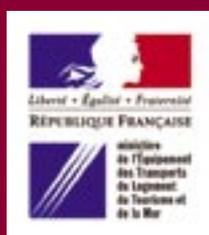
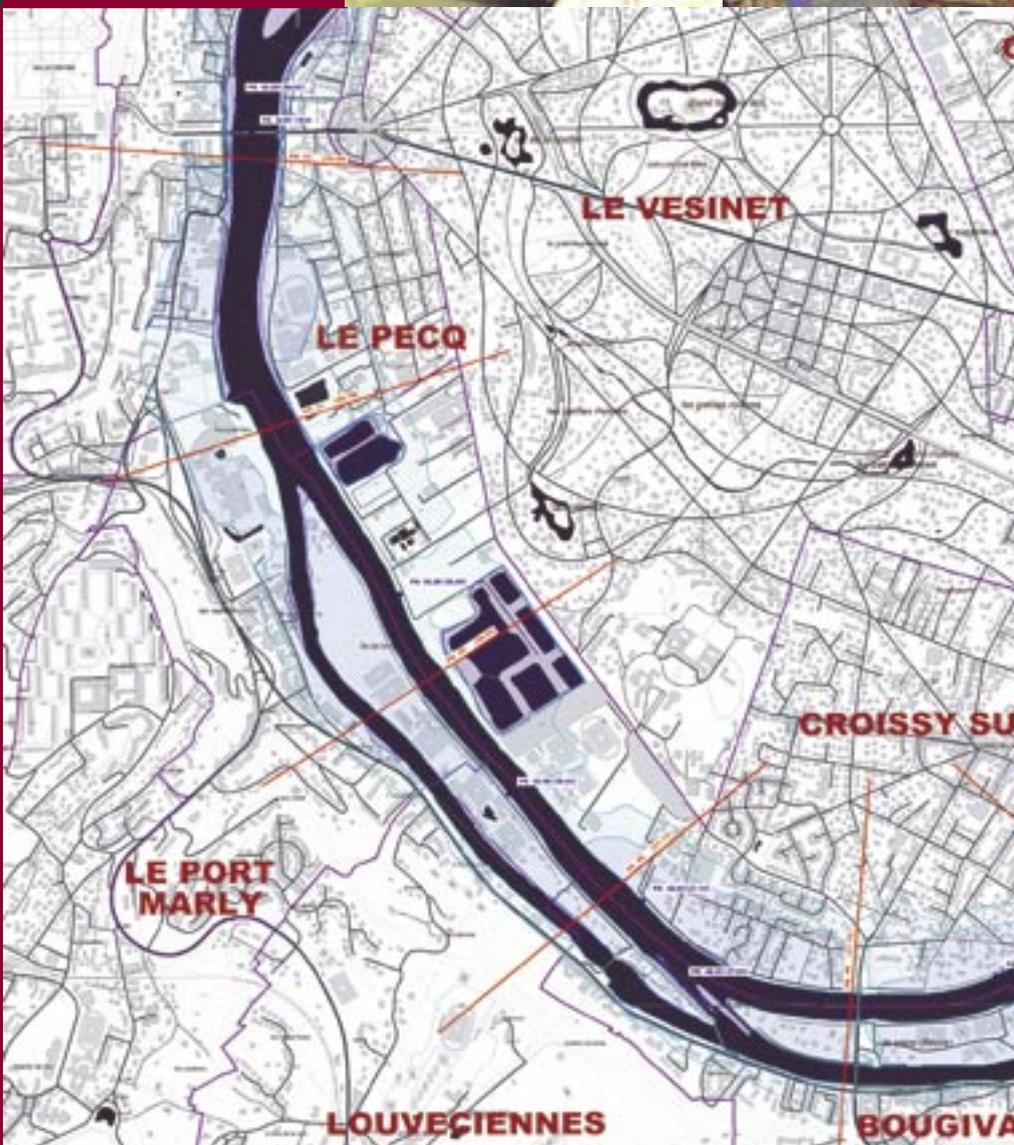


# ISTED

## Systèmes d'information géographique et gestion durable de l'eau

*Geographic information systems and sus-  
tainable water management*



Cet ouvrage, réalisé dans la perspective du III<sup>ème</sup> Forum Mondial sur l'Eau (Kyoto, 16-23 mars 2003) est le résultat d'un partenariat entre l'Institut des Sciences et Techniques de l'Équipement et de l'Environnement pour le Développement (ISTED), du Conseil National de l'Information Géographique (CNIG) et de la Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques du ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer (DRAST/METLTM).

Sa réalisation a été menée à bien par un comité de pilotage réunissant, Gilles ANTIER, directeur des Affaires internationales de l'IAURIF, Josette LE-FOLL-PICOU, chargée de mission à la Direction des Affaires économiques et internationales (DAEI) du ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, et, Patrice GEIGER, chargé de mission au Conseil national de l'information géographique (CNIG), sous la direction de Veronica RENGIFO, chargée de mission au pôle «Ville» de l'ISTED.

*This publication, prepared for the forthcoming IIIrd World Water Forum (Kyoto, 16-23 March 2003) is the result of a partnership between the Institut des Sciences et Techniques de l'Équipement et de l'Environnement pour le Développement (ISTED), the Conseil National de l'Information Géographique (CNIG – National Council for Geographic Information) and the Directorate of Research, Science and Engineering of the Ministry of Public Works, Transport, Housing, Tourism and the Sea (DRAST/METLTM).*

*It has been drawn up by a Steering Committee consisting of the following members: Gilles ANTIER, Director of International Action, IAURIF, Josette LE-FOLL-PICOU, Task Officer, Department of Economic and International Affairs, Ministry of Public Works, Transport, Housing, Tourism and the Sea, and Patrice GEIGER, Task Officer, National Council for Geographic Information, under the direction of Veronica RENGIFO, Task Officer, «Cities Department», ISTED.*

# Editorial

L'eau est au centre des débats pour son rôle essentiel dans la satisfaction des besoins vitaux humains élémentaires comme la santé ou l'alimentation. Pour faire avancer le développement et faire disparaître la pauvreté, les Nations unies ont fixé, parmi les objectifs du millénaire à atteindre d'ici 2015, celui d'assurer la durabilité des ressources écologiques. L'annonce faite au Sommet du Développement Durable de Johannesburg (26 août - 4 septembre 2002) de réduire de moitié la part de la population qui n'a pas accès à l'eau potable et à l'assainissement montre bien le défi auquel sont confrontés les gouvernements. En effet, encore un habitant sur cinq n'a pas accès à l'eau potable et presque un habitant sur deux ne dispose pas de moyens d'assainissement convenables<sup>1</sup>. Ce sont néanmoins deux composantes incontournables dans l'accès aux services essentiels.

La gestion des ressources en eau est une responsabilité qui doit être partagée par tous. La création d'un environnement propice qui permette une approche holistique et intégrée des ressources, la fourniture de services adéquats pour améliorer les conditions de vie des êtres humains, la disponibilité d'eau douce, la protection des écosystèmes ou encore la gestion des risques liés à l'eau comme les inondations ou la pollution, sont autant d'éléments qui nous concernent et de défis à relever au 21<sup>ème</sup> siècle<sup>2</sup>.

Le troisième Forum Mondial sur l'Eau qui se tiendra à Kyoto du 16 au 23 mars 2003, est l'occasion de prendre part à un dialogue mondial sur les solutions à adopter pour une gestion plus durable de la ressource en eau. Celle-ci repose autant sur des considérations politiques, financières et institutionnelles que techniques. L'information géographique est au cœur des évolutions technologiques qui peuvent apporter une réponse aux besoins en matière de données dans le domaine de l'eau. C'est pourquoi, l'ISTED et le CNIG<sup>3</sup>, avec le concours de la Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques du ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, ont décidé de consacrer ce volume à la place que peuvent avoir les systèmes d'information géographique pour l'amélioration des conditions de la gestion de l'eau.

L'élaboration de systèmes d'information implique une collaboration de partenaires divers du secteur public (collectivités locales, services décentralisés de l'Etat...) et privé (bureaux d'études, entreprises...) nécessaire à la gestion intégrée des bassins. Les applications sont autant d'outils pour la mise en œuvre de politiques de protection, de suivi et de prospective. L'expérience française dans ces domaines est variée et nous avons choisi de présenter ici un recueil qui montre des réalisations concrètes qui peuvent être une contribution à la réflexion sur l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication au service de l'environnement et du développement durable.

**Jean-Pierre DUFAY**  
*Président du pôle «Ville»,  
ISTED*

# Editorial

The key role played by water in meeting vital elementary human needs, such as health or food, has placed it at the centre of debate. To advance development and eradicate poverty, the United Nations have set millennium goals to be achieved by 2015, which include the sustainability of ecological resources. The announcement made at the Sustainable Development Summit in Johannesburg (26 August – 4 September 2002), which aims to halve the proportion of the population without access to drinking water and sanitation, clearly demonstrates the challenge facing governments. One in five people lacks access to drinking water and nearly one in two does not have proper sanitation facilities.<sup>1</sup> Yet they are two key components of access to essential services.

The management of water resources is a responsibility that must be shared by all. The creation of a favourable environment that will enable a holistic, integrated approach to resources, the provision of adequate services to improve mankind's living conditions, the availability of fresh water, the protection of ecosystems or the management of water-related hazards such as floods or pollution, are all matters of concern to us and challenges to be tackled in the 21st century<sup>2</sup>.

The third World Water Forum to be held from 16 to 23 March 2003 in Kyoto is the opportunity to take part in a global dialogue on solutions to be adopted for more sustainable management of water resources. The considerations underlying this management are as much political, financial and institutional as technical. Geographic information is high on the agenda of technological developments able to respond to needs for data on water. It was for this reason that ISTD and CNIG<sup>3</sup>, with the help of the Directorate of Research, Science and Engineering of the Ministry of Public Works, decided to devote this volume to the role that geographic information systems can play in improving conditions of water management.

The development of information systems involves the collaboration of partners from the public sector (such as local authorities or decentralized State departments) and the private sector (consultants, contractor companies, etc.) which is necessary for the integrated management of basins. The applications are all tools for the implementation of protection, monitoring and long-range planning policies. French experience in these fields is diverse and we have chosen to present here a collection of practical achievements that can provide input for work and discussion on the use of new information and communication technologies dedicated to the environment and sustainable development.

**Jean-Pierre DUFAY**

*President of the «Cities Department»,  
ISTED*

1 The Human Development Report of the United Nations Development Programme (UNDP) announces figures for 2000 of 1.1 billion people without access to drinking water and 2.4 billion without any form of sanitary facilities.

# Introduction

## *SIG : de l'information géographique au développement durable*

Aborder l'eau dans une perspective à long terme implique une approche complexe prenant en compte différentes dimensions. Une dimension socio-économique pour optimiser la gestion de l'eau dans tous les secteurs d'activité économique ; sociale pour permettre un accès égal pour tous à la ressource ; environnementale car la politique de l'eau doit être intégrée dans une perspective plus large comme celle de l'aménagement du territoire, de la gestion des risques ou des mesures de protection des écosystèmes ; enfin, politique en impliquant l'ensemble des partenaires, bénéficiaires et usagers dans la décision. Cette vision holistique est indispensable pour agir en faveur de la préservation et de la prise en compte la mieux adaptée de ce milieu.

L'eau s'inscrit dans un système complexe dont la bonne gestion dépend des moyens de connaissance et d'accès à l'information. L'utilisation des technologies de l'information et de la communication offre un vaste panorama de possibilités pour établir de nouvelles approches pour la collecte et l'utilisation des données sur l'eau, tout en révolutionnant l'efficacité de l'information et le rapport coût-efficacité des programmes de données. A cet égard, les systèmes d'information géographique (SIG), qui allient la cartographie et la gestion de base de données, offrent des représentations optimisées et individualisées de ce milieu où les acteurs sont nombreux.

Les systèmes d'information géographique permettent de relever le défi de la connaissance de la ressource tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Par exemple, l'accès à des informations sur l'hydrographie et le milieu aquatique d'un cours d'eau superposées à des informations comme les réseaux de communication existants facilite l'étude du milieu naturel et de sa réponse face à l'activité humaine. Les organismes de gestion de bassin peuvent aussi disposer d'éléments pour définir des solutions techniques, planifier et programmer à moyen et long terme, informer et sensibiliser. Les SIG, qui concernent autant les eaux superficielles que souterraines, participent, de cette façon, à la protection et à la restauration de la ressource en eau, à la gestion de sa qualité en surveillant l'état de son exploitation ou

en optimisant les réserves en eau potable en milieu urbain dans un souci de transparence et d'accessibilité.

Les systèmes d'information géographique et les outils de modélisation cherchent à représenter au mieux une réalité, soit en reconstituant les relations spatiales, soit en traduisant des évolutions temporelles entre les objets. L'intégration de la vision cartographique permet en outre, d'avoir, pour un problème donné, des points de repère qui rendent l'outil vivant et convivial pour en faire un moyen d'information pour tous et également un élément incontournable pour l'aide à la décision dans ces cas aussi diversifiés que la gestion d'un parc marin au Honduras ou les aménagements hydro-agricoles au Sénégal.

Ainsi, en intégrant des informations cartographiques et des données sur le milieu naturel, humain, économique, industriel... les systèmes d'information géographique apportent des réponses aux enjeux locaux de la gestion et de la planification du territoire, tout en prenant en compte les risques environnementaux. L'information géographique et la production, consultation ou exploitation de données cartographiques sont primordiales pour les différents acteurs qui interviennent sur la problématique des risques environnementaux. Ces données sont utiles dans les différentes phases de la gestion du risque pour permettre d'établir des plans de prévention des risques, délimiter des zones réglementaires, définir des plans d'intervention, protéger et réduire les impacts, mobiliser des équipes d'intervention, procéder à des évaluations économiques, appréhender la vulnérabilité. Plus généralement, elles contribuent à améliorer des politiques de prévention et de gestion de crise. Par exemple, ces données sont importantes pour projeter des scénarios d'urbanisation et d'aménagement sur l'hydrographie d'un bassin versant.

L'association d'informations géographiques, techniques et économiques est ainsi rendue possible et permet de mettre en regard les informations nécessaires à la gestion des réseaux d'adduction d'eau, de faciliter les interventions de maintenance ou encore de prévoir les extensions nécessaires du réseau face à la croissance démographique et urbaine. Il est dès lors possible d'optimiser le service de distribution en vue de permettre un rendement élevé d'une ressource limitée et coûteuse à produire et à distribuer. L'utilisation des SIG rend plus aisée une gestion qui combine à la fois les aspects de maintenance, de renouvellement du réseau, d'amélioration de la gestion commerciale et d'optimisation des plans d'investissement de renouvellement ou de réhabilitation du réseau.

Les SIG offrent donc la possibilité de disposer de données historiques et actualisées sur la qualité de la ressource, sa disponibilité, sa gestion dans le cadre des réseaux d'adduction d'eau ou de situations de risque, et de les optimiser en les alliant à la cartographie. Or, les résultats de cet outil ne peuvent être fiables que si la qualité des données est vérifiée.

Les différentes études de cas présentées rendent compte de la diversité des utilisations appliquées à la gestion de l'eau. Ainsi, est abordé l'apport que peuvent avoir les SIG pour la gestion des ressources en eau en France comme à l'étranger (Russie, Uruguay, Honduras). La question de grande actualité du risque et des moyens de prévenir les impacts négatifs des catastrophes naturelles par des moyens d'alerte et d'anticipation en vue de protéger les populations, a aussi toute sa place dans la discussion. Enfin, la question de l'accès à l'eau potable pour tous est abordée à travers le regard porté aux réseaux pour veiller à la qualité de sa distribution. Tous ces éléments montrent que les SIG sont des outils performants qui offrent de nouvelles et riches perspectives pour tous les processus de gestion et pour la conduite de la politique de l'eau.

**François PERDRIZET**

*Directeur,  
Direction de la Recherche  
et des Affaires Scientifiques et Techniques  
Ministère de l'Équipement, des Transports,  
du Logement, du Tourisme et de la Mer*

**Michel BARBIER**

*Président,  
Conseil National de  
l'Information Géographique*

# Introduction

## *GIS: From geographic information to sustainable development*

The mainstreaming of water into a long-term perspective requires a complex approach that takes different dimensions into account. A socio-economic dimension to optimize water management in all sectors of economic activity; a social dimension to provide equal access for all to the resource; an environmental dimension because a water policy must be integrated into a more broad-based perspective such as that of land use planning, hazard management or ecosystem protection measures; and lastly a political dimension involving all partners, beneficiaries and users in decision-making. Such a holistic vision is essential in order to take action conducive to the preservation and the most appropriate handling of this medium.

Water forms part of a complex system for which means of knowledge and information access are a vital part of good management. The use of information and communication technologies offers a vast range of possibilities for establishing new approaches to the collection and use of water data while revolutionizing information efficiency and the cost-benefit ratio of data programmes. In this respect, geographic information systems (GIS) which combine mapping and database management, offer optimized, individualized representations of this medium, where there are many actors.

Geographic information systems enable the challenge of resource knowledge to be met both from a quantitative and a qualitative point of view. For instance, access to information on hydrography and the aquatic environment of a river, superimposed on information such as existing communication systems, facilitates study of the natural environment and its response to human activity. Basin management organizations can thus be provided with input for defining technical solutions, planning and programming on a medium and long-term basis, and for information and awareness-raising actions. As a result, GIS systems, which concern both surface and subsurface water, participate in the protection and restoration of the water resource, and in the management of water quality by monitoring the status of use and by optimizing drinking water reserves in urban areas, in the interests of transparency and accessibility.

Geographic information systems and modelling tools aim to create the best possible representation of reality either by reconstructing spatial relations or by determining time trends between objects. Furthermore, the integration of the cartographic vision provides landmarks for a given problem and creates a dynamic, user-friendly tool that is not only a means of information for all but also an essential decision-aid component in cases as diverse as the management of a marine park in Honduras or irrigation schemes in Senegal.

By integrating mapping information and data on the natural, human, economic and industrial environment, geographic information systems provide a response to local management and land use planning challenges while taking into account environmental hazards. Geographic information and the generation, consultation or use of mapping data are essential to practitioners dealing with environmental hazard problems. These data are useful for the different phases of hazard management to draw up risk prevention plans, determine regulatory areas, prepare response plans, protect against and reduce impacts, mobilize response teams, make economic assessments, identify vulnerability and thereby make improvements to policies and to crisis management. These data are important, for instance, for projecting urbanization and planning scenarios onto the hydrography of a catchment basin.

