant le métier d'ensemblier intégrateur de procédés, et non de simples équipements. Dans ce contexte, l'innovation n'est pas un but en soi. Elle ne se justifie qu'en l'absence de techniques existantes pour satisfaire aux besoins prévisibles du marché. La décision de mise au point d'un nouveau procédé suppose donc une connaissance précise des technologies disponibles et une capacité d'anticipation des besoins des clients. La viabilité d'un programme de recherche repose sur ces deux

conditions. Et la nécessité de garantir la performance et la fiabilité de tout nouveau procédé de traitement de l'eau, se traduit par une durée moyenne de 10 ans entre les premières réflexions et la mise sur le marché.



Le procédé de décantation lamellaire ultrarapide ACTIFLO® peut aujourd'hui servir à dépolluer les eaux pluviales.



Anjou Recherche, laboratoire de recherche commun à Générale des Eaux et OTV, participe à de nombreux programmes européens.

La mise au point par OTV du premier biofiltre au début des années quatre vingt est un bon exemple de ce cheminement. A l'époque, l'efficacité intrinsèque des procédés classiques d'épuration par boues activées n'étaient nullement remise en cause, mais l'importance des emprises nécessaires à leur implantation et les nuisances esthétiques et olfactives qu'ils engendraient se heurtaient au renchérissement du prix des terrains et à l'élévation des exigences en matière de protection de l'environnement. Le problème est nettement apparu, d'abord en France, lors du lancement du programme d'assainissement du littoral méditerranéen. Les procédés BIOCARBONE® et BIOS-TYR® élaborés par OTV et dont le caractère novateur consistait à fixer sur un matériau support les micro-organismes consommateurs de pollution, offraient une solution inédite et idéale en réduisant d'un facteur dix la superficie des usines de dépollution. Cette compacité permettait en outre de supprimer économiquement les nuisances de voisinage par la couverture totale des ouvrages.

Une part non négligeable du travail de recherche d'un groupe comme OTV consiste aussi à adapter ou étendre le champ d'application de techniques existantes pour les rendre aptes à satisfaire de nouvelles demandes du marché. Le succès mondial remporté par le procédé de décantation lamellaire ultrarapide ACTIFLO® est à cet égard exemplai-

re. Précurseur lors de ses premières applications à l'eau potable, son champ d'action a été étendu au traitement des eaux usées et à celui des eaux pluviales, sources de pics de pollutions dont on s'est aperçu de l'effet particulièrement dommageable sur la faune aquatique.

De semblables exigences ont amené OTV à développer, il y a quelques années, des procédés de traitement des boues d'épuration. Loin d'être un problème secondaire, la dévolution finale de ces résidus revêt aujourd'hui une acuité particulière et conduit, en la matière, à explorer toutes les voies possibles d'élimination (incinération thermique, oxydation par voie humide) ou de valorisation agricole (compostage, épandage).

Les membranes, véritables barrières physiques sélectives à l'égard des micro-polluants, font également l'objet d'importants efforts de recherche qui ouvrent des possibilités nouvelles et ont déjà abouti à la mise au point de procédés dans le traitement des eaux usées industrielles et domestiques comme dans celui de la production d'eau potable.

L'un des fondements essentiels de la politique d'innovation menée par OTV réside dans la liaison étroite entre ses services commerciaux qui détectent en amont les besoins de la clientèle, ses équipes de recherche et ses techniciens chargés in fine de traduire en techniques d'application les résultats des études. Cette collaboration est sensiblement enrichie

par le retour d'expérience qu'apporte à OTV son statut d'opérateur industriel d'usines de dépollution des eaux usées. Elle est aujourd'hui considérablement renforcée par l'intégration des équipes d'US Filter, qui fait du nouvel ensemble l'un des premiers, sinon le premier propriétaire de brevets et de procédés phares dans le domaine du traitement de l'eau : près d'un millier au total !

Recherche "on line"

L'école française de l'eau fait aujourd'hui référence sur le marché international. Anjou Recherche, laboratoire de recherche commun à OTV et Générale des Eaux, créé en 1984, n'y est pas étranger. Devenu l'un des premiers centres mondiaux, il va bénéficier de l'union de Générale des Eaux et US Filter et ainsi regrouper près de 400 chercheurs en Europe, aux Etats-Unis, en Asie et en Australie. Très ouvert sur l'extérieur, Anjou Recherche participe à de nombreux programmes de recherche. Par exemple, en France, sur la co-incinération des ordures ménagères et des boues d'épuration avec le Centre de Recherches pour l'Environnement, l'Energie et le Déchet (CREED) de Vivendi, ou au niveau européen dans le cadre des programmes Life et Eurêka.

Pour en savoir plus sur les activités d'OTV, venez découvrir son site internet : www.otv.fr



Grâce aux procédés compacts, les usines de dépollution des eaux usées de la Côte d'Azur ont lancé le concept "zéro nuisance". Exemple ci-dessus : la station semi-enterrée d'Antibes, située à moins de 100 mètres de la plage de la Salis.



L'Arrondissement de Rouen

construit une unité de valorisation énergétique: la technologie au service de l'environnement.

LA VILLE
ET LA
COMMUNAUTÉ
URBAINE
D'ALENÇON



recrutent par voie de mutation ou détachement, leur

Directeur Général

des Services techniques

(emploi fonctionnel 40 à 80 000 habitants)

Vous coordonnerez l'action des services techniques (200 personnes), conduirez en liaison avec le Maire, Président de la Communauté Urbaine, des gros projets d'équipement et d'aménagement, contrôlerez les services publics délégués (eau, assainissement, ordures ménagères, transports urbains, chauffage urbain) et encadrerez le service des marchés publics.

Merci d'adresser votre candidature avant le 30 novembre 1999 à la ville d'Alençon
Direction des Ressources Humaines
BP 362
61014 Alençon cedex.

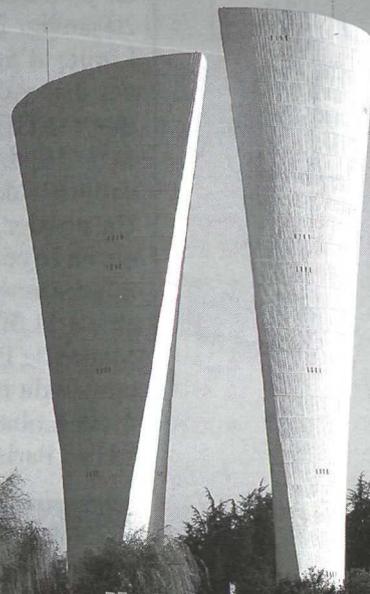
Ingénieur en Chef expérimenté, vous possédez une formation supérieure (diplôme d'ingénieur). Disponible et capable d'encadrer une équipe, vous possédez une expérience en maîtrise d'ouvrage publique (bâtiment, infrastructure) et connaissez la loi MOP et le code des Marchés Publics.

Poste à pourvoir rapidement.

Les solutions

haute technologie

**DES PRODUITS
ET DES TECHNIQUES
AU SERVICE DE L'EAU**



**CONSTRUCTION
REPARATION
ETANCHEITE
PROTECTION
DES OUVRAGES
HYDRAULIQUES**



SIKA S.A. 101, RUE DE TOLBIAC - 75013 PARIS
TEL : 01 49 92 80 00 - FAX : 01 53 79 79 79

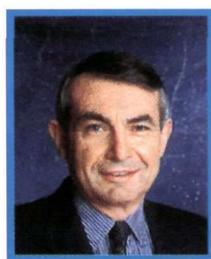
AMELIORER L'ACCES A L'EAU ET A L'ASSAINISSEMENT DES POPULATIONS PAUVRES

L'EXPERIENCE DE LYONNAISE DES EAUX EN BOLIVIE

L'approvisionnement en eau et l'assainissement dans les pays en développement fait face à un défi formidable, pour lequel des pistes de solutions commencent à se dessiner. On sait qu'il y a dans le monde plus d'un milliard d'habitants sans accès satisfaisant à l'eau potable, deux milliards sans accès à un service d'assainissement et plus de quatre milliards dont les eaux usées sont rejetées dans le milieu naturel sans aucune forme de traitement. A de rares exceptions près, le secteur public a montré ses limites dans la mise à disposition d'un service de bonne qualité et dans la capacité à réaliser les investissements nécessaires à la croissance urbaine des pays du sud. La gestion quotidienne des entreprises municipales d'eau et d'assainissement, trop dépendantes d'interventions politiques, et les structures tarifaires inadaptées expliquent ces échecs.



Alain MATHYS
Suez Lyonnaise des Eaux



Thierry CHAMBOLLE
IGPC 64
Suez Lyonnaise des Eaux

**La participation
du secteur privé :
une réponse au défi de
la croissance urbaine
des pays
en développement**

La Bolivie est un des nombreux pays en développement à avoir fait appel au secteur privé pour améliorer les

services d'eau et d'assainissement urbain. Avant la privatisation, l'entreprise publique municipale ne desservait que le centre de l'agglomération La Paz – El Alto. Comme c'est le cas très souvent, les ménages les plus pauvres et non raccordés au réseau dépendaient de sources alternatives et généralement coûteuses pour leur approvisionnement en eau et pour leur assainissement. Un des objectifs principaux pour lequel le gouvernement décida de confier la gestion du service au secteur privé était d'augmenter de manière significative la couverture dans les zones urbaines à faibles revenus sans augmentation importante des tarifs grâce à une amélioration de l'efficacité dans la gestion de l'entreprise.

À la suite d'un appel d'offres international, Lyonnaise des Eaux a obtenu en 1997 la concession du service de l'eau et de l'assainissement de La Paz et El Alto pour une durée de 25 ans. Au moment de la signature du contrat, seuls 87 % des foyers étaient raccordés au réseau d'eau et 48 % au réseau d'égouts. Lyonnaise des Eaux a gagné le contrat en offrant de réaliser pour l'eau potable une couverture de 100 % à La Paz et d'installer 70 000 nouveaux branchements à El Alto. Pour l'assainissement, l'engagement de Lyonnaise des Eaux a été de réaliser 90 % de couverture à El Alto et 95 % à La Paz.



pauvre et peu éduquée. Les conditions climatiques de l'altiplano sont particulièrement rudes. Desservir en eau et assainissement la population non couverte d'El Alto était donc un très sérieux défi pour la compagnie. Afin d'atteindre les objectifs contractuels dans des conditions économiquement acceptables, Aguas del Illimani, la filiale de Lyonnaise des Eaux en Bolivie, a entrepris une démarche systématique, visant à mieux connaître la population des zones périurbaines, à développer des technologies à moindre coût permettant d'offrir un service adapté à la demande et aux conditions socio-économiques de la population

locale et à mettre en place un programme de communication et de développement social.

Connaissance de la population : des recherches poussées en matière anthropologique et psychosociale ont été réalisées afin de parvenir à une meilleure connaissance de la population dans les zones urbaines marginales. Les résultats ont permis de mieux appréhender les habitudes d'utilisation et de consommation d'eau ainsi que de caractériser les conditions de l'habitat, les habitudes, traditions, conceptions et rapports sociaux influençant la demande et l'utilisation des services d'eau et d'assainissement. La figure 1 décrit

El Alto : 4000 mètres d'altitude, 750 000 habitants, 70 % en dessous du seuil de pauvreté

La ville d'El Alto, située sur l'altiplano à la périphérie nord-ouest de l'agglomération de La Paz n'était qu'un quartier de moins de 30 000 habitants dans les années 50. Du fait de l'émigration rurale, elle s'est développée avec un rythme annuel de croissance de près de 10 % pour dépasser les 700 000 habitants de nos jours. La population est principalement indigène d'origine aymara,

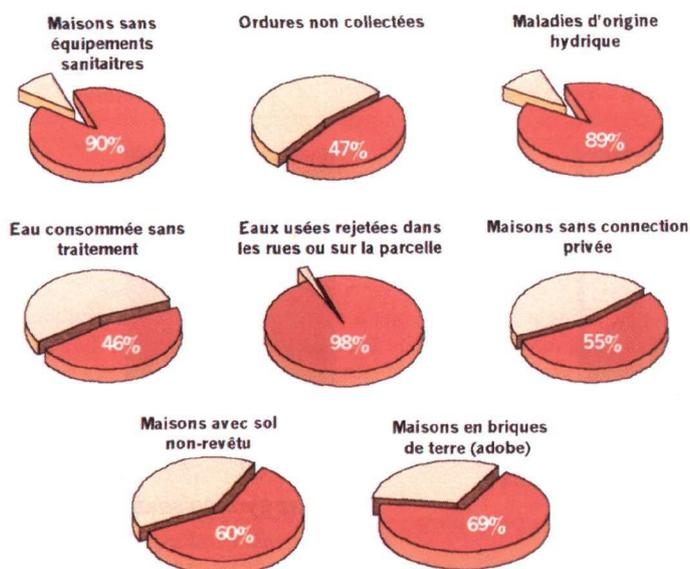
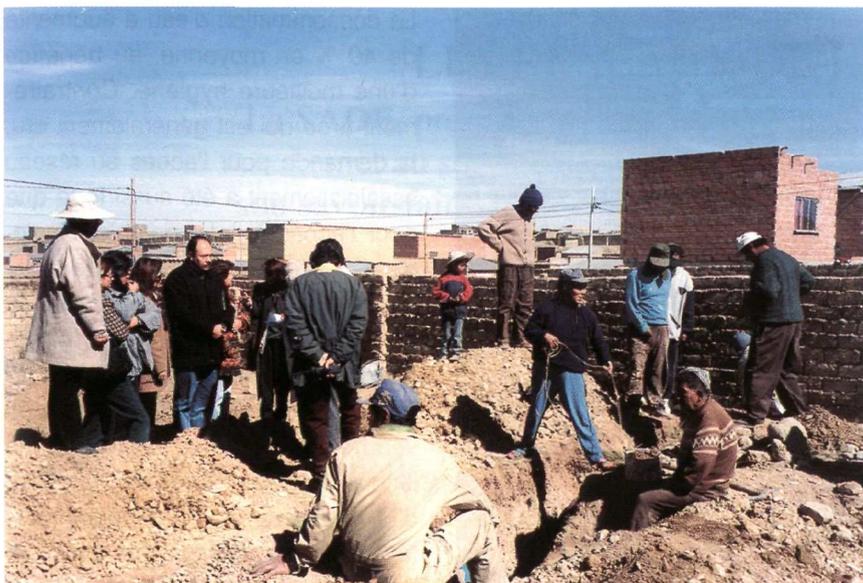


Figure 1 : Indicateurs des quartiers périurbains d'El Alto.



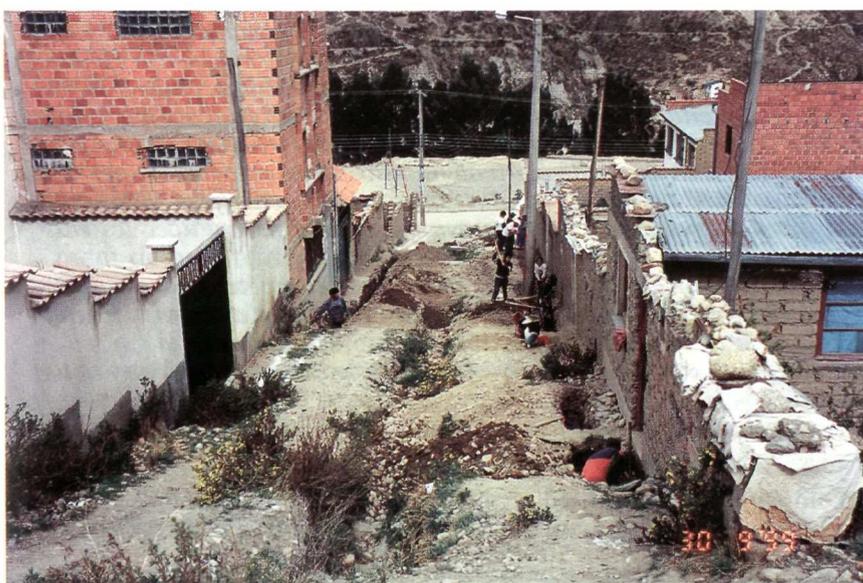
quelques-uns des paramètres identifiés.

