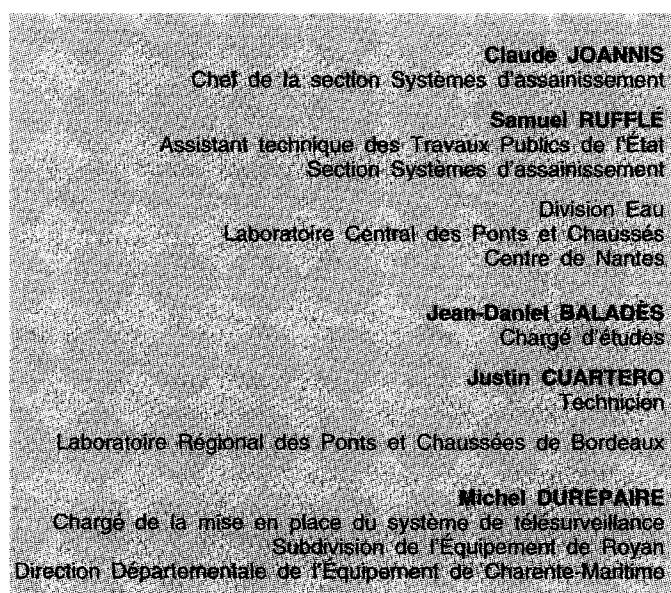


# Application opérationnelle d'une démarche de diagnostic permanent d'un réseau d'assainissement

## RÉSUMÉ

Sur le territoire du Syndicat Intercommunal à Vocations Multiples (SIVOM) du pays Royannais, la mise en place d'un système de télégestion s'est accompagnée du développement d'une démarche de diagnostic permanent, initiée par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) et motivée par les résultats d'une étude diagnostic préalable. Ainsi, le système de télégestion répond-il non seulement aux besoins de l'exploitant, en permettant une détection rapide des anomalies, mais également à ceux du maître d'ouvrage, en alimentant une mémoire, permettant elle-même la construction et le suivi d'indicateurs de qualité ou de fiabilité, ainsi que l'extraction d'éléments de dimensionnement pour de nouveaux aménagements. Cela a demandé l'adaptation du système de collecte d'informations (télégestion + données extérieures) à ce double objectif, mais également le développement d'outils informatiques adaptés à l'analyse et à la synthèse de la masse d'informations recueillies. Ces outils sont à améliorer, mais une première exploitation des données a déjà pu être réalisée à l'échelle intercommunale.

**MOTS CLÉS :** Évacuation des eaux - Transmission de données (télécom.) - Gestion - Détection - Défaut (tech.) - Permanent - Traitement des données - réseau d'assainissement.



## Le Contexte

### Le site

Le Syndicat Intercommunal à Vocations Multiples (SIVOM) du pays Royannais a souvent été présenté [2]. Rappelons ses principales caractéristiques (fig. 1) :

- 22 communes,
- 55 000 habitants en hiver,
- 400 000 habitants en été,
- 3 stations d'épuration intercommunales principales,
- un réseau de collecte et de transport de type séparatif développé sur 675 km,
- 206 postes de relèvement.

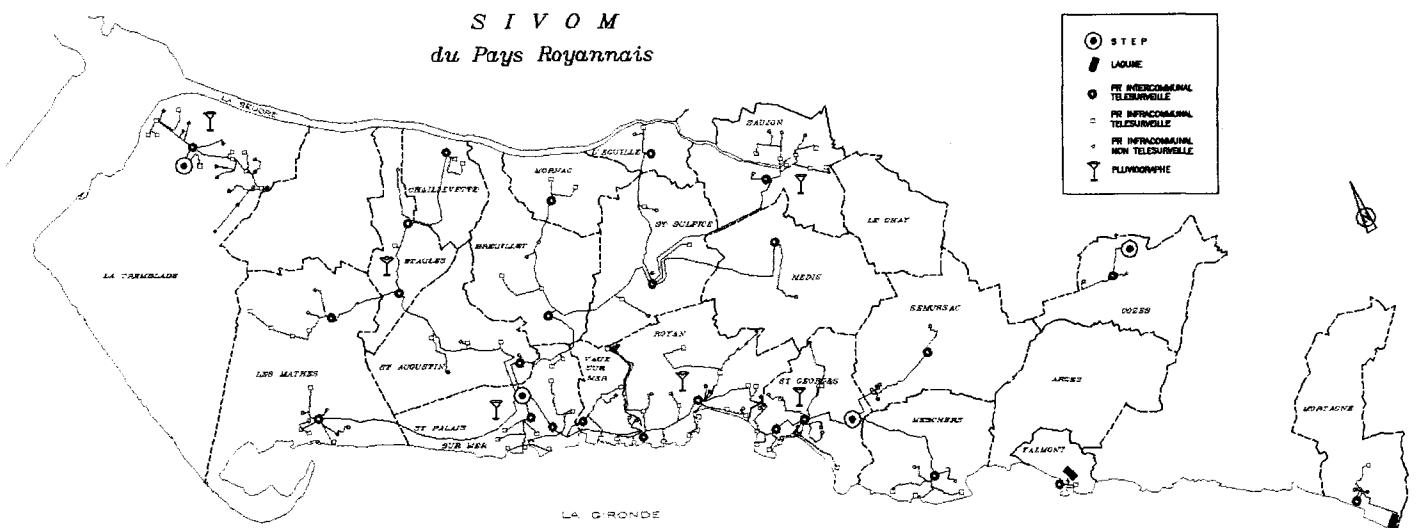


Fig. 1 - Schéma du réseau d'assainissement du SIVOM du pays Royannais.

### Les acteurs

Le SIVOM est maître d'ouvrage de l'ensemble des équipements de collecte et de traitement des eaux usées. Ceux-ci sont exploités par la Compagnie des Eaux de Royan (CER), filiale de la CISE. La maîtrise d'œuvre des réseaux est assurée par les services techniques de la ville de Royan sur le territoire de cette commune, par la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt et par quatre subdivisions territoriales de l'Équipement pour les autres communes.

La subdivision de l'Équipement de Royan joue un rôle particulier. Elle assure la maîtrise d'œuvre des réseaux sur trois communes « aval » et, notamment, d'importants postes de relèvement littoraux. Cette maîtrise d'œuvre est complétée par celle des deux principales stations d'épuration du SIVOM et par celle de l'ensemble du système de télégestion. Enfin, elle joue un rôle de conseil technique auprès du syndicat, rôle qui a été formalisé récemment dans le cadre d'un contrat spécifique.

Bien entendu, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne est un partenaire privilégié, qui a participé au financement du système de télégestion et a conclu depuis peu un contrat d'agglomération avec le SIVOM.

Enfin, le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) et le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées (LRPC) de Bordeaux ont trouvé sur le site de Royan un champ d'application pour le concept de « diagnostic permanent » qu'ils développent depuis plusieurs années [1]. Ils ont donc apporté leur soutien technique à l'opération.

### Les besoins

Le SIVOM du pays Royannais est confronté à de nombreuses difficultés d'exploitation qui empêrent en raison du développement rapide du réseau et de son vieillissement.

Ces problèmes sont de plusieurs ordres :

- difficulté à maîtriser la surveillance de nombreux postes de relèvement répartis sur un territoire assez vaste ;
- sensibilité particulière du réseau aux entrées d'eaux parasites en période hivernale révélée par l'étude diagnostic effectuée en 1982 et 1983 par le LRPC de Bordeaux ;
- présence de mauvais branchements d'eaux pluviales, qui aggravent les débits de pointe en période estivale ;
- dégradation des effluents du fait de la longueur des conduites de transport et des relèvements en cascade avec production d'hydrogène sulfuré, se traduisant par des odeurs, et dégradation complète de certaines sections gravitaires situées à l'aval des refoulements.

Ces problèmes sont interdépendants et évolutifs, et rendus plus aigus par la sensibilité particulière des milieux récepteurs (les rejets de stations d'épuration et des surverses des postes de relèvement sont situés à proximité des zones de baignade et de gisements coquilliers). L'étude diagnostic n'avait pu en faire qu'un bilan instantané et partiel. Il semblait donc opportun de mettre à profit la mise en place d'un système de télégestion pour initier une démarche de type « diagnostic permanent », c'est-à-dire un tableau de bord technique, doublé d'une base de données utilisable pour la conception et le dimensionnement d'ouvrages.

# Le système de télégestion et de diagnostic permanent

## L'acquisition des informations

Elle est basée sur un système de télégestion qui a été conçu et complété pour pouvoir satisfaire deux types d'objectifs.