It is thus possible to associate geographic, technical and economic information in order to match up the information required for the management of water supply networks, facilitate maintenance work, or make provision for the network extensions required to cope with demographic and urban growth, by monitoring consumption to predict its patterns of change. In this way, the water supply service can be optimized towards providing high output of a limited resource that is costly to produce and distribute. The use of GIS thus facilitates management able to combine the aspects of maintenance, network renewal, improvement of commercial management and optimization of investment plans for network renewal or rehabilitation.

The potential of GIS systems is used to provide historical and actual data on the quality and availability of the resource and its management in water supply networks or in hazard situations, and to optimize these data by linking them with mapping. However, the results of this tool can only be reliable if the quality of the data is verified.

The case studies presented here reflect the diversity of uses applied to water management. They address the contribution of GIS to the management of water resources both in France

to protect populations is also of vital importance. Lastly, the question of access to drinking water for all is addressed through network appraisals with a view to ensuring the quality of the water supply. These are thus the elements which demonstrate that GIS systems are tools offering rich new prospects for all water policy management and implementation processes.

**François PERDRIZET**

*Director,  
Directorate of Research,  
Science and Engineering  
of the Ministry of Public Works, Transport,  
Housing, Tourism and the Sea*

**Michel BARBIER**

*President,  
National Council  
for Geographic Information*

# Sommaire

## LA CONNAISSANCE ET LA GESTION DE LA RESSOURCE 17

- BD Carthage, un référentiel spatial de l'eau en France 19  
*Etienne MARCHAND - OIEau*
- SIGMA, une gestion géographique du bassin 21  
*Nathalie SIEFERT - Agence de l'eau Rhin-Meuse*
- ADES, la banque d'accès aux données sur les eaux souterraines 25  
*Laurence CHERY – BRGM*
- Approche cartographique des périmètres de protection des captages d'eau potable 29  
*Guy TATEZ - Agence de l'eau Artois Picardie*
- Avantage d'un SIG pour la modélisation 31  
*François LAMY - Agence de l'eau Seine-Normandie*
- Système d'information sur le bassin hydrographique de la rivière Oka, Okarbis 35  
*Denis CARRA - BCEOM*
- La gestion des ressources en eau à Montevideo 39  
*Agnès CABAL - SOGREAH*
- Un programme de gestion environnementale pour la création du parc marin des îles de la Bahía 41  
*Luc DUCOURNAU - SAFEGE*

## LA GESTION DU RISQUE 45

- Types d'information et outils pour les systèmes d'information géographique et la gestion des crues 47  
*Jean Michel ROQUES - SCOT SA*
- S.I.G. et risques hydrologiques 49  
Avancées et limites de l'usage des SIG pour l'étude des bassins versants et la détermination du risque  
*Fabrice RODRIGUEZ – LCPC et Jean-Claude DEUTSCH – CERREVE*
- CALYPSEAU, cartographie, modélisation et analyse des risques 53  
*Eric GILBERT - BCEOM*

- Observatoire du Val de Saône 55  
*Agnès CABAL, SOGREAH*
- Atlas des zones inondables pour la prévention des crues : 57  
le Plan Loire Grandeur Nature  
*Alain GAUTHERON, DIREN Centre*
- Evaluation des risques de pollution accidentelle 61  
*La protection des ressources en eau potable dans le Lot et Garonne*  
*Marguerite ZAFFIRO, Général Infographie*
- SPOT, des satellites au service de l'environnement 63  
*Laurent FRESH, SPOT Image*

## **LA GESTION DES RÉSEAUX 65**

- L'eau potable à Alger 67  
*Ange CHAZE, BRL Ingénierie*
- Les SIG pour l'aide à l'exploitation des services de distribution d'eau 69  
*Exemple de cartographie et mise à jour des plans des réseaux pour la connaissance et la gestion au quotidien du réseau*  
*Jean Lucien SELIGMANN, SEURECA*
- Système d'information et de gestion numérique de l'environnement 73  
*Jean-Luc COMBRISSON, SIARCE*
- Atlas des aménagements hydro-agricoles dans le département de Dagana, 75  
Delta du Sénégal  
*Jacques PARNOT, BDPA*
- Systèmes d'information et périmètres irrigués 79  
*Les exemple du Mali, et du Nigéria*  
*Michel PASSOUANT, CIRAD*
- La gestion du réseau d'eau potable et d'assainissement. 83  
*Le cas des eaux de Marseille*  
*Frédéric ROUAS, Groupe Eaux de Marseille*
- Le système de gestion des réseaux de la Lyonnaise des Eaux France 85  
*Philippe POUYET, APIC*
- Sigles 88
- Tableaux des organismes 90

# Contents

## KNOWLEDGE AND WATER RESSOURCE MANAGEMENT 17

- BDCARTHAGE, a spatial reference system for water in France 23  
*Etienne MARCHAND, OIEau*
- SIGMA, geographic basin management 23  
*Nathalie SIEFERT, Rhin-Meuse Water Agency*
- ADES, databank for access to groundwater data 28  
*Laurence CHERY, BRGM*
- A cartographic approach to water catchment protection zones 33  
*Guy TATEZ, Picardie water Agency*
- Advantages of a GIS for modelling 33  
*François LAMY, Seine Normandie Water Agency*
- The OKA River Basin Information System OKARBIS 37  
A pilot integration of GIS and water-related data for water management in Russia  
*Denis CARRA, BCEOM*
- Water resource management in Montevideo 40  
*Agnès CABAL, SOGREAH*
- An environmental management programme for creation 43  
of the marine park of the Bahía Islands  
*Luc DUCOURNAU, Jacques GRELOT, Isabelle VALADE - SAFEGE*

## HAZARDS MANAGEMENT 45

- Types of information and tools for geographic information systems and flood management 51  
*Jean Michel ROQUES, SCOT SA*
- GIS and hydrological hazards 51  
Advances and limits in the use of GIS for studying catchment basins  
and determining flood hazard  
*Fabrice RODRIGUEZ, LCPC, and Jean Claude Deutsch, CERREVE*
- Calypseau, mapping, modelling and hazard analysis 54  
*Eric GILBERT, BCEOM*

- Val de Saône observatory 56  
*Agnès CABAL, SOGREAH*
- Atlas of flood-risk areas for flood prevention: the Plan Loire Grandeur Nature 59  
*Alain GAUTHERON, Regional Department for the Environment*
- Accidental pollution risk assessment 62  
Protection of drinking water resources in Lot et Garonne  
*Marguerite ZAFFIRO, Générale d'Infographie*
- Spot, satellites dedicated to the environment 64  
**Laurent FRESH - Spot Image**

## **NETWORK MANAGEMENT 65**

- Drinking water in Algiers 72  
*Ange CHAZE – BRL Ingénierie*
- GIS for operation support of water distribution services 71  
Examples of mapping and updating water network plans for knowledge  
and daily management  
**Jean Lucien SELIGMAN, SEURECA**
- Digital environmental information and management system 78  
Integration of underground networks, the case of drainage  
*Jean-Luc COMBRISSON, General Manager of SIARCE*
- Atlas of hydro-agricultural schemes in the Département of Dagana in the Senegal Delta 78  
*JACQUES PARNOT, BDPA*
- Information systems and irrigation areas 82  
The examples of Mali and Nigeria  
*Michel PASSOUANT, CIRAD*
- Drinking and drainage water management: the case of Eaux de Marseille 84  
*Frédéric ROUAS, Eaux de Marseille*
- The network management system of Lyonnaise des Eaux France 87  
*Philippe POUYET, APIC.*
- GIS institutions 96

# LA CONNAISSANCE ET LA GESTION DE LA RESSOURCE

*KNOWLEDGE AND WATER RESSOURCE MANAGEMENT*



*AFIGEO*



*IAURIF*

# LA BDCARTHAGE, UN RÉFÉRENTIEL SPATIAL DE L'EAU EN FRANCE

Etienne MARCHAND, Office Internationale de l'Eau, e.marchand@oieau.fr

La BDCARTHAGE, référentiel des eaux superficielles en France, est un outil d'échange de données pour la gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau en France.



OIEau

## LES ORIGINES DU RÉFÉRENTIEL

Avec 525000 kms de cours d'eau de plus de 1 km qui irriguent les 550000 kms du territoire métropolitain, soit une densité moyenne de 1 km de cours d'eau par kms, il est apparu indispensable de disposer d'un outil d'échange, aux échelons départementaux, régionaux et nationaux, de données pour la gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau.

Fruit de la volonté nationale<sup>1</sup>, la Base de Données sur la CARTographie THématique des AGences de l'eau et du ministère de l'Environnement, BDCARTHAGE, est un système de repérage spatial des milieux aquatiques superficiels pour la France métropolitaine. Elle est le résultat de l'apport de différents partenaires, la BD CARTO de l'IGN, la codification des zones et cours d'eau par les agences de l'eau et la consolidation du référentiel et diffusion par l'Office International de l'Eau (OIEau).

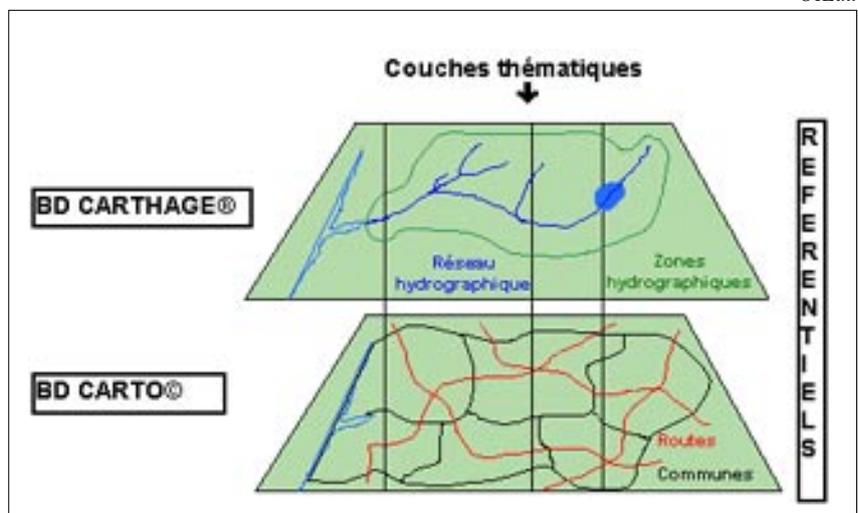
## LA BD CARTHAGE, UN RÉFÉRENTIEL HYDROGRAPHIQUE

Acquise, en partie<sup>2</sup>, par le ministère de l'Ecologie et du Développement

Durable et les agences de l'Eau, pour la réalisation de la BDCARTHAGE, la BD CARTO est une base de données de l'Institut Géographique National (IGN). Elle est une description sous forme numérique du territoire national conçue pour une échelle de base allant du 1/50000<sup>e</sup> au 1/100000<sup>e</sup>. Sa précision décimétrique, et l'information complète et structurée qu'elle présente, lui confèrent un rôle de référentiel national homogène, adapté aux besoins des utilisateurs d'information géographique à l'échelle nationale, régionale ou départementale.

La BDCARTHAGE s'appuie donc sur des données cartographiques de la BD CARTO® et complète cette dernière par des informations de codification hydrographique. En effet, les cours d'eau de la BD CARTO® sont représentés comme une succession de tronçons linéaires avec les attributs qui les caractérisent (largeur, navigabilité, nom des cours d'eau, code du plan d'eau traversé, classe de visualisation,...) tout comme les plans d'eau et les zones humides sont représentés par une juxtaposition de polygones fermés. Or, pour identifier un cours

OIEau



d'eau en tant qu'élément d'un réseau lié aux autres éléments du réseau, cette représentation géographique s'avérait insuffisante.

### LA CODIFICATION HYDROGRAPHIQUE DE LA BDCARTHAGE

La codification hydrographique de la BDCARTHAGE s'appuie sur le découpage du territoire en environ 6000 zones hydrographiques. Ces dernières sont assimilables à des bassins versants élémentaires. Ce sont les subdivisions les plus fines d'entités plus vastes qui les regroupent : les sous-secteurs, les secteurs et enfin les régions hydrographiques.

La codification porte aussi sur les cours d'eau, subdivisés en tronçons, les plans d'eau, les zones humides et la ligne littorale, et permet de positionner les événements sur ces éléments par une coordonnée curviligne : le **PK** (Point Kilométrique).

Le code hydrographique, identifiant unique sur l'ensemble du territoire français, comporte 8 caractères dont :

- les 4 premiers font référence à une surface (la zone hydrographique),
- les 3 suivants identifient le cours d'eau dans la zone hydrographique,
- le dernier identifie le milieu aquatique codifié (cours d'eau naturel, bras d'un cours d'eau, voie d'eau artificielle, plan d'eau, zone humide, ligne littorale).

Les thèmes fournis en structuration topologique (modèle points - arcs - polygones) sont :

- l'hydrographie
- l'hydrographie linéaire,
- l'hydrographie de texture,
- les zones hydrographiques (bassins versants),
- les objets hydrographiques isolés,
- l'hydrographie zonale,
- les laisses de bord de mer,
- les franchissements
- les unités administratives.

Le thème Réseaux de communication (routes et voies ferrées) est fourni en format dessin.

Les données géométriques, point, lignes ou polygones qui représentent les objets du référentiel, sont numérisées

à l'échelle 1/50000<sup>e</sup> et organisées en couches correspondant aux thèmes auxquels ces objets appartiennent.

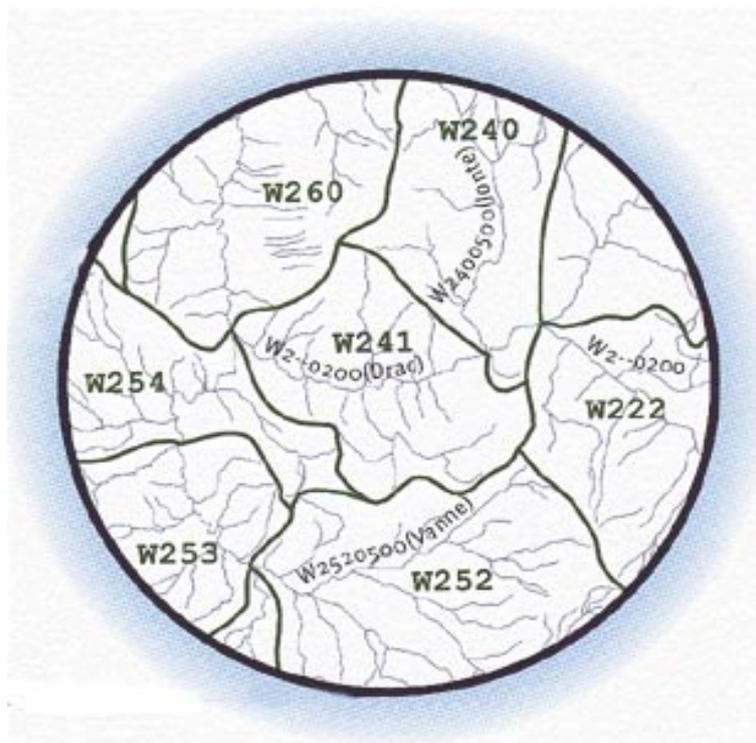
### UTILISATIONS DU RÉFÉRENTIEL

Les données de la BDCARTHAGE sont superposables avec d'autres données géoréférencées et permettent ainsi de bâtir des systèmes d'information géographique cohérents avec ceux d'autres organismes qui utiliseraient le même référentiel.

La BDCARTHAGE® est également cohérente avec les autres thèmes de

- gestion de la police des eaux,
- suivi de la qualité des eaux,
- suivi des usages et des rejets,
- études relatives au milieu aquatique,
- suivi des SDAGE et des SAGE, portail d'accès aux données ...

La BD CARTHAGE, en évolution permanente, vient de faire l'objet d'un nouvel accord entre le ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et l'Institut Géographique National. La nouvelle convention vise à assurer la convergence des deux référentiels (BDCARTHAGE® et thèmes hydrographiques de la BD CARTO®) en



OIEau

la BD CARTHO® (routes, voies ferrées, occupation des sols ...) et avec les autres thèmes nationaux (Corine Land Cover, Référentiel Hydrogéologique).

En tant que référentiel des eaux superficielles en France métropolitaine, la BDCARTHAGE est à la base de nombreuses applications et utilisations :

- périmètres de protection des plans d'eau,
- plans d'épandage sur les terres agricoles,
- schémas directeurs à vocation piscicole,
- inventaire et localisation des ouvrages,
- zones inondables,
- zones sensibles ou vulnérables,

un référentiel hydrographique national unique, conservant l'appellation BD Carthage. La mise à jour de la «troisième version» de la BD CARTHAGE sera assurée conjointement par les agences de l'Eau (pour la collecte et le contrôle des évolutions) et l'IGN pour leur intégration qualifiée. ■

1. Voir circulaires interministérielles du 28 mai et du 15 novembre 1968 mises à jour par la circulaire n°91-50 du 12 février 1991
2. Sept thèmes de la BD CARTO ont été achetés par le Ministère, à savoir les unités administratives, le réseau routier, le réseau ferré, l'occupation du sol, la toponymie, les équipements et les cours d'eau.

# SIGMA : UNE GESTION GÉOGRAPHIQUE DU BASSIN

**Nathalie SIEFERT**, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, [siefert@eau-rhin-meuse.fr](mailto:siefert@eau-rhin-meuse.fr)

**Frédéric LAPUYADE**, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, [lapuyade@eau-rhin-meuse.fr](mailto:lapuyade@eau-rhin-meuse.fr)

*Afin de valoriser l'information géographique disponible et faciliter son utilisation, l'agence de l'eau Rhin-Meuse, a mis en place un système fédérateur où tous les agents participent à la mise à jour du patrimoine commun d'informations. Le projet a été baptisé, SIGMA, Système d'Information Géographique Multithématique pour l'agence.*



IAURIF

La lutte contre la pollution des eaux, la protection et la restauration des ressources en eau (rivières et nappes) et des milieux aquatiques naturels font partie des missions de l'agence de l'eau Rhin-Meuse. Pour les actions d'intérêt commun au bassin (études, recherches, ouvrages...) dont elle a la charge, il faut connaître le milieu naturel, définir les solutions techniques, planifier, programmer, suivre les interventions, informer, sensibiliser.

Pour cela, l'agence dispose d'un système d'information qui fonctionne principalement avec des applications orientées «métier» et donc essentiellement monothématiques. Les gestionnaires disposent donc généralement d'outils dédiés permettant une alimentation régulière du système d'information. Cependant le besoin d'accéder à l'information par l'entrée géographique, a mené l'agence à mettre en place un nouveau projet de SIG.