Technologies innovantes à moindre coût : un des principaux obstacles à surmonter lors de la mise à disposition des services d'eau et d'assainissement dans les quartiers urbains à faibles revenus est de diminuer le coût, élevé, des réseaux conventionnels. A El Alto, le coût pour la connexion au réseau eau et assainissement s'élève normalement à US\$ 355, soit près de 5 mois de revenu pour un ménage moyen vivant dans les zones périurbaines. Les coûts élevés sont également un problème pour la compagnie privée, car il est difficile de justifier des investissements qui ne seront pas

rentabilisés. Pour ces raisons, il était nécessaire de trouver des moyens de réduire les coûts. Après avoir considéré différentes options techniques permettant de réduire les coûts, Aguas del Illimani, en accord avec les autorités locales et nationales, a porté son choix sur le système condominial pour l'eau et l'assainissement. Les systèmes condominiaux, qui ont été utilisés de manière étendue au Brésil depuis plus de 20 ans, permettent de réduire le coût des connexions domiciliaires d'eau et d'assainissement en utilisant des tuyaux de plus petit diamètre, en diminuant la longueur du réseau et en l'enterrant à plus faible profondeur. Les tranchées peu profondes

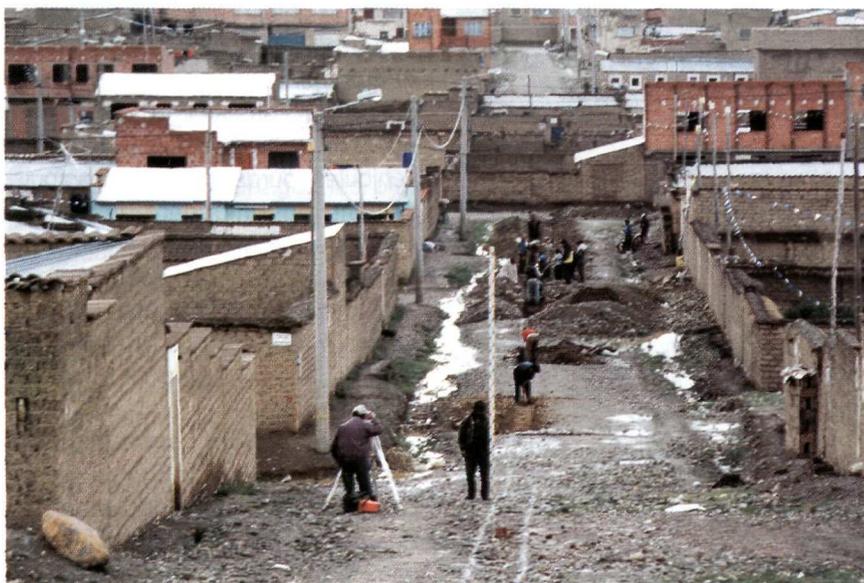
sont possibles parce que le réseau (eau ou assainissement) passe directement à l'intérieur des parcelles ou sous les trottoirs plutôt qu'au milieu des rues où le trafic des véhicules lourds impose un enfouissement plus important. Les expériences en cours ont démontré que les économies réalisées grâce au système condominial étaient supérieures à 30 % pour le réseau eau et supérieures à 40 % pour le réseau assainissement.

La participation communautaire institutionnalisée : Encourager la participation de la population des quartiers à faibles revenus aux travaux d'extension du réseau a été décisive pour le succès des actions menées. Les systèmes condominiaux constituent une pratique nouvelle en Bolivie nécessitant une participation active des ménages pour leur entretien. D'autre part, il avait été noté que, sans action de développement communautaire, le taux de connexion au réseau dans des quartiers nouvellement desservis était faible. Il a donc été mis en place un programme complet d'appui aux communautés à faibles revenus, incluant des facilités de paiement des branchements domiciliaires étalées sur 60 mois sans intérêt, la possibilité d'obtenir un micro-crédit pour la construction des installations sanitaires privées, une assistance technique directe pour la construction de ces installations ainsi que toute une série d'activités liées à l'éducation sanitaire et environnementale.



Conclusions :
le secteur privé peut jouer un rôle majeur dans l'amélioration de l'accès à l'eau et à l'assainissement et le développement durable

L'expérience d'El Alto démontre que la demande de la population périur-



baine pour l'amélioration de l'accès à l'eau et à l'assainissement est importante et que l'approche intégrée (infrastructure, éducation et micro-crédit) mise en œuvre par Aguas del Illimani a eu un impact positif impor-

tant sur les conditions de vie des habitants pauvres. Dans les premiers quartiers où a été développée cette approche, la participation des foyers au programme de branchements nouveaux a été supérieure à 90 %.

La consommation d'eau a augmenté de 40 % en moyenne, au bénéfice d'une meilleure hygiène. Contrairement à ce qui est généralement cru, la demande pour l'accès au réseau assainissement a été aussi forte que pour l'accès à l'eau potable. Finalement, il a été noté une forte densification des quartiers au moment du démarrage du projet, les propriétaires de parcelles ayant attendu l'arrivée des services pour construire ou vendre leur terrain. Toutefois, les leçons apprises dépassent le cadre d'El Alto et auront un impact important sur le nombre toujours croissant des habitants des zones périurbaines des pays en développement. Suez Lyonnaise des Eaux met en œuvre des approches similaires d'autres villes des pays émergents qui lui ont confié leurs services d'eau et d'assainissement, comme à Buenos Aires, Casablanca, Djakarta, Manille...

Le Conseil Général du Haut-Rhin

recrute par voie de mutation, détachement ou contractuelle

Le Directeur du Pôle Infrastructures et Transports h/f

DEPARTEMENT
DU HAUT-RHIN



CONSEIL GENERAL



Sous l'autorité du Directeur Général des Services, vous aurez la responsabilité de proposer et de mettre en œuvre les actions du Conseil Général dans les domaines des infrastructures routières, des grands équipements et des transports scolaires.

Vous dirigerez un pôle (regroupant environ 60 collaborateurs) et vous gèrerez le budget afférent au Pôle (350 MF).

Vous aurez en particulier à dynamiser la réalisation du programme des équipements routiers, la gestion du domaine routier départemental et veiller à la maintenance de la qualité du réseau routier départemental.

Vous aurez également pour mission de mettre en œuvre le schéma départemental des transports collectifs.

***Ingénieur en Chef de 1^{re} catégorie** ou détaché de l'Etat de grade équivalent ou contractuel, votre expérience professionnelle approfondie et diversifiée vous aura permis de conduire des projets complexes, d'animer des équipes de cadres et de techniciens, de gérer les relations internes à un service ainsi qu'avec les élus locaux.*

Vous disposez d'un sens relationnel développé, d'un esprit d'initiative et d'une forte compétence en matière d'infrastructure et d'étude technique dans le domaine des routes. Votre sens de la rigueur, de la méthode et du management vous ont permis de réussir dans des fonctions de direction.

Le Conseil Général du Haut-Rhin souhaite vous intégrer dans son équipe de direction renouvelée et vous faire participer à sa démarche de modernisation.

Le poste étant vacant, une entrée en fonction pourra se faire dans les meilleurs délais après sélection par un jury.

Merci d'adresser votre lettre manuscrite accompagnée d'un curriculum vitae avant le **1^{er} janvier 2000** à :
Monsieur le Président du Conseil Général du Haut-Rhin - 7, rue Bruat - BP 351 - 68006 COLMAR Cedex.

LES RESEAUX DE LA VIE

La SADE, première entreprise en France dans sa spécialité,
met au service des collectivités et des entreprises
son savoir-faire dans les domaines suivants du génie urbain :

- ingénierie hydraulique
- eau potable et irrigation
- assainissement
- réhabilitation de réseaux
- tuyauteries industrielles
- stations de pompage et d'épuration
- forages et captages
- travaux souterrains
- réseaux câblés

La SADE, 25 directions régionales et filiales à l'étranger "Les atouts conjugués
d'une grande entreprise et d'établissements régionaux permanents".



Sade, 28, rue de La Baume - 75008 PARIS
Tél. 01 53 75 99 11 - Télécopie : 01 53 75 99 10

54 000 habitants

IVRY

recrute par voie statutaire

^S/SEINE

- au sein de la direction générale •

1 membre actif du collectif de direction générale

H/F cadre d'emplois des ingénieurs ou des directeurs territoriaux

Vous assurerez les missions de membre de la direction générale sous la responsabilité de la secrétaire générale.

Vous aurez sous votre autorité trois directions :

- La direction des espaces publics et de l'environnement.
- La direction des bâtiments communaux.
- La direction de l'urbanisme et de l'aménagement.

Dans ce cadre, vous serez amené à :

- Impulser avec l'ensemble des directions le projet de ville "Charte vers Ivry 2015".
- Diriger et impulser toutes les évolutions concernant la politique d'environnement de la ville et le traitement de qualité des espaces publics.
- Finaliser le plan de déplacement urbain.
- Assurer la continuité de l'état des lieux du patrimoine bâti.
- Assurer le suivi des projets de construction majeurs (médiathèque, groupe scolaire).
- Assurer la cohérence d'intervention des directions placées sous votre responsabilité en transversalité avec l'ensemble de l'organisation.

Rémunération statutaire, régime indemnitaire, prime annuelle.

Date limite de dépôt des candidatures : 15 janvier 2000.

**Les candidatures avec curriculum vitae, doivent être adressées à M. le Maire d'Ivry-sur-Seine,
Esplanade Georges Marrane, 94205 Ivry-sur-Seine Cedex.**

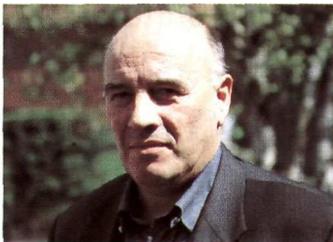
► ASSAINISSEMENT

La roue N, une innovation de FLYGT

La pompe submersible inventée par FLYGT et constamment améliorée depuis 50 ans est devenue un standard adopté par tous les professionnels. Avec la roue N, les ingénieurs suédois viennent de réaliser une innovation marquante : cette roue multicanaux est une avancée technique significative en pompage d'eaux usées. Définie, calculée et optimisée par ordinateur, elle a été testée en laboratoire par une méthode expérimentale de simulation. Ses performances ont ensuite été validées sur sites dans plusieurs pays. Le profil "autonettoyant" de la roue maintient dans le temps, le rendement élevé de la pompe dans les conditions réelles de fonctionnement. Adaptable dès maintenant aux pompes C de FLYGT, cette technologie révolutionnaire permet des économies, sur les coûts d'exploitation, qui atteignent 50 %.



Le profil de la roue multicanaux associé à celui de la gorge spéciale d'entraînement pratiquée sur le fond de la volute constituent un système hydraulique autonettoyant qui rend la pompe pratiquement incolmatable. Ce design étudié par les ingénieurs suédois de FLYGT fait l'objet d'un dépôt de brevet international.



Alain Dervillé
Département Ingénierie

"La roue N est pratiquement incolmatable ce qui permet de maintenir un excellent rendement dans le temps et d'éviter les nombreuses interventions des équipes de maintenance".

"Nous venons de tester la nouvelle roue N dans trois stations qui posaient des problèmes critiques de colmatage, et les résultats recueillis auprès des exploitants viennent confirmer les essais menés parallèlement par les autres filiales du groupe FLYGT. Cette technologie innovante rend la pompe pratiquement incolmatable et fait chuter les coûts d'exploitation". Alain Dervillé qui dirige le département Ingénierie de FLYGT France se réjouit des

performances ainsi validées sur sites de la roue N : "Cette hydraulique est une révolution qui influencera la conception, l'exploitation et la maintenance des installations d'assainissement". Il rappelle que jusqu'à présent le rendement hydraulique des pompes était traditionnellement donné par les constructeurs à partir d'essais réalisés en eau claire : "ces valeurs sur catalogue ne sont pas réellement significatives car le pompage des eaux usées n'obéit à aucune loi physique simple puisque son efficacité dépend de la nature des effluents qui traversent la pompe et qui peuvent venir la colmater" souligne Alain Dervillé. En fait, seule compte l'expérience de l'exploitant, c'est-à-dire le nombre d'heures de pompage en situation réelle, et les interventions des équipes de maintenance qui doivent souvent procéder au nettoyage des pompes. C'est pourquoi, selon la méthode pragmatique appliquée par FLYGT pour la mise au point de tous ses produits, cette nou-

velle technologie a été testée en vraie grandeur sur plusieurs sites "à problèmes" aux Etats-Unis, au Québec, en Suède, en Allemagne, en France... Plus de 150 pompes équipées de roues N ont déjà totalisé quelque 200 000 heures de service ... Les résultats de ces essais ? Très significatifs, ils se traduisent notamment par une réduction de la consommation d'énergie de 15 % à 50 % !

Au coeur du problème du pompage

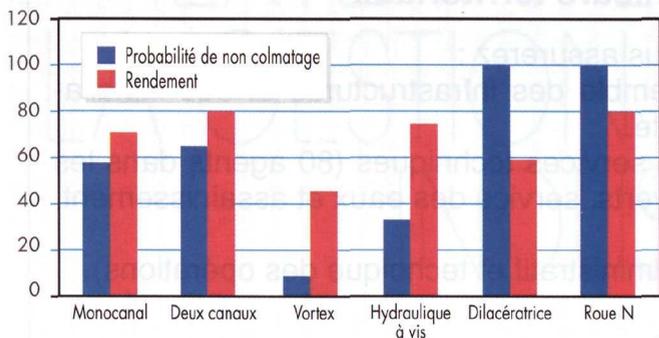
Pour prévenir et réduire les effets dus au colmatage des pompes et à l'encrassement des postes, FLYGT a jusqu'à présent proposé des solutions astucieuses d'ordre mécanique, électronique ou hydraulique comme la roue monocanal Neva Clog à section de passage constante, qui fut une première grande évolution ou beaucoup plus récemment le profil TOP de cuve autonettoyant. Rappelons aussi l'intérêt du système de commande

électronique APF qui déclenche le pompage dès l'apparition du dénoyage, plusieurs fois par jour, ce qui réduit considérablement les risques d'engorgement. Une autre solution consiste à agir "en externe" sur les effluents pour éviter la formation de boues par un puissant brassage hydraulique : c'est le rôle de la Flush-Valve, très efficace vanne de brassage à déclenchement automatique lors de chaque démarrage. Ces solutions restent opérationnelles et efficaces, mais les



Les pompes C de 4,7 à 54 kW sont disponibles avec Roue N.

pour le pompage des eaux usées.



L'efficacité dans le temps de la roue N est bien supérieure à celle des roues monocanal à deux canaux classiques ou encore de type vortex, à vis centrifuge ou dilacératrice.*

ingénieurs hydrauliciens suédois ont décidé de s'attaquer cette fois-ci au cœur du problème. Ils ont étudié une nouvelle roue multicanaux à profil ouvert qui élimine pratiquement tout risque de colmatage. L'étude a été menée ces dernières années par un groupe de travail placé sous la responsabilité d'Ulf Arbeus qui dirige l'Hydraulic Design Department de FLYGT Products à Stockholm.

Recréer en laboratoire les conditions de pompage d'eaux usées

La roue N présente un profil très particulier dont l'action est renforcée par une gorge spéciale aménagée sur le flasque inférieur de la volute. Cette conception assure

l'entraînement "naturel" des déchets et facilite l'écoulement des effluents. Les profils définis par ordinateur en CAO et optimisés par simulation numérique font l'objet d'un dépôt de brevet au plan mondial.