- **Pour les besoins de l'exploitation** : une aide à l'exploitation des ouvrages :

- surveillance et conduite des installations,
- détection des pannes et anomalies en vue de la programmation des interventions d'urgence (sur les postes ou réseaux),
- maintenance des matériels.

- **Pour les besoins de la maîtrise d'ouvrage** : une aide à la décision en matière de lutte contre les eaux parasites (programmation des opérations de réhabilitation) et une aide au dimensionnement des ouvrages (programmation des extensions). Pour réaliser ce second objectif, il est utile de connaître des informations complémentaires telles que :

- pluviométrie,
- niveau des nappes,
- fonctionnement des pompes et de leurs combinaisons, au pas de temps horaire,
- débit refoulé mesuré directement (pour les postes particulièrement importants),
- volumes surversés,
- diverses données qui ne sont pas nécessairement mesurées en continu : enregistrements temporaires du fonctionnement de certains postes ou des débits transitant dans des sections gravitaires, étalonnages de pompes, caractéristiques physico-chimiques, suivi des modifications des installations, etc.

Pour obtenir les informations indispensables à la réalisation de ces deux objectifs, le système de télégestion se présente de la manière suivante.

- **Un poste central** composé d'un micro-ordinateur fonctionnant sous UNIX avec le logiciel LERNE pour la télégestion. Il assure des fonctions classiques de télésurveillance et procède également au stockage, au tri et à l'archivage des informations saisies, de façon à satisfaire les besoins propres de l'exploitation ainsi que ceux du diagnostic permanent.

- **101 postes satellites** constitués de télétransmetteurs ou télétransmetteurs/automates programmables (TM 120, TM 280 ou F2 de la société Flutec), qui exécutent l'acquisition, le prétraitement et le conditionnement des informations en vue de leur transfert en temps différé.

- **Des capteurs de niveau dans les bâches** (sondes piézorésistives ou parfois sondes à ultrasons), **deux débitmètres à ultrasons** sur refoulement (deux postes à quatre pompes) et **cinq**

**pluviomètres**. Sur un poste, on a équipé la surverse d'un déversoir de mesure permettant d'évaluer les débits surversés. Un capteur de pression permet également un suivi du **niveau de la nappe** sur le site d'une station d'épuration.

- **Un poste déporté** situé chez le maître d'œuvre (DDE) relié au poste central par ligne spécialisée. Il permet d'accéder aux écrans de la télésurveillance en terminal déporté et assure le transfert et le traitement des fichiers archivés au titre du diagnostic permanent.

Le système de télégestion proprement dit est complété par d'autres systèmes d'acquisition de données :

- quatre enregistreurs autonomes, dont l'un est affecté en permanence à un sixième pluviographe et les trois autres étaient prévus, à l'origine, pour équiper temporairement des postes non raccordés à la télésurveillance. En fait, ils servent également à d'autres usages, notamment à l'enregistrement continu des teneurs en hydrogène sulfuré et à la mise au point de systèmes de désodorisation ;
- deux débitmètres mobiles pour le suivi d'antennes gravitaires, qui sont en réalité surtout utilisés pour vérifier l'étalonnage des postes (cf. paragraphe « L'étalonnage des pompes ») ;
- trois capteurs d'hydrogène sulfuré, pour les études déjà mentionnées concernant les odeurs ;
- saisie manuelle de résultats d'étalonnage et d'autres informations sur la configuration des postes de relèvement.

## Les données disponibles

Les informations dont on dispose pour effectuer le diagnostic permanent sont nombreuses malgré le faible nombre de capteurs. Les principales sont récapitulées dans le tableau I. En fait, seule la seconde partie du tableau est relative à des informations spécifiques au diagnostic permanent, mais la première partie, correspondant davantage aux objectifs de télégestion, y participe également en fournissant des éléments pour la critique des données.

## L'étalonnage des pompes

Il apparaît que la principale source d'informations sur les débits transités en divers points du réseau est la durée de fonctionnement des pompes de relèvement. Cela suppose que l'on dispose, par ailleurs, de données précises sur les débits refoulés par une pompe déterminée lorsqu'elle est en fonctionnement (c'est-à-dire son « étalonnage »). Or, ce débit varie au cours du temps du fait de l'usure ou du colmatage de la pompe, mais aussi du contexte de fonctionnement, c'est-à-dire des variations de la hauteur manométrique, par exemple à la suite du refoulement.

ment simultané d'autres pompes dans la même canalisation de refoulement (que ces pompes appartiennent au même poste ou à des postes différents). En toute rigueur, ce débit varie aussi au cours d'une seule phase de vidange, du fait même de la variation de niveau dans la bâche. À Royan, le problème est quelque peu simplifié car il y a peu de postes refoulant « en parallèle » sur la même canalisation. Par contre, on procède régulièrement à l'étalonnage de chaque pompe et de chaque combinaison de pompes pouvant fonctionner simultanément. Cet étalonnage porte sur

le débit moyen au cours d'une phase de vidange, en période de débit entrant stabilisé. Diverses méthodes sont utilisées :

- une méthode utilisant un paramétrage particulier des satellites, permettant d'enregistrer en période nocturne le détail du fonctionnement des pompes et de l'évolution du niveau d'eau dans la bâche, mais avec un pas de temps d'une minute qui nécessite quelques précautions et interpolations ;
- une méthode classique, « manuelle », basée sur l'observation directe et le chronométrage de

TABLEAU I  
Les informations saisies et leurs sources

Informations primaires	Sources (capteurs)	Corrélation avec	Informations secondaires
<b>Informations « télégestion »</b>			
Temps	Horloge	Toutes les autres informations	Mise en relation des événements entre eux
Ordre « démarrage des pompes »	Piézomètres ou relais ou autres détecteurs de niveaux	Position : groupe en service - dépassement d'un seuil de niveau - présence de tension	Défaut de pompes
Défauts des pompes	Voyant ou relais thermique		
Défaut du secteur	Relais de manque de tension		
Défaut général de station	Relais après fusibles alimentation générale		
Niveau bas de réserve de fioul des groupes électrogènes	Contacteur à flotteur sur réservoirs		
Intensité absorbée	Convertisseurs analogiques-numériques ou ampèremètre à maxima-minima	Seuils haut et bas	Atteinte des seuils haut et bas colmatage ou usure des pompes
Absence de tension	Relais contacteur de secours	Défaut de secteur	Défauts du groupe électrogène
Niveau dans les bâches	Sondes à ultrasons ou piézorésistives	Seuils haut ou bas (programmables), temps (seuils programmables)	Niveaux haut et bas prolongés
<b>Informations « diagnostic permanent »</b>			
Niveau dans les bâches	Sondes à ultrasons ou piézorésistives	Seuil haut (programmable) + durée	Mise en surverse et durée des surverses
Hauteur de la lame d'eau en surverse (1 poste)	Sondes à ultrasons ou piézorésistives	Durée - loi hauteur-débit (fixée par le déversoir en entrée de surverse)	Volume des surverses
Niveau dans les bâches	Sondes à ultrasons ou piézorésistives	Temps (plages programmables) - marche et arrêt des pompes - surface des bâches	Débit entrant Débit des pompes
Marche et arrêt de pompes	Relais	Durée	Temps de fonctionnement des pompes, débits pompés
Vitesse (2 postes)	Débitmètres à ultrasons sur refoulement	Section de la canalisation - durée - seuil de débit - marche des pompes	Débit refoulé
Hauteur de pluie (5 points)	Pluviomètres à augets basculants	Débits	Surface active drainage rapide
Hauteur de nappes (1 point)	Sonde piézorésistive dans tube piézométrique	Débits	Caractère plus ou moins fréquent ou exceptionnel des débits d'infiltration

l'évolution du niveau d'eau et la prise en compte de la géométrie de la bâche (qui est également nécessaire dans la méthode précédente) ;

- une méthode de mesure du débit pompé par mesure de la vitesse dans la canalisation de refoulement à l'aide d'un débitmètre portable à effet Doppler pour conduites en charge ;
- une méthode de mesure du débit pompé à l'aide d'un débitmètre portable à effet Doppler pour conduites gravitaires, mesurant la vitesse et la hauteur d'eau dans une section gravitaire faisant suite au débouché de la canalisation de refoulement.

Dans certains cas, on pourrait envisager de procéder par la mesure du temps nécessaire à l'évacuation d'un volume connu introduit artificiellement dans le réseau.