## LA GESTION DU BASSIN RHIN-MEUSE

Depuis sa création, l'agence crée et gère des données très nombreuses et

très différentes qui sont à la fois liées à la connaissance du milieu naturel et à l'activité de l'agence, notamment aides et redevances.

Traditionnellement, les agences se sont beaucoup investies dans les SIG, elles ont d'ailleurs participé à l'élaboration de la BD CARTHAGE® qui est le thème hydrographie de la BD CARTO® de l'IGN. Au fil du temps toutes les données géographiques ont été digitalisées et depuis la rédaction du SDAGE, la totalité des cartes produites le sont sous SIG. L'agence dispose donc aujourd'hui d'un référentiel stable et abondant aussi bien au niveau administratif que sur le milieu naturel.

L'agence héberge les données issues des réseaux de mesure. Grâce à une cogestion Etat/agence, on dispose aujourd'hui pour le bassin Rhin-Meuse d'un suivi très précis et historique du milieu naturel (qualité des eaux superficielles/qualité et quantité des eaux souterraines). Près de 700 stations de mesure sont ainsi définies et comportent des mesures sur le milieu naturel (voir <http://www.eau-rhin-meuse.fr/berm/htm> : banque de l'eau).

Toutes ces stations sont géoréférencées et les fichiers peuvent donc être aisément exploités sous SIG.

Ces données peuvent être visualisées via un outil unique. Mais pour le moment les seules applications capables de compiler ce type d'informations sont les SIG, outils destinés à un public d'initiés donc restreint.

Les métiers de l'agence peuvent être classés en trois types correspondant à des demandes bien précises en terme d'information géographique :

- les chargés d'affaires : ils constituent le relais entre l'agence et l'extérieur pour tous acteurs dans le domaine de l'eau.
- les spécialistes techniques : ils disposent de compétences techniques spécifiques pour répondre au besoin de connaissance et de compréhension du milieu naturel.
- le personnel administratif.

Toutes ces personnes ont besoin d'informations spatialisées mais elles ne possèdent pas le même niveau de connaissance du bassin, les mêmes compétences en informatique et en SIG.

Il est donc devenu indispensable de mettre à leur disposition une application qui leur permette d'avoir accès de façon simple à l'information géographique disponible à l'agence, de réaliser des requêtes et de créer leur propre cartographie sans connaissance particulière, la mise en place d'un nouveau SIG pour l'agence de l'eau Rhin-Meuse - les choix techniques.

Le projet a débuté par un audit des besoins réalisé auprès d'un échantillon représentatif des métiers de l'agence qui a permis de dresser un bilan des données existantes. Le pilotage du projet est assuré par un comité de pilotage, comportant des représentants de chaque unité de l'agence, et par un chef de projet «utilisateur» chargé du côté fonctionnel/audit et rationalisation des besoins, ainsi qu'un chef de projet «SIG» chargé de la traduction des besoins en terme de fonctionnalités et de la réalisation informatique de l'outil.

Etant donné le nombre très important de personnes concernées par le projet, il était indispensable de trouver une solution simple à mettre en œuvre à l'échelle de toute l'agence. La solution web s'est vite imposée par son côté pratique et convivial car aucune installation n'est réalisée sur le poste client. En intranet la rapidité d'accès est suffisante pour permettre un accès fluide à l'utilisateur.

La première version de SIGMA a été développée en interne et avait pour

but de familiariser les utilisateurs à la consultation géographique des données. Il s'agissait donc d'un outil simple proposant les fonctions indispensables d'affichage de cartes, d'interrogation, de requête sur la donnée et d'impression de documents.

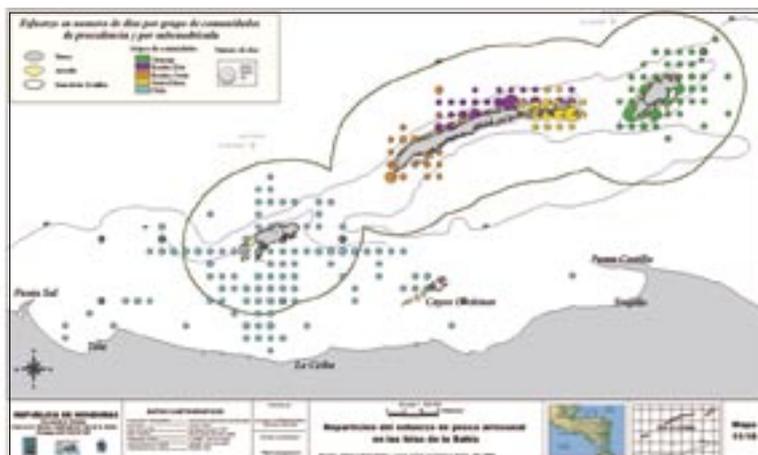
Grâce à l'expérience de ce premier outil, un cahier des charges a pu être mis au point pour la réalisation d'une nouvelle version de SIGMA qui intègre des fonctionnalités supplémentaires. Les points suivants sont à noter :

- Au vu de la multiplicité des couches SIG à mettre à disposition, un principe a été adopté : réaliser un applicatif «conteneur» indépendant de la donnée à mettre à disposition donc non spécifique.
- L'application SIGMA permet de façon simplifiée l'accès à la partie thématique de l'observatoire de l'eau (volet professionnel), les adresses Internet (URL) étant définies dynamiquement en fonction des actions de l'utilisateur.
- SIGMA interroge directement les bases de données sous ORACLE qui contiennent les référentiels de données. Ceci permet de présenter des informations toujours à jour par rapport à la base ORACLE source.
- Des cartes IGN scannées sont également disponibles dans un but de localisation. Un principe d'organisation thématique par hiérarchie a été adopté afin de permettre la

sélection de plusieurs couches dépendantes d'une même thématique. Le but ici est de proposer aux utilisateurs une arborescence structurée en fonction des grandes thématiques de l'agence afin de faciliter l'accès aux différentes couches d'information.

Afin d'avoir un système fiable à long terme et maintenu, le choix a été fait d'associer à chaque donnée présente dans SIGMA un fichier de méta-données qui identifie les caractéristiques de la donnée mais aussi un interlocuteur «interne» garant de la fourniture à l'atelier SIG des informations concernant sa mise à jour.

L'objectif de SIGMA est donc de fournir aux utilisateurs de l'agence de l'Eau Rhin-Meuse un outil convivial et vivant qui réponde à leurs besoins de visualisation dans l'espace géographique sans formation spécifique. La mise en ligne via un système simple de toutes les couches d'information de l'agence permettra une meilleure diffusion des données disponibles mais aussi favorisera un échange entre les personnes qui gèrent la donnée et ceux qui l'exploitent. Dans le futur la composante géographique pourrait ainsi devenir une clé d'entrée privilégiée du système d'information de l'agence. ■



## **BDCARTHAGE, A SPATIAL REFERENCE SYSTEM FOR WATER IN FRANCE**

**Author: Etienne MARCHAND, International Water Office (OIEau), e.marchand@oieau.fr**

BDCARTHAGE, a thematic mapping database for water agencies and the Ministry of the Environment, a frame of reference for surface water in France, is a data exchange tool for quantitative and qualitative management of French water resources.

It is a spatial referencing system of surface water environments in metropolitan France. It is based on mapping data from the BD CARTO database of the French National Geographic Institute (IGN), which provides an area description in digital form and full, well-structured information, to form a coherent national frame of reference. BDCarthage, completes BD CARTO with hydrographic

coding information representing watercourses, water tracts and wetlands.

Since geographical representation proved inadequate, hydrographic coding was developed to identify a watercourse as a network element linked to other network elements. The territory represented in BD Carthage was then divided into hydrographic zones grouping a series of sub-sectors on which events can be located by coordinates. This provides information on a given point relevant to the hydrographic zone, its hydrography and water environment, and information on communication networks, for instance.

These data can be superimposed with other georeferenced data to build

geographical information systems that are consistent with those of other organizations using the same reference system. This database can be used as a surface water reference system for many applications relating to protected zones of water tracts, farmland spreading schemes, inventories and map referencing of works, flood risk areas, master plans for fish-farming purposes, water quality monitoring, water use and discharge monitoring, water

## **SIGMA: GEOGRAPHIC BASIN MANAGEMENT**

**Nathalie SIEFERT, Rhin-Meuse Water Agency, siefert@eau-rhin-meuse.fr and Frédéric LAPUYADE, Rhin-Meuse Water Agency, lapuyade@eau-rhin-meuse.fr**

The Rhin-Meuse Water Agency, to fulfil its protection and restoration mission for water resources and natural aquatic environments, manages a large amount of varied information to provide knowledge of the natural environment, define technical solutions, plan, programme, inform and foster awareness.

The Agency's commitment to the creation of databases such as BD Carthage, has now provided a rich, stable reference system on both administrative aspects and the natural environment. To maximize the potential of the geographic information on hand and facilitate

its use, the Rhin-Meuse Water Agency has set up a federative system in which all the staff are involved in updating the common information resources. This project, called SIGMA, is a multi-thematic geographic information system for water agencies.

It was decided to set up an Intranet service for the many people concerned by the project, to provide them with quick and easy access. Based on an initial tool that offered the essential functions of map display, querying, interrogating and printing-out of documents, additional functionalities were integrated. It is thus possible to access the thematic

part of the water observatory, query databases containing data reference systems and consult maps for map referencing purposes. Reliability of the system is ensured by associating a metadata file to identify data characteristics and an internal contact to guarantee the provision of information.

It is thus a lively, user-friendly tool, accessible to everyone and designed to meet display requirements in a geographic data space.

*Barrage à Ouagadougou (Burkina Faso)*



*Villes en développement*

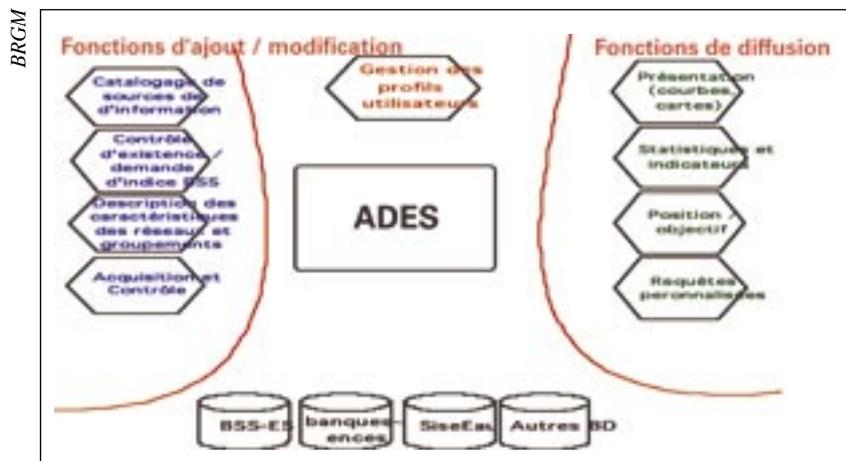
# ADES : LA BANQUE D'ACCÈS AUX DONNÉES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Laurence CHERY, Service Eau, BRGM, Orléans, l.chery@brgm.fr

Aline CATTAN, Direction de l'Eau, Ministère de l'Ecologie et du développement durable, aline.cattan@environnement.gouv.fr

**A**DES est la banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines.

Son double objectif est d'être à la fois un outil de collecte et de conservation des données sur les eaux souterraines, et un guichet national d'accès aux informations sur les eaux souterraines. Il s'agit d'un outil privilégié<sup>1</sup> pour répondre aux enjeux locaux de la gestion des eaux souterraines et à ceux de la Directive Cadre européenne sur l'eau.



Conception générale de la banque ADES

## ADES : UN OUTIL DE COMMUNICATION

Le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Direction de l'Eau) a initié un projet en 1998<sup>2</sup>, pour la mise en place d'une banque de données sur les eaux souterraines, ADES. La maîtrise d'œuvre a été confiée au BRGM, sous l'égide d'un comité de pilotage regroupant la direction de l'Eau du ministère de l'Ecologie et du développement durable, les DIREN de bassin, les agences de l'eau, la DGS et ses services, l'OIEau, et un représentant des DRIRE.

ADES, rassemble sur un site internet public des données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines. Elle constitue une banque de référence pour les eaux souterraines, en favorisant l'utilisation de formats de données et de logiciels communs par les producteurs et utilisateurs de données sur les eaux souterraines. Elle a vocation, grâce à l'ensemble de ses partenaires, à devenir un outil de communication précieux en facilitant les échanges de données et en favorisant la mise à disposition de l'information au profit de tous.

Cette banque, nouvel apport au Réseau National des Données sur l'Eau, a été conçue et réalisée pour :

- constituer un outil de collecte et de conservation des données sur les eaux souterraines,
- répondre aux enjeux locaux de gestion des eaux souterraines, et à ceux de la directive cadre sur l'eau
- assurer une large diffusion d'informations sur l'état des eaux souterraines et leur évolution vers un large ensemble de partenaires et vers le grand public,
- permettre les traitements nécessaires à l'action de chacun des partenaires et mettre à disposition des fonctions de calculs statistiques pour traiter les résultats de mesure,
- offrir aux différents producteurs de données des outils pour gérer leurs données propres,
- être un guichet national d'accès aux informations sur les eaux souterraines,
- respecter des principes de transparence et d'accessibilité aux données sur les eaux souterraines.

## UNE INTERFACE POUR LA GESTION ET LA DIFFUSION DES DONNÉES

La conception de la banque et son architecture, élaborées par le BRGM, selon les attentes des différents partenaires potentiels et d'après un état des

lieux des données existantes dans le domaine des eaux souterraines (type de données, format de stockage, bancarisation, gestion, archivage...), visait à répondre à l'acquisition, le contrôle, la gestion et la diffusion des données.

Chaque acteur a un rôle bien précis et le choix du circuit de données entre les fournisseurs et la banque ADES est laissé aux acteurs locaux du système.

**Ainsi, le fournisseur** de données est responsable d'un réseau, d'un point ou d'un paramètre sur un point. Il alimente régulièrement la banque, actualise les données. Il veille à la qualité des informations fournies sur ADES.

**L'utilisateur, quant à lui,** peut consulter, visualiser un groupe de données sur un point ou un réseau de mesure. Il a la possibilité d'importer les outils informatiques de traitement ou les données qui l'intéressent.

**Enfin, les animateurs** et l'administrateur de données veillent à la mise à jour régulière des données d'ADES. Ils assurent le lien entre les producteurs et les utilisateurs. Ils gèrent les accès des différents fournisseurs. Ils assurent l'information et organisent la formation des partenaires à l'utilisation de ces nouveaux outils.

L'animation du dispositif, quant à elle, est assurée :

- à l'échelle nationale : par la Direction de l'Eau et l'opérateur de la banque,
- pour chaque bassin : de façon conjointe, par la direction régionale de l'environnement déléguée de bassin, la direction régionale des affaires sanitaires et sociales coordinatrice de bassin, et l'agence de l'eau, réunies en cellule d'animation de bassin.

### UN ACCÈS À DE MULTIPLES RÉSEAUX D'INFORMATION

La banque ADES a pour objectif de réunir et conserver un large ensemble de données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines sur le territoire national.

Elle permet de connaître, de localiser les réseaux et les stations de mesures et d'accéder aux résultats de mesures quantitatives (niveau des nappes) et qualitatives (concentration de nombreux paramètres dans l'eau). Les informations régulièrement actualisées sont disponibles par point et réseau de mesure, par bassin hydrographique, région et département, par aquifère. ADES permet aisément d'établir des statistiques mensuelles ou annuelles, des représentations graphiques et car-

tographiques. Elle permet également de faire des requêtes personnalisées et d'accéder aux autres sites de diffusion de données.

ADES favorise l'utilisation de formats de données et de logiciels communs par les producteurs et utilisateurs de données sur les eaux souterraines, et donc facilite les échanges de données entre partenaires en favorisant l'homogénéisation des formats de données.

La traçabilité des données du producteur à l'utilisateur, conformément aux préconisations du secrétariat d'administration nationale des données relatives à l'eau (SANDRE), garantit un bon niveau d'informations pour une meilleure utilisation et interprétation des données consultées : origine des données, nature et objectif du réseau, indication du niveau de validité des données...

Les réseaux réunis sur ADES sont de différentes natures : des réseaux patrimoniaux, des réseaux thématiques, des réseaux d'usage. Ils recouvrent également des échelles variables.

Actuellement, une centaine de réseaux est répertoriée dans ADES et sont consultables :

- les réseaux nationaux et de bassin de connaissance sur les eaux

souterraines mis en place à la demande du ministère chargé de l'Environnement, par les agences de l'eau et les directions régionales de l'environnement (protocole de juillet 1999),

- les données de la base SISE-EAUX, du ministère chargé de la Santé, alimentées par le contrôle sanitaire des directions départementales des affaires sanitaires et sociales, concernant les eaux souterraines captées pour la production d'eau potable (uniquement eaux brutes),
- les réseaux des autres organismes chargés de missions publiques (DIREN, BRGM,...) à l'échelle de régions, de départements ou de suivi d'aquifères,

et, lorsque les maîtres d'ouvrage sont partenaires de la banque :

- les réseaux des collectivités territoriales
- les réseaux privés (industriels).

### LES MESURES QUANTITATIVES ET QUALITATIVES DES EAUX SOUTERRAINES

ADES permet une gestion et un traitement des données à partir de logiciels mis à disposition : «Piez'eau» logiciel de traitement des données piézométriques et à terme l'outil SEQ-eau (Système d'évaluation de la qualité



Exemples de chroniques piézométriques et de traitements statistiques



des eaux prochainement à disposition pour les eaux souterraines).

Pour les producteurs de données qui ne possèdent pas d'outil de gestion, un module local, gratuit, accessible sur le site ADES, peut être installé sur un poste local. Ce module local, MOLOSSE (Module Local de Surveillance des Eaux Souterraines), version réduite d'ADES, permet de stocker et de traiter hors-ligne les données propres des producteurs (mais aussi celles des autres), et d'envoyer vers ADES les mises à jours des bases des producteurs.

Des formations à l'utilisation des outils associés à ADES sont proposées aux partenaires.

### ADES, UN OUTIL DE COMMUNICATION POUR TOUS

La banque d'accès aux données sur les eaux souterraines, ADES, fruit d'un travail collectif associant le ministère

de l'Ecologie et du Développement Durable, le ministère de L'Emploi et de la Solidarité chargé de la Santé, les agences de l'eau, les DIREN, et le groupement des DRIRE et BRGM, est un outil privilégié pour répondre aux enjeux locaux de la gestion des eaux souterraines et à ceux de la Directive Cadre européenne sur l'eau.