Pour tester la roue en laboratoire dans des conditions proches de celles rencontrées dans les stations, les ingénieurs de FLYGT ont également innové. Ils ont mis au point une méthode d'essais en bassin très réaliste qu'explique Alain Dervillé : le problème qui nous intéresse n'est pas le passage d'une balle de tennis, mais plutôt les déchets fibreux et autres sacs en plastique. "L'introduction toutes les 15 secondes dans le flux d'arrivée de "chiffonnettes" (de taille moyenne de 20 x 20 cm) recrée les conditions de colmatage

classique. Ces corps étrangers sont en effet représentatifs du type de déchets habituellement présents dans les effluents et qui viennent perturber le fonctionnement de la pompe". L'efficacité réelle de cette dernière s'exprime alors par le pourcentage des chiffonnettes qui passent sans problème ou qui provoquent le colmatage. En parallèle, nous enregistrons l'évolution du rendement de pompage.

Un rendement hydraulique élevé et maintenu dans le temps

Le comportement de la roue N a été ainsi comparé à celui d'autres types de roues de diverses pompes FLYGT ou d'autres constructeurs : roue monocanal comme la Neva Clog, à deux canaux classiques, de type vortex, à vis centrifuge et enfin de type dilacératrice. "Les résultats de ces nombreux essais ont démontré la supériorité de la roue N dont l'efficacité mesurée est portée de 70 % à 80 %.

Les essais ont surtout révélé une performance inédite : l'efficacité de la roue N se conserve dans le temps alors qu'elle décroît régulièrement pour les autres, par suite du processus progressif de colmatage.

Le rendement d'une pompe est traditionnellement représenté par les hydrauliciens, par la lettre grecque "éta" qui ressemble au "n" de notre alphabet, ce qui explique le nom de baptême de la roue "N"

comme le note avec une pointe de complicité Alain Dervillé qui faisait partie du groupe de travail international constitué par FLYGT pour la mise au point de cette nouvelle technologie.

Une technologie adaptable aux pompes C de FLYGT

Les roues N fabriquées en Suède dans la nouvelle unité ultra-moderne d'Emmaboda sont actuellement disponibles sur cinq modèles de 4,7 kW à 54 kW pour des débits jusqu'à 550 l/s. Point très important : sachez que ces roues peuvent dès maintenant équiper les pompes Flygt en service lors d'opérations d'entretien ou de remises à niveau des installations. Des "kits" de roue "N" sont, dès-à-présent, proposés par le réseau mondial du constructeur, qui a formé ses techniciens à cette technologie prometteuse qui pourrait se substituer aux autres types de roues et devenir le standard des pompes d'assainissement du siècle prochain. ■

Jacques Labarthe

* Ces essais sont publiés dans la revue "Scientific Impeller" N° 5.98.

Pour en savoir plus appelez :

A. Dervillé

Département Ingénierie

Tél. : 01 46 95 32 90

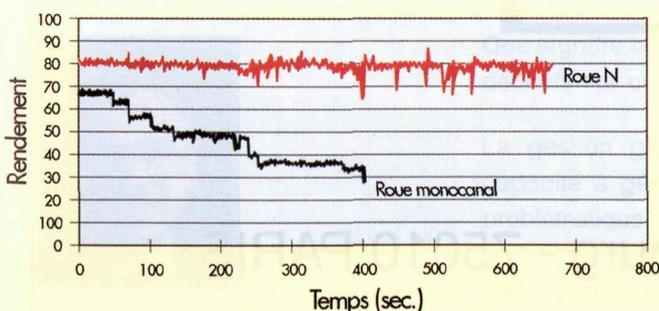
ITT Flygt S.A.

Parc de l'île

92022 Nanterre Cedex

P U B L I

R E P O R T



Comparaison de l'efficacité de la roue N avec celle d'une roue monocanal. Les pompes sont testées par l'introduction de chiffonnettes de 20 x 20 cm à la cadence d'une toutes les 15 secondes. Le rendement se maintient dans le temps pour la pompe à roue N alors qu'il décroît pour la monocanal. *



LE SYSTÈME QUALITÉ DE FLYGT FRANCE CERTIFIÉ ISO 9001

Le système qualité de Flygt France couvrant toutes les activités de la société, de la conception à la livraison et à la maintenance, vient de recevoir la certification ISO 9001.

Cette certification couvre l'ensemble des établissements, siège social, agences et entrepôts. Rappelons que les usines du groupe en Suède et en Allemagne avaient reçu ce certificat dès 1992.

Ville de *Rive-de-Gier*

Loire - 15 000 habitants

Recrute par voie statutaire

son Directeur des services techniques

Cadre d'emploi des ingénieurs territoriaux

Missions : sous l'autorité du secrétaire général vous assurerez :

- Responsabilité du bon fonctionnement de l'ensemble des infrastructures et des installations techniques dans le périmètre de la collectivité.
- La direction et la coordination de l'ensemble des services techniques (80 agents dans les services voirie, bâtiments communaux, espaces verts, service des eaux et assainissement, bureau d'études et urbanisme).
- La conduite des projets d'investissement (suivi administratif et technique des opérations).

Profil :

- Expérience indispensable des collectivités locales.
- Aptitude au management.
- Qualités relationnelles.
- Rigueur et disponibilité.

Rémunération statutaire + régime indemnitaire + prime annuelle logement de fonction

Adresser lettre et CV à :

Monsieur le Maire, Hôtel de Ville,

42800 RIVE-DE-GIER

Avant le 20 janvier 2000

***CORRESPONDANCE
RENSEIGNEMENTS
PUBLICITE***

Ofersop

55, boulevard de Strasbourg - 75010 PARIS

Tél. 01 48 24 93 39 - Fax 01 45 23 33 58

OFFRE GLOBALE : EXTERNALISATION DE LA GESTION DES DECHETS INDUSTRIELS

QUESTIONS A MICHEL DUTANG

Président-Directeur Général de Global Environnement

Autant de termes qui commencent à faire partie du langage des industriels dans le domaine des services.

Concernant l'environnement, ces notions se sont développées sous une double influence :

- D'une part, l'évolution constante d'une réglementation de plus en plus complexe générant des budgets sans cesse à la dérive.
- D'autre part, l'évolution des achats industriels des services qui se traduisent par une réduction drastique du nombre de fournisseurs la notion de fournisseur de premier rang et l'approche de ruptures permettant de générer des économies structurelles.

Pour répondre à cette évolution, le groupe Vivendi a créé une filiale dédiée Global Environnement, qui propose un contrat unique à l'industriel pour la gestion d'un périmètre large (déchets, eau, propreté) avec une délégation importante de la part de l'industriel sur l'organisation et la responsabilité de ce périmètre.

Le milieu automobile constitue un précurseur dans le domaine.



Michel DUTANG
*Président-Directeur Général
de Global Environnement*

Que signifie la gestion globale des déchets sur un site industriel ?

La gestion globale suppose une capacité à gérer l'intégralité de la problématique déchets d'une usine, en fonction des spécificités du site et des contraintes locales. C'est ce qu'ont su démontrer les filiales du groupe VIVENDI mobilisées au côté de Global Environnement sur des

sites Renault aussi différents que l'usine mécanique – fonderie du Mans et l'unité d'assemblage des Laguna et Safrane de Sandouville. Après dix-huit mois Global Environnement est aujourd'hui sur ces deux sites le partenaire de Renault en charge de la gestion globale des déchets pour une durée de cinq ans. Depuis 1997 cette gestion globale s'étend progressivement à d'autres



sites industriels de l'entreprise Renault.

Cette gestion globale peut-elle être à la fois profitable au client et aux sociétés ?

Ce pari suppose il est vrai, une prise de risques plus importante de la part des opérateurs, dans la mesure où ils sont amenés à garantir au client des résultats en termes d'amélioration de la gestion des déchets et des maîtrises des coûts à long terme.

Ce risque est cependant compensé par la durée des contrats qui permet une pérennité des marchés et surtout par une véritable relation de partenariat et unissant Global Environnement aux sites industriels.

Que signifie le partenariat en milieu industriel ?

Pour Global Environnement la démarche de partenariat revêt plu-

sieurs aspects complémentaires et indispensables :

- **La méthode** (les partenaires ont défini en commun les règles du jeu) : établissement de diagnostics, hiérarchisation des priorités, définition d'objectifs à 5 ans et plans d'actions correspondantes reporting et principe de partage des économies,

- **La volonté** : remise en cause des schémas établis, dépassement de la relation client-fournisseur traditionnelle,

- **La confiance** : celle-ci ne se décrète pas, elle s'acquiert plutôt par les qualités humaines des interlocuteurs et par la nécessaire transparence de fonctionnement et de communication.

Global Environnement appuyé par l'ensemble des filiales de CGEA – ONYX et de Vivendi Waicr est à l'initiative d'une nouvelle "approche déchets" que le Groupe entend étendre à d'autres sites industriels en France et à l'étranger. ■

LE CONSEIL GÉNÉRAL DE LA MOSELLE recrute par voie de mutation, détachement ou inscription sur liste d'aptitude pour sa Direction des Routes, des Transports et des Constructions

Ingénieur en chef ou subdivisionnaire territorial



Division Opérationnelle Est à SARREBOURG

Chef du Service Etudes de la Division, vous piloterez des opérations routières au niveau technique et administratif en qualité de chef de projets, ainsi que les grands travaux envisagés. Vous assurerez l'intérim en cas d'absence du Directeur de la Division. Vous participerez à la concertation autour des opérations routières avec les conseillers généraux, les élus communaux et les propriétaires.

Ingénieur en Travaux Publics (ENTPE – ESTP – INSA), vous maîtrisez les réglementations des marchés publics, d'environnement et d'enquête publique. Vous maîtrisez également la méthodologie et les procédures liées aux études routières et connaissez les logiciels de conception routière.

3 Ingénieurs subdivisionnaires

DEUX POSTES – Services des Constructions Départementales ou Service Technique des Collèges à Metz

Chargé d'opérations en qualité de maître d'ouvrage pour la construction ou la réhabilitation des collèges ou bâtiments, vous proposerez les programmes de maintenance et de la réhabilitation, vous superviserez la réalisation des études et des travaux dans le respect de la réglementation en vigueur.

Ingénieur subdivisionnaire, titulaire d'un diplôme d'architecte, d'ingénieur Travaux Publics ou Bâtiment, vous possédez de bonnes connaissances du Code des Marchés Publics et de la loi Maîtrise d'Ouvrage Public M.O.P.

UN POSTE – Division de la Gestion de la Politique Routière – Service de la Programmation et de la Politique Routière à Metz

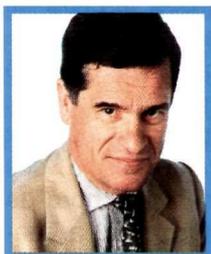
A la tête d'une équipe de 4 techniciens, vous serez chargé de la mise en place et du suivi de la politique routière des départements. Vous élaborerez des stratégies dans le domaine du programme d'entretien des routes et des ouvrages d'art et serez maître d'œuvre des travaux correspondants. Vous mettrez en place les outils nécessaires à l'évaluation des politiques suivies et suivrez la convention de mise à disposition des services de la Direction Départementale de l'Équipement.

Ingénieur de formation T.P.E., vous connaissez le domaine des routes et des ouvrages d'art et maîtrisez les marchés publics.

Merci d'adresser votre candidature manuscrite, CV et dernier arrêté précisant la situation administrative, en indiquant le poste choisi à Monsieur le Président du Conseil Général, Département de la Moselle, Division des Ressources Humaines, Service du Personnel, BP 11096, 57036 METZ, Cedex 1.

LE TRAITEMENT DES BOUES DES STATIONS MUNICIPALES D'EPURATION DES EAUX

Les boues sont considérées en Europe comme un déchet. Quatre voies d'évacuation existent : l'épandage agricole ($\approx 40\%$), la mise en décharge ($\approx 40\%$), l'incinération ($\approx 10\%$), l'évacuation en mer ($\approx 10\%$). Toutes ces évacuations sont plus ou moins remises en cause alors que la quantité de boues produites va doubler dans les cinq prochaines années. Nous décrivons ci-après la voie innovatrice développée par Northumbrian Water Limited en Angleterre pour s'inscrire dans une stratégie de développement durable.



Jean-Jacques DOYEN

*Directeur de la Technologie
Suez Lyonnaise des Eaux*

*Deux missions au niveau du groupe
Suez Lyonnaise des Eaux, leader
mondial des services de proximité :*

– s'assurer de l'adéquation des programmes de R & D avec les stratégies des métiers concernés (Energie, Eau, Propreté, Communication et Construction),

– favoriser les actions de développement transversales aux métiers.

Après 18 ans passés dans le groupe Framatome dans lequel mes dernières fonctions ont été la présidence de la filiale membranes (Morgane), j'ai intégré en 1990 le groupe Lyonnaise des Eaux. Ma première mission a consisté à créer puis à présider aux destinées d'Aquasource jusqu'en octobre 1997. A cette date, j'ai été appelé au siège du groupe pour créer la fonction de Directeur de la Technologie.

D^r Marie-Pierre WHALEY

*Technical Services Manager (DTR
Lyonnaise des Eaux) détachée en
Grande-Bretagne depuis 1997
Ingénieur Travaux Publics, doctorat
de Mécanique des Fluides.*

Degremont 1987-1997 : recherche
et développement (5 ans) puis projets
(5 ans)

Eaux résiduaires et boues

Lyonnaise des Eaux 1997 : présent
(Direction de la Technologie et de la
Recherche)

La situation en Europe

• Aujourd'hui

La production annuelle de boues en Europe s'élève à environ 8 millions de tonnes de matières sèches (MS). Un habitant, selon les pays, produit 20 à 40 kg de MS/an. Cette masse dépend du niveau de traitement d'épuration. Le coût d'évacuation varie entre 1 300 et 4 000 F/tonne de MS. Ramené au m³ d'eau consommée, cela peut monter jusqu'à 2 F/m³.

• Evolution prévisible cinq ans

La quantité de boues devrait doubler d'ici cinq ans mais de manière disparate selon les zones géographiques. Trois éléments vont être le moteur de cette croissance :

– une amélioration des traitements des eaux usées (principalement traitement de l'azote et du phosphore),

- la création de station d'épuration pour les petites et moyennes collectivités (> 2 000 équivalent habitant) dans le cadre du développement des raccordements,

- le traitement des effluents de temps de pluie.

Indépendamment de l'aspect quantitatif, quatre autres facteurs auront un impact sur l'évolution du traitement des boues :

- l'évolution de la réglementation (interdiction de la décharge en mer, limitation aux déchets ultimes de l'utilisation des décharges),

- l'évolution des mentalités publiques (sensibilité écologique, réaction du monde agricole et agro-alimentaire),

- le maintien de la pression sur le prix de l'eau,

- le développement d'une filière boue spécifique.



Photo du site.

Le cas de Northumbrian Water Limited

• Situation initiale

Northumbrian Water Limited (NWL) est la filiale anglaise de Suez Lyonnaise des Eaux qui a l'obligation statutaire de produire et distribuer l'eau et de traiter les eaux usées de la région nord-est de l'Angleterre. Les 2,6 millions d'habitants desservis par NWL habitent principalement sur la côte, le long de la mer du nord. 660 000 m³ de boues étaient pro-

duites annuellement ce qui correspond à 33 000 tonnes de matières sèches. Il n'est pas étonnant vu la configuration décrite ci-dessus que 60 % allaient en mer, 30 % en décharge et 10 % en valorisation agricole. La carte ci-jointe situe les principaux centres de production de boues.

• Perspective

La nouvelle réglementation européenne va entraîner plus qu'un doublement en dix ans de la masse de boues. En parallèle, à fin 1998, la décharge en mer devenait interdite. NWL a considéré de nombreuses options pour répondre aux normes anglaises et européennes. L'option retenue devrait être sûre, pérenne, flexible, économique, environnementalement acceptable et susceptible de répondre aux besoins de la société et de la région pour les 20 années suivantes.