Ces étalonnages sont pratiqués par la DDE et la CER. Aucune méthode n'est universelle ni parfaitement fiable, et l'impact d'une erreur d'étalonnage peut être très important, en particulier quand les apports de communes aval sont estimés par différence. D'autres voies seraient à explorer telles que des enregistrements continus d'Hauteur Manométrique Totale (HMT), l'analyse systématique des cycles temps de remplissage/temps de vidange, la mise en place généralisée de vannes d'entrée sur les bâches (pour s'affranchir des variations de débit entrant pendant la mesure) et surtout de mesures de vitesse (ultrasons, Doppler ou électromagnétiques), voire de venturis sur les canalisations de refoulement.

## Les outils

Pour récupérer, interpréter et synthétiser les données issues de la télégestion, divers outils logiciels sont mis en œuvre (fig. 2).

### Importation de fichiers depuis la base de données de télégestion

Le poste informatique de la subdivision de l'Équipement de Royan est relié au système de télégestion de la CER (LERNE) et à l'aide du logiciel TANGO (logiciel d'interfaçage entre le DOS et XENIX, système d'exploitation de LERNE), la DDE a accès à la base de données de télégestion. On dispose ainsi de fichiers monovoies mensuels par pompes, combinaisons de pompes, pluviométrie, surverse et refoulement, qui sont transférés dans un sous-répertoire spécifique de TANGO. Le temps de transfert est compris entre 7 et 8 h pour la centaine de postes télésurveillés ; il s'effectue la nuit avec une fréquence mensuelle, sachant que la CER peut, sur son poste central, conserver les données pendant six à huit mois.

L'objectif de la DDE est de pouvoir archiver les données au plus deux mois après leur arrivée sur le poste central, mais ce délai constitue un maximum, et doit être réduit le plus possible pour faciliter la validation des données.

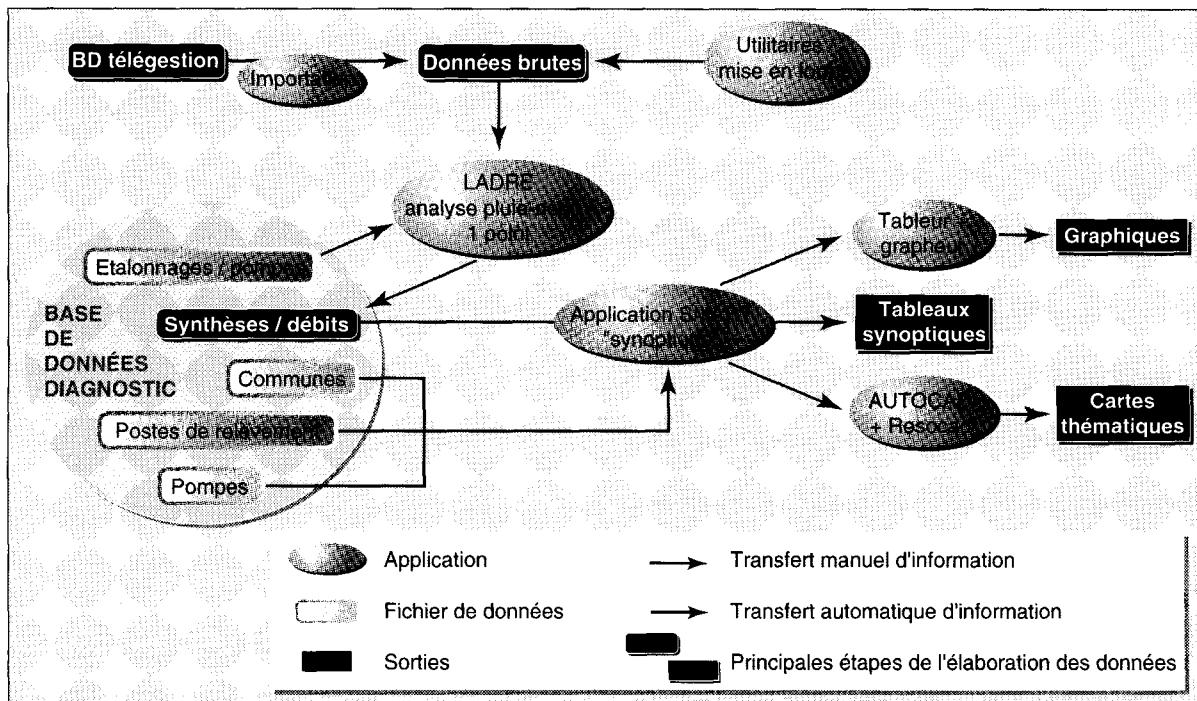


Fig. 2 - Les outils utilisés et l'enchaînement des traitements.

Afin d'optimiser le travail fastidieux de mise en forme des fichiers, plusieurs routines ont été développées :

- une première routine permet au logiciel intégré SMART d'aller chercher, dans le sous-répertoire spécifique de TANGO, tous les fichiers un à un et de les placer dans une arborescence prédefinie selon le schéma du réseau et un classement mensuel. La structure du réseau a été résumée par des noms d'antennes, correspondant aux principales arrivées sur chaque station d'épuration (cinq sur Saint-Palais-sur-Mer, trois sur Saint-Georges-de-Didonne et une sur La Tremblade) (fig. 3). Les cinq premiers caractères des noms de fichiers servent à identifier le poste. Les deux suivants reprennent l'année et le mois, le dernier caractère reste libre pour caractériser le type de période ou de traitement ;
- une deuxième routine permet de créer sur une période (le mois) des fichiers « vides » à partir d'un calendrier. Cela permet de gérer les valeurs manquantes, qui sont en fait explicitement codées dans ce fichier et remplacées par les valeurs réelles existantes lors de l'importation ;
- une troisième routine permet de modifier et d'assembler les fichiers monovoies exportés de LERNE afin d'obtenir un fichier unique mensuel décrivant le poste (temps de fonctionnement des pompes, des combinaisons de pompes et des temps de surverse). On obtient ainsi un fichier directement importable dans le logiciel LADRE.

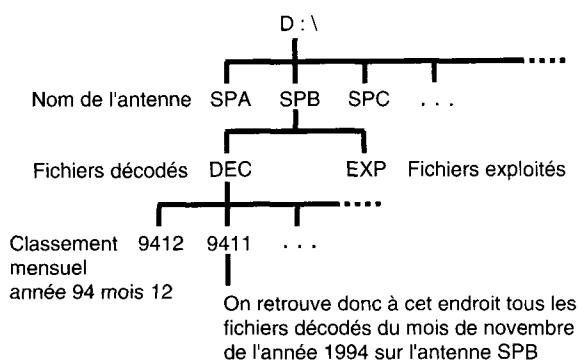


Fig. 3 - Organisation des fichiers de données.

### Exploitation des données point par point

L'exploitation initiale des données est réalisée à l'aide du logiciel LADRE (LCPC). Ce logiciel permet, dans une première phase, de passer de données brutes (temps de fonctionnement de pompes, hauteurs d'eau en collecteurs, basculements d'augets) à des grandeurs interprétables (lame d'eau, débit) et assure une synchronisation au pas de temps horaire entre une chronique de données pluviométriques et une chronique de données débitmétriques. Il permet également leur visualisation.

On peut alors :

- critiquer et valider les données disponibles, en particulier éliminer les jours ou les périodes pendant lesquels des dysfonctionnements ont été constatés (par exemple, obstruction de pompes conduisant à des temps de pompage anormaux, pompes en panne, etc.) et, dans certains cas, corriger les dérives ;
- procéder à une analyse statistique de l'ensemble de la chronique de données validées, ou de certaines situations types (en particulier, les jours secs, ouvrables ou fériés) ;
- quantifier les apports d'eaux parasites :
  - les eaux parasites de captage (EPC) sont quantifiées par régression pluie/débits excédentaires, et exprimées en unités de surface (surface active) permettant ensuite de calculer des volumes ou même des débits,
  - les eaux parasites d'infiltration (EPI) sont estimées à partir des débits nocturnes, selon divers algorithmes.

### La base de données de diagnostic

À l'amont et à l'aval du logiciel LADRE, une base de données permet d'ajouter une dimension relative à la structure du réseau d'assainissement à des traitements qui ne prennent en compte que des points de mesure « isolés ». Cette base de données permet de préciser les caractéristiques des postes de refoulement et, en particulier, les résultats d'étalonnage de pompes à prendre en compte pour les calculs de débits à partir des temps de pompage à une période donnée. Elle archive également des résultats synthétiques fournis par le logiciel LADRE. Elle permet enfin de mémoriser les caractéristiques des bassins versants (pour l'instant à l'échelle communale seulement) ou des ouvrages (volumes des canalisations de refoulement) pour calculer divers ratios, mais aussi de suivre l'évolution des équipements en place et, notamment, l'étalonnage des pompes.