La banque ADES, produit du RNDE (Réseau National des Données sur l'Eau), a vocation à devenir, grâce à l'ensemble de ses partenaires, un outil de communication précieux en facilitant les échanges de données et en favorisant la mise à disposition de l'information au profit de tous.

Cet outil, d'accès libre et gratuit, sera accessible par Internet à l'adresse suivante :

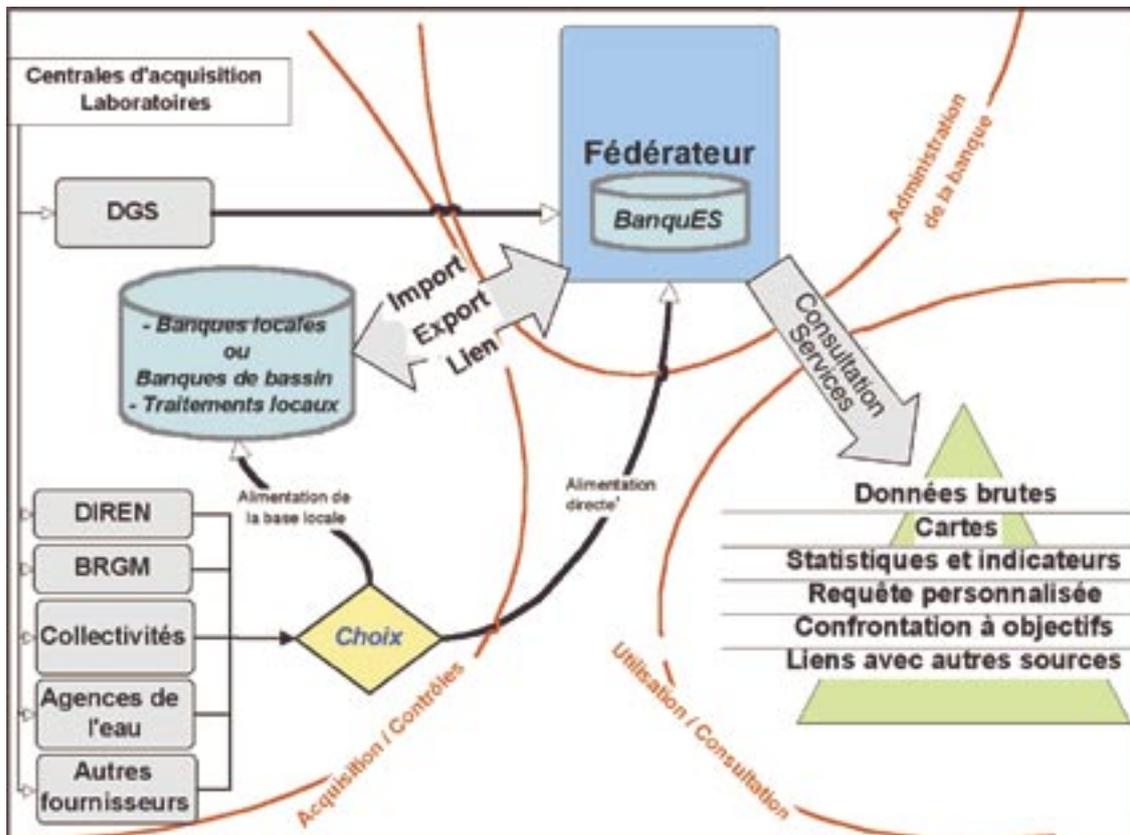
<http://ades.rnde.tm.fr> ■

au niveau national, à travers la Direction de l'eau du Ministère de l'Ecologie, ou au niveau de bassin, à travers l'agence de l'eau ou la DIREN.

2. En février 1998, le comité de pilotage du Réseau National des Données sur l'Eau (RNDE), s'est prononcé sur la mise au point d'un outil de suivi des eaux souterraines respectant des spécifications communes et la Directive Cadre européenne sur l'eau, quant à elle, fixe les obligations en matière de suivi des eaux souterraines.

1. Pour tout renseignement complémentaire sur l'accès ou la participation à cette base de données, les contacts peuvent être pris

Infrastructure générale de la banque ADES



## **ADES: DATABANK FOR ACCESS TO GROUNDWATER DATA**

**Laurence CHERY, BRGM Water Department, Orléans, [l.chery@brgm.fr](mailto:l.chery@brgm.fr)**

**Aline CATTAN, Water Department, Ministry of Regional Planning and Environment [aline.cattan@environnement.gouv.fr](mailto:aline.cattan@environnement.gouv.fr)**

ADES is the national databank for access to groundwater data, which collates quantitative and qualitative groundwater data on a public website. This information covers water networks, measurement points, results of quantitative (piezometric) and qualitative measurements, concentrations in waters with different parameters. It is designed to become a communication tool that will facilitate data interchange and generalized availability of information.

The two-fold purpose of this databank is to serve as a tool for gathering and storing information on groundwater,

that can be called up by many partners for their activities, and a national one-stop shop for access to information on groundwater. It can be used to monitor the asset status of resources under the groundwater policy and to adopt a principle of transparency and accessibility to groundwater data at national level. It is thus a key instrument for addressing the implications of local groundwater management and those of the European Framework Directive on Water.

The databank is designed to meet data acquisition, control, management and dissemination requirements. It collates and stores a large amount

of quantitative and qualitative data on groundwater and can be used to provide periodical statistics, geographic and mapping representations, and to access other data dissemination sites. By using generic software, it facilitates data interchange between partners. The data thus made available are guaranteed through monitoring of their traceability from producer to user.

This open access tool will be available free of charge via the Internet from:  
<http://ades.rnde.tm.fr>



AFIGEO

# APPROCHE CARTOGRAPHIQUE DES PÉRIMÈTRES DE PROTECTION DES CAPTAGES D'EAU POTABLE

Guy TATEZ, Agence de l'Eau Artois Picardie, g.tatez@eau-artois-picardie.fr

L'agence de l'eau Artois Picardie, afin de gérer la qualité de la ressource en eau potable, a opté pour la protection des points de prélèvement d'eau destinés à la consommation humaine. Afin de suivre l'état du captage de l'eau potable et l'application des diverses procédures de protection réglementaire, l'administré peut disposer d'informations tant quantitatives que qualitatives relatives au captage, sa localisation, ses caractéristiques, sa gestion administrative et son état d'exploitation ainsi que les dates de la procédure, les débits autorisés et les surfaces des périmètres.



IAURIF

## PÉRIMÈTRES DE PROTECTION POUR LA QUALITÉ DE L'EAU

La protection des points de prélèvements d'eau destinés à la consommation humaine relève de l'application du code de la santé publique. Elle se distingue de celle, plus générale, sur la réglementation relative aux rejets et aux dépôts d'eau ou de matières polluées. En ce sens, elle constitue un moyen efficace et complémentaire pour faire obstacle à des pollutions susceptibles d'altérer de façon notable la qualité de la ressource en eau potable.

L'agence de l'Eau a retenu, comme action prioritaire, la mise en œuvre des périmètres de protection autour des captages destinés à l'alimentation en eau potable du bassin Artois-Picardie.

Le code de la santé publique<sup>1</sup> prévoit, autour de chaque captage destiné à l'alimentation des collectivités humaines, la mise en place de deux ou trois périmètres de protection afin d'assurer la sauvegarde de la qualité des eaux :

- un périmètre de protection immédiate où les terrains sont à acquérir

en pleine propriété par le propriétaire du captage

- un périmètre de protection rapprochée à l'intérieur duquel peuvent être interdits ou réglementés toutes les activités, tous les dépôts ou installations de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité de l'eau
- le cas échéant, un périmètre de protection éloignée à l'intérieur duquel peuvent être réglementés les activités, installations et dépôts ci-dessus visés.

## LA GESTION INFORMATIQUE DES PÉRIMÈTRES DE CAPTAGES ET L'ACCÈS MULTIPLE AUX DONNÉES

La zone de compétence du bassin Artois-Picardie s'étend sur 4 départements. La localisation de chaque captage est effectuée à l'aide d'un GPS à la précision du décimètre et est reportée dans un SIG (avec les coordonnées Lambert 2) avec pour référentiel, la BD-CARTO de l'IGN. Les différents périmètres de protection, quant à eux, sont digitalisés à partir des plans cadastraux au 1/5000<sup>e</sup> ou des cartes au 1/25000<sup>e</sup>.

L'accès aux données peut être varié. Pour cela plusieurs options sont offertes à l'utilisateur :

- L'écran de démarrage «Bassin Artois-Picardie». La consultation des données relatives à la protection des captages d'eau potable s'effectue par département. La possibilité est offerte de sélectionner une entité géographique à partir d'une liste ou directement sur une carte pour avoir accès aux statistiques sur l'ensemble des procédures du bassin Artois-Picardie avec la rubrique «état d'avancement global».
- L'écran de présentation du département sélectionné. Une fois le choix du département effectué, l'option est offerte de «rechercher la situation d'un captage», avec l'accès aux données de la procédure d'un captage précis situé dans le département sélectionné ; ou de connaître «l'état d'avancement global», à partir des statistiques sur l'ensemble des procédures à mener dans le département sélectionné.

- L'écran de présentation des captages du département, permet quant à lui, de sélectionner un captage précis du département ou d'effectuer un zoom avant de sélectionner le forage, à partir d'une liste déroulante sous la carte. La liste et la carte, incluent tous les captages du département qui servent ou ont servi à alimenter les collectivités en eau potable.

Sur la liste, les forages sont identifiés par leur indice national, tel qu'il est référencé au BRGM, leur commune d'implantation et leur maître d'ouvrage. A noter que le maître d'ouvrage n'est pas affiché pour l'ensemble des captages abandonnés.

A partir de cette liste, on peut accéder directement aux données du captage sélectionné ou visualiser (en jaune) sur la carte la localisation du point.

Sur la carte, afin de situer le captage par rapport aux noms de commune, il est nécessaire d'effectuer un zoom.

L'écran de zoom sur le département, a pour finalité la sélection d'un captage afin d'accéder à ses données. Ainsi, il offre la possibilité de sélectionner un captage directement ou de se déplacer dans le département afin de sélectionner un forage qui ne figurerait pas sur le zoom.

Deux moyens sont proposés à cet effet, directement sur la carte, ou à partir de la liste, la possibilité est donnée de sélectionner un forage («identifier un captage»). On peut alors visualiser sur la carte la localisation du captage sélectionné. L'autre possibilité donnée est de naviguer dans le département en cliquant dans la direction voulue, autant de fois que cela est nécessaire avec le mode «recentrer la carte» pour ensuite sélectionner un forage.

L'écran de données sur le captage sélectionné, affiche les données relatives au captage d'eau potable sélectionné et sa situation vis-à-vis de la procédure de protection réglementaire. Les principales informations relatives au captage concernent sa localisation, ses caractéristiques, sa gestion administrative et son état d'exploitation.

Il est néanmoins possible d'accéder aux mesures qualitatives effectuées sur le forage grâce à l'accès «Données Qualitatives». Les principales informations relatives à la procédure réglementaire de protection du forage concernent les dates de la procédure, les débits autorisés et les surfaces des périmètres. A noter que les surfaces sont approximatives. En effet, elles sont issues de la digitalisation des contours de périmètres et sont donc fournies à titre indicatif. D'ailleurs, la surface du périmètre immédiat ne figure pas dans tous les cas (approximation trop importante).

Une procédure peut impliquer plusieurs forages, dans ce cas, un menu présente l'ensemble des ouvrages concernés.

Le bouton de téléchargement déclenche le transfert des données affichées, elles peuvent être retouchées par l'utilisateur sur son poste.

La carte de situation, permet de localiser le forage sélectionné et ses éventuels périmètres de protection sur une carte IGN. Ce forage est encadré, afin d'être différencié des autres points de production d'eau potable qui pourraient figurer sur l'image.

Les statistiques sur l'ensemble des procédures à mener dans cette partie géographique sont également disponibles.

Une procédure peut impliquer plusieurs captages s'ils sont relativement proches. On traite alors l'ensemble des captages dans un même dossier. Ainsi, les statistiques peuvent être présentées en terme de forages ou en terme de dossiers (1 dossier = 1 procédure). Parmi l'ensemble des dossiers soumis à procédure, on distingue :

- les procédures non engagées
- les procédures en cours, une procédure est considérée en cours, dès son financement par l'agence de l'eau et tant qu'elle n'a pas été Déclarée d'Utilité Publique (DUP).
- les DUP prononcées concernent toutes les procédures qui ont été Déclarées d'Utilité Publique, qu'elles aient été ou non publiées à la conservation des hypothèques

- les DUP publiées aux hypothèques ne concernent que les procédures dont l'état parcellaire a été publié à la conservation aux hypothèques. La procédure est alors complète.
- les procédures en cours d'abandon, dans certains cas, la procédure met en évidence les difficultés de protéger un captage. Il peut alors être décidé d'abandonner le forage et la procédure de protection ne peut alors aboutir.

Le graphe en camembert « protection des forages » représente le pourcentage de forages classés en fonction de l'état de la procédure qui les implique.

Le graphe en barres « avancement des dossiers » permet d'évaluer précisément l'effort qu'il reste à fournir afin de réaliser la protection de l'ensemble des captages d'eau potable protégeables.

L'accès à ce site n'entraîne aucun transfert total ou partiel de propriété sur ces données et images dont l'utilisation est strictement limitée à un usage privé et à des besoins internes.

Est seule autorisée l'impression ponctuelle de sorties graphiques, limitée à un usage privé, professionnel ou documentaire et à un tirage de 100 exemplaires d'une même carte au format inférieur à A5 ou 10 exemplaires au format supérieur ou égal à A4. Toute diffusion sur un autre site «web» est strictement interdite. ■

# AVANTAGES D'UN SIG POUR LA MODELISATION

François LAMY, Agence de l'Eau Seine Normandie, lamy.francois@aesn.fr

**L**e développement de modèles numériques a toujours été l'un des axes majeurs du Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement de la Seine (PIREN-Seine, Groupement de Recherche CNRS). L'objectif du programme est de développer une vision d'ensemble des transferts et des transformations d'éléments biogènes et anthropogènes dans le bassin versant de la Seine et son hydrosystème. C'est ainsi que les travaux du PIREN-Seine ont abouti dernièrement à une nouvelle version d'un modèle numérique<sup>1</sup> qui calcule la qualité des eaux de surface sur le réseau hydrographique de la Seine en simulant les principaux processus biologiques intervenant dans le milieu naturel.



IAURIF

**T**outefois, il s'agit d'une première pour les gestionnaires, en l'occurrence l'agence de l'Eau Seine-Normandie, qui envisagent d'utiliser ce type de modèle de façon opérationnelle. En effet, depuis la parution de la Directive Cadre européenne sur l'eau, et l'obligation faite aux Etats d'atteindre dans un délai de quinze ans un bon état de protection, amélioration et restauration des masses d'eau, l'agence souhaite utiliser la modélisation pour optimiser et justifier sa politique d'intervention vis-à-vis des résultats attendus sur le milieu.

Cependant, le transfert d'outils de modélisation des chercheurs vers les gestionnaires ne serait pas envisageable sans l'utilisation des nouvelles techniques des Systèmes d'Information Géographiques (SIG). Par le passé, les concepteurs de ce type de modèles étaient les seuls capables de s'en servir. Leur manipulation demandait souvent de connaître des langages informatiques<sup>2</sup>, de manipuler des fichiers de données importants et d'utiliser dif-

férents progiciels pour dépouiller les résultats des simulations.

L'utilisation des techniques SIG est une petite révolution dans le domaine de la modélisation environnementale car elles permettent de gérer de façon conviviale les interfaces entre l'utilisateur et le modèle. En amont du modèle, le SIG permet d'automatiser la préparation des fichiers nécessaires aux simulations sous réserve d'avoir bâti au préalable la base de données géographiques correspondante. Mais le plus important est que l'interface homme-machine intègre la vision cartographique du problème étudié, ce qui donne des points de repère fondamentaux au gestionnaire en charge de la gestion de la ressource. La vision cartographique intervient dès la conception de scénarios de simulation (positionnement d'une nouvelle station d'épuration, identification du milieu récepteur,...) jusqu'à la visualisation des résultats.

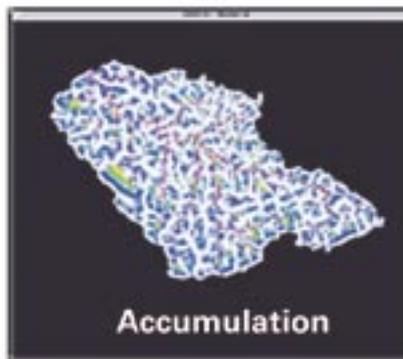
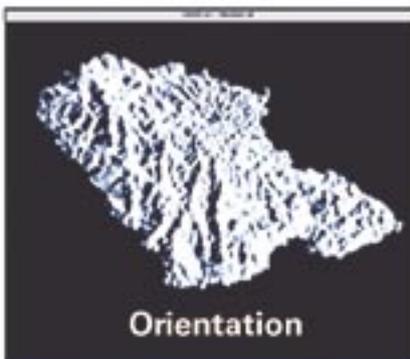
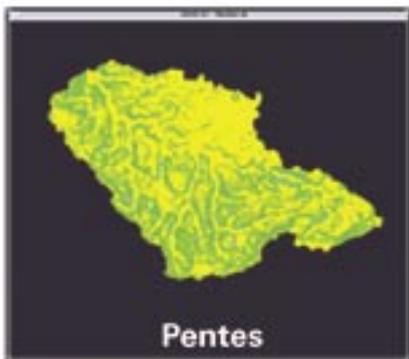
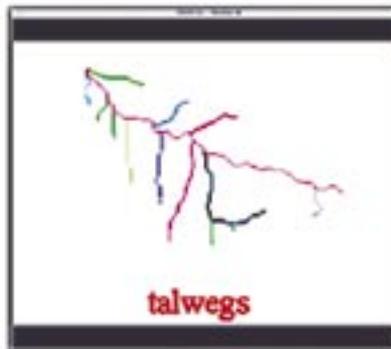
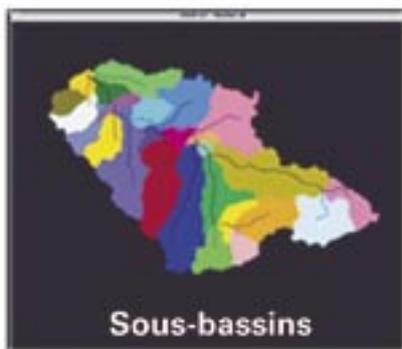
Bien qu'issus de deux mondes différents (cartographie et écologie), les

SIG et les modèles ont en commun le fait qu'ils cherchent à représenter au mieux la réalité, d'où la complémentarité et la cohérence des deux approches. Si les équations des modèles numériques traduisent la plupart du temps les évolutions temporelles des objets, la vocation du SIG est de représenter au mieux les relations spatiales entre ces objets.