• La décision

Le choix du centre régional de traitement de Bran Sands sur l'estuaire de la Tee-Side s'intègre parfaitement dans un large programme environnemental dont les buts étaient :

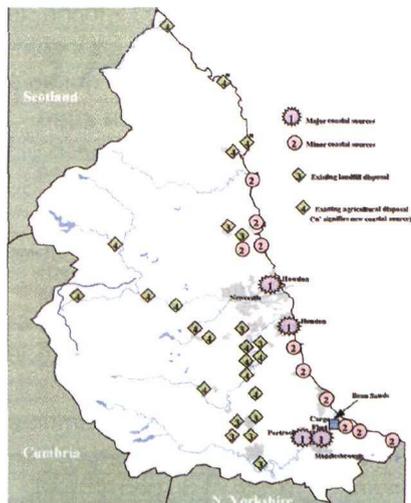
- amélioration de la qualité des eaux de baignade,

- amélioration de la qualité de l'eau dans l'estuaire,
- arrêt de la décharge en mer des boues,
- meilleure option pour un centre de traitement terrestre.

L'aspect environnemental a été particulièrement étudié pour le choix du site et du mode d'amener des boues. Le site a été complètement dépollué et réaménagé avant la construction. Pour minimiser la pollution, les eaux usées ont été ramenées à des centres de traitements en bord de mer ou dans l'estuaire de la Tee-Side. Huit nouveaux centres de traitements ont été créés au bord de mer. De plus le transport des boues des centres de traitement des eaux usées vers Bran Sands se fait par bateau qui est le mode de transport le plus écologique qui soit pour les distances parcourues.

• Création d'un produit utile

La création d'un produit utile faisait partie de la stratégie arrêtée. Bien que la voie la plus économique était de mettre en décharge des boues solides, le manque de place disponible localement et parallèlement l'augmentation régulière des coûts de mise en décharge obligeait à réduire encore plus la masse des résidus. Entre ces deux options, inci-



nération et séchage, le séchage est apparu 20 % moins cher que l'incinération pour les 20 ans à venir. L'avantage était aussi de créer un produit utile : des granulés de boues séchées obtenus avaient deux voies de valorisation :

- comme amendement en agriculture, horticulture, régénération de sols, sylviculture,
- comme combustible en remplacement du charbon dans les centrales électriques, pour la production de chaleur, dans la fabrication de l'acier, du ciment ou des briques et la production d'électricité par le biais de la gazéification.

• L'usine

Un schéma fluide simplifié est indiqué ci-dessous. L'usine est conçue pour fonctionner 24 h par jour, 365 jours par an, avec des équipements dimensionnés sur la base de 80 % de disponibilité.

Les boues liquides, après ce stockage à travers différents silos, sont pompées vers le filtre presse d'où elles sortent solides à 31 % de siccité. Les boues solides sont ensuite mixées avec les retours de séchage dans le but d'obtenir une siccité à l'entrée du sécheur comprise entre 50 et 60 %. Les boues sont séchées thermiquement (≈ 90 %, 95 % de siccité) dans des sécheurs Andritz par

le biais d'une mise en contact avec de l'air chaud à 400°C. Le produit est immédiatement refroidi à la sortie pour favoriser sa mise en granulé. La mise en granulé se termine dans un moulin duquel les granulés ressortent à 50°C et sont de nouveaux refroidis avant le stockage final en silos.

Dans l'enceinte de l'usine, toutes les poussières sont aspirées, filtrées et retournées au procédé pour réagglomération aux produits séchés.

• L'extension : la gazéification

Bien que l'utilisation potentielle des granulés soit faisable et environnementalement acceptable, NWL a conçu une usine de gazéification avec les objectifs suivants :

- produire du gaz qui réduira la consommation de gaz naturel,
- réduire encore plus le volume du matériau pour une décharge ultime,
- réduire les coûts opératoires du site,
- ne pas être dépendant d'un tiers pour la reprise du matériau.

Le procédé de gazéification a été développé en partenariat avec LURGI. Le gaz produit sera nettoyé, comprimé et utilisé dans une turbine à gaz CHP modifiée qui produira 5 Mw d'électricité et 7,5 Mw de chaleur. Cette installation utilisera 42 000 tonnes/an de granulés soit environ

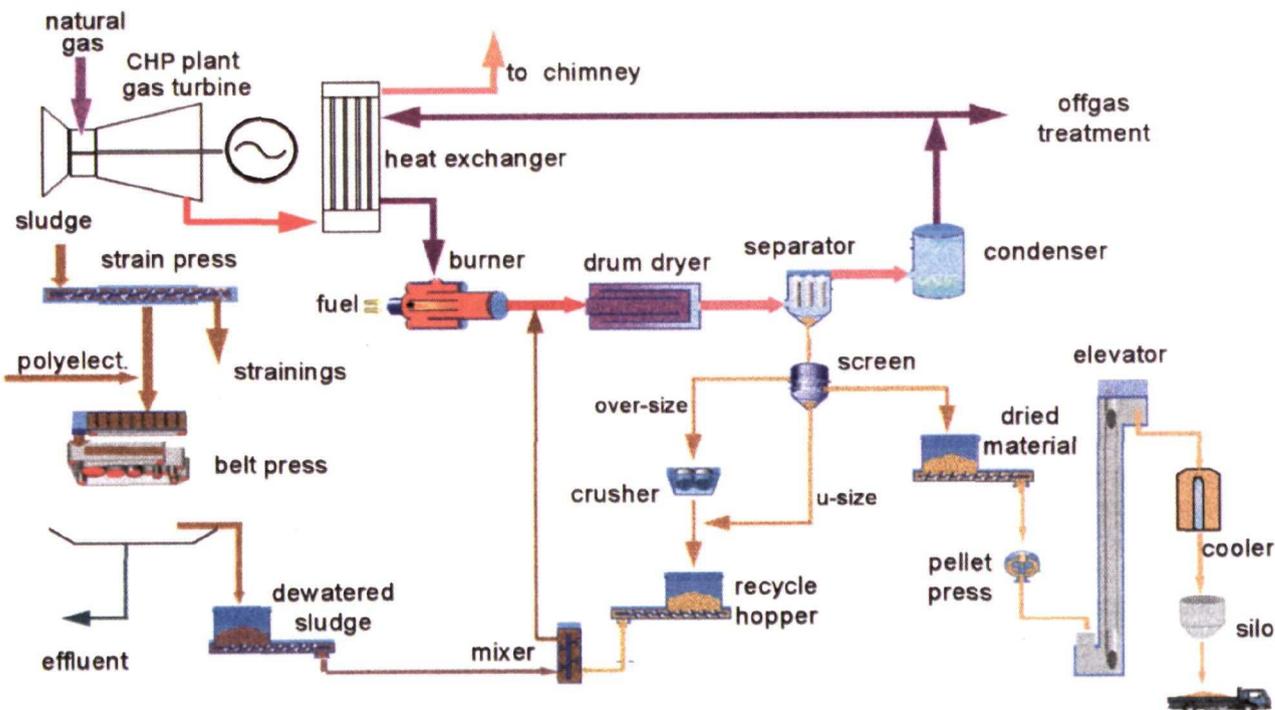


Photo des granulés.

moitié de la production de granulés. Le procédé de gazéification est une variante de la pyrolyse où le granulé est chauffé à 800 - 900°C sous atmosphère réductrice : 100 kg de cendres par tonne de granulés seront le dernier rejet de la chaîne. Sa valorisation est en cours d'étude.

Conclusion

Suez Lyonnaise des Eaux a breveté la multivalorisation des boues sèches. Cet exemple montre qu'une professionnalisation de la filière boues est possible et que les contraintes environnementales favorisent cette professionnalisation. ■



LE TRAITEMENT ET LA VALORISATION DES DECHETS : QUELLE REALITE EN 2002 ?



Eric LESUEUR

Directeur des relations institutionnelles CGEA - ONYX

La valorisation des déchets est un des axes forts de la politique française et européenne de gestion des déchets. Mme Voynet a rappelé à maintes reprises l'importance que l'Etat accordait au développement du recyclage matière et de la valorisation agronomique et des outils incitatifs ont été mis en place (notamment la TVA réduite en faveur du recyclage des matériaux contenus dans les emballages ménagers).

Récemment, les Assises Nationales des Déchets tenues à La Baule ont mis en évidence des préoccupations de santé publique justifiées par les problèmes de farines animales, de dioxines, etc.

Il apparaît aujourd'hui que le recyclage et la valorisation des déchets ne se développeront qu'au prix d'exigences toujours plus strictes de qualité et de sécurité sanitaire.

A l'horizon 2002, ne conviendra-t-il pas de définir le déchet ultime comme "n'étant pas valorisable dans des conditions techniques, économiques et de *sécurité sanitaire* satisfaisante" ?

Cette application du principe de précaution à la valorisation des déchets implique naturellement que les pro-

duits valorisés (composts, boues, matériaux...) soient d'une qualité toujours plus sûre, et en quantité peut-être moindre que prévue (traitement des refus).

Il est donc primordial de maintenir les efforts de tous les acteurs de la gestion des déchets (collectivités locales, pouvoirs publics, opérateurs, association, etc.) pour garantir en France, l'existence de moyens de traitement, tels que les UIOM ou les CET, irréprochables et à des coûts admissibles.

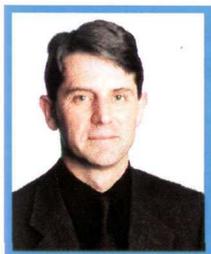
L'application des réglementations françaises ou européennes pour ces installations classées conduit forcément à un renchérissement des coûts (voir étude SOFRES).

Il est alors indispensable de profiter des nouveaux outils de gestion développés par la loi du 12 juillet 1999 portant sur le renforcement et la simplification de la coopération intercommunale.

Ces nouvelles structures permettront à l'échelon territorial de porter, en toute transparence administrative et financière, des projets correctement dimensionnés, cohérents avec les plans départementaux et à des coûts maîtrisés. ■

EFFET DE SERRE : UN MODELE D'AIDE A LA DECISION D'ELECTRABEL

La protection de l'atmosphère, dans le cadre d'un développement durable de la planète, implique l'utilisation rationnelle de l'énergie et la réduction des gaz à effet de serre, entre autres. Le premier pas consiste à bien connaître dans chaque pays les émissions de CO₂ liées à chaque mode d'utilisation des énergies. En ce sens, la société Electrabel du groupe Suez Lyonnaise des Eaux a développé un modèle d'aide à la décision en partenariat avec 14 universités et instituts de recherche en Belgique, dont on résume la méthodologie et son application.



François KAISIN

*Chargé de Mission Environnement
Suez Lyonnaise des Eaux*

Philippe OPDENACKER

Chef de projet, Electrabel

Le besoin d'un modèle innovant

Le groupe Suez Lyonnaise des Eaux est, dans le cadre de son pôle énergie (avec Tractebel regroupant Electrabel et Distrigaz, et Elyo), l'un des premiers Groupes privés énergétiques mondiaux avec 40 000 MW électriques installés et une capacité de transport de gaz supérieure à 100 milliards de m³ par an et l'un des premiers acteurs mondiaux en énergie thermique avec une puissance installée de 17 000 MW en réseaux de chaleur.

Parmi les objectifs du Groupe figurent en bonne place la protection de l'environnement et la promotion du développement durable, grâce à la recherche d'économies d'énergie et de matières et aussi grâce à la valorisation des sous-produits des opérations. Dans ce cadre, le pôle énergie de Suez Lyonnaise des Eaux s'est fixé comme enjeux prioritaires :



Une cogénération de qualité permet des économies appréciables de consommation d'énergie primaire et d'émissions de gaz à effet de serre.

- l'obtention d'une énergie plus propre à un prix plus compétitif,
- le développement de l'utilisation des énergies renouvelables,
- la contribution au respect des engagements de Kyoto pour la réduction des gaz à effet de serre.

La protection de l'atmosphère, dans le cadre d'un développement durable de la planète, implique l'utilisation rationnelle de l'énergie et la réduction des gaz à effet de serre, entre autres. Le premier pas consiste à bien connaître dans chaque pays les émissions de CO₂ liées à chaque mode d'utilisation des énergies.

En 1996, les producteurs belges d'électricité, en particulier Electrabel engageaient un partenariat avec 14 universités et instituts de recherche belges dans le but de développer une méthodologie innovante qui associait, *du berceau à la tombe* (cycle de vie), les facteurs suivants :

- l'utilisation des énergies primaires,
- les émissions de CO₂,
- les émissions acides,
- les coûts externes.

Ce projet est suivi par un comité de pilotage constitué d'experts internes et externes au secteur de l'électricité, de manière à prendre en compte en permanence les attentes de la société dans son ensemble.

A présent, cette méthodologie est disponible après plusieurs années

de recherche. Une partie du projet consiste à déterminer la dispersion des résultats et les marges d'incertitude, et à utiliser les résultats disponibles par le biais d'un logiciel relié à une base de données. Le but aussi était, d'une part de mettre à disposition les résultats aux autorités belges concernées, et d'autre part, de développer un outil d'aide à la décision d'Electrabel, dans le cadre de sa stratégie des "trois E" (assurer la sécurité d'approvisionnement en Energie dans des conditions Economiques et Environnementales raisonnables) et dans l'esprit du développement durable.

Le *champ géographique* du projet est global, dans la mesure où les réserves d'énergie, les gaz à effet de serre et l'atmosphère sont concernés. Cependant, le parc de centrales électriques et les applications étudiées sont spécifiques à la Belgique.

Les résultats différeront d'un pays à l'autre en fonction de leurs ressources en énergie primaire et/ou leur propre structure de production électrique.

Le *champ scientifique* du projet est limité dans un premier temps à l'information existante et à l'identification des lacunes dans les connaissances ; dans un second temps, aux marges d'incertitude sur celles-ci et à la réalisation d'un logiciel de modélisation.

Enfin, l'*horizon temporel* est limité aux technologies utilisées en 2005 et à celles qui seront commercialement disponibles aux environs du 2020. Cette approche prend en compte non seulement les changements technologiques mais aussi les nouveaux investissements et les changements dans la réglementation.

Le projet s'organise en quatre sous-projets :

Les trois premiers concernent le flux d'énergie : approvisionnement, conversion énergétique et utilisation finale. Le quatrième sous-projet convertit les résultats de l'utilisation de l'énergie primaire et des émissions en impacts ou coûts de prévention et finalement, en termes de coûts externes (figure 1).

Le premier sous-projet : les vecteurs énergétiques et les émissions

La méthodologie utilisée est une analyse des flux d'énergie. Les émissions sont comptabilisées comme la somme de CO₂ provenant des sources suivantes :

- L'énergie fournie au premier utilisateur, par exemple une centrale électrique ou les clients résidentiels, industriels ou tertiaires.
- Les processus de conversion

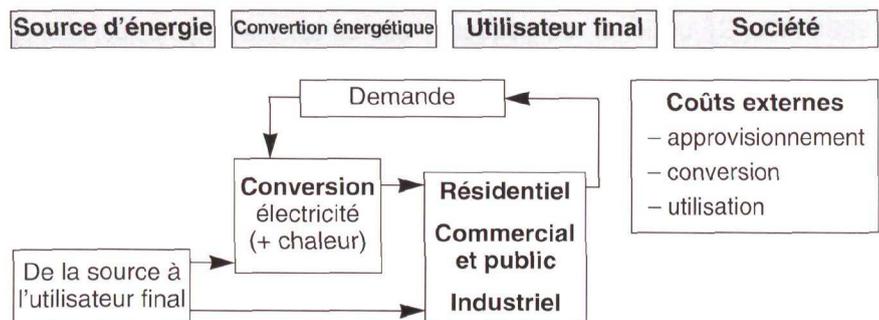


Figure 1 : organisation du projet.

d'énergie, en particulier la combustion dans les centrales thermiques classiques ou avancées.

– L'énergie utilisée et les émissions liées aux investissements, c'est-à-dire, l'analyse de cycle de vie (ACV) des matériaux et opérations concernés dans les étapes de construction, installation, maintenance et destruction des installations, ainsi que l'analyse des entrées-sorties (AES) purement basée sur les flux monétaires associés à chaque composante des centrales énergétiques.