La base a été développée par la subdivision de l'Équipement de Royan, toujours à l'aide de SMART, et elle est organisée autour de cinq tables, chacune divisée en sous-groupes d'informations.

### Table des données communales

Cette table est divisée en trois sous-groupes.

- Le premier correspond à des données générales sur la commune telles que son nom et l'affectation d'un code, le nombre de mètres cubes facturés et assujettis à la taxe d'assainissement, le nombre d'abonnements et les longueurs de canalisations gravitaires et de refoulement.

- Le deuxième est lié à la population : on y trouve le nombre d'habitants l'hiver, de campeurs et des autres formes de tourisme, le total de touristes et enfin le nombre d'habitants l'été.
- Le dernier sous-groupe est composé de différents ratios permettant d'avoir une idée sur l'importance, en termes de réseau d'assainissement, d'une commune par rapport à une autre. On calcule les ratios suivants :
  - population été/hiver,
  - mètre linéaire/abonné,
  - mètre cube/abonné,
  - mètre cube/mètre linéaire.

#### **Table de description des postes**

Cette table se décline en quatre sous-groupes.

- Le premier permet d'identifier le poste à travers son nom et l'attribution d'un code ainsi que le nom de la station d'épuration auquel il est raccordé.
- Le deuxième porte sur le génie civil, c'est-à-dire le matériau, la forme et la surface de la section horizontale de la bâche, la cote NGF de la dalle du poste, la profondeur de l'arrivée gravitaire et le nom de l'antenne.
- Le troisième est lié au matériel au travers du nombre de pompes installées et prévues, du type d'asservissement, de la présence ou non d'un groupe électrogène et de la télésurveillance ou non du poste.
- Le dernier sous-groupe présente les caractéristiques de l'exutoire (surverse) : la diamètre et le niveau de la surverse, la nature et la cote NGF du milieu récepteur ainsi qu'un indice de risque qui est attribué en fonction du type de milieu récepteur (plage, cours d'eau, etc.).

Toutes ces informations permettent d'obtenir une vue instantanée d'un poste de relèvement sans avoir à faire une visite sur le site.

#### **Table de description des pompes**

Cette table est composée de deux sous-groupes.

- Le premier sous-groupe permet l'installation des pompes grâce au code du poste et du nom de l'antenne.
- Le second décrit la pompe installée par l'attribution d'un code de site, auquel on fait correspondre un code unique de la pompe, la marque, le type, la taille de la roue, la puissance, la tension d'alimentation, la vitesse, les dates d'installation et de mise en hors service.

Cette table est très intéressante à compiler avec la précédente car, à l'aide de la gestion des dates de mise en service et de mise hors service des pompes, on peut connaître l'historique d'un poste et déterminer quels sont les postes les plus sensibles et qu'il serait peut-être judicieux de renforcer.

#### **Table de l'étalonnage des pompes**

Cette table permet de connaître à tout moment quels sont les paramètres d'une pompe installée. Cette pompe est désignée par son code de site, sa marque, son type, le code de l'antenne sur laquelle elle est implantée, si elle est télésurveillée ou non et le type de réseau (communal ou intercommunal). Les caractéristiques saisies sont alors le diamètre de la roue, le débit nominal, la HMT, la date et l'origine de l'étalonnage (l'organisme qui a fait l'étalonnage : DDE, CER, etc.). Il existe également dans cette table une zone de commentaires pour inclure, par exemple, la date du dernier étalonnage.

Cette table présente un grand intérêt pour l'exploitation des données car c'est grâce à elle que l'on peut transformer les temps de pompage accumulés sur chaque poste en débits horaires et journaliers.

#### **Table des débits**

Cette table est enrichie à l'issue de l'exploitation des données. Elle est constituée de trois sous-groupes.

- Les premières informations concernent l'identification du site sur lequel se rapportent les débits : code de site, nom de l'antenne, etc. et également des informations caractérisant la période d'exploitation (typiquement, nappes hautes ou nappes basses, hors saison ou haute saison touristique).
- Dans la deuxième partie, on retrouve les données relatives aux jours secs : le débit journalier d'une journée type sèche, la date d'une journée particulièrement sèche au cours du mois ainsi que son débit horaire, les quantités d'eaux parasites d'infiltration (EPI) et d'eaux usées (EU) ainsi que les coefficients de calcul débit nocturne et fraction nocturne.
- Les données restantes sont relatives aux jours pluvieux : la valeur des eaux parasites de captage (EPC) correspondant à une pluie de 10 mm, la date d'une journée pluvieuse particulière (par son intensité et sa durée) ainsi que la quantité d'eaux parasites de captage (EPC) recueillie et le débit horaire de ce jour particulier.

Un champ particulier permet d'indiquer si le jeu de données correspondant est sélectionné ou non pour construire le synoptique.

#### **Synoptique des résultats**

La base de données précédente est directement interfacée avec une feuille de calcul SMART, dont la structure et la forme même sont représentatives de l'arborescence du réseau du SIVOM (fig. 4).

Fig. 4 - Aperçu du tableau « synoptique »

Station de St-Georges Diagramme du réseau antenne A											Origine et période	M3/J EU	M3/J EPC	M3/J EPI	M3/J Total	% / EU EPC	% / EU EPI					
Eaux usées			Eaux parasites de captage			Eaux parasites d'infiltration																
POMPÉ	REÇU	GRAVI- TAIRE	POMPÉ	REÇU	GRAVI- TAIRE	POMPÉ	REÇU	GRAVI- TAIRE														
VALLI	VALLIERES		77,00	8	69	75,00	6	69	25,00	0	25	TS 9304	69	69	25	163	100 36					
MANEM	MANEM		26,00		26	20,00		20	7,00		7	TS 9301	26	20	7	53	77 27					
PORTS	LE PORT		2,00		2	3,00		3	0,00		0	TS 9211	2	3	0	5	150 0					
COCA1	LE COCA		268,00	105	163	500,00	98	402	650,00	32	618	TS 9211	163	402	618	1183	247 379					
BOUBE	BOUBES		3,00		3	3,00		3	0,00		0	RM 9210	3	3	0	6	100 0					
ZIMED	ZONE INDUSTRIELLE		8,00		8	7,00		7	0,00		0	RM 9210	8	7	0	15	87 0					
	RUE DES MOINEAUX		0			0			0							0	0 0					
CHATA	LE CHATA		586,00	447	139	1 000,00	734	266	840,00	768	72	TS 9211	139	266	72	477	191 52					
Antenne A				586			1 000			840							586 1 000 840 2 426 171 143					
Débit total entrant jours secs						1 426	Débit total entrant jours pluvieux 10 mm/J						2 426									

À chaque point de mesure correspond une ligne du tableau « synoptique », dont les colonnes contiennent diverses informations, pour la plupart issues des mesures (quantité d'eau refoulée, reçue, gravitaire en eaux usées (EU), eaux parasites de captage (EPC) et eaux parasites d'infiltration (EPI), différents ratios : eaux usées/eaux parasites d'infiltration et eaux usées/eaux parasites de captage, section et volume de refoulement, capacité de pompage, débit horaire par temps sec et pluvieux, vitesse minimale et maximale dans le refoulement, temps de séjour en réseau, etc.). Le terme « gravitaire » correspond ici à la différence entre les résultats relatifs à un point de mesure et la somme de ceux qui correspondent aux points de mesure amont, et c'est précisément l'une des fonctions principales de ce tableau « synoptique » que de réaliser de tels bilans.

La présentation de ce tableau peut être personnalisée par sélection des groupes de colonnes en fonction des thèmes que l'on souhaite illustrer.

D'autres applications plus simples permettent de faire des totaux par commune et par antenne.

### Représentations graphiques et cartographiques

Les résultats des bilans précédents peuvent être importés dans un tableur/grapheur pour des représentations plus parlantes [3]. En particulier, des diagrammes en barres classées par ordonnées décroissantes permettent de hiérarchiser l'importance relative des problèmes, tout en évaluant leur importance absolue par comparaison à des valeurs seuils. Pour les données relatives aux débits d'eaux parasites d'infiltration ou de captage, la hiérarchisation peut être affinée par la construction de courbes de valeurs cumulées, classées selon divers critères (en particulier, le ratio composite présenté dans le paragraphe « Efficacité des opérations de remise en conformité ») et mises en parallèle avec les courbes de linéaires cumulés correspondantes.