De tous temps, les cartes ont permis aux hommes de représenter ce qu'ils connaissent de leur environnement, que ce soit pour la navigation ou faire des plans de bataille. Il est donc naturel que les SIG réconcilient les gestionnaires avec les modèles issus de la recherche. Les outils d'aide à la décision qui vont découler du mariage modèles et SIG vont peu à peu se rapprocher de certains jeux électroniques de stratégie dont sont fervents les enfants et les adolescents d'aujourd'hui. Alors les modèles, un jeu d'enfant ? ■

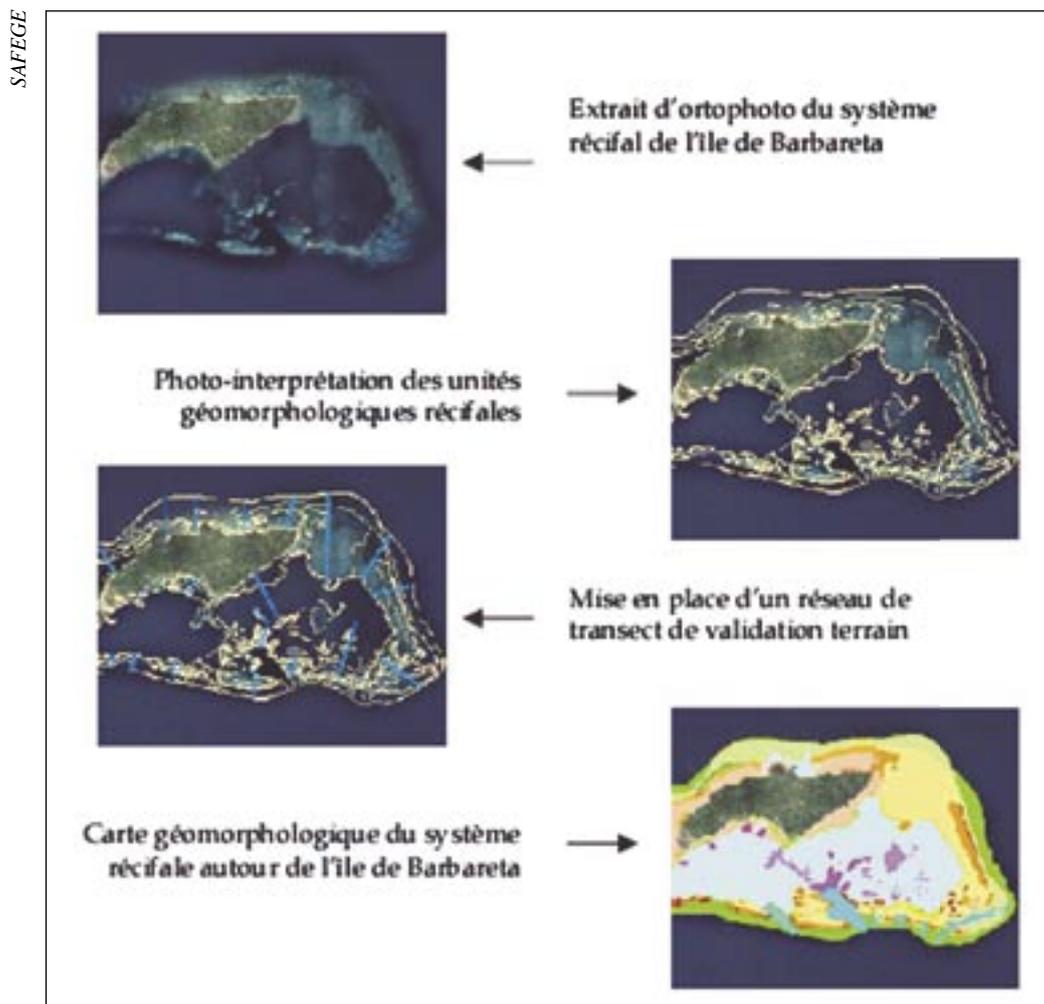
1. Seneque-V3.0
2. Fortran ou le C

**Données déduites du M.N.T.** (Modèle numérique de terrain)  
 (Calculées automatiquement à l'aide du SIG)



SCOT

*Etapas de réalisation de la carte marine*



## A CARTOGRAPHIC APPROACH TO WATER CATCHMENT PROTECTION ZONES

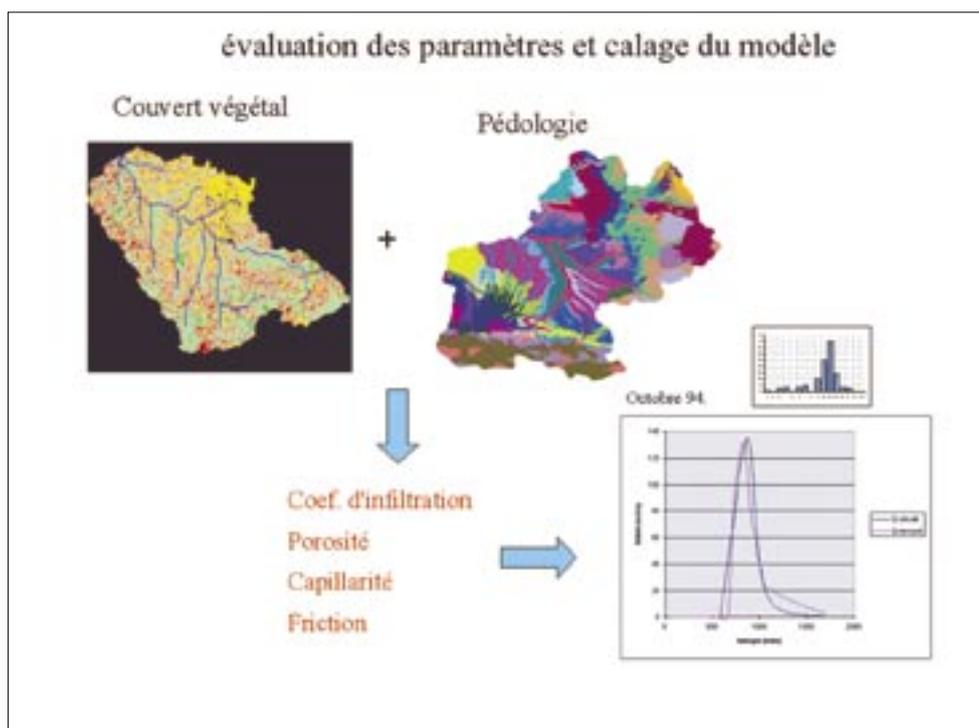
Guy TATEZ, Artois Picardie Water Agency, [g.tatez@eau-artois-picardie.fr](mailto:g.tatez@eau-artois-picardie.fr)

The Artois Picardie Water Agency has opted to manage the quality of drinking water resources by protecting catchment points of water for human consumption, in accordance with the provisions of the Public Health Code. The Agency's area of competence covers four départements (counties) and each catchment is map referenced

using a GPS and then transferred into a GIS with BD-CARTO from IGN as the reference system. The protected areas are digitized using cadastral maps.

In order to monitor the catchment status of the drinking water and the implementation of regulatory protection procedures, members of the public

can be provided with both quantitative and qualitative information on the catchment, its location, characteristics, administrative management and operating status together with dates of protection procedure, permissible flow rates and protection areas. It is also possible to locate the catchment on a map and obtain statistical data.



SCOT

## ADVANTAGES OF A GIS FOR MODELLING

François LAMY, Seine Normandie Water Agency, [lamy.francois@aesn.fr](mailto:lamy.francois@aesn.fr)

The PIREN-Seine interdisciplinary research programme on the River Seine environment, aims to develop a comprehensive vision of transfers and transformations of biogenic and anthropogenic elements in the River Seine catchment basin and its hydrosystem. One of the priorities has therefore always been the development of digital models. This has given rise to a new digital model that calculates surface water quality in the River Seine water system by simulating the main biological

processes occurring in the natural environment.

This tool is now operational and enables the agency to optimize and justify its action policy as regards the expected environmental results since the publication of the European Framework Directive on Water. GIS techniques were essential for transferring this tool to managers. These techniques will enable user-friendly management of user/model interfaces, automated preparation of files required for simula-

tions from the geographic database and above all, will give the resource manager fundamental benchmarks by integrating a cartographic vision of a given problem.

GIS systems and models aim to represent reality as perfectly as possible, either through spatial relations between objects or through temporal change in these objects. They are thus complementary to each other and can be valuable decision-aid tools.

*Lac de montagne en Bolivie*

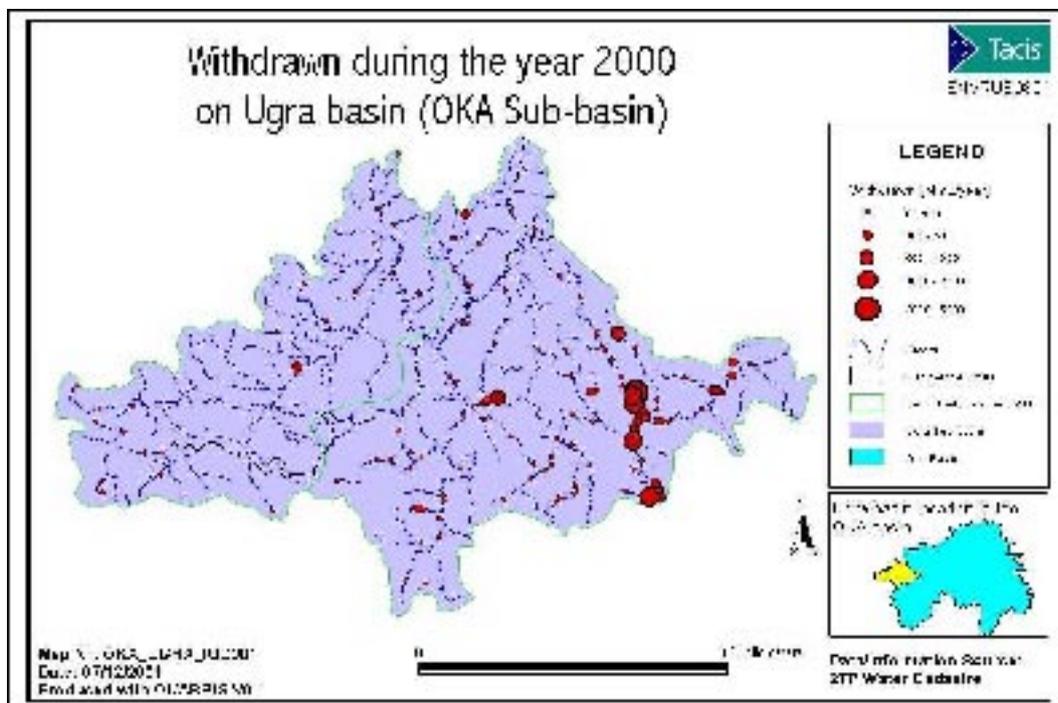


*Villes en développement*

# SYSTÈME D'INFORMATION SUR LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE OKA OKARBIS<sup>1</sup>

Denis Carra, BCEOM, d.carra@bceom.fr, Pierre LORILLOU, BCEOM, p.lorillou@bceom.fr, Paul HAENER, OIEau, p.haener@oieau.fr

**O**KARBIS, est un projet d'intégration pilote de SIG et de données pour la gestion de l'eau en Russie. OKARBIS, permet à partir d'une évaluation de l'ensemble des interventions dans le domaine de l'eau, d'élaborer des recommandations pour une gestion de l'eau, économiquement et écologiquement rationnelle à l'échelle du bassin hydrographique.



**A**u mois de mars 2000, l'Union européenne a conclu un contrat avec les organismes français BCEOM, OIEau et Verseau, en vue d'apporter une assistance technique au ministère russe des Ressources Naturelles pour la mise en œuvre en Russie d'un projet de gestion de l'eau, ayant pour objet :

- d'élaborer des recommandations visant à améliorer les infrastructures institutionnelles et réglementaires afin de permettre une gestion de l'eau économiquement et écologiquement rationnelle à l'échelle du bassin hydrographique;
- d'appliquer ces recommandations au bassin hydrographique de la rivière Oka, qui est l'un des deux plus importants affluents de la Volga<sup>2</sup>.

Un des volets de cette dernière activité prévoyait d'évaluer la gestion des données et de l'information par une analyse institutionnelle au niveau de l'ensemble des intervenants dans le domaine des données sur l'eau et d'ap-

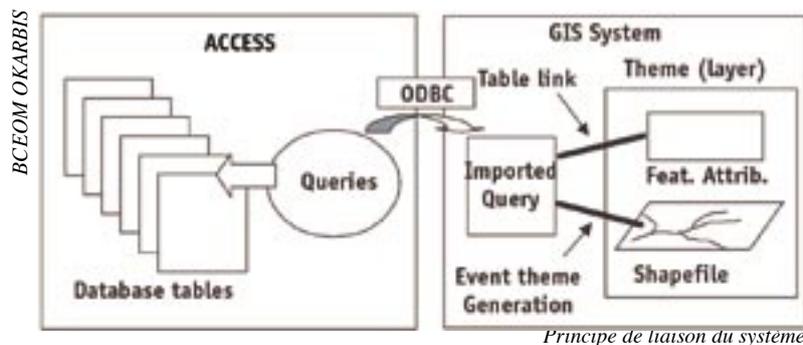
porter un appui au développement du système d'information de l'OKA. Le prototype de ce système d'information pour le bassin de la rivière OKA a été intitulé OKARBIS v01.

## OKARBIS : OUTIL DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU

OKARBIS, en tant qu'outil de gestion intégrée des ressources en eau, combine des informations concernant l'état des ressources en eau avec des informations concernant les contraintes dues à l'usage de ces ressources. Par suite, afin de compiler ces informations et relier les données dispersées entre plusieurs ministères,<sup>3</sup> une coopération a été établie avec le Centre du registre et du cadastre et le ministère des Ressources Naturelles en vue d'aider le département du ministère pour la gestion du bassin de la Moskva et de l'Oka (aussi appelé Moskva-Oka BVU) et désigné comme agence exécutive pour le bassin hydrographique de l'Oka, à réaliser les missions suivantes :

## Gestion du bassin hydrographique

- Etablir un plan de gestion du bassin hydrographique (River Basin Management Plan - RBMP) comprenant :
  - un diagnostic décrivant les écosystèmes et le réseau hydrographique ainsi que les contraintes d'origine humaine qu'ils subissent ;
  - les objectifs pour le bassin, qui s'inscrivent dans une perspective à long terme (sur 10 à 20 ans) ;
  - les stratégies proposant des actions élaborées à partir du diagnostic qui permettraient de contribuer aux objectifs ;
- Etablir un programme d'action quinquennal définissant les actions-clés à mener dans le bassin dans le cadre du RBMP ;
- Etablir des plans d'action comportant la conception détaillée et le coût des actions devant faire l'objet d'un accord de financement pour l'année suivante.



### Fonctions opérationnelles

- Assurer le suivi des actions en cours (état d'avancement de la mise en application, étude d'impact...);
- Fournir des informations complètes et vulgarisées aux acteurs concernés et ;
- Apporter un soutien aux organismes exécutifs sous forme d'informations sur la prévention de dégâts des eaux chargées en polluants.

Dans cette optique, OKARBIS comprend deux volets principaux.

Le premier est la base de données relationnelle conçue et mise en place par l'OIEau, qui permet des liaisons avec d'autres bases de données existantes et organise les données de façon rationnelle en particulier autour du cadre référentiel (réseau hydrologique, utilisateurs/pollueurs, etc.), des ouvrages de captage et d'évacuation et les données qualitatives et quantitatives sur l'eau.

Le deuxième est le Système d'Information Géographique (SIG) mis en place par le BCEOM, qui, par une liaison directe, permet d'afficher sur des cartes les données traitées.

De ce fait, les requêtes de la base des données sont conçues pour répondre aux besoins d'informations tant statistiques que géographiques.

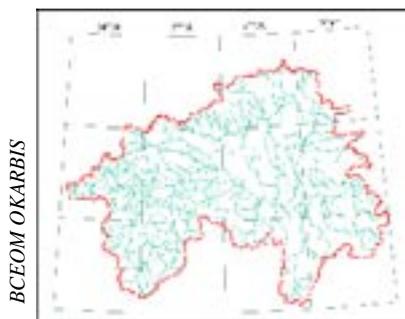
Les résultats des requêtes sont importés sous le SIG via l'ODBC. L'utilisateur peut à tout moment rafraîchir dynamiquement les tableaux du SIG après toute modification effectuée dans la base de données. Les informations recueillies par une requête de la base de données sont, soit reliées à la table des attributs du thème correspondant, soit utilisées pour créer un thème de localisation. Le flux de données entre la base de données et le SIG est bidirectionnel étant donné que l'ODBC offre aussi la possibilité d'exporter des données du SIG vers la base de données Access.

### OKARBIS:UN SIG COMME INTERFACE D'UNE BASE DE DONNEES

Un ensemble de couches numérisées du SIG a été développé à l'échelle 1/500000°. Les données ont été numérisées à partir de feuillets topographiques à l'échelle 1/500000°. 4 zones MTU ont été nécessaires pour couvrir le bassin de l'OKA.

L'un des principaux problèmes tech-

couverture MTU du bassin de l'OKA



niques liés à l'utilisation du SIG en tant qu'interface de la banque de données, réside dans le fait que les informations localisantes ne sont pas exprimées en coordonnées X/Y dans la base de données russe 2TP. En fait, les ouvrages de captages et d'évacuation sont localisés en identifiant la rivière concernée et leur distance au confluent de cette rivière (à savoir au moyen d'un système de coordonnées des abscisses curvilignes).

Afin de localiser ces données directement sur les couches cartographiques et permettre d'échanger des informations entre le SIG et la base de données, il a donc fallu :

- établir la codification de la couche SIG des rivières issue de la base de données 2TP, permettant l'identification de chaque rivière référencée de manière univoque ;
- établir un dispositif de mesure (étalonnage du réseau) le long du réseau hydrographique, com-

patible avec les mesures initiales effectuées au moment de la création de la base de données 2TP.