Ainsi, les ordres de grandeur des émissions de CO₂ obtenus sont les suivants : nucléaire (3g/kWh), éolienne (20 g/kWh), photovoltaïque (130 g/kWh), turbine gaz-vapeur (TGV : 400 g/kWh), centrale charbon (800 à 900 g/kWh).

Le deuxième sous-projet : la production d'électricité

En Belgique, elle se base principalement sur l'énergie nucléaire, le gaz naturel et le charbon. Les émissions les plus importantes se produisent au niveau de la conversion énergétique. Elles sont comptabilisées et simulées heure par heure, en fonction de la demande.

Le troisième sous-projet : la demande des utilisateurs finaux

La demande s'établit à trois niveaux :
– *utilisateurs résidentiels* : les applications principales sont le chauffage des habitations et l'eau chaude (exceptionnellement le froid), dont la source énergétique sont les combustibles fossiles et l'électricité. Afin de consolider l'information à différents niveaux intermédiaires (entre un logement et un parc de logements dans une région ou pays), un modèle du type "bottom-up" a été construit sur la base de 210 bâtiments représentatifs, et des statistiques belges permettant de prédire le volume de rénovation et de construction de nouveaux bâtiments. L'impact de différents scénarios de demande énergétique en termes d'émissions est en étude, dans une approche du type *analyse de cycle de vie*. Ceci permet enfin de trouver le système de chaleur le plus adéquat pour les nouveaux logements.

– *Utilisateurs commerciaux et de services* : ce secteur est responsable du 21 % de la demande d'électricité (dont la moitié pour l'éclairage) et 15 % de la demande d'autres vecteurs énergétiques en Belgique. Au vu des résultats de sondages détaillés, l'accent a été mis sur l'éclairage, en proposant par exemple le remplacement des équipements de lumière fluorescente peu efficaces par d'autres modèles plus efficaces et économes en énergie (par ex. équipés de réflecteurs et de ballasts électroniques).

– *Utilisateurs industriels* : dans ce secteur, l'énergie est utilisée dans un large éventail d'applications (séchage, traitement de minéraux, entraînements, etc.). De plus, les pertes par oxydation et les émissions produites pour les compenser représentent une part importante des émissions du cycle de vie, en particulier dans l'industrie de l'aluminium. La substitution de technologies basées sur les combustibles fossiles par des électro-technologies a été étudiée en détail. L'analyse a porté aussi sur chaque type de production, et l'utilisation d'énergie a été déterminée par des approches *bottom-up* (bilan régional de consommation) et *top-down* (consommations spécifiques d'énergie).

Le quatrième sous-projet : les coûts externes

Les coûts d'impact associés à une large utilisation des vecteurs énergétiques (pas inclus dans le prix au consommateur) ont été évalués par la méthode "Externe" mise au point par la Commission Européenne et US Department of Energy. Les impacts d'émissions ont été évalués dans chaque étape du cycle de vie des combustibles, et l'estimation des externalités tient compte des impacts biologiques, physiques, chimiques, sanitaires et sociaux. La valorisation monétaire des coûts externes se base sur l'acceptabilité des montants à payer.

Plusieurs scénarios liés aux éventuelles pénuries d'énergie fossile dans les prochains 100 ans ont été étudiés, ainsi que leurs impacts économiques correspondants : moins d'émissions de gaz à effet de serre



Le remplacement de l'éclairage conventionnel par des lampes économiques entraîne des réductions de consommations d'énergie (et d'émissions de CO₂) de l'ordre de 50 %.

dans un scénario d'exploitation intensive d'énergie nucléaire, un scénario marqué par l'utilisation de biomasse ou de charbon, un scénario d'énergies renouvelables, etc. Toutefois, les coûts externes résultant de ces exercices restent très incertains.

Pour conclure

Cette méthodologie a été mise en œuvre dans un programme informatique qui assure la reproductibilité des résultats, relié à une base de données utilisée pour l'introduction des coefficients et la sortie des résultats. Cet outil intégré servira de "mémoire" en matière d'émissions de CO₂. Il contient les coefficients d'émission et les consommations spécifiques d'énergie, pour chaque type d'unité de production d'électricité et plusieurs types d'applications. Le point de départ du modèle est la demande d'énergie d'une application spécifique. Le résultat des simulations inclut les émissions de CO₂, SO_x, NO_x, PM₁₀, la consommation d'énergie primaire et d'électricité. ■

LA REDUCTION DES REJETS DES INDUSTRIES PASSE PAR LA MISE EN OEUVRE DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

La lutte contre la pollution des eaux dans l'industrie se fait à présent par une réflexion globale privilégiant les actions de réduction à la source. Les performances environnementales des diverses techniques de production revêtent alors une importance croissante. La directive européenne pour la prévention et la réduction intégrée de la pollution-IPPC met en avant les "meilleures techniques disponibles" et les travaux européens menés actuellement sur ce sujet pourraient à terme bouleverser les rapports des industriels avec les administrations de contrôle et l'agence de l'eau.



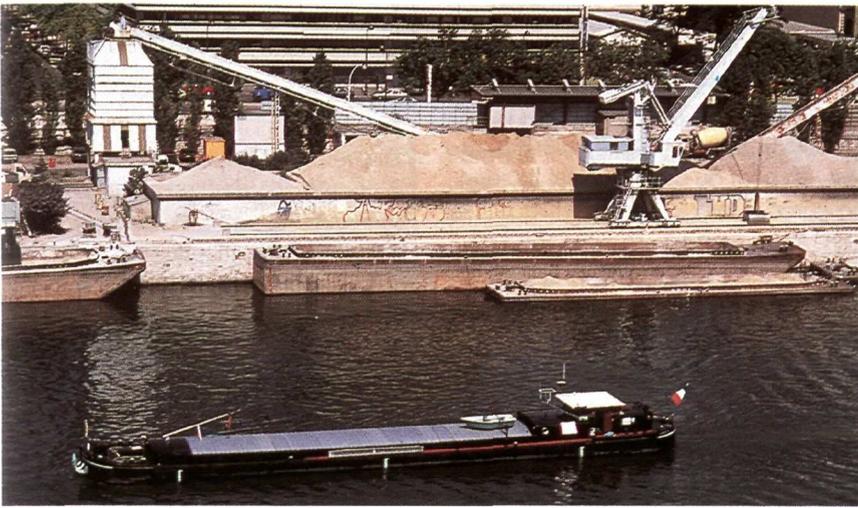
Jean-Marc PICARD
IPC 89

*Agence de l'eau Seine-Normandie
Directeur des actions industrielles et
internationales*

L'ampleur des progrès réalisés par l'industrie depuis une vingtaine d'années pour réduire la pollution des eaux est impressionnante. La pollution organique a été réduite de plus d'un tiers, la pollution toxique a été divisée par deux. Dans le même temps, les industriels ont intégré dans leur développement le souci de protéger l'environnement. Le management de l'environnement est à présent une méthode de gestion reconnue. C'est même un avantage concurrentiel indéniable dans certains secteurs d'activité, et non des moindres, comme l'électronique ou l'automobile. La pollution des cours d'eau par l'industrie est-elle à présent devenue une image d'Epinal désuète ?

La réalité est plus nuancée. L'ampleur des progrès accomplis en

matière de lutte contre la pollution des eaux dans le monde industriel ne doit pas faire illusion. Des progrès similaires ont été accomplis dans d'autres domaines. Aujourd'hui, même après traitement (sur site ou hors site) la pollution industrielle organique représente encore 30 % du total de la pollution rejetée au milieu naturel. L'industrie est responsable de l'essentiel des rejets toxiques, par exemple 70 % des composés organohalogénés (AOX) sur le bassin Seine-Normandie proviennent des activités industrielles. La maîtrise des pollutions industrielles repose principalement sur le traitement des rejets des ateliers dans des stations d'épurations ou en centres collectifs de traitement pour les déchets susceptibles de polluer l'eau. Les performances de ces outils



Activité industrielle.

peuvent certes être améliorées, notamment par une plus grande vigilance pour garantir un bon fonctionnement, mais les progrès attendus sont limités. Selon les paramètres des agences de l'eau, le taux de dépollution global des rejets industriels du bassin de Seine-Normandie, représentatif de 40 % environ de l'industrie française, a été en 1996 de 89 % pour les matières organiques et de 77 % pour les substances orga-

nohalogénées. Un rendement global de 100 % est illusoire et les derniers points gagnés sont de plus en plus difficiles et coûteux à obtenir. Ceci n'est bien sûr vrai que de façon générale ; localement en un point de rejet particulier, un traitement plus poussé du rejet peut améliorer la qualité du milieu de façon très significative. Mais globalement, l'effort d'investissement pour traiter les plus gros rejets est réalisé ou en passe

de l'être (à l'exception notable de certains sites) et il faut rechercher ailleurs les voies d'une diminution significative de la pollution émise. Pourtant d'autres moyens existent pour réduire la pollution produite et limiter ainsi les rejets. Car l'industrie dispose d'un atout pour maîtriser sa pollution : celui de pouvoir agir à la source de la pollution, en faisant appel à des techniques et des méthodes de production moins polluantes. Il y a là un gisement pour réduire la pollution émise propre à l'industrie. Difficile en effet de demander à une collectivité de réduire par deux la pollution émise par les habitants ! De tels gains sont en revanche possibles dans bon nombre de secteurs industriels, car la variété des techniques disponibles est considérable.

Prenons un l'exemple de l'industrie textile : "Les principaux risques de pollution du milieu aquatique proviennent des activités de teinture, rappelle François Litty, directeur régional de l'Institut textile de France, à Mulhouse. Il faut savoir qu'à chaque fibre correspondent deux ou trois procédés de teinture. Il existe

Les aides de l'Agence

Le bilan à mi-parcours du VII^e programme révèle un réel succès quant à la demande des industriels de l'Agence qui enregistre un doublement des travaux aidés. Les technologies propres et les économies d'eau représentent respectivement de 50 à 100 millions de travaux du même ordre. Organisée par branches industrielles – chimie, papeterie, métallurgie, agro-alimentaire, etc. – la Direction des Activités Industrielles (DAI) réunit 20 chargés d'opération, tous experts dans leur domaine. Ceux-ci ont un rôle de conseil et orientent les dossiers en concertation avec les industriels, avec l'aide, si nécessaire d'un prestataire d'études. Jacques Lemarquand, ingénieur métallurgie-chimie à la DAI précise que "l'Agence finance 50 % d'une étude préalable de dépollution, et 70 % d'une étude technologie propre". Dans un deuxième temps, on peut envisager

une aide financière qui se présente sous la forme d'une subvention (30 à 40 % des travaux) et d'un prêt à 10 ans (20 % des travaux) quand il s'agit de traitement classique ou de technologies propres. Ainsi, les chargés d'opérations de la DAI traitent-ils chacun 30 à 40 dossiers par an. Pour que l'aide de l'Agence puisse être attribuée, les projets doivent obligatoirement être conformes à la réglementation qui elle-même fait référence aux "meilleures techniques disponibles". Jacques Lemarquand cite deux cas concrets. Le premier concerne une PME, fabriquant des raccords en caoutchouc, dont les rejets de lavage étaient recueillis par la station d'épuration d'une petite commune de 2 000 habitants. Zinc dans les boues urbaines, plainte de l'exploitant, consultation de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Celle-ci a financé la moitié d'une pré-étude, soit 29 000 francs, et accordé une subvention de 434 000 francs, pour un

montant total de 1,4 million de francs de travaux. Un dispositif de traitement des rejets par évaporation et recyclage de l'eau a été installé, qui rend l'entreprise totalement autonome et autorise désormais son extension. Le passage au "zéro rejets" a été fêté en juin 1989. Deuxième exemple : la filiale d'un gros équipementier de l'industrie automobile a décidé de valoriser ses huiles solubles servant à refroidir et à lubrifier les outils d'usinage. Consommation : 100 tonnes/an d'huiles solubles concentrées. Après essorage des copeaux, filtrage, séparation électromagnétique des particules métalliques et stérilisation, l'industriel réutilise aujourd'hui en production 80 % de ses huiles usagées. Montant des travaux : 4 millions de francs (participation de l'Agence : 2,7 millions de francs, subventions et prêts confondus). Inauguration du nouveau dispositif en septembre 1999.

donc une bonne centaine de procédés que nous avons commencé à recenser, y compris ceux qui présentent le moins de risques pour l'environnement, avec nos collègues allemands, anglais, belges et italiens. Dans une deuxième étape, il nous faudra, à l'aide d'outils de simulation, évaluer l'impact des différents procédés sur la DBO et la DCO (Demande Biochimique en Oxygène et Demande Chimique en Oxygène). Puis nous établirons un catalogue des procédés, en distinguant les moins nocifs, tout en tenant compte des coûts de production industrielle. Ce document devrait permettre à la Commission de Séville (voir encadré) de condamner certains procédés (les blanchiments à base de chlore, par exemple)".

La mise en œuvre des technologies propres consiste, suivant le mouvement général de l'évolution des techniques, à passer d'une technologie ancienne à une autre, plus récente, plus performante en termes industriel et plus respectueuse de l'environnement. Les technologies propres sont une excellente façon de déplacer des investissements industriels vers l'environnement tout en profitant à l'industrie elle-même.

Il est également souhaitable d'optimiser les techniques existantes. Une meilleure connaissance du procédé en exploitation permet bien souvent d'économiser sur la matière première. Eviter les débordements de cuves, empêcher les ruissellements sont autant de manières de gagner sur le chiffre d'affaires tout en évitant d'envoyer des produits indésirables dans le milieu naturel ou vers les stations d'épuration.

On peut également chercher à valoriser des matières qui, après usage, étaient auparavant traitées en tant que déchets par l'entreprise elle-même ou par un centre de traitement extérieur. Il y a là encore convergence entre intérêt de l'industriel et protection du milieu naturel.

On remarquera enfin que l'eau peut être considérée comme une matière première : économiser l'eau, c'est gagner sur sa facture, et par la même occasion, gagner sur le traitement des eaux usées. On maîtrise aujourd'hui de mieux en mieux les techniques d'ultrafiltration, au point

que, dans certains secteurs industriels, il devient possible de recycler les eaux d'épuration comme eaux de process.

"Traiter la pollution de manière curative, en bout de chaîne, c'est toujours un surcoût, alors que traiter la pollution à la source, revaloriser l'eau employée ou le polluant, présente un intérêt financier", rappelle Jacques Roman, directeur technique à Carat Environnement, en s'appuyant sur son expérience de consultant. "Prenez le cas de la RATP qui avait besoin jusqu'à présent de 1 500 litres d'eau pour laver une rame de métro. Après adaptation, les installations fonctionnant par brumisation et employant d'autres produits lessiviels, ne réclament plus que 300 à 150 litres par rame. Outre un allègement significatif de la facture d'eau (de quelques dizaines de milliers de francs par an), la réduction des volumes d'eau employés permet de diminuer la taille des cuves – ce qui est particulièrement précieux en milieu urbain – du système d'épuration chargé de traiter des eaux de lavage". Bon nombre de responsables industriels qui, hésitant avant de se lancer dans des technologies propres – coûteuses tout de même – se réjouissent aujourd'hui des économies réalisées, et parfois, "cerise sur le gâteau", de l'amélioration de leur production. Ainsi, ce fabricant de vinaigre qui utilisait un système de filtration basé sur l'emploi de Kieselghur (une argile très fine également employée en brasseries) et s'inquiétait du sous-dimensionnement de sa

La directive IPPC

Adoptée le 24 septembre 1996 et publiée au Journal Officiel de Communauté européenne du 10 octobre 1996, la directive pour la Prévention et la Réduction Intégrée de la pollution, dite IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) instaure un régime d'autorisation directement inspirée de la législation française des installations classées qui doit intervenir avant le 30 octobre 1999. En janvier 1997, la commission a créé le Bureau pour la Prévention et la Réduction Intégrée de la Pollution (BEPRIP), situé à l'institut de prospective technologique de Séville (Espagne). Il a pour tâche d'organiser "l'échange d'informations entre les Etats membres et les industries intéressées au sujet des meilleures techniques disponibles". Chaque année, le BEPRIP publie des documents de références couvrant progressivement tout le champ des activités industrielles. Les documents élaborés sont disponibles sur le serveur de BEPRIP : <http://eippcbjrc.es/>

station d'épuration. Un réexamen complet des process de fabrication a permis d'opter pour un système d'ultrafiltration qui évite l'emploi de l'encombrant Kieselghur et, donc de construire une nouvelle station. En outre, la meilleure qualité de filtration a permis d'élaborer de nouveaux



Centre de traitement des déchets industriels.