Ces représentations portent sur l'axe des abscisses, les libellés des bassins versants ou des communes, ce qui est parfaitement suffisant pour identifier les informations, mais cette identification n'est pas d'une lecture immédiate et surtout elle ne se prête pas à une globalisation à une échelle plus générale. On a donc cherché à obtenir des représentations plus riches (et plus flatteuses...) sous forme de cartographies thématiques. En attendant

le choix définitif d'un outil spécifique, on a utilisé au maximum un outil de Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) classique, AUTOCAD, complété par quelques modules déjà développés dans le réseau des Centres d'Études Techniques de l'Équipement (CETE) pour disposer de fonctionnalités propres aux besoins de la cartographie. Il s'agit, en particulier, de RESOCAD, qui permet de réaliser des représentations linéaires, en couleur et largeur de trait, et des représentations ponctuelles, sous formes de diagrammes en barres ou de « camemberts ».

## L'exploitation des données

La première exploitation systématique des données a été effectuée en 1994 et a abouti à un premier rapport, devant servir de base à un contrat d'agglomération entre le SIVOM et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

Pour cette première exploitation, on s'est limité à l'échelle intercommunale : pour identifier les apports propres à chacune des vingt communes du syndicat desservies par des stations d'épuration intercommunales, l'exploitation des données issues de trente et un postes télésurveillés, complétées par des données plus ponctuelles relevées sur sept postes non télésurveillés, a été nécessaire compte tenu de la structure du réseau. En

outre, les apports propres à certaines communes aval n'ont pu être obtenus que par différence, ce qui nuit à la précision et à la fiabilité des résultats. Pour des raisons de délais, cette exploitation des données a également été limitée dans le temps. Trois périodes d'environ un mois chacune ont été sélectionnées pour représenter trois types de contextes hydrologiques :

- hors saison touristique, nappe basse (février 1993),
- hors saison touristique, nappe haute (janvier-février 1994),
- haute saison touristique, nappe basse (août 1993).

Cette exploitation a porté sur deux thèmes :

- les apports d'eaux parasites,
- les problèmes de dimensionnement, qui peuvent être directement liés aux précédents ou non.

### Les apports d'eaux parasites

Les représentations choisies (fig. 5 et 6) permettent de :

- quantifier globalement l'ampleur du problème au niveau des stations d'épuration,
- préciser la contribution absolue de chaque commune à chaque type d'apport,
- hiérarchiser les efforts à partir d'un indice qui combine contribution absolue et ratios.

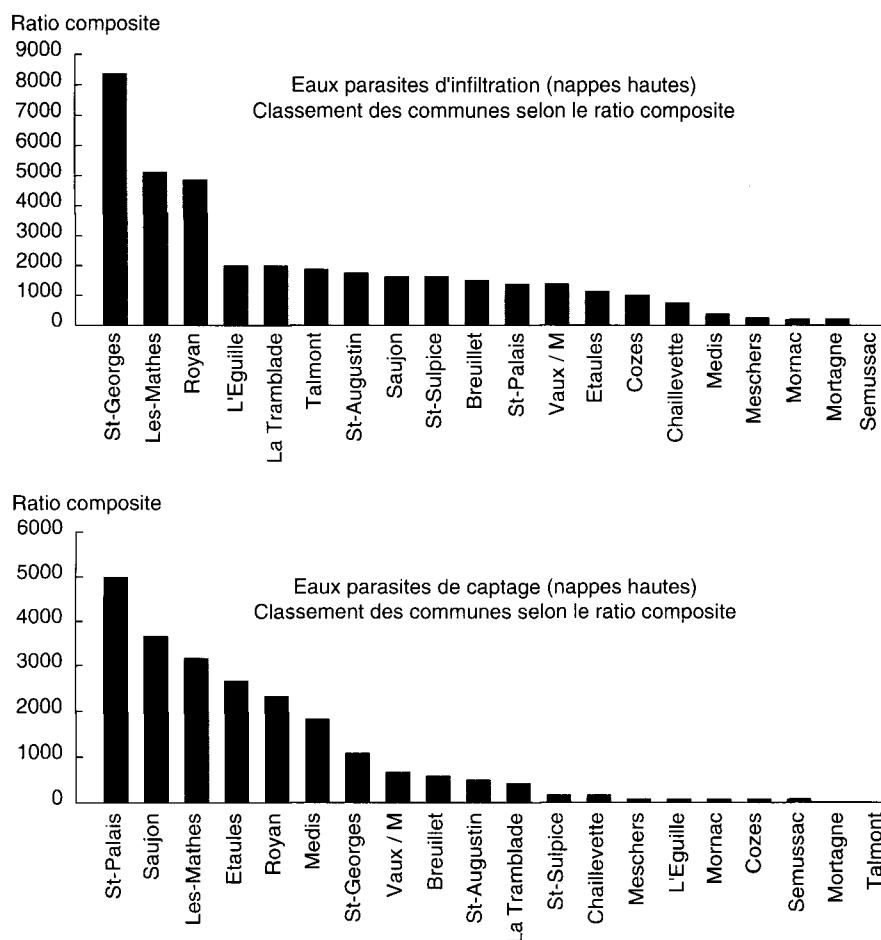
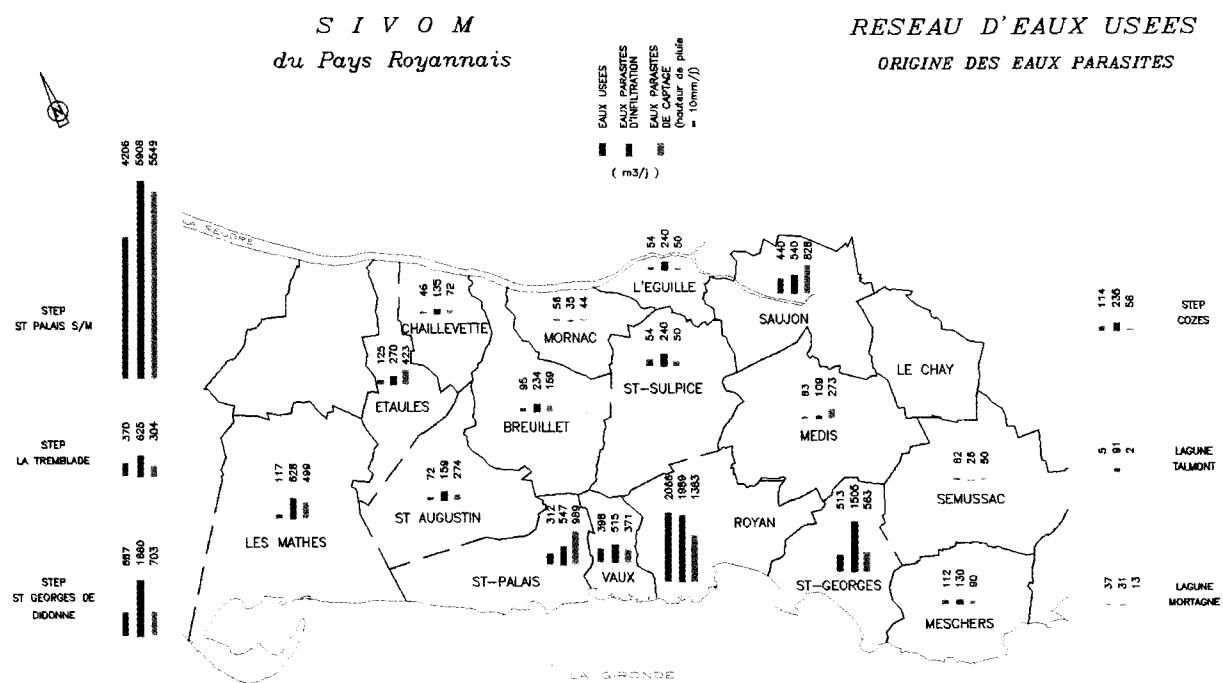
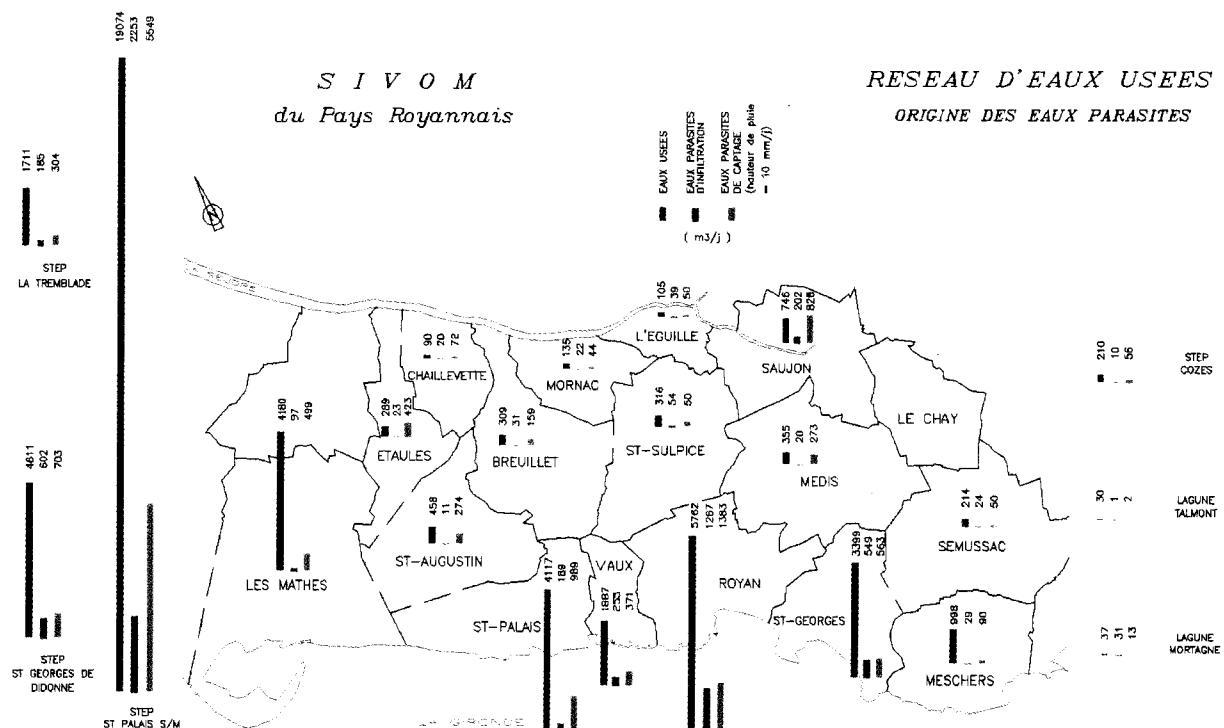