Dans cette perspective, les modules SIG suivants ont été développés :

### Requêtes sur le réseau hydrographique.

Les 2 principaux outils développés permettent de sélectionner le chemin en aval et le réseau en amont à partir de n'importe quel point du réseau désigné par l'utilisateur. Ces outils font appel à un dispositif de calcul de la topologie du réseau en temps réel (à savoir, connectivité, orientation). Le réseau est parcouru en vérifiant la connectivité des segments ; de ce fait la topologie réseau de la couche est supposée parfaite.

### Étalonnage du réseau

Un ensemble de fonctionnalités a été développé pour permettre un positionnement curviligne sur le réseau. Ces fonctionnalités font appel à la capacité du SIG à gérer la segmentation dynamique au moyen d'un type spécifique d'objets linéaires appelés PolylineM. La structure des données correspondante permet de stocker une troisième valeur (M) associée à chaque coordonnée XY. Dans le cas présent, cette valeur correspond à la distance à l'embouchure.

Les procédures ont été développées pour permettre l'étalonnage du réseau en fonction des mesures SIG des longueurs des rivières ainsi que des informations sur les distances fournies par le code 2TP.

On a pu constater d'importantes divergences entre le descriptif du réseau hydrographique tel que fourni par la base de données 2TP (à savoir, les informations sur les distances des confluentes) et des distances calculées automatiquement par le SIG pour les couches numérisées des rivières.

Une procédure spécifique a donc été mise au point afin d'établir un étalonnage des distances qui serait conforme à la codification 2TP. Il est à noter que l'étalonnage n'a pas d'incidence sur la géométrie du réseau qui reste inchangée (c'est-à-dire le réseau n'est pas déformé du fait du dispositif de mesure curviligne).

## RÉALISATION D'OKARBIS

A ce jour, OKARBIS permet la liaison avec des données provenant de la base de données 2TP, puisque ces données sont disponibles au Moskva-Oka BVU. Des liens et des tables pour d'autres données en provenance d'autres sources sont également prévus.

Il reste que les organismes précités soient convaincus de la puissance du système et de leur rôle comme futurs utilisateurs du fait d'organiser un par-

tage multilatéral des données. Dans ce sens, un accord trilatéral entre le ministère des Ressources naturelles Russe, le Centre du registre foncier et du cadastre et, le Roshydromet permettrait de mener une opération pilote de coopération. ■

1. OKA River Basin Information System
2. La rivière Oka prend sa source dans le sud de l'Orel et coule sur 1500 km jusqu'à ce qu'elle se jette dans la Volga à Nijny No-

vgorod. Le bassin hydrographique de la rivière Oka recouvre 250000 km<sup>2</sup> et compte 25 millions d'habitants (Moscou inclus).

3. En Russie, les données sur l'état des ressources d'eau et les pressions exercées sur celles-ci peuvent être obtenues auprès des ministères suivants: le ministère des ressources naturelles (MNR) pour les données sur l'utilisation de l'eau, le Service d'Hydrométéorologie et de Surveillance de l'Environnement (Roshydromet) pour les données sur l'état de l'eau, le Département de la surveillance sanitaire épidémiologique du ministère de la Santé (Sanepidem, Service de l'Etat,) et le Comité d'Etat à la statistique (Goskomstat).

### **THE OKA RIVER BASIN INFORMATION SYSTEM OKARBIS** *A pilot integration of GIS and water-related data for water management in Russia* *Denis CARRA, d.carra@bceom.fr*

The development of a database for the evaluation of data and information management, based on the institutional analysis of all the stakeholders involved in the water data sector in Russia is one of the specific components of a water management project which aims to make recommendations for the improvement of the regulatory and institutional infrastructure and to provide cost-efficient and environmentally effective water management on the river basin scale. These recommendations are to be applied to the River Oka Basin and the OKA River Basin Information System prototype has been named OKARBIS v01.

As an Integrated Water Resource Management tool, OKARBIS required information on the status of water resources to be combined with information on the pressure on the water resources. OKARBIS is therefore the result of cooperation between the Register and Cadastre centre and the Ministry of Natural Resources, to support the Moskva-Oka BVU in preparing a river basin management plan, a five year action programme and annual action plans listing key actions based on a long term vision for the basin.

OKARBIS is built on two main components:

- The database makes the links with other existing databases and organises data in a rational way based on the referential framework (the hydrological network, the polluter/users etc.), intakes and discharges and data related to water quality and quantity.
- The Geographic Information System (GIS) enables the processed data to be displayed on maps through a direct link. Queries are thus designed in the Database for both statistical and geographical information needs.

A set of GIS digitized layers was developed at 1:500,000 scale. In order to do so, data were digitized from the 1:500,000 topographic sheets and 4 UTM zones were needed to cover the OKA Basin. Since the localization information is not expressed in X/Y in the Russian 2TP database, but by identifying the river and the distance of infrastructure from the confluence of the river (i.e. using curvilinear abscissa co-ordinates), it was necessary to codify the GIS layer of rivers derived from the 2TP database, enabling the identification of each river referenced in a univocal way, and to implement a measurement scheme (calibrate the network) along the hydrographic network, compatible with the initial measurements made when setting up the 2TP database. In order to do so, the GIS modules

enable the downstream path and the upstream network to be selected from any point designated on the network. A set of functionalities was developed for curvilinear positioning over the network. In order to restore the discrepancies between the description of the hydrographic network as provided by the 2TP database and the distances automatically computed by the GIS, a specific procedure was developed to set up distance calibration in compliance with the 2TP codification.

OKARBIS links up with the data available from the 2TP database, since these data are available at the Moskva-Oka BVU. Links and tables for other data from other sources were also designed. The above organizations must now be convinced that this system is very powerful and that they could become future users by organizing multilateral sharing of data. As a first step, a trilateral agreement between the Ministry of Natural Resources, the Centre for register and Cadastre and Roshydromet could take the form of a pilot cooperation operation.

*Victoria (Cameroun)*

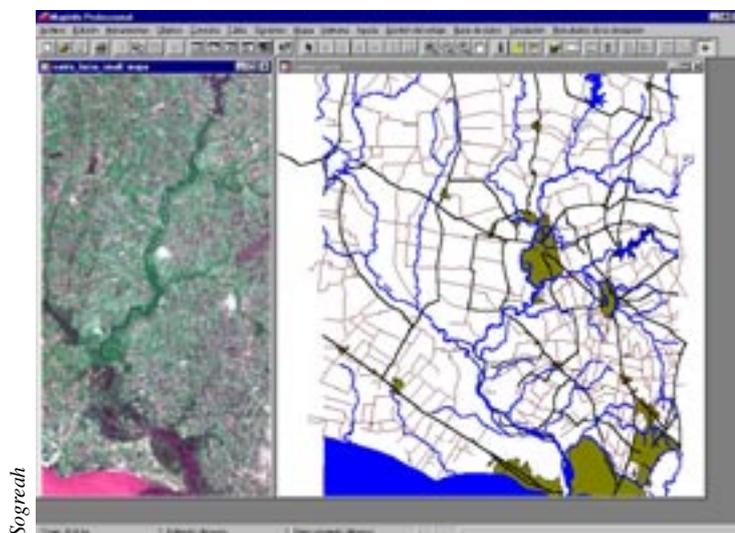


*Villes en développement*

# LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU À MONTEVIDEO – URUGUAY

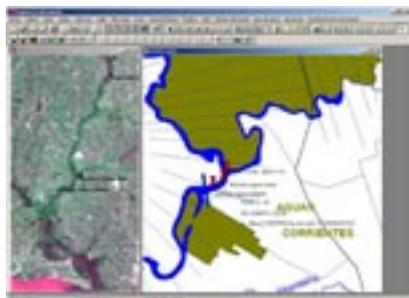
Agnès CABAL, Sogreah, agnes.cabal@sogreah.fr

**A**fin d'optimiser les réserves en eau pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de Montevideo, les pouvoirs publics ont entrepris des travaux pour améliorer la gestion de la ressource avec la mise en place d'un réseau de mesures et un outil d'aide à la décision pour une gestion en temps réel. Cet outil, d'utilisation facile, basé sur la simulation numérique des phénomènes physiques, permet d'optimiser au quotidien la stratégie d'utilisation des différentes ressources.



SIG pour Montevideo

## L'EAU À MONTEVIDEO



Sogreah

L'approvisionnement en eau potable de la Ville de Montevideo (URUGUAY) dépend d'une station de pompage située sur le Rio San José. Ce dernier est alimenté par deux barrages et offre des possibilités de pompage complémentaire dans sa partie aval influencée par le Rio de la Plata (eau salée en période de remontée des eaux de l'océan Atlantique dans l'estuaire du Rio de la Plata).

Le Rio San José est sujet à de longs étiages, l'optimisation des réserves en eau est donc primordiale pour répondre à de longues périodes sans apport pluvial conséquent. Les besoins des gestionnaires, Obras Sanitarias del Estado (OSE), pour améliorer la gestion de la ressource étaient à la fois relatifs, à :

- l'organisation à mettre en place,
- aux travaux d'aménagement à réaliser,
- à la mise en place d'un réseau de mesures adapté et un outil d'aide à la décision pour la gestion en temps réel des ressources.

### UN OUTIL DE SIMULATION POUR LA GESTION DES RESSOURCES

L'outil de gestion des ressources en eau en période d'étiage remis à OSE, service d'assainissement et d'approvisionnement en eau potable de la ville de Montevideo en Uruguay, permet la réalisation des tâches suivantes :

- identifier et représenter les phénomènes physiques qui ont une influence sur le volume d'eau disponible en amont et en aval de la station de pompage ;
- identifier et représenter les phénomènes physiques qui ont une influence sur la salinité provenant de l'aval ;
- élaborer une stratégie d'utilisation des différentes ressources en période d'étiage, basée sur des données statistiques ;
- optimiser au jour le jour l'opération

de pompage et de manœuvre des vannes du barrage en fonction des observations en temps réel collectées aux points clefs du système (niveaux, débits, salinité de l'eau) ;

- analyser l'influence des apports de la rivière San José sur la qualité de l'eau (salinité) au niveau de la station de pompage. La rivière San José est située en aval de la station de pompage et représente un complément éventuel des apports en eau du Río de la Plata ;
- utilisation facile de la part des utilisateurs : outil de gestion convivial basé sur un S.I.G.

Pour cela les paramètres suivants ont été pris en compte :

- l'évolution des niveaux d'eau dans les trois réserves ;
- la quantité et la qualité de l'eau (risques de salinité) en aval de la station de pompage ;
- la probabilité d'occurrence des pluies pendant la période d'étiage ;
- l'évapotranspiration tout au long de la rivière et l'évaporation au niveau des retenues ;
- les pertes d'eau par infiltration ;
- le temps de transfert des eaux

entre les barrages et la station de pompage;

- la demande en eau au niveau de la station de pompage.

La prise en compte de l'ensemble de ces paramètres nécessite l'utilisation de plusieurs modèles mathématiques afin de déterminer le plus précisément possible, les prévisions d'apport au droit de la station de pompage, les effets induits des pompages à l'amont comme à l'aval de la station, les prévisions de salinité à l'aval de la station et en déduire les pompages possibles. L'ensemble de ces modèles mathématiques réalisés et calés par SOGREAH ont été enchaî-

nés à l'intérieur de l'outil d'aide à la décision afin de fournir des résultats agrégés et facilement interprétables par l'utilisateur en charge de la gestion.

L'outil de gestion est basé sur la simulation numérique des phénomènes physiques. Trois logiciels, conçus et développés par SOGREAH, ont été utilisés et intégrés dans l'outil :

- un logiciel hydrologique permettant d'évaluer le débit d'un bassin versant à partir d'une transformation pluie-ruissellement ;
- un logiciel d'écoulement en surface libre permettant de simuler un

écoulement en rivière en régime permanent et en régime transitoire à partir des équations de Barré Saint Venant. Ce logiciel permet de simuler la présence de barrages, de seuils et de stations de pompage entre autres ;

- un logiciel de propagation de pollution en rivière. Ce logiciel utilise les résultats d'écoulement pour effectuer la convection et la diffusion de la salinité en fonction des conditions hydrauliques du système étudié. ■



IAURIF

## **WATER RESOURCE MANAGEMENT IN MONTEVIDEO – URUGUAY**

**Agnès CABAL, Sogreah, [agnes.cabal@sogreah.fr](mailto:agnes.cabal@sogreah.fr)**

To optimize the water reserves that supply the city of Montevideo with drinking water, the public authorities have started work on improving resource management, with the implementation of a measurement network and a decision aid tool for real time management. This tool, based on digital simulation of physical phenomena, is user-friendly and optimizes the strategy

of use of the different resources on a daily basis.

In minimum flow periods, the water resource management tool can be used to identify and represent physical phenomena that affect the available water volume and its salinity, together with the influence of water inflow from the San José River on water quality at the pumping station. It also enables

a strategy to be drawn up for the use of resources during minimum flow periods, by optimizing the pumping operation and dam gate manoeuvring according to real time observations. This genuine decision aid tool is easy to use as it provides results that can be easily interpreted by the user in charge of management.

# UN PROGRAMME DE GESTION ENVIRONNEMENTALE POUR LA CRÉATION DU PARC MARIN DES ÎLES DE LA BAHÍA

Luc DUCOURNAU, SAFEGE, luc.ducournau@safège.fr, Jacques GRELOT, SAFEGE, jacques.grelot@safège.fr, Isabelle VALADE, SAFEGE, isabelle.valade@safège.fr

*Pour la gestion environnementale des îles de la Bahía, le gouvernement hondurien a fait appel à l'aide internationale afin de définir un programme intégré de gestion environnementale, associant à la fois les préoccupations pour la protection de l'environnement et celles, économiques, des secteurs productifs de l'île. Ainsi un Système d'Aide à l'Information a été mis en place, associant un SIG qui permet non seulement de décliner spatialement, aux diverses échelles, les propositions de planification, les principes de gestion et les diverses mesures clés proposées, mais aussi de concerter l'ensemble des propositions auprès des acteurs locaux et nationaux.*



SAFEGE

## LES ÎLES DE LA BAHÍA ET LEUR ENVIRONNEMENT

Les îles de la Bahía se situent dans la mer des Caraïbes, à 48 kilomètres au Nord de la côte du Honduras. Cet archipel, composé de trois îles<sup>1</sup>, constitue l'extrémité sud de la barrière de corail méso-américaine (qui s'étend du Mexique au Honduras) et possède des écosystèmes côtiers d'une richesse remarquable : barrières de corail, mangroves, herbiers marins.

Néanmoins, les probabilités de dégradations des écosystèmes récifaux sont accrues à cause de leur fragilité<sup>2</sup>, du développement non régulé de l'économie des îles<sup>3</sup>, et de la persistance d'une logique de «laisser-faire». Ceci se manifeste par :

- des problèmes de qualité et d'approvisionnement en eau potable : eutrophisation des cours d'eau, intrusion d'eau salée dans les nappes aquifères aux ressources limitées, demande chroniquement supérieure à la capacité d'alimentation.
- la pollution des eaux (par l'absence de traitement des eaux usées, une gestion inadéquate des déchets

solides) et par conséquent l'eutrophisation des eaux douces et côtières.

- l'extension de l'érosion côtière et la sédimentation des milieux marins côtiers dues à la construction d'infrastructures inadaptées (marinas, murs, digues), la destruction de mangroves et le dragage (extraction de sable pour créer des plages artificielles) .
- une perte progressive de biodiversité et de biomasse.
- une baisse du potentiel paysager, donc potentiellement une réduction de l'économie du tourisme.
- le déclin d'espèces récifales surexploitées : langouste, lambis.

SAFEGE



Ces divers facteurs ont eu aussi des répercussions sur l'apparition ou aggravation de problèmes de société comme :

- le chômage et l'instabilité sociale résultant du déclin des secteurs traditionnels liés à la pêche semi-industrielle et à la difficulté d'adaptation de ces professionnels à d'autres secteurs économiques ;
- la destruction du patrimoine culturel et dilution des structures sociales historiques ;
- les conflits entre usagers des ressources naturelles, hégémonie du secteur touristique quant aux

schémas de régulation à appliquer à la pêche artisanale sur les zones récifales ;

- la limitation drastique des options de développement due à la perte de capital naturel ;

Bien qu'étudiée ponctuellement depuis une dizaine d'années, la gestion de ces zones côtières est caractérisée par une compréhension limitée des acteurs locaux qui n'ont jamais eu accès ni aux travaux scientifiques ni aux données recueillies dans leur propre territoire et dont la régulation et les modes de gestion introduits par l'état central, ont été vécus par les acteurs locaux comme des contraintes imposées de l'extérieur.

### UN PROGRAMME DE GESTION ENVIRONNEMENTALE POUR LES ÎLES DE LA BAHIA

Face à l'enjeu de l'intégration des politiques économiques et environnementales pour le devenir de l'archipel, le gouvernement hondurien lance en 1998 un programme de gestion environnementale pour les îles<sup>4</sup>, afin de :

- développer l'information essentielle pour les processus de prise de décision ;
- développer un système d'aires protégées marines et terrestres afin de contribuer à la subsistance de la biodiversité et des écosystèmes, et au développement socio-économique des îles de la Bahía ;
- contribuer à l'amélioration des moyens locaux et nationaux en terme de planification, de protection et de gestion des écosystèmes côtiers et marins ;
- établir un plan permanent et autosuffisant de gestion des ressources naturelles ;
- incorporer les communautés locales et les usagers des ressources dans le processus d'exécution des activités et de gestion permanente des ressources naturelles.

### LA GESTION ENVIRONNEMENTALE ET L'UTILISATION D'UN SYSTÈME D'INFORMATION ET D'AIDE À LA DÉCISION (SIAD)

Le programme comprend la mise en place d'un système qui combine des bases de données et un système d'information géographique, qui permet de croiser des informations afin d'appréhender une gestion intégrée des zones côtières et informer les acteurs.