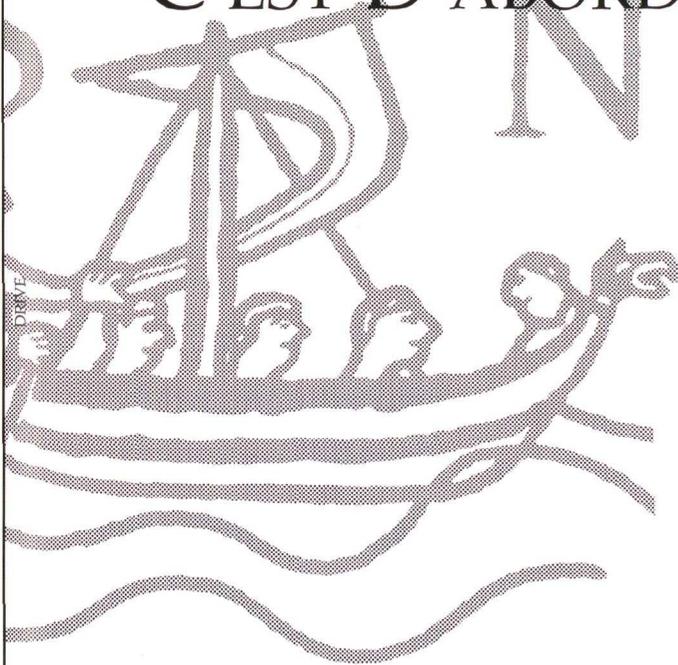
produits. "Un nouveau procédé qui pourrait être rangé dans la catégorie des meilleures techniques disponibles", conclut Jacques Roman. Voici donc un nouveau concept. Les "meilleures techniques disponibles" ne doivent pas être confondues avec les "technologies propres". Il s'agit, selon la définition qu'en donne la directive européenne d'octobre 1996 dite IPPC (voir encadré), à un temps T de nos connaissances techniques, de sélectionner l'ensemble des process, même anciens, qui offrent les meilleurs résultats en termes d'environnement, et ceci de façon éprouvée. La Directive IPPC comme son nom l'indique (Integrated Pollution

Prevention and Control, soit en français Prévention et Réduction Intégrée de la Pollution) vise toutes les pollutions produites par un même établissement industriel qu'il s'agisse de l'eau, de l'air, du bruit ou des nuisances. Elle s'intègre dans le droit français, sans provoquer de grande révolution, et passant presque inaperçue. Elle représente pourtant une plus-value certaine pour la France, sa mise en œuvre s'accompagnant de réels échanges entre industriels et instances de réglementation. En effet, il ne s'agit plus de poser la question "comment réglementer ?" mais "quelle performance peut-on attendre de telle industrie ?". ■

Les technologies propres

L'Ademe (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) a publié une brochure intitulée "Les Technologies propres, un enjeu pour l'industrie et encore un défi". Celle-ci après avoir précisé les "technologies propres", présente d'une manière particulièrement claire et explicite une centaine de techniques couvrant une grande partie des activités industrielles (béton, emballage, reprographie, verrerie, agroalimentaire, sidérurgie, traitement de surfaces, etc.). Ademe <http://www.ademe.fr>

SAUVEGARDER NOTRE PATRIMOINE C'EST D'ABORD SAUVER L'EAU.



Depuis que la terre existe, l'Homme a besoin de l'eau. Aujourd'hui, l'eau a besoin de l'Homme. Reconstituer la qualité de l'eau est la condition première à la sauvegarde de notre patrimoine. C'est pourquoi l'Agence de l'Eau Seine-Normandie accorde prêts et subventions et propose conseils techniques et formation aux collectivités locales, aux industriels, aux agriculteurs et aux associations qui luttent contre les pollutions afin de préserver les ressources en eau. Protéger notre patrimoine naturel est une grande cause du XXI^e siècle. L'avenir de l'eau est notre responsabilité à tous : soyons solidaires.



**AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE**

Agence de l'Eau Seine-Normandie 51, rue Salvador Allende 92027 Nanterre Cedex

LES ETUDES D'IMPACT STRATEGIQUES OU COMMENT EVALUER LES INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT DES POLITIQUES, PLANS ET PROGRAMMES

Les gouvernements conduisent des politiques et élaborent des programmes qui peuvent avoir des effets sur l'environnement qu'il s'agisse de l'aménagement du territoire ou d'actions relatives à certains secteurs d'activités comme l'agriculture, l'énergie, le transport et le tourisme. A ce titre, les autorités publiques doivent intégrer dans leur prise de décisions, en plus des considérations d'ordre économique et social, les exigences en matière d'environnement. La méthode d'évaluation environnementale d'un plan ou d'un programme reprend en l'adaptant le contenu de l'étude d'impact des projets. A cette différence près que s'agissant de plans et de programmes, leur localisation sur le territoire est le plus souvent inconnue ou peu précise. Aussi l'évaluation des incidences fait-elle appel à des méthodes d'analyse plus globales.



Denis BERTEL

IPC 92 – Collège des ingénieurs

Dirige depuis 1995 les activités France et Europe communautaire de BCEOM. Auparavant Directeur adjoint de la DRIRE des Pays de la Loire en charge de l'environnement industriel et du réseau de mesure de la qualité de l'air.



Patrick MICHEL

Docteur en environnement

Responsable de l'environnement à BCEOM France depuis 1990 après un parcours professionnel accompli en totalité à BCEOM, d'abord comme chargé d'études puis comme directeur de projets.

L'évaluation environnementale stratégique : une démarche novatrice

La plupart des projets publics et privés sont soumis à une étude d'impact qui évalue leurs effets directs et indirects, temporaires et permanents sur l'environnement et sert de support au débat public. Or l'étude d'impact se situe très en aval et ne per-



Cyclistes et canaux.

met pas toujours de débattre de manière satisfaisante sur l'opportunité du projet et sur les grandes orientations qui ont présidé à sa décision. Pour que ce débat soit engagé le plus en amont possible, dans le souci de projets acceptables au plan de l'environnement et compatibles avec un développement durable, il est nécessaire de procéder à une évaluation environnementale en amont et plus stratégique.

Une question d'actualité, puisqu'un projet de directive européenne sur l'évaluation environnementale des plans et des programmes est sur le point d'aboutir. La proposition de directive demande qu'une étude des incidences environnementales de certains plans et programmes soit établie, que le public et les autorités environnementales puissent formuler leurs opinions sur leur contenu, enfin que les Etats membres concernés soient consultés, pour les plans et programmes couvrant des zones frontalières significatives.

Au plan du processus de la décision

publique, l'évaluation environnementale des plans et programmes apparaît comme un nouvel outil tendant vers une transparence accrue, une meilleure explicitation des étapes de décision et un renforcement de l'évaluation elle-même.

Une "maille" d'analyse différente des études d'impact de projets

Au plan des méthodes, les méthodes d'évaluation stratégique ne peuvent être simplement transposées à partir des méthodes classiques utilisées dans les études d'impact des projets, car les enjeux à prendre en compte ne sont pas de même nature, n'ont ni la même échelle, ni le même degré de précision et s'étendent aux dimensions sociale et économique du développement durable. Ainsi l'évaluation stratégique va s'intéresser à des enjeux globaux (effet de serre, maintien de la biodiversité, conservation des espaces naturels, risque pour la santé) qui ne peuvent être appréhendés à l'échelle des projets eux-mêmes – si ce n'est qu'à se limiter à des mesures réductrices – et les intégrer en amont dans la conception

des politiques et des décisions de planification qui en découlent.

Une certaine expérience d'évaluation stratégique est en train de se développer en France à l'occasion de la préparation ou de la mise en œuvre de programmes ou de décisions de planification de l'Etat : suivi environnemental des Contrats de Plan Etat Région dans le cadre du dispositif général d'évaluation défini pour ces contrats, Directives Territoriales d'Aménagement (DTA), autres documents de planification issus de la loi de l'aménagement du territoire de 1995 ou du nouveau projet adopté par le gouvernement, comme les schémas directeurs de transport. Quelques exemples d'évaluation environnementale stratégique de ces programmes et décisions sont présentés ci-après.

Se doter d'une méthodologie d'évaluation et instrumenter les services concernés : le cas du Contrat de Plan Etat-Région du Nord Pas-de-Calais¹

La Région du Nord-Pas-de-Calais souhaite doter les opérateurs publics compétents des instruments nécessaires à une bonne gestion des impacts sur l'environnement dans la conduite de leurs interventions. A moyen terme, il s'agit d'éclairer l'élaboration du prochain Contrat de Plan et des futurs documents de programmation, de procéder à des évaluations *ex-post* des effets sur l'environnement des politiques publiques, de doter les opérateurs d'instruments de suivi et d'observation, voire d'alerte, construits sur des indicateurs et critères permanents.

La démarche d'évaluation environnementale du Contrat de Plan Etat-Région du Nord-Pas-de-Calais consiste d'abord à définir les effets des mesures (les actions program-

(1) Etude préalable à la définition d'une méthodologie d'évaluation du Contrat de Plan Etat-Région et des documents de programmation européens (Objectifs 1 et 2 et Interreg Flandres, Kent et Wallonie) concernant la région Nord-Pas-de-Calais, 1998. Etude menée par BCEOM/BIPE pour le SGAR et la région Nord-Pas-de-Calais.

mées), puis à déterminer la sensibilité des territoires du Nord-Pas-de-Calais, enfin à croiser effets et sensibilité pour aboutir à un niveau d'impact (Figure 1).

La détermination des impacts des mesures est faite selon une double perspective : une évaluation des

effets en cascade (augmentation, diminution, effets synergiques) et une évaluation cartographique entre la localisation de la mesure (et donc ses effets) et les enjeux environnementaux identifiés.

La démarche a fait l'objet d'une application sur quatre projets représentatifs : les fonds de développement des PMI (investissement de modernisation dans une commune du Nord), un programme FEDER objectif 1 (structure d'accueil et immobilier d'entreprises), un programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole et un programme FEDER objectif 2 (technologies de l'environnement, programme d'installations d'éoliennes dans le Nord).

Intégrer les préoccupations d'environnement dans un document de planification : l'exemple de la Directive Territoriale d'Aménagement des Alpes-Maritimes²

Les Directives Territoriales d'Aménagement (DTA) élaborées à l'initiative de l'Etat en collaboration avec les

(2) *Elaboration du profil environnemental départemental des Alpes-Maritimes et du cahier des charges de l'évaluation environnementale de la Directive Territoriale d'Aménagement des Alpes-Maritimes (DTA 06), 1999. Etude menée par BCEOM (T. Monier) pour la Diren Paca (C. Podlejski).*

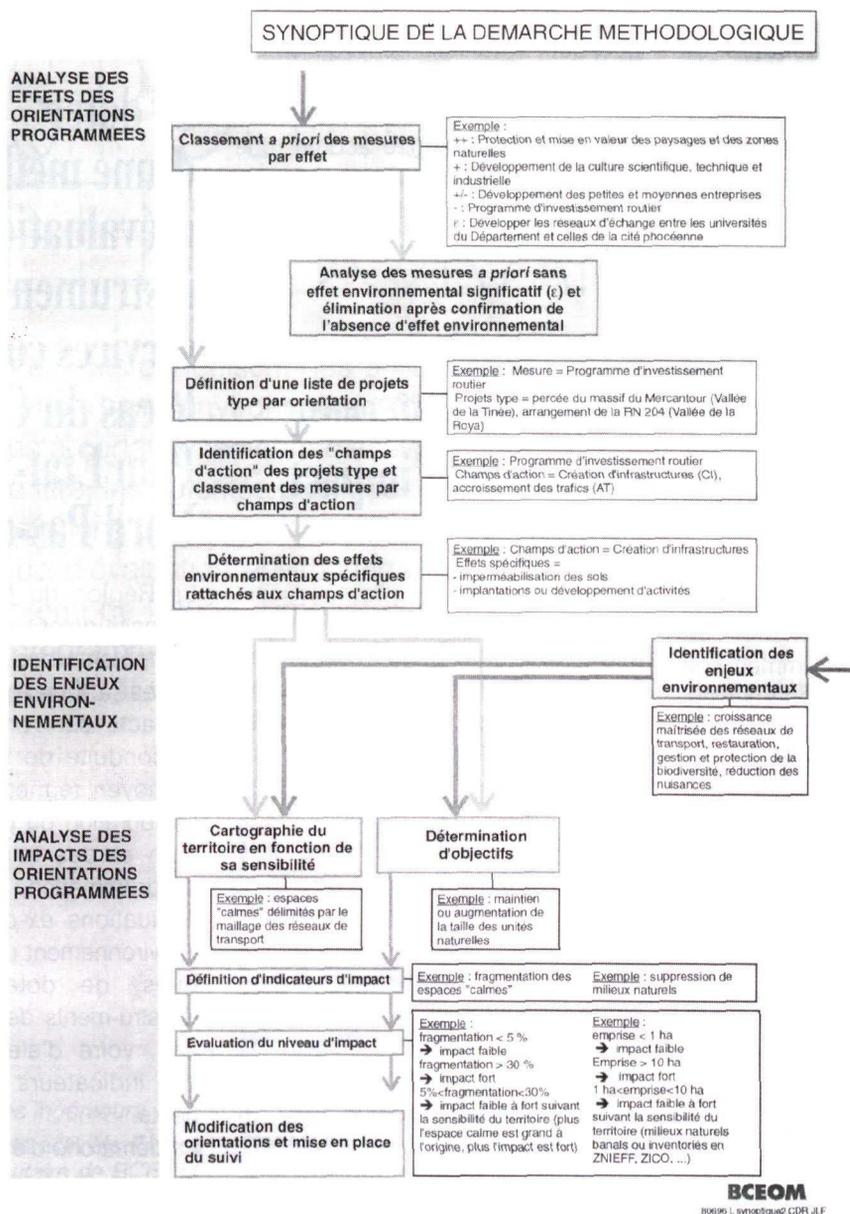


Figure 1. Démarche d'évaluation environnementale du Contrat de Plan Etat-Région du Nord-Pas-de-Calais.

régions et les départements fixent, sur certaines parties du territoire, les orientations fondamentales en matière d'aménagement et d'équilibre entre les perspectives de développement, de protection et de mise en valeur du territoire. Ils définissent aussi la localisation des grandes infrastructures de transport et des grands équipements ainsi que les principaux objectifs en matière de préservation des espaces naturels, des sites et paysages.