Fig. 5 -  
Représentations graphiques pour la hiérarchisation des apports d'eaux claires parasites.

**Fig. 6 - Représentations cartographiques des apports d'eaux claires parasites à l'échelle intercommunale**

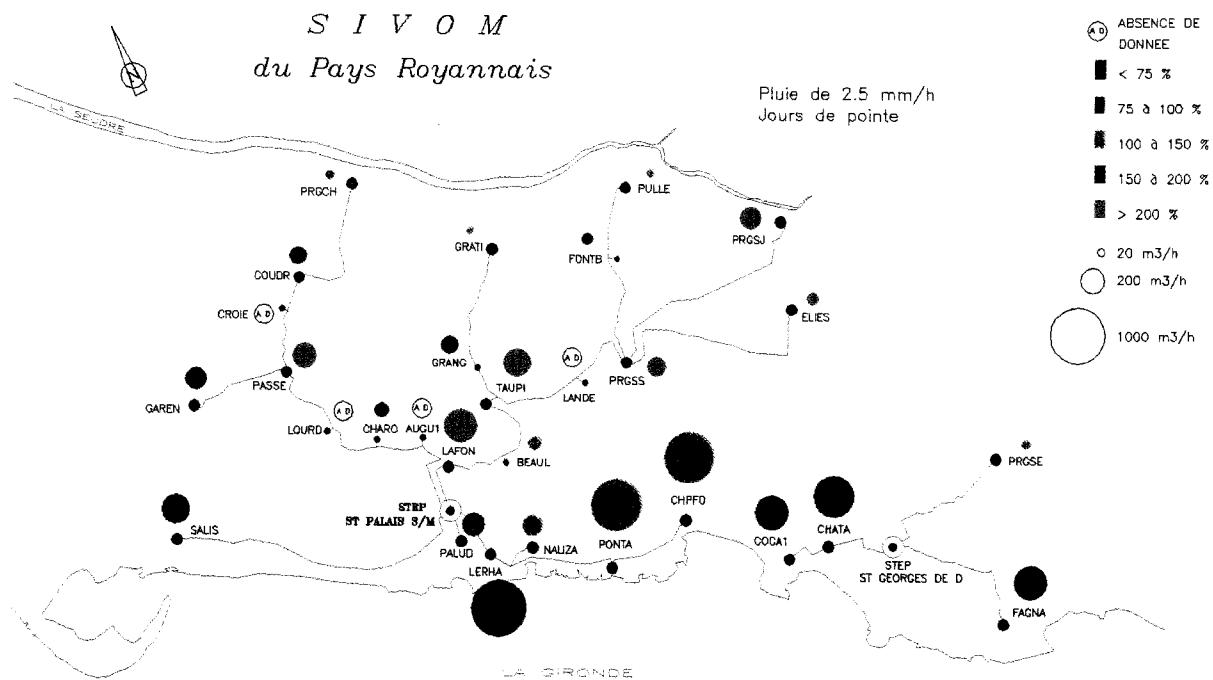


a. Hors saison touristique nappe haute.

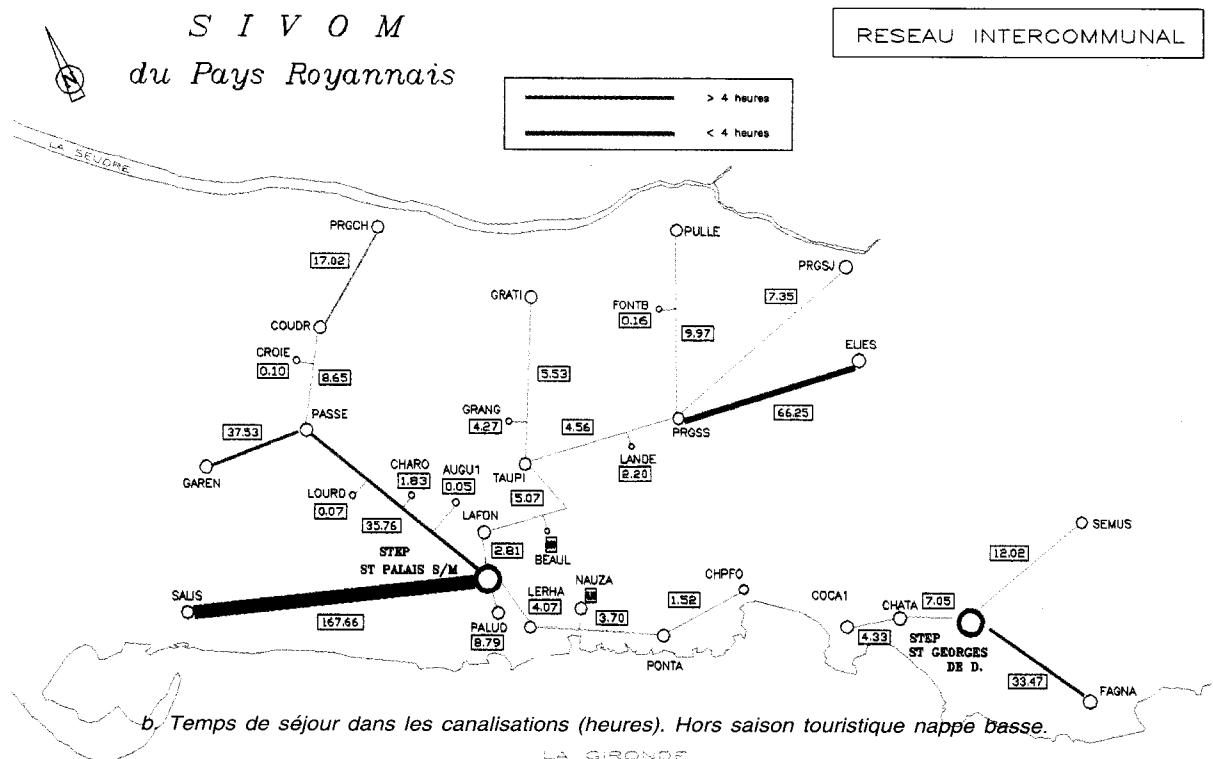


b. Saison touristique nappe basse.

**Fig. 7 - Représentations cartographiques relatives au dimensionnement des postes de relèvement**



a. Taux d'utilisation horaire des capacités de pompage aux heures de pointe.



Les ratios corrigent les effets de taille et prennent en compte l'une des conséquences fâcheuses des apports parasites, à savoir la dilution des effluents. Cet indice est exprimé de la manière suivante :

$$I = (((ECP/EU) \times 10 + (ECP/L)) \times ECP/10)$$

avec

- ECP : volume journalier d'apport parasite d'un type donné (EPI ou EPC) dans des conditions hydrologiques données,
- EU : volume journalier d'eaux usées permanentes (hors saison).
- L : longueur du réseau en kilomètre.