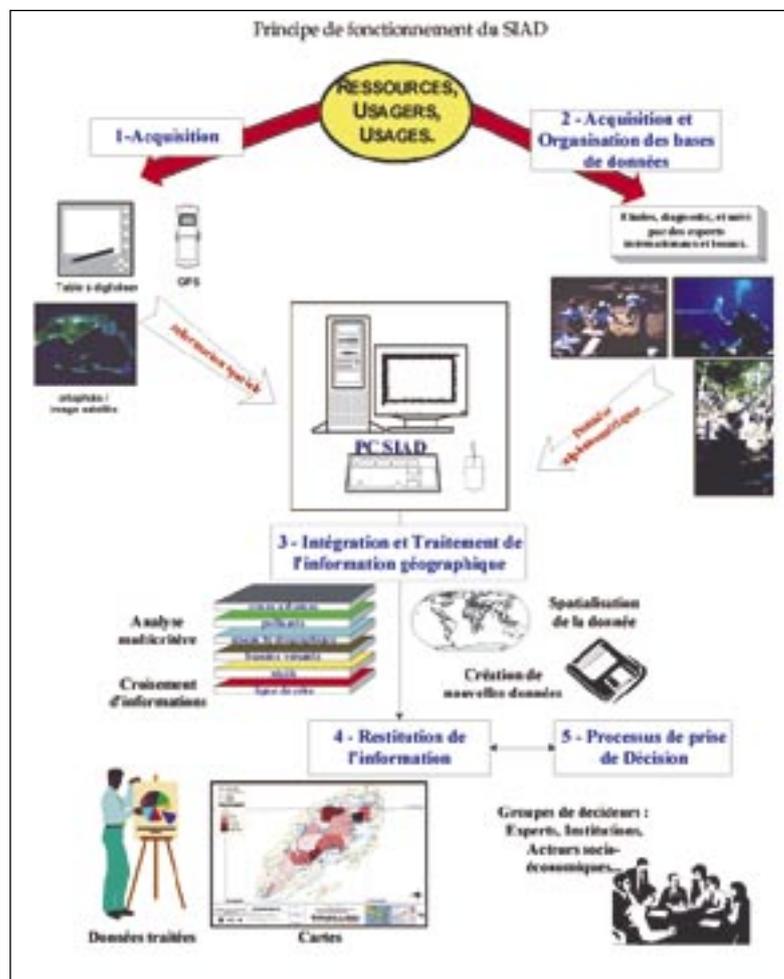
La mise en place du SIAD, a d'abord fait l'objet, pour son alimentation d'un diagnostic intégré de l'environnement terrestre et marin de l'archipel sur la base d'études sectorielles<sup>5</sup>, d'un travail cartographique à partir de données spatiales<sup>6</sup> pour mettre à jour des informations sur les formations végétales, les marais de mangrove et les systèmes récifaux de l'archipel et d'une collecte de nombreuses autres informations (infrastructures et équipements, réseau hydrographique et bassins versants, sources de pollution, activités économiques, caractéristiques sociales, caractéristiques des réseaux

de mesure...) avec la création d'un observatoire permanent des ressources naturelles.

Les activités du SIAD ont ainsi été concentrées sur trois objectifs principaux : l'acquisition de données spatiales, l'organisation des données alphanumériques et le traitement de l'information. Des traitements spécifiques à chaque contexte (analyse multicritère, croisement spatial, calcul statistique, modélisation, classification) ont servi de support à l'analyse des équipes scientifiques.

Des études, pour connaître les interactions entre les différents diagnostics réalisés, ont été menés ensuite afin de faire apparaître des zones homogènes qui serviraient de cadre de référence à la planification. Ce travail d'intégration complexe, a été rendu possible par l'usage d'un SIG (la superposition de couches d'informations spatiales légendées à différentes échelles, puis l'élaboration de cartes de synthèse par zone) pour produire des cartes d'appui à la discussion et à la prise de décision.

L'utilisation d'un SIG a permis en outre, de restituer les informations scientifiques aux acteurs locaux sous diverses formes : affiches sur les résultats des diagnostics pour le grand public, formation, restitutions cartographiques pour négociation avec des groupes d'acteurs spécifiques, support cartographique pour programme vidéo. Les acteurs locaux ont ainsi pu être associés



à l'élaboration de la stratégie de gestion de leurs ressources naturelles.

Sur la base de la synthèse et de l'analyse des différents diagnostics, un schéma directeur a été alors conçu comme un outil d'aide à la décision proposant des objectifs, des principes de gestion et des mesures spécifiques, classées en trois grandes catégories :

- mesures **techniques** : protection de zones déterminées, construction d'ouvrage de protection, infrastructures spécifiques (dispositifs de concentration de pélagiques par exemple), assainissement, signalisation marine,...
- mesures **transversales** : mesures communes aux trois îles qui dépassent l'échelle d'une zone mais qui, nécessairement, doivent être appliquées (renforcement institutionnel, cadre légal, politique de certification environnementale, incitations financières,...) ;
- mesures **d'accompagnement** : en appui à l'application des mesures précédentes (formation, communication, assistance technique, micro-crédits,...) et participant au lancement du parc marin.

Des instruments de gestion sont ainsi proposés à différentes échelles géographiques.

**Au niveau de l'archipel** : des mesures principalement liées aux aspects de régulation, dont l'objectif est de rendre compatibles des intérêts contradictoires et éclaircir les droits et devoirs de chaque groupe d'acteur.

**Au niveau des zones homogènes** : les grandes orientations de chaque secteur (développement urbain, protection de l'environnement, activités économiques) et les principes de gestion (au niveau municipal par exemple).

**Au niveau de sites particuliers** : les acteurs locaux de chaque zone, qui y ont des intérêts directs, ont alors les moyens de négocier et mettre en œuvre des plans d'actions localisés pour des sites particuliers comme Port Royal (zone de pins endémiques) ou la réserve marine de West End - Sandy Bay (forte activité de tourisme balnéaire et de plongée).

Le schéma directeur est complété par des plans de gestion sectoriels par type de ressource ou d'activité (lutte contre la pollution, gestion de la pêche artisanale, gestion des bassins, aires protégées marines et terrestres). Ces plans permettent aux décideurs locaux et nationaux de mettre en œuvre de manière réellement opérationnelle (programmes et financements à 5 ans) les différentes stratégies de développement économique du schéma directeur.

La mise en application de l'ensemble de ces plans conduit à la création d'une organisation institutionnelle spécifique du parc marin îles de la Bahía.

Le SIG a permis de décliner spatialement, aux diverses échelles, les propositions de planification, les principes de gestion et les diverses mesures clés proposées (voir figure suivante). Il devient un outil essentiel pour la phase finale du projet qui concerne la concertation de l'ensemble des propositions auprès des acteurs locaux et nationaux. ■

- 1 Roatan, Guanaja et Utila, respectivement de 127, 56 et 41 KM<sup>2</sup>.
- 2 Fragilité accrue par les épisodes de blanchissement de 1995 et 1998 (dus au réchauffement global des eaux), puis le passage du cyclone Mitch en 1998, et les pollutions d'origine anthropique (aménagements côtiers et eaux usées).
- 3 L'île assoie son économie sur la pêche artisanale, le tourisme et l'immobilier.
- 4 Proyecto Manejo Ambiental de las Islas de la Bahía», PMAIB. Financé par un prêt de la Banque interaméricaine de développement, le projet comprend trois composantes : «eau et assainissement», «cadastre» et «gestion des ressources naturelles». Cette dernière est attribuée, après concours international, à un consortium Franco-Hondurien mené par la société SAFEGE.
- 5 (récifs, mangrove, pêche artisanale, qualité des eaux, gestion des bassins, aspects légaux et socio-économiques),
- 6 images satellites, orthophotoplans, photo-interprétation et recoupement terrain par GPS.

## An environmental management programme for creation of the marine park of the Bahía Islands

*Luc DUCOURNAU, Jacques GRELOT, Isabelle VALADE - SAFEGE - luc.ducournau@safège.fr*

For environmental management of the Bahía Islands, the Honduran Government appealed for international aid to define an integrated environmental management programme that would combine environmental protection concerns and the economic concerns of the Island's production sectors. An Information Aid System (SIAD) was thus set up, which associated a GIS not only to present various scales of spatial planning, principles of management and key measurements but also to consult with local and national actors on all proposals.

and a geographic information system, which enables information to be crossed to provide an accurate picture of integrated management of coastal zones and inform the relevant actors. Integration of the data was facilitated by using a GIS to produce maps on which to base discussions and decisions, thus providing feedback on scientific information to local actors. On the basis of an analysis of the different diagnoses made possible by the tool, a master plan defined objectives, management principles and management measures specific to a given area or domain or to the

entire archipelago. This scheme is completed by sectoral management plans enabling local and national decision-makers to implement operational strategies for economic development of the master plan.

The GIS has thus given a spatial dimension to planning proposals, management principles and the key proposed measures.

*Guana (Côte d'Ivoire)*



*Villes en développement*

# LA GESTION DU RISQUE

## *HAZARDS MANAGEMENT*



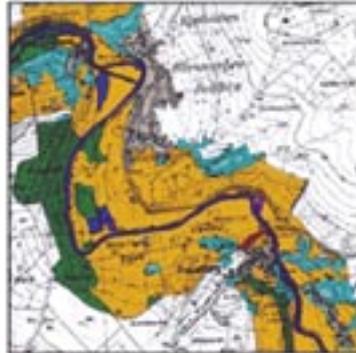
AFIGEO

## Activités de prévention

Contribution des données à haute & très haute résolution à l'élaboration de l'atlas des zones inondables en complément aux données traditionnelles (connaissance de l'occupation du sol et de son évolution dans le temps)



Image KVR 1000  
(résolution : 2 mètres)



Carte d'occupation des sols

- Bois et forêts
- Campings
- Citernes
- Cartes vides
- Épis
- Équipements sportifs
- Infrastructures industrielles
- Urbanisme
- Marais salés
- Courages



hauteur d'eau

- 0 - 1m
- 1 - 2 m
- 2 - 3 m
- > 3 m

**Bassin de la Blies (est de la France)**  
Traitement Aqualis/Scot

SCOT



SOGREAH

# TYPES D'INFORMATION ET OUTILS POUR LES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET LA GESTION DES CRUES

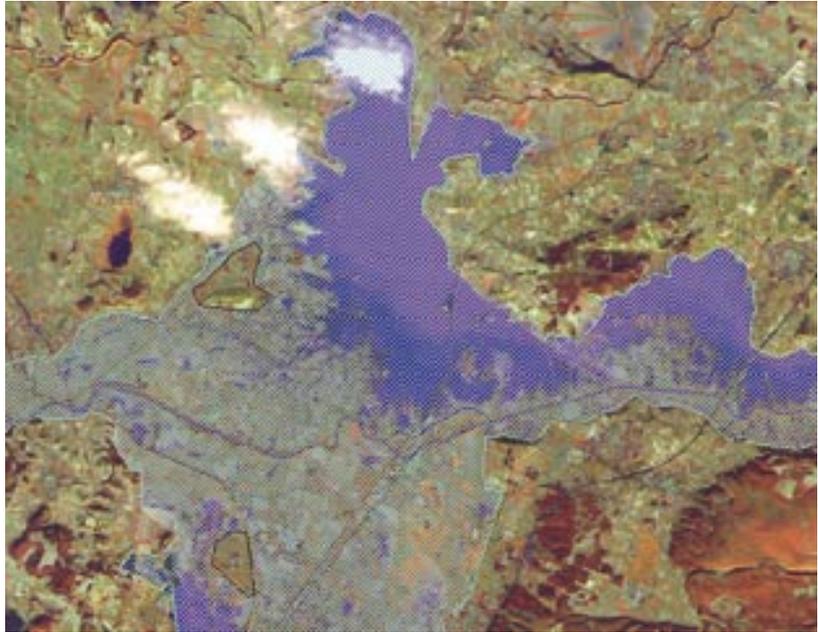
Jean-Michel ROQUES, SCOT SA, jmr@scot.cnes.fr

*Pour bien appréhender et gérer les diverses composantes du risque, la production, consultation ou l'exploitation de données cartographiques est primordiale, tant pour étudier/visualiser l'aléa que pour en estimer ou tenter d'en diminuer l'impact sur les zones vulnérables. Ainsi, les besoins en information géographique interviennent à chaque phase de la gestion des crues en apportant des informations aux différents acteurs qui interviennent autour de la problématique des risques environnementaux et des crues en particulier.*

Les crues, qu'il s'agisse d'inondations de plaine ou de crues éclairs en zone de relief, sont parmi les risques naturels, l'un des plus coûteux à la communauté. Cette notion de risque recouvre en fait deux notions: l'aléa lui-même (inondation, crue éclair) qui en est la source, et la vulnérabilité socio-économique des zones exposées à l'aléa, laquelle quantifie le degré du risque. Pour bien appréhender et gérer les diverses composantes du risque, la production, consultation ou l'exploitation de données cartographiques est primordiale, tant pour étudier / visualiser l'aléa que pour en estimer ou tenter d'en diminuer l'impact sur les zones vulnérables. Depuis une quinzaine d'années, les SIG, systèmes informatiques dédiés à la manipulation des données géographiques sont devenus des outils incontournables.

## LES SIG ET LES PHASES DE LA GESTION DES CRUES

Comme pour les autres risques naturels, la gestion des crues est traditionnellement décomposée en trois phases, prévention, crise, et post-crise. Les besoins en information géographique interviennent dans chacune de ces trois phases de façon distincte :



En phase de prévention, les données cartographiques aux différentes échelles servent à établir les plans d'exposition au risque, à délimiter des zones réglementaires, à définir des plans d'intervention, à faire les études de vulnérabilité ou à simuler des impacts d'événements potentiels. Le recueil de données relatives à des événements antérieurs est, en règle générale, une nécessité pour établir les cartes d'exposition aux risques. L'occupation du sol, les données topographiques, les données socio-économiques, ainsi que des informations sur les infrastructures ou la population sont ainsi rassemblées dans des SIG pour mener des analyses et pour préparer les systèmes d'aide à l'intervention. Pour intégrer, croiser et analyser les différentes couches et informations localisées nécessaires, ainsi que pour produire les cartes spécifiques, les outils SIG sont largement utilisés par les différents organismes impliqués dans les questions de prévention (sécurité civile, collectivités locales, administrations en charge de l'équipement, de l'environnement, de l'agriculture et des forêts, de l'indus-

trie...). Ceci pose d'ailleurs le problème du partage et de l'échange de ces données entre les différents acteurs qui n'utilisent pas tous les mêmes logiciels ni les mêmes structures de données.

En phase de crise, où il s'agit de protéger / réduire des impacts ou de sauver des vies humaines, l'information nécessaire est principalement d'ordre tactique et destinée à la sécurité civile: topographie du terrain, routes barrées ou susceptibles de l'être, réseaux hydrographiques, de drainage ou d'eaux usées, schémas techniques industriels, données sur les établissements répertoriés (fréquentation, plans d'accès ou d'évacuation...). Les SIG, en tant que composante d'outils d'aide à la décision, utilisés par la cellule technique de gestion de crise, jouent un rôle fondamental pour produire des cartes «à la volée», les diffuser vers les équipes terrain, et informer les autorités de l'avancement des opérations.

Enfin, en phase de post-crise quand vient l'heure du bilan, l'information est recueillie sur le terrain ou à l'aide

d'images prises par satellite ou par avion. Ainsi, on reportera sur des cartes les laisses de crues délimitant les zones touchées, les digues rompues, les niveaux d'eau ainsi que les vitesses d'écoulement atteintes localement, les éventuels glissements de terrain. Ces informations sont autant de données nécessaires à l'évaluation économique des dommages, à l'analyse et à l'amélioration future des plans de prévention, ou bien encore à l'amélioration des modèles de prévision des systèmes d'alerte de crue.

## LES OUTILS

Les SIG actuels peuvent être classés en deux types : les SIG vecteur et les SIG raster. Plusieurs éditeurs aujourd'hui proposent l'intégration de ces deux technologies dans le même produit. Les outils ou langages de développement associés permettent de réaliser des extensions applicatives et des passerelles vers d'autres logiciels dédiés à la gestion des crues.

Les SIG vecteur sont les mieux connus du public. Ils gèrent les objets dessinés dans les cartes en y associant des données informatives stockées dans une base de données. Les objets dessinés dans les cartes sont instanciés à partir des entités topologiques de base de ces systèmes : points, lignes, polygones ou

textes. Les capacités topologiques de ces outils permettent de réaliser des analyses de réseau, des croisements spatiaux et analyses statistiques spatialisées sur les données informatives.

Les SIG raster quant à eux, gèrent des données ponctuelles rattachées à des «grilles» matricielles. Ces outils raster proposent des fonctions de traitement d'images satellite ou avion permettant d'extraire de façon plus ou moins automatisée l'occupation du sol et les éléments topographiques qui seront ensuite reportés comme autant d'objets vecteurs. Outre le traitement d'images, ils permettent principalement d'effectuer des analyses spatiales sophistiquées utilisant plusieurs couches combinées. Ainsi, avec de tels outils, on pourra analyser les modèles numériques de terrain (pentes et expositions, limites de partage des eaux dans les bassins versants, calcul d'écoulements distribués), et réaliser des interpolations spatiales de pluies ou hauteurs d'eau observées. L'analyse distribuée d'un bassin versant à partir du modèle numérique de terrain, associée à l'occupation du sol et la pédologie permet, en l'absence de données d'observation d'estimer les hydrogrammes unitaires dans les parties amont des bassins.

Les SIG raster et/ou vecteur s'interfaçent assez facilement avec des modè-

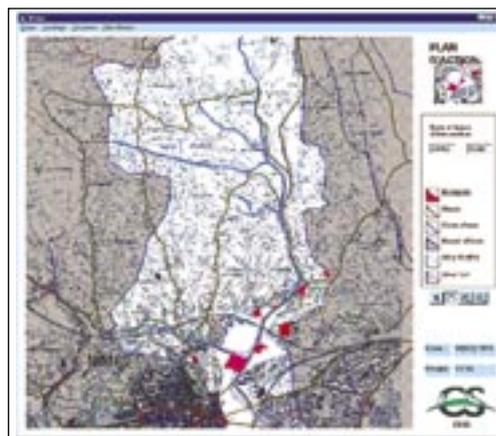
les bidimensionnels hydrologiques ou hydrauliques et sont de plus en plus utilisés comme outils de pré-traitement ou de post-traitement dans la mise en œuvre de ces modèles.

En pré-traitement, les informations topographiques (ex : les digues et levées de terrain, l'occupation du sol, les réseaux de drainage, les routes) reportées dans le SIG seront directement transposés dans les modèles hydrauliques comme objets ou paramètres de la modélisation (seuils, coefficients de rugosités, éléments linéaires) grâce à des passerelles développées entre les deux produits.

En post-traitement on utilisera, en particulier, les capacités d'interpolation de ces outils pour visualiser et, les extensions de zones de crue dans les lits majeurs.