La Direction Régionale de l'Environnement PACA a engagé l'élaboration d'une méthode d'évaluation environnementale des orientations et objectifs de la DTA des Alpes-Maritimes. Cette évaluation repose sur une démarche en plusieurs phases (Figure 2) : l'analyse de la vulnérabilité du territoire des Alpes-Maritimes, l'analyse des effets des grandes orientations (effets cadre, puis effets détaillés), l'appréciation des impacts en relativisant les effets par rapport à

la vulnérabilité du territoire, enfin la prise en compte des effets cumulatifs en "additionnant" les effets des orientations qui ont un impact individuel sur un territoire donné des Alpes-Maritimes. Lorsqu'une orientation se traduit par des impacts négatifs significatifs, la méthode préconise plusieurs voies : des mesures d'atténuation portant sur l'orientation en cause, un infléchissement d'autres principes d'aménagement venant compenser les atteintes par

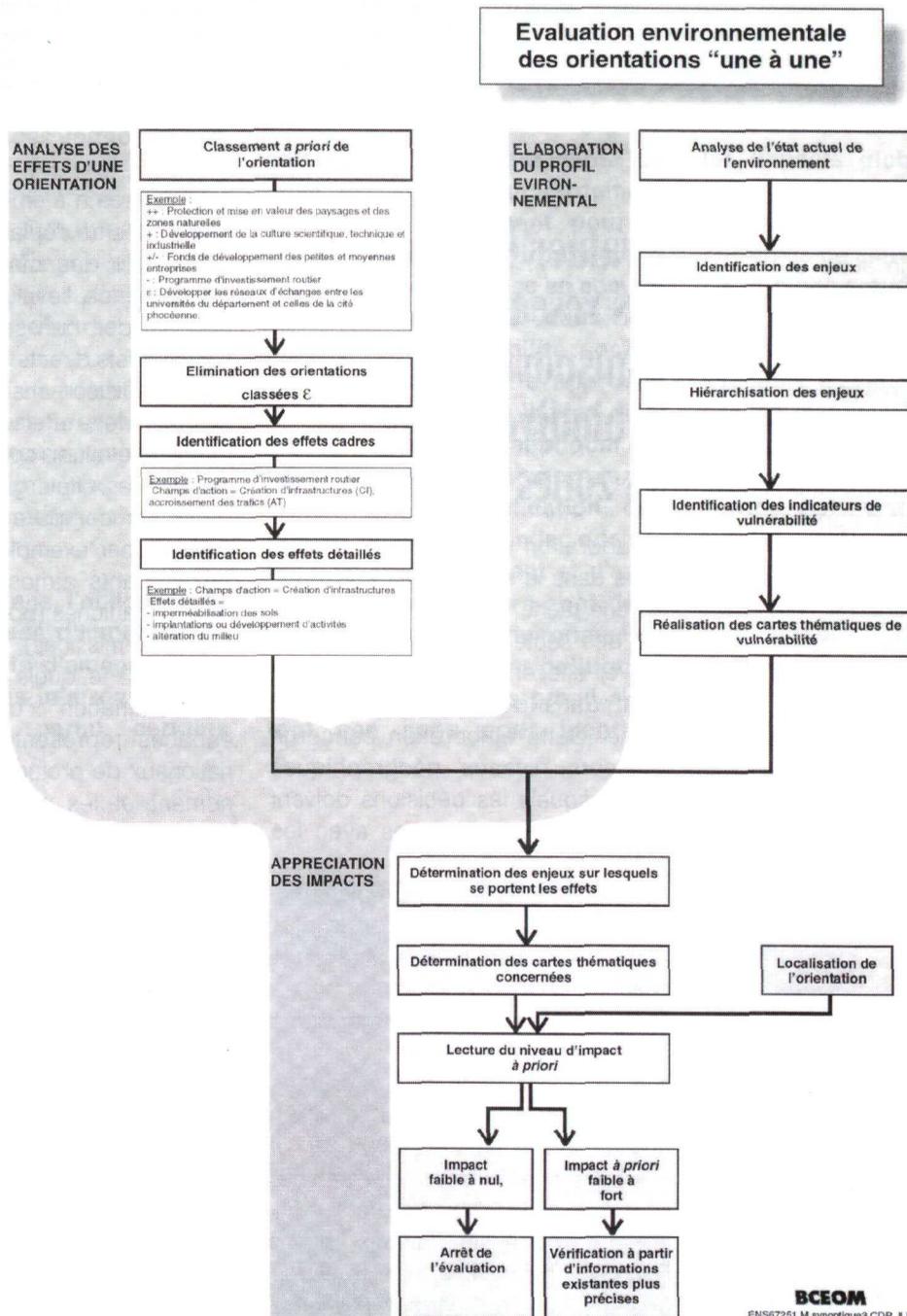


Figure 2. Principes d'évaluation environnementale de la Directive territoriale d'Aménagement du département des Alpes-Maritimes.



Rade de Villefranche.

des exigences environnementales renforcées dans un autre domaine, enfin des mesures pour compenser les atteintes prévisibles à certains territoires. La méthode a été testée sur deux grandes orientations de la DTA, l'une relative aux stratégies économiques (l'extension du parc d'activités de Sophia-Antipolis) et l'autre aux modalités d'application de la loi Littoral dans les seize communes du département qui ont une façade maritime.



Les Gorges du Verdon

Évaluer les effets des réseaux de transport sur la biodiversité et les zones de calme ³

L'élaboration de schémas de services dans le secteur des transports est une tâche difficile par la multiplicité des secteurs d'activités concernés et elle engage le pays également dans des décisions à long terme. Cette élaboration concerne plusieurs niveaux géographiques pour lesquels les décisions doivent être cohérentes les unes avec les autres. Aux niveaux les plus élevés, national, régional ou interrégional, le choix du mode de transport le plus approprié doit se faire de la façon la plus objective possible et prendre en considération, non seulement des contraintes socio-économiques nombreuses et diverses, mais aussi les objectifs de protection de l'environnement et du patrimoine.

Les schémas de transports établissent une programmation des principes de nouvelles liaisons venant renforcer le réseau d'infrastructures existant. Ils ne doivent pas être interprétés comme la somme de nouvelles infrastructures, mais bien comme l'expression de nouvelles

possibilités de déplacement des personnes et des marchandises. En conséquence, l'évaluation environnementale doit non seulement porter sur les effets directs des grands principes de liaison, mais aussi sur l'ensemble des effets indirects. Les effets à évaluer sont de plusieurs ordres : les effets globaux pour lesquels on compare les "effets de masse" (par exemple, les émissions de polluants atmosphériques) aux objectifs affichés (politique de réduction des émissions), les effets territoriaux pour lesquels on confronte la "consommation d'espace" aux espaces représentant des enjeux nationaux de protection de l'environnement et les effets structurants, souvent indirects (accélération de l'urbanisation, installation de zones d'activités, fractionnement de l'espace...), face aux enjeux environnementaux.

Plusieurs méthodes complémentaires ont été élaborées pour évaluer les effets sur l'environnement des

(3) *Méthode d'évaluation des réseaux de transport. Tests pour la mise en évidence des enjeux et l'utilisation d'indicateurs d'évaluation, 1999. Etude menée par CETE Lyon (M. Chatain)/BCEOM (T. Monier)/Ingéroute pour le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.*

schémas de transport (4). Le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement a développé une méthode d'évaluation des réseaux de transports (5), puis testé cette méthode, aux niveaux national et régional, sur deux enjeux environnementaux majeurs : la biodiversité et la préservation de "zones calmes". L'impact sur la biodiversité est mesuré par le seul critère de fragmentation – ce qui relève d'une approche simplifiée –, considérant que les territoires non fragmentés par les infrastructures sont d'un intérêt majeur pour la biodiversité. Le critère de fragmentation est évalué par deux indicateurs : la surface des territoires non fragmentés et la surface des milieux naturels d'intérêt biologique contenus dans ces territoires non fragmentés.

Les zones de calme à préserver sont identifiées plus classiquement à partir de l'empreinte sonore des infrastructures et, au niveau régional, en tenant compte d'autres sources sonores importantes (zones urbanisées, industries, carrières...). Les méthodes proposées exploitent les fonctionnalités des systèmes d'informations géographiques et des sources d'informations numériques disponibles.

Il y a vingt trois ans, l'obligation de réaliser une étude d'impact préalable aux projets d'aménagement avait suscité des interrogations et des réserves parmi certains



Grasse.

acteurs de l'aménagement. Le bilan est aujourd'hui largement positif, non seulement pour la protection de l'environnement, mais aussi pour la prise en compte de l'environnement dans les projets et l'acceptabilité sociale qui en découle. Cette approche montre toutefois ses limites ainsi que la nécessité d'appliquer ce principe de précaution plus en amont de la planification des projets, quand les grandes orientations de développement et d'aménagement du territoire sont décidées. L'évaluation environnementale stratégique des politiques, plans et programmes prend alors tout son sens pour identifier

les impacts globaux associés à notre mode de développement durable (entre autres, la réduction des effets de serre, la conservation de la biodiversité, ou les précautions dans le domaine de la santé) qu'il n'est pas pertinent ou envisageable d'évaluer au niveau des projets eux-mêmes. Les quelques exemples d'évaluation présentés montrent que le champ de réflexion est vaste, que les méthodes sont plurielles et que ce type d'évaluation nécessite du "sur mesure", c'est-à-dire une élaboration fine du cahier des charges de l'évaluation de chaque programme ou plan à examiner. ■



Massif de l'Esterel.

(4) *Eléments d'évaluation environnementale des schémas de services : effets sur l'environnement des différents scénarios de la demande en transport. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement.*

Évaluation environnementale stratégique des schémas d'infrastructures de transport. Essai méthodologique, 1996. Étude menée par BCEOM pour le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

(5) *Les tests ont porté sur le réseau d'autoroutes et de routes à fort trafic (> 4 000 véhicules/jour). Les tests régionaux concernent d'une part, l'ensemble des régions Auvergne, Bourgogne, Franche-Comté, Rhône-Alpes, et d'autre part, la région Alsace.*

L'AUTOROUTE A51, SOEUR JUMELLE DE LA DURANCE

Les autoroutes A57 et A51 représentent pour ESCOTA les deux derniers tracés réalisés. Ils constituent deux maillons importants du Schéma Directeur Routier National, qui privilégie les dessertes transversales raccordées à de grands itinéraires européens. Il vise à aménager le territoire et améliorer la qualité des communications.

L'A51 symbolise ce changement. Cet axe témoigne de la volonté constante de progresser dans une démarche de qualité intégrant l'ensemble des préoccupations environnementales. L'environnement a été au cœur de la conception du tronçon Sisteron/La Saulce.

Dans ce cadre-là, l'évolution dans la prise en compte du paysage est remarquablement illustrée avec la progression de l'axe A51 depuis 1985, date du premier tronçon mis en service (Aix – Pont-de-Mirabeau), et ce autant dans l'organisation et la conduite du projet, le niveau de détail et le périmètre des études, que dans le savoir-faire en termes d'aménagement et de gestion. Cela conduit à réaliser un ouvrage esthétiquement en harmonie avec les caractéristiques du paysage et ce, dans toutes ses composantes (bâti, terrassement, équipement, végétalisation).

Mais aujourd'hui, on peut constater qu'au-delà des nécessaires objectifs d'intégration, la démarche paysagère vise aussi à faire des axes autoroutiers, des outils privilégiés d'identification, de valorisation, et de promotion des territoires traversés.

Dès lors, il a été possible de tirer parti de la récente prolongation entre Sisteron et La Saulce, pour permettre aux territoires riverains de se positionner, d'affirmer leur identité, renforcer et valoriser leurs potentiels de développement.

Jean-Luc DUMAS

*Chargé de mission environnement,
ESCOTA*

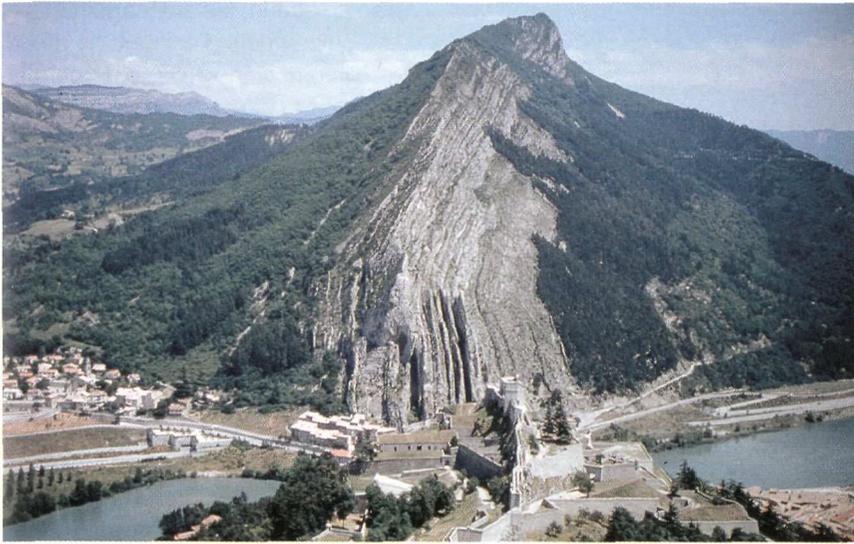
Laurent CHABRIER

*Direction de l'Ingénierie des Infra-
structures, ESCOTA*

Marc TRUCHETET

BETEREM INFRA





L'autoroute au droit de Sisteron. Au 1^{er} plan : la citadelle.

L'A51 : l'autoroute "Val de Durance"

Avec sa double vocation nationale et internationale, cette autoroute se devait d'être à la fois utile et agréable.

Utile puisqu'elle favorise le développement économique et social, qu'elle facilite les accès aux "sports d'hiver" et offre un nouvel itinéraire par la liaison "Nord-Sud en Europe".

Agréable, puisque le parti retenu a été le refus des grands ouvrages d'art spectaculaires et la préférence donnée à la discrétion, à l'insertion dans les sites et à la mise en valeur des paysagers de la vallée de la Durance.

D'un projet géométrique à l'espace autoroutier

Dès les premières études concernant les sections les plus anciennes, des rapports d'intelligibilité, de cohérence et d'harmonie entre l'autoroute et son territoire sont recherchés et se traduisent par le souci constant de l'intégration paysagère.

L'A51 "sœur jumelle de la Durance", se glisse le long du grand fleuve et en épouse ses formes. Des plantations en développement des ripisylves, bosquets s'inscrivent dans l'espace et laissent découvrir les premiers villages.

Progressivement, de nouvelles relations spatiales se mettent en place, la conception générale du projet devient un vecteur identitaire du paysage.

Les contraintes techniques et environnementales sont des opportunités pour rechercher des solutions qui renforcent les relations ouvrages/paysages et participent à l'animation du parcours, notamment par les conceptions et traitements d'ouvrages spécifiques, par exemple : la tranchée et le tunnel de Mirabeau.

Parfois, l'autoroute se fond dans le lit de la Durance et l'automobiliste "les roues dans l'eau", découvre des paysages, ambiances et sensations nouvelles. Ailleurs, sa situation en belvédère ou promontoire l'ouvre sur des sites inattendus et remarquables : les Pénitents des Mées...

Plus au Nord, l'automobiliste découvre depuis l'autoroute la ville de Sisteron "Porte de la Provence et de Dauphiné". C'est une magnifique

mise en scène d'un site remarquable où se mêlent des éléments exceptionnels, naturels (rocher de la Baume, la retenue de la Durance) et architecturaux (la citadelle et la façade étagées de la vieille ville).

De Sisteron à La Saulce, l'autoroute et le canal EDF sur lequel elle s'appuie recomposent, identifient un paysage d'une grande force pour en affirmer son organisation, sa compréhension et sa lisibilité.