Bien que l'homogénéité de cette expression laisse à désirer, elle est néanmoins efficace pour faire ressortir des contrastes entre les situations des différentes communes. Un classement des communes selon ce critère a ensuite servi de base à la construction de courbes de débits cumulés et de linéaires cumulés.

#### Indicateurs relatifs au dimensionnement du réseau

Même si à terme la réduction des apports parasites, et en particulier des eaux parasites de captage, représente un objectif prioritaire, cette diminution ne peut être immédiate, ni totale. Des augmentations des capacités de transit peuvent constituer rapidement un premier élément de réponse aux risques de surverse. Mais des problèmes de dimensionnement peuvent apparaître indépendamment des apports parasites, notamment du fait de l'importance de la population saisonnière. Pour les appréhender, on a défini plusieurs indicateurs (fig. 7) :

- le taux d'utilisation des capacités de pompage aux heures de pointe par temps sec. Ce paramètre a été défini comme le temps de fonctionnement rapporté à l'heure de la combinaison de pompes la plus performante. Cet indicateur permet de faire une première approche sur le dimensionnement des pompes, afin de pouvoir faire face aux surcharges hydrauliques résultant des eaux parasites de captage lors des jours de pointe par temps de pluie (au-delà d'un taux de 80 %, on considère qu'il y a risques de surverse). Il peut être complété par une estimation directe des débits de pointe d'eaux parasites de captage : une première approche de ce type a été faite en se basant sur un intensité de pluie de 2,5 mm/h ;
- le temps de séjour dans les canalisations de refoulement. Il s'agit d'un temps de séjour moyen basé sur les débits journaliers et relatif à chaque canalisation de refoulement. Cet indicateur est susceptible d'éclairer les réflexions menées dans le cadre de la lutte contre les odeurs ;

- les vitesses maximale et minimale dans les canalisations. Ces vitesses sont calculées pour les débits instantanés de la pompe la moins performante (vitesse minimale) et de la combinaison de pompes la plus performante (vitesse maximale). La vitesse minimale constitue également un indicateur vis-à-vis des phénomènes de production d' $H_2S$ . La vitesse maximale est utile dans les réflexions menées en cas d'insuffisance des capacités de pompage.

#### Utilisation des résultats

L'exploitation des données telle qu'elle vient d'être présentée a permis de déboucher sur des conclusions pratiques et, en particulier, a permis :

- d'établir un état initial du fonctionnement du système d'assainissement ;
- de dégager des objectifs et des priorités pour la recherche (puis la suppression) des eaux parasites d'infiltration et de captage. Pour les eaux parasites d'infiltration, l'objectif prioritaire concerne les apports permanents (zones marécageuses) pour lesquels un objectif de réduction de 50 % est retenu et pourrait être atteint en concentrant les efforts sur 30 % du linéaire de huit communes (soit 65 km). Pour les eaux parasites de captage, un taux de réduction de 75 % est apparu comme réaliste (cf. paragraphe « Améliorations souhaitables ») et l'effort prioritaire concerne sept communes (dont cinq sont également concernées par les eaux parasites d'infiltration) ;
- d'identifier les points sensibles du système de transfert intercommunal : seize postes de relèvement ne disposent pas d'une réserve de capacité suffisante et devront faire l'objet d'analyses plus détaillées ;
- de prédimensionner des bassins-tampons sur les postes de relèvement littoraux stratégiques, pour éviter qu'une panne électromécanique se traduise par une surverse immédiate. Ces bassins sont dimensionnés sur le débit de pointe de temps sec en haute saison, difficiles à connaître autrement que par des mesures continues. Ils pourront, le cas échéant, atténuer l'impact d'événements pluviométriques.

#### Efficacité des opérations de remise en conformité

D'après ce qui vient d'être présenté jusqu'ici, le diagnostic permanent pratiqué sur le SIVOM du pays de Royan ne semble guère se distinguer d'une étude diagnostic classique, si ce n'est que la longue période de mesures disponibles permet de sélectionner au mieux des périodes représentatives. Mais on a vu qu'il n'était qu'en début de phase opérationnelle et on évoquera plus loin ses perspectives d'évolution.

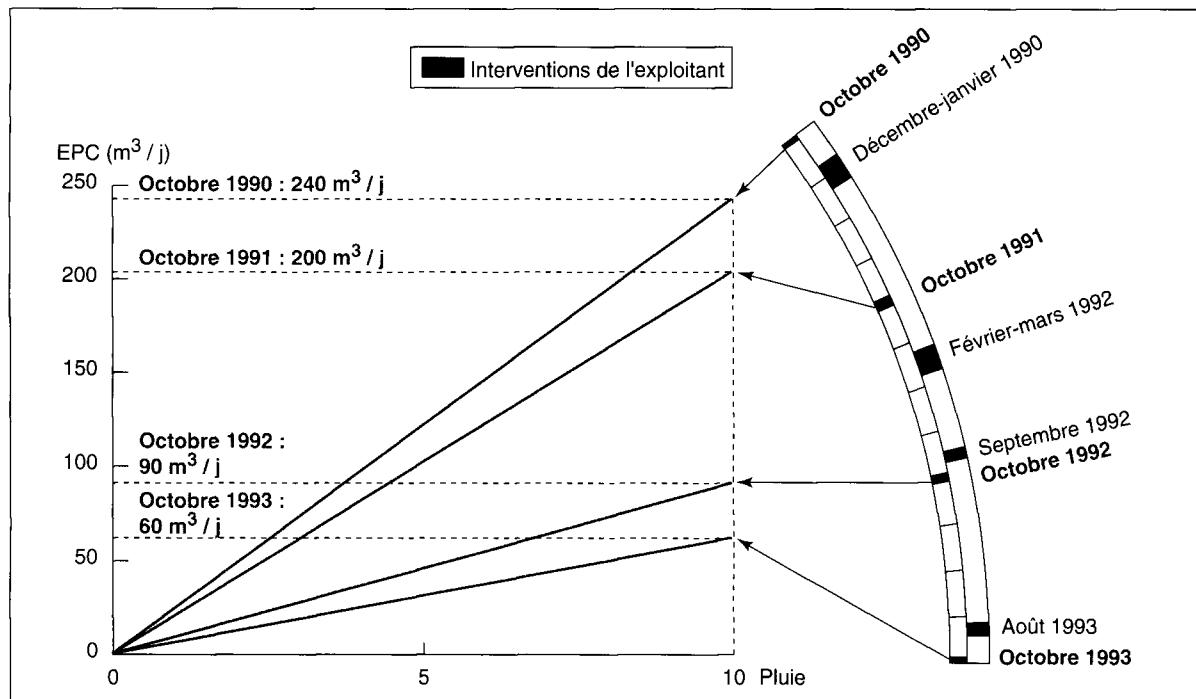


Fig. 8 - Suivi de l'efficacité des remises en conformité des raccordements  
(DDE 17, subdivision de Royan - Diagnostic permanent - Exploitations novembre 1993.  
Efficacité des campagnes de tests à la fumée. Poste de relèvement de Nauzan).

On dispose cependant d'un exemple illustrant ce que pourrait être à terme le système de diagnostic permanent : un tableau de bord, mis à jour non pas en temps réel comme un synoptique de télégestion, mais à l'échelle mensuelle et surtout annuelle, pour suivre les tendances d'évolution du système. Cet exemple concerne une commune, pour laquelle on possède des données depuis 1990 sur le poste de relèvement général, qui a fait partie de la première tranche d'équipement de la télégestion. Plusieurs campagnes de tests à la fumée et de remise en conformité ont été réalisées sur cette commune et on peut « lire » directement l'efficacité des résultats sur la figure 8, montrant la réduction de 75 % des surfaces imperméables au fil des ans. Les calculs de surface active sont effectués au mois d'octobre afin de s'affranchir des problèmes de ressuyage.

#### Dimensionnement de bâches de stockage

Les grosses canalisations de transport intercommunales nécessitent une fiabilité d'exploitation maximale, compte tenu de l'importance des volumes transités et de la sensibilité des milieux récepteurs. Le maître d'ouvrage a donc décidé la mise en place d'un premier programme visant à améliorer la fiabilité de fonctionnement de l'antenne urbaine Royan/Saint-Palais-sur-Mer, implantée en zone littorale et assurant le transfert de 12 000 mètres cubes par jour.