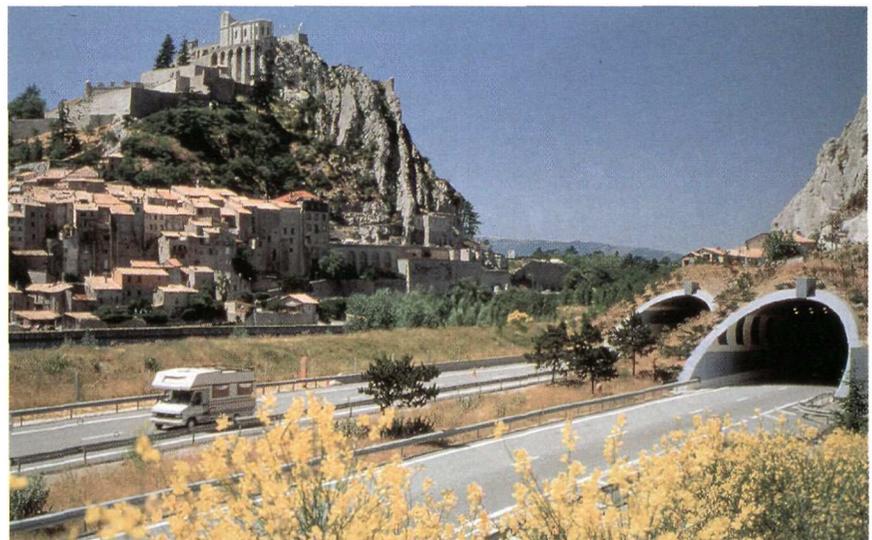
La vallée, en amphithéâtre, est traversée par le cours sinueux de la Durance dont les hautes berges escarpées sont bordées d'une large plaine agricole recouverte de cultures et vergers aux géométries rectilignes qui s'imposent par leurs ordonnancements.

Au-delà de collines vallonnées, s'étendent des reliefs érodés, ravinés et dominés de falaises et crêtes rocheuses qui ferment l'horizon.

Ici l'autoroute cherche à répondre à trois objectifs complémentaires qui peuvent apparaître antagonistes :

- affirmer l'infrastructure en tant que composante paysagère,
- mettre en scène les paysages et les faire découvrir,
- respecter et préserver la qualité de vie des riverains.

Ainsi, les conceptions, traitements des terrassements morphologiques et des ouvrages d'art (talus, piles à pans coupés) s'inscrivent dans une logique d'harmonie, de cohérence et d'affirmation de l'ensemble canal EDF. A51 qui devient l'une des composantes majeures du paysage.



Entrée sud. Tunnel de la Baume au droit de Sisteron.



L'autoroute et les Pénitents des Mées.

Les situations en belvédères sont des fenêtres qui s'ouvrent sur de vastes panoramas, laissant découvrir les vergers, la plaine de la Durance et en horizon, les massifs alpins du Champsaur et des Ecrins.

Les traitements paysagers d'accompagnement (plantations) répondent davantage à un souci de préservation des riverains, de réhabilitation ou recomposition végétale et urbaine, d'inscription d'ouvrages (merlons et écrans acoustiques, bassins de rétention...).

L'autoroute A51 Un espace de communication

L'autoroute A51 devient un support qui se doit de promouvoir les échanges et la communication entre l'automobiliste et son environnement qu'il soit humain, géographique ou

paysager. Il devient source de connaissances et d'enrichissements au fur et à mesure que l'utilisateur découvre les territoires traversés.

Dès lors, au travers d'une identification des éléments les plus marquants de l'environnement, l'autoroute se veut être une vitrine des territoires traversés sur les plans touristique, culturel, économique...

Cet objectif s'effectue en section courante par la mise en place d'une signalétique d'animation informative appropriée et formalisée au travers de thèmes identitaires :

- les villages perchés,
- l'eau,
- l'arboriculture...

Ainsi, le thème de l'arboriculture pourrait également être le support de valorisation d'une future aire de repos. La configuration de l'aire, sa

mise en scène, les aménagements et les équipements d'accueil, de détente, d'information et de jeux, permettraient d'exploiter l'image des vergers, de la pomme et de ses produits dérivés.

L'autoroute A51 : élément de valorisation paysagère et de développement des territoires

Le territoire traversé par l'autoroute A51 entre les communes de Sisteron et La Saulce, devrait connaître une importante évolution de son environnement paysager par la prise en compte d'une nouvelle démarche appliquée pour la première fois dans le sud-est de la France. Cette démarche est pilotée par la Direction Régionale de l'Équipement. La Société ESCOTA y est associée mais n'est pas décideur, ni maître d'ouvrage.

En effet, la mise en place de la politique 1 % paysage et développement consiste à faire de la sauvegarde et mise en valeur de l'environnement de l'A51 un élément de développement économique et touristique. Cette politique repose sur l'adhésion partenariale des collectivités riveraines, avec la participation et le soutien financier de la société concessionnaire (cofinancement à hauteur de 50 %). Actuellement, elle se concrétise par des conventions de financement (5 sont signées, 2 en instance de signature) et des projets approuvés par le Comité de Pilotage (au nombre de 3).

La contribution de la Société ESCOTA, sous réserve de l'éligibilité des projets, des critères de visibilité depuis l'autoroute et de la valorisation paysagère, est mobilisable pour :

- les études de valorisation paysagère,
- les actions de valorisation de paysages naturels et ruraux altérés par la présence de "points noirs",
- la requalification d'espaces périurbains peu valorisants,
- la mise en valeur de monuments et de leurs abords,
- les actions concernant des bâti-



Sisteron - La Saulce. L'autoroute, le canal à Rourebeau.



Sisteron - La Saulce. Le village de Ventavon et au fond l'autoroute.

ments (des critères spécifiques supplémentaires sont fixés par la circulaire),

- l'enfouissement des lignes électriques HT et BT et des lignes téléphoniques les plus visibles de l'autoroute et les plus inesthétiques en raison de leur proximité et de leur densité.

Toutefois, la Société ESCOTA a, dès l'origine de la démarche, suscité la réalisation d'une étude d'itinéraires

depuis les échangeurs autoroutiers de Sisteron-Nord et de La Saulce pour élargir son champ d'action au-delà des seuls territoires visibles depuis l'autoroute.

ESCOTA propose de participer au financement du jalonnement de ces itinéraires structurants, à la mise en place d'équipements de lecture du paysage (tables d'orientation, panneaux thématiques et d'entrée de villages...) ainsi qu'à l'enfouissement de

lignes électriques et téléphoniques situées sur ces itinéraires principaux. A ce niveau, l'aménagement de l'autoroute s'inscrit dans une démarche globale adaptée aux réalités locales associant non pas les seuls espaces visibles de l'infrastructure, mais aussi des territoires plus éloignés présentant des intérêts certains. ■



Sisteron - La Saulce. Passage supérieur en bois pour la faune.



La ville de DIJON (Côte-d'Or)

151 000 habitants

recrute selon conditions statutaires (mutation - détachement - inscription sur liste d'aptitude)

INGENIEUR SUBDIVISIONNAIRE OU EN CHEF (h/f)

responsable du Département Infrastructure

Vous animerez et coordonnerez les services chargés de gérer l'ensemble des travaux liés à la voirie : entretien de travaux neufs (VRD), service hivernal, propreté de la ville.

Vous assurerez la surveillance, le suivi et l'entretien des ouvrages d'art ainsi que les travaux liés à l'assainissement pluvial et l'entretien des rivières.

Ingénieur confirmé chargé d'encadrer une équipe de plus de 200 personnes, vous faites preuve d'aptitude au management et d'un sens profond des relations humaines. Disponible, vous possédez de bonnes connaissances techniques dans le domaine des VRD et montrez des qualités réelles de gestionnaire.

Expérience indispensable.

Merci d'adresser votre candidature accompagnée d'un CV et d'une photo avant le 28 février 2000 à la Mairie de Dijon - Service du Personnel - BP 1510 - 21033 DIJON Cedex.

Pour tout renseignement complémentaire, téléphonez au 03 80 74 53 94.



LES BARRAGES MOBILES DE NAVIGATION Guide du chef de projet

sous la direction du Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales



Du transport des biens ou des personnes à l'alimentation en eau des collectivités, des industries ou des particuliers, le réseau des voies navigables participe sensiblement à l'économie nationale : plus de 10 % du trafic des marchandises concernent les cours d'eau navigables, tandis que le tourisme fluvial s'accroît de façon notable.

Dans ce contexte, les barrages mobiles, de par leurs fonctions, contribuent largement à l'aménagement du territoire : maintien des niveaux

d'eau, navigation commerciale et de plaisance, alimentation en eau, protection contre les inondations, maintien des équilibres écologiques, production d'énergie.

Elaboré par le Centre d'études techniques maritimes et fluviales, avec le concours de Voies Navigables de France, ce livre fournit toutes les informations utiles pour concevoir et réaliser un barrage mobile ou reconstruire un barrage vétuste.

Il suit les principales étapes du projet, depuis l'analyse fonctionnelle

initiale jusqu'à l'exploitation du barrage, en analysant les conditions d'aménagement et d'exploitation du cours d'eau. Ainsi y trouve-t-on détaillés :

- les études et reconnaissances préalables portant sur la topographie, la bathymétrie, l'hydrogéologie et les impacts du projet sur l'environnement ;
- les avantages et inconvénients des diverses solutions pour la conception des ouvrages, y compris les barrages gonflables ;
- les paramètres et les coefficients de sécurité partiels à considérer pour le dimensionnement hydraulique et sédimentologique ;
- les différentes techniques de construction, notamment celles adoptées pour les barrages préfabriqués ;
- les outils nécessaires à la gestion du projet : du planning de l'opération au suivi budgétaire et comptable.

Il s'adresse essentiellement aux chefs de projet, aux maîtres d'ouvrage, aux maîtres d'œuvre, mais aussi aux élus et aux associations concernées par la protection de leur environnement.

Ce livre, élaboré avec le concours de Voies Navigables de France, a été rédigé par un groupe de travail coordonné par le Service technique central des ports maritimes et des voies navigables et animé par Jean-Bernard

Kovarik. Il est le fruit d'un travail collectif auquel ont participé de nombreux intervenants d'origines professionnelles diverses. Qu'ils en soient vivement remerciés.

Membres du groupe de travail

Alain Carrère (*Coyne et Bellier*, bureau d'études désigné par *Syntec-Ingénierie*) : chapitre 8 et annexe 2.

Fabrice Daly (*Service technique central des ports maritimes et des voies navigables*) : chapitre 2.

Joël Francq (*Coyne et Bellier*, bureau d'études désigné par *Syntec-Ingénierie*) : chapitre 2.

Jeanne-Marie Gouiffès (*Service technique central des ports maritimes et des voies navigables*) : chapitre 2.

Claude Hirtzlin (*Service de la navigation du nord-est*) : chapitre 12.

Alain Jaquinet (*Service technique central des ports maritimes et des voies navigables*) : chapitre 1.

Jean-Bernard Kovarik (*Service technique central des ports maritimes et des voies navigables*) : chapitres 8, 12 et annexe 2.

Thierry Leroy (*Sogreah*, bureau d'études désigné par *Syntec-Ingénierie*) : chapitres 2, 9 et 10.

Jacques Levenq (*Compagnie nationale du Rhône*) : chapitres 3, 9 et annexe 2.

Pierre Roitel (*Service de la navigation de la Seine*) : chapitres 1, 3 et 9.

Pierre Thévenin (*Service de la navigation Rhône-Saône*) : chapitres 4 et 11. ■

Marc Mimram (78)

Equerre d'argent 1999

Le jury d'architecture organisé par **Le Moniteur** et réuni le 18 octobre a retenu pour l'attribution de son prix 1999 la passerelle Solférino parmi les dix-huit projets présélectionnés.

Cette passerelle commandée par le ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports et par le ministère de la Culture sera très prochainement mise en service.

Présentée à Venise le 13 décembre 1997 par la Fondation Angelo Masieri, dans le cadre de l'Institut Universitaire d'Architecture, cette passerelle était ainsi décrite :

Le projet pour la passerelle Solférino a été l'objet d'un concours international lancé en 1992 par l'Établissement Public du Grand Louvre (*), afin de rétablir l'ancienne liaison entre le jardin des Tuileries et le Musée d'Orsay.

La passerelle dessinée par Mimram, lauréat du concours, présente une structure dans laquelle un double tablier permet de lier les deux niveaux des berges de la Seine. Le parcours inférieur, qui lie les quais bas est constitué par un escalier à faible pente, soutenu par les deux arcs de la structure principale. Le trajet supérieur, presque rectiligne, s'appuie sur les montants de la structure secondaire, il relie les quais hauts. Les deux parcours se rejoignent au centre de la passerelle.

Le choix de l'arc surbaissé sans appuis intermédiaires est justifié par des raisons d'ordre technique et esthétique, la partie centrale, lieu de rencontre des parcours multiples, devient un lieu de contemplation, un belvédère sur la ville.



Photo : Brigitte Bouillot

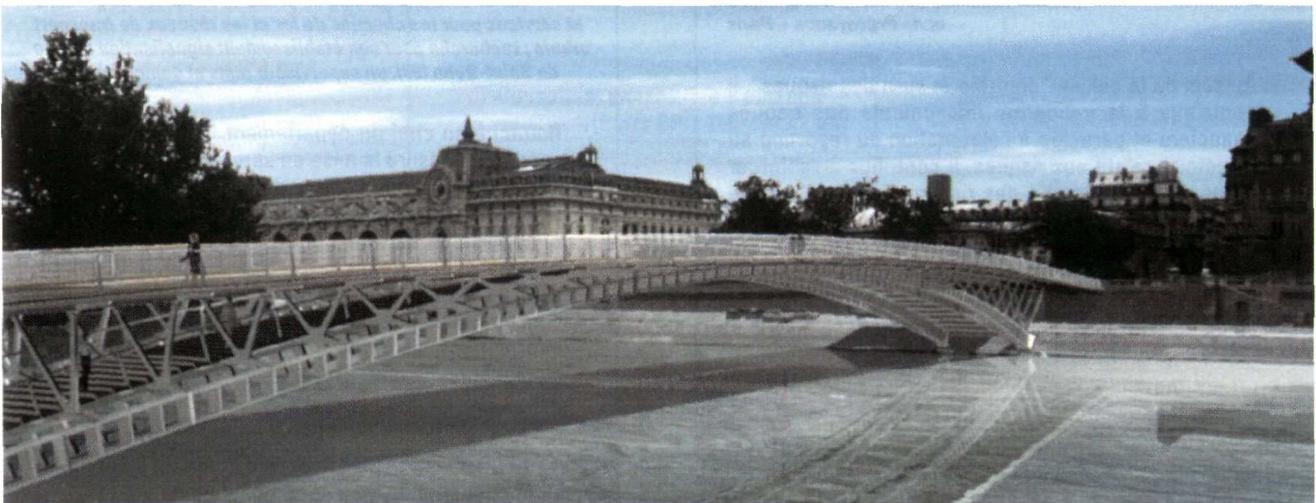
Depuis 1600, les ponts de Paris participent au paysage.

Après la rénovation de la passerelle des Arts, et l'ouverture de la nouvelle passerelle Solférino, la création d'une troisième passerelle entre la Grande Bibliothèque et les jardins de Bercy est dès maintenant prévue pour la prochaine décennie.

Les soixante millions de visiteurs annuels de la France sont choyés.

novembre 1999

(*) devenu l'EPMOTC (Établissement public de maîtrise d'ouvrage de travaux culturels).



La passerelle Solférino.

PASSIONNEMENT

Les chercheurs et les équipes de Lyonnaise des Eaux ouvrent, chaque jour, de nouvelles voies à l'assainissement pour que les eaux soient rendues encore plus propres à la nature

BEAUCOUP

D'ici 2002, la France aura renforcé ses normes pour améliorer la qualité des eaux rejetées



LYONNAISE
DES EAUX
PAR RESPECT DE L'EAU

UN PEU

Aujourd'hui, en France, seulement la moitié des eaux rejetées dans la nature est dépolluée

Votre eau ne tombe pas du ciel.



GÉNÉRALE DES EAUX est une société de

VIVENDI

L'eau ne coule pas de votre robinet naturellement. C'est le résultat d'un cycle long et minutieux. Depuis sa source jusque chez vous, Générale des Eaux capte, purifie, analyse, stocke, pompe et transporte l'eau pour que vous la consommez en toute tranquillité jour et nuit. Pour

WUJ

GÉNÉRALE
des **eaux**

2 centimes environ par litre (prix moyen TTC). Ce prix inclut la collecte et la dépollution des eaux usées. Car si nous améliorons sans cesse la qualité de votre eau, nous nous engageons aussi à redonner à la nature une eau toujours propre. Comme vous, elle mérite le meilleur.