La disponibilité permanente des équipements ne peut être assurée à 100 % (mise en sécurité élec-

trique de certains organes, obstruction imprévisible des pompes, etc.), et l'intervention du personnel d'astreinte nécessite un délai minimal après la remontée des alarmes au poste central. Afin d'éviter la surverse d'effluents sur les plages urbaines de Royan, Saint-Palais-sur-Mer et Vaux-sur-Mer en cas de défaut de pompage, le syndicat a donc décidé de réaliser quatre bassins-tampons d'eaux de surverse d'un volume utile de 2 800 m<sup>3</sup>, 1 000 m<sup>3</sup> et deux fois 500 m<sup>3</sup>. La figure 9 illustre la conception d'un de ces bassins.

L'étude des flux hydrauliques, telle qu'elle est réalisée dans LADRE, a permis de dimensionner ces bassins sur la base des débits horaires aux heures de pointes observées au mois d'août 1993, et d'une durée maximale de panne de 3 h. Les valeurs retenues tiennent compte des prévisions d'accroissement démographique à l'horizon du schéma directeur établi par le SIVOM, mais ne tiennent pas compte des apports pluviaux résiduels prévus après remise en conformité des branchements (soit 25 % des eaux parasites de captage actuelles), afin de ne pas grever le coût d'ouvrages ne devant fonctionner que de façon très exceptionnelle. Il ne fait pas de doute, cependant, que ces bassins seront sollicités même en l'absence de pannes, en cas d'événement pluvieux important coïncidant avec les heures de pointe d'afflux des eaux usées, et conduisant à un dépassement des capacités de pompage.

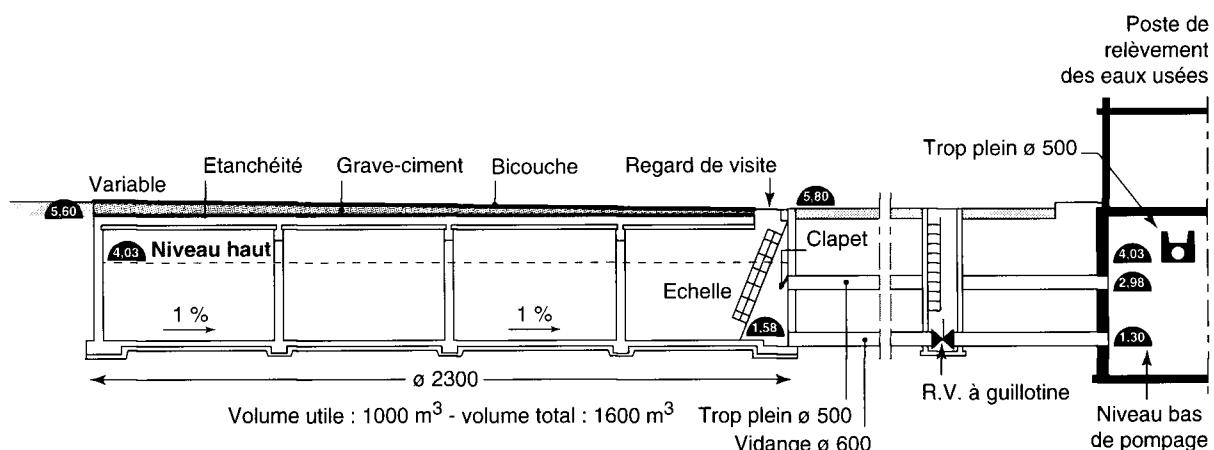


Fig. 9 - Coupe d'un bassin-tampon de fiabilisation de poste de relèvement.

## Perspectives

Le diagnostic permanent mis en place à Royan a atteint une première étape opérationnelle. Par son principe même il doit se poursuivre, mais il doit également évoluer. En effet, un certain nombre d'imperfections ou de lourdeurs doit être résorbé. Par ailleurs, les informations prises en compte et leur analyse peuvent être enrichies et affinées.

## Améliorations souhaitables

Elles portent tout d'abord sur les différents outils logiciels, puis sur leur intégration et l'automatisation des tâches. Les applications sous SMART seraient à transposer sous un outil plus actuel (EXCEL + ACCESS, par exemple) et LADRE serait à réécrire, notamment ses fonctions d'interprétation, en utilisant des outils de développement sous Windows. On recherchera également des outils cartographiques adaptés à cet environnement et permettant une standardisation de la présentation des résultats. Enfin, le logiciel de télégestion lui-même devrait connaître une évolution considérable avec la mise en place d'un nouveau logiciel, sous Windows (LERNE II ou AQUALIX).

D'autres améliorations seraient à apporter au niveau de la collecte d'informations et, notamment, de la quantification des surverses : paramétrage fiable de leur détection, mise en place de moyens de mesure (déversoirs, capteurs de hauteurs précis) sur les plus importantes. Le matériel mobile de mesure (débitmètres) serait également à mettre à jour.

Enfin, la mise en place de points de mesure gravitaires permanents est prévue pour avoir un découpage plus homogène et, surtout, pour s'affranchir des erreurs d'estimations des communes

dont les apports sont estimés par différence entre postes intercommunaux.

## Évolutions

Elles concernent tout d'abord la prise en compte d'une échelle géographique plus fine, autrement dit l'échelle infracommunale, dans un premier temps définie par les postes de relèvement télétransmis, puis par des postes non télétransmis et par des points de mesure gravitaires. Ce changement d'échelle vis-à-vis de l'exploitation des résultats de mesure devrait s'accompagner d'un niveau de précision analogue dans les données relatives au contexte. Pour les linéaires de réseau, cela ne pose aucun problème puisque tout a été saisi sous AUTOCAD. Pour les nombres d'abonnés, des compilations spécifiques des fichiers de la CER seront nécessaires.

D'autres évolutions concernent la prise en compte de l'aspect temporel dans toute sa variabilité : la sélection de périodes « représentatives » est plus ou moins arbitraire et la variabilité au cours du temps constitue une caractéristique importante pour plusieurs types d'apports. Cela est particulièrement net pour les infiltrations et le drainage rapide, mais aussi pour les mauvais branchements et les surverses, pour lesquels il va falloir raisonner non plus seulement en volumes mais aussi en débits, et pour les eaux usées dont la variabilité très importante est liée au caractère touristique de la zone desservie.

## Conclusion

Le concept de diagnostic permanent connaît actuellement un regain d'intérêt, et le terme commence à entrer dans le vocabulaire courant, en relation avec les prescriptions des nouvelles directives européennes sur l'assainissement des

agglomérations et leur transposition dans le droit français. Mais cette désignation recouvre divers objectifs, et les moyens à mettre en œuvre restent souvent à définir. À Royan, elle a l'avantage de correspondre à une réalité. Celle-ci s'est développée progressivement, sur la base d'un système de télégestion classique. Sur cette base, il a fallu greffer divers compléments, matériels et logiciels, pour qu'un outil conçu pour des

objectifs d'exploitation puisse être mis à contribution pour des besoins de gestion à moyen terme. Autour de cet outil, le maître d'ouvrage et son conseil technique, l'exploitant et les maîtres d'œuvre, peuvent unir leurs compétences et présenter aux élus et à l'Agence de l'Eau Adour-Garonne des programmes clairs et des bilans lisibles, permettant d'évaluer la pertinence des dépenses consenties.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] JOANNIS C. (1991), Le diagnostic permanent des réseaux eaux usées, *Bull. liaison Labo. P. et Ch.*, **174**, juil.-août, pp. 71-79.
- [2] DUREPAIRE M., BALADES J.-D. (1991), Un contrôle centralisé pour un diagnostic permanent d'un réseau d'eaux usées : cas du SIVOM de la Presqu'île d'Arvert, *Bull. liaison Labo. P. et Ch.*, **174**, juil.-août, pp. 81-91.
- [3] JOANNIS C. (1993), *Les études diagnostic de réseaux d'assainissement. Analyse rétrospective et propositions*, Études et recherches des LPC, **EG 9**, oct., 134 p.

#### ABSTRACT

##### An operational application of the procedure of permanent diagnosis of a sewage system

The establishment of a remote management system in the territory of the Syndicat Intercommunal à Vocations Multiples (SIVOM) in the Royan area involved the development of a diagnosis procedure, initiated by the Direction Départementale de l'Équipement (DDE) and motivated by the results of a previous diagnostic investigation. Thus the remote management system meets the requirements not only of the user, by rapidly detecting anomalies, but also of the project manager, by feeding a memory which itself makes it possible to establish and monitor indexes of quality and reliability, and also to extract structural design data for modifications to the system. This meant adapting the data-gathering system (remote management + external data) to this twin objective, as well as developing appropriate information technology facilities for analysing and consolidating the mass of information gathered. These facilities still remain to be improved, but the data has already been put to use in the intermunicipal area.