Ainsi, depuis environ 15 ans les SIG viennent suppléer le travail autrefois fait à la main sur des cartes d'état major parfois obsolètes. En intégrant des fonctionnalités à la fois très sophistiquées et simples d'emploi pour visualiser, analyser et diffuser les données territorialisées de toute nature, les systèmes d'information géographique sont devenus des outils incontournables pour les différents acteurs intervenant autour de la problématique des risques environnementaux et des crues en particulier. ■

SCOT



# S.I.G. ET RISQUE HYDROLOGIQUE

## AVANCÉES ET LIMITES DE L'USAGE DES SIG POUR L'ÉTUDE DES BASSINS VERSANTS ET LA DÉTERMINATION DU RISQUE D'INONDATION

**Fabrice RODRIGUEZ**, Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC), [fabrice.rodriquez@lcpc.fr](mailto:fabrice.rodriquez@lcpc.fr),  
**Jean Claude DEUTSCH**, Centre d'enseignement et de recherche, l'eau, la ville et l'enseignement (CEREVE),  
[jcd@cereve.enpc.fr](mailto:jcd@cereve.enpc.fr)

*L'information géographique et le développement des outils informatiques sont un moyen pour étudier le comportement hydrologique d'un bassin versant, prévenir et anticiper les crues mais aussi projeter différents scénarios d'urbanisation et des aménagements particuliers sur une zone urbaine donnée.*

La notion de bassin versant est fondamentale en hydrologie. Elle représente un territoire dont la connaissance des limites va permettre de déterminer les débits ruisselés ou évacués. L'information géographique est donc essentielle. Par ailleurs le développement des outils informatiques pour la gestion de l'eau durant ces vingt dernières années, a conduit naturellement les spécialistes à s'intéresser à l'usage des SIG.

Nombreux sont les exemples qui illustrent les avancées qu'ont permis ces outils, dont il faut aussi préciser les limites d'utilisation.

La détermination des zones inondables peut se faire à l'aide de Modèles Numériques de Terrain (MNT). On peut ainsi déterminer, pour un cours d'eau donné, des relations entre débit et surfaces inondées. Cette information est importante, mais elle ne permet pas à elle seule de déterminer la vulnérabilité des territoires touchés, et par conséquent les dommages occasionnés par la crue. Par ailleurs, rattacher les limites de zones inondées dues à une crue de fréquence d'occurrence donnée est une opération, dans certains cas, osée, car dépendant de la connaissance de séries



CEPAL

de mesures hydrologiques longues rarement disponibles.

Par ailleurs, l'utilisation d'un SIG permet une modélisation spatialement distribuée du ruissellement et de l'évacuation des eaux pluviales urbaines. Ainsi, il est possible d'estimer l'influence d'un certain nombre de paramètres sur ce phénomène : le type d'urbanisation, le phasage de l'urbanisation, la longueur des canalisations, les équipements de stockage. Cet outil apporte une vision extrêmement précise de ce qui se passe, mais nécessite une actualisation fréquente des données qui coûte cher et donc difficile à réaliser.

Dans les deux cas, l'intérêt principal réside dans la possibilité de pouvoir comparer l'impact de scénarios différents (phénomènes naturels à différentes fréquences, ou configuration de terrains contrastés), sur la manière dont les eaux s'écoulent.

### LES CRUES ET LA PRÉVENTION DES RISQUES

Nombreuses sont les applications des Modèles Numériques de Terrain (MNT) aux problèmes des crues et à la prévention du risque inondation comme en témoigne quelques unes des études présentées ci-dessous.

Ainsi le problème de la qualité des données, crucial dès qu'il s'agit de prévoir les conséquences d'une catastrophe naturelle telle une inondation, est étudié à travers la notion de qualité des modèles numériques de terrain utilisés pour l'hydrologie appliqués à la caractérisation du régime de crues des bassins versants<sup>1</sup>.

Les risques d'inondation dans une région économiquement très active, comme celle du bassin de la Moselle, affluent du Rhin souvent sujet à de fortes crues, posent des problèmes aux administrations locales et régionales et

justifient le développement d'un SIG. Celui-ci est mis en place par le CEMAGREF, dans le cadre d'un projet européen<sup>2</sup>, sur la base de données ERS et Spot, et de Modèles Numériques de Terrain.

L'estimation des risques d'inondation d'une zone urbanisée a entre autres pour objectif de définir la structure d'un système d'information associant un MNT adapté à une modélisation hydraulique des écoulements de surface et une base de données permettant une estimation objective de la vulnérabilité aux inondations<sup>3</sup>.

La Prévention et Anticipation des Crues au moyen de Techniques Spatiales (PACTES)<sup>4</sup> avec un SIG a pour ambition, à la fois de vérifier l'intérêt de l'utilisation des techniques spatiales pour la gestion du risque inondation, et de permettre à un organisme local de la sécurité civile d'échanger des données et des informations sur les caractéristiques de crues grâce aux échanges avec les autres partenaires du projet.

### MODÉLISATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT URBAINS

La ville est un milieu qui ne cesse de se transformer ; la pression anthropique se traduit par des constructions qui affectent non seulement la surface du milieu urbain, mais également le proche sous-sol. Cette évolution per-

manente est un obstacle lorsque l'on souhaite déterminer le comportement hydrologique des bassins versants urbains. Une connaissance géographique et physique détaillée de la ville est un atout pour la modélisation hydrologique en milieu urbain. L'accès à cette connaissance est de plus en plus facilité dans les villes, grâce aux Systèmes d'Information Géographiques (SIG) dont disposent les collectivités locales et qui permettent de gérer et d'exploiter les données urbaines.

Un exemple est l'analyse hydrologique de la ville de Nantes qui a été menée en exploitant la banque de données urbaines de la communauté urbaine de Nantes, qui s'appuie sur le cadastre. L'exploitation de ces données géographiques est réalisée à l'aide du SIG Mapinfo. La distribution spatiale de caractéristiques pertinentes en hydrologie est déterminée à l'échelle de la parcelle cadastrale (surface, coefficient d'imperméabilisation, pente), et le réseau hydrographique urbain est modélisé à partir de la voirie et du réseau d'assainissement ; ce réseau représente les chemins d'écoulement de l'eau pluviale depuis chaque parcelle jusqu'à l'exutoire.

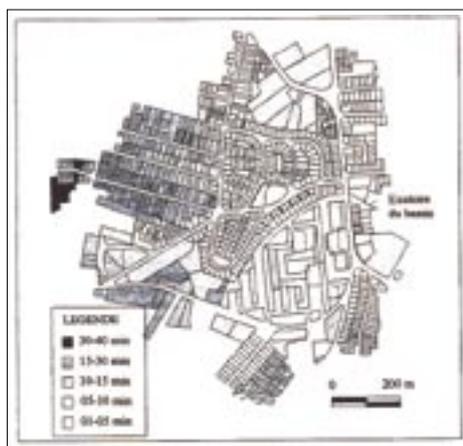
Les applications hydrologiques déduites de cette analyse sont la détermination automatique des bassins versants urbains, l'estimation cadastrale du taux d'imperméabilisation, la

détermination des temps de transfert de l'eau sur le réseau hydrographique, et la réponse hydrologique du bassin versant à une pluie impulsionnelle. Cette approche permet au chercheur de mieux appréhender le comportement hydrologique d'un bassin versant non jaugé, à partir de l'exploitation des banques de données urbaines ; cette démarche rend envisageable la modélisation hydrologique spatialisée des bassins versants urbains.

Du point de vue opérationnel, les modèles de conception et de simulation des réseaux d'assainissement, utilisés par les collectivités locales, peuvent tirer profit de ces applications, puisqu'ils sont alimentés par les données géographiques relatives aux zones étudiées. L'intérêt de l'utilisation des SIG réside également dans la possibilité de projeter différents scénarios d'urbanisation et des aménagements particuliers sur une zone urbaine donnée, et de tester leur influence sur le comportement hydrologique du bassin versant. ■

- 1 Thèse, Julie Charleux-Demargne (Université de Marne-la Vallée, Sciences de l'Information Géographique, 2001).
- 2 NOAH : Nouvelles Opportunités pour l'Altimétrie en Hydrologie
- 3 Projet d'étude du CEMAGREF.
- 4 Projet de recherche et de développement national dénommé « PACTES », dont le maître d'ouvrage est le CNES ; basé sur un SIG de Géoconcept.

*Isochromes  
(iso-temps de  
transfert à  
l'exutoire) du  
bassin des Renards  
(Nantes)*



*banque données urbaines - Nantes*



*banque données urbaines - Nantes*

## **TYPES OF INFORMATION AND TOOLS FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND FLOOD MANAGEMENT**

*Jean Michel ROQUES, SCOT SA, jmr@scot.cnes.fr*

Cartographic data generation, consultation and processing are essential to good identification and management of risk components, whether for studying/displaying a hazard or trying to reduce its impact on vulnerable areas.

Geographic information is thus required at each stage of flood management to brief the people who deal with environmental hazard problems, and with floods in particular.

At the prevention stage, cartographic data at different scales are used to draw up hazard exposure plans, delimit regulatory zones, draw up action plans, make vulnerability studies or simulate impacts of potential events. Thus to integrate, cross and analyse the required spatially-referenced layers and information, and to generate specific maps, GIS tools are widely

used by bodies involved in hazard prevention.

In a crisis phase, in which the aim must be to protect from or reduce impacts and save human lives, the information requirement is mainly of a tactical nature for civil protection purposes. The GIS is then used as a decision aid tool component by the crisis management technical unit and plays a key role by generating maps "on the fly", disseminating them to field crews and informing the authorities on the progress of operations.

In the post-crisis phase, when it is time to take stock of the situation, the information collected in the field or derived from pictures taken from a satellite or a plane, will be used for an economic assessment of damage, analysis and future improvement of prevention plans or the improvement of predictive models of flood alert systems.

There are two types of GIS. Vector-type systems that manage objects drafted on maps, by linking with them informative data stored in a database. The topological capabilities of these tools are used to perform network analysis, spatial cross-referencing and spatialized statistical analysis on the informative data. Raster GIS systems manage point data attached to matrix "grids". Besides image processing, they are mainly used for making sophisticated spatial analyses. Raster and/or vector GIS systems interface quite easily with two-dimensional hydrological or hydraulic models and are increasingly used as pre-processing or post-processing tools in the implementation of these models.

## **GIS AND HYDROLOGICAL HAZARDS**

### **ADVANCES AND LIMITS IN THE USE OF GIS FOR STUDYING CATCHMENT BASINS AND DETERMINING FLOOD HAZARD**

*Fabrice RODRIGUEZ, Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC), fabrice.rodriguez@lcpc.fr, Jean Claude DEUTSCH, Centre d'enseignement et de recherche, l'eau, la ville et l'enseignement (CEREVE), jcd@cereve.enpc.fr*

The catchment basin, which is an essential concept in hydrology, is an area in which knowledge of the limits enables runoff flows or drained flows to be determined. Knowledge of these limits is thus essential for determining flood-risk areas. Geographic information and the development of applied informatics tools are instrumental in enhancing this knowledge.

The development of computer tools for water management provides the means not only to determine

flood-risk areas, study hydrological behaviour of a catchment basin, and prevent and anticipate floods, but also to plan different urbanization scenarios and special facilities for an urban area and to test their effect on the hydrological behaviour of a catchment basin.

Among the instruments used, digital terrain models (DTM) determine the relations between flow and flooded surface areas, but not the vulnerability of affected areas or the damage caused by a flood. Geographic

Information Systems (GIS) are used for spatial modelling of rainwater run-off and drainage, which enables an estimation to be made of the effects of various parameters on this phenomenon. However, although these instruments can be used to compare the impacts of different scenarios on water flow patterns, the availability of information resources to feed these instruments raises some questions on the quality of the data and their updating.

*Gare de yaounde (Cameroun)*



*Villes en développement*

# CALYPSEAU, CARTOGRAPHIE, MODELISATION ET ANALYSE DES RISQUES

Eric GILBERT, BCEOM, e.gilbert@bceom.fr

*Calypseau est un outil performant qui associe la cartographie, la modélisation et l'analyse des risques pour en faire un élément de l'aide à la décision pour l'aménagement. Il permet de visualiser les différentiels entre plusieurs scénarios, de façon à faire un choix rapide vers la solution technique de prévention du risque globalement la moins contraignante ainsi que de simuler les processus d'inondations dans l'espace et dans le temps...*



IAURIF

## LE DROIT À L'INFORMATION DES CITOYENS

La loi du 22 juillet 1987 relative à la prévention des risques majeurs précise que «les citoyens ont un droit à l'information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis (...). Ce droit s'applique aux risques technologiques et aux risques naturels prévisibles» et, par là, rend obligatoire la connaissance et l'évaluation du risque d'inondation.

L'évaluation du risque d'inondation implique une réflexion hydraulique globale conduite sur l'ensemble du bassin versant concerné, de manière à évaluer les risques et les enjeux liés aux crues, porter ces risques à la connaissance des administrations, des collectivités locales et du public et rechercher les aménagements les plus adaptés pour réduire l'impact des inondations.

Pour cela il est nécessaire de mettre en place un modèle de prévision des crues opérationnel en temps réel, intégrant un modèle hydrologique et un modèle hydraulique et un système d'analyse et de restitution cartographique (SIG).

## L'ANALYSE DES RISQUES LIÉS AUX INONDATIONS

Les moyens de calculs informatiques actuels ont conduit à développer des modèles hydrauliques performants capables de représenter finement dans l'espace et dans le temps les nombreux paramètres qui caractérisent le processus d'écoulement des crues et leurs effets.

En matière d'inondation, les hauteurs d'eau, les vitesses, les durées de submersion sont des données à références spatiales, c'est-à-dire que les valeurs issues de la mise en oeuvre des modèles mathématiques (modèles à mailles, à casiers, modèles bi ou tri-dimensionnels) n'ont de signification réelle qu'à l'endroit précis où elles s'appliquent.

De surcroît, la reconstitution des crues par simulation à un pas de temps fin, conduit à générer une masse importante d'informations qui ne trouvait pas sa pleine valorisation et expression dans l'interprétation cartographique classique.

C'est pourquoi, afin de fournir une visualisation cartographique des informations obtenues par modélisation

mathématique (hauteur, vitesse d'écoulement, durée d'inondation), et d'en permettre la valorisation pour l'analyse des risques (matériels, humain, financier) liés aux inondations, l'application SIG Calypseau a été développée.

Calypseau permet en effet de réaliser :

- le calcul et la cartographie de l'aléa hydraulique (hauteurs d'eau, vitesses d'écoulement, durée d'inondation) des crues de référence,
- la cartographie du risque : La vulnérabilité, définie par les différents types d'occupation du sol, associée à l'aléa hydraulique permet de définir les zones de risque auxquelles vont s'appliquer les règlements d'urbanisme locaux.
- l'évaluation du coût des dommages engendrés par les crues testées. La vulnérabilité du site peut s'exprimer en termes économiques selon le type d'occupation du sol et les activités qui sont touchées par la crue. Par croisement avec les niveaux d'aléas, CALYPSEAU permet d'estimer le

coût des dommages de crues de différentes occurrences.

Calypseau constitue donc un outil performant d'aide à la décision pour l'aménagement permettant de visualiser les différentiels entre plusieurs scénarios de façon à converger rapidement vers la solution technique de prévention du risque globalement la moins contraignante.

De plus, à travers la visualisation dynamique du déroulement de la crue, Calypseau est un outil de simulation particulièrement didactique pour l'analyse du processus d'inondation dans l'espace et dans le temps.

Calypseau combine deux types de données numériques distinctes :

#### Les données topographiques :

Ces données servent en général à la fois à la modélisation mathématique et aux calculs nécessaires à la cartographie. Elles doivent recouvrir l'ensemble du champ d'inondation afin de permettre la création d'un modèle numérique de terrain fiable et représentatif de la réalité.

Les données peuvent être intégrées à partir de bases de données existantes, de levés topographiques, de restitutions photogrammétriques ou saisies manuellement à partir de plans existants.

#### Les données liées au milieu :

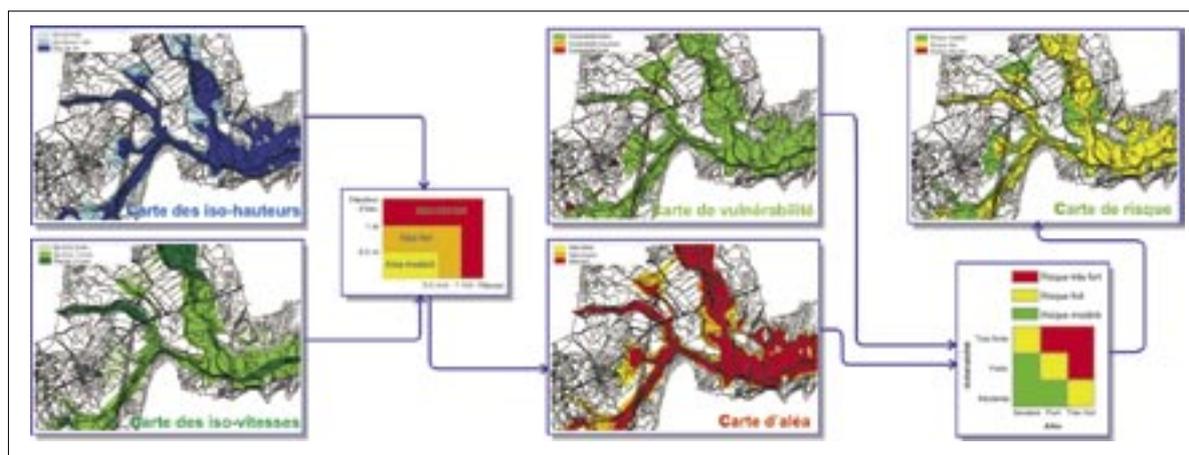
Suivant l'échelle de travail, la zone étudiée et l'exploitation ultérieure de la cartographie, le type de données utilisé peut être très variable d'une étude à l'autre.

Voici quelques exemples de données utilisables :

- P.O.S.<sup>1</sup>, cadastre,
- infrastructure, réseau hydrographique,
- état d'occupation du sol,
- activités liées au milieu.

CALYPSEAU permet donc la production d'une cartographie du risque d'inondation, conçue comme l'aboutissement d'une démarche technique de reconstitution des aléas hydrauliques (hauteurs d'eau, vitesses d'écoulement, durées de submersion) avec prise en compte de la sensibilité des zones affectées par les crues pour en déduire les risques humains et économiques. ■

1. POS : Plan d'occupation des sols



BCEOM

## CALYPSEAU, MAPPING, MODELLING AND HAZARD ANALYSIS

Eric GILBERT, BCEOM, [e.gilbert@bceom.fr](mailto:e.gilbert@bceom.fr)

Flood hazard assessment involves global hydraulic study throughout the catchment basin in order to assess flood-related hazards and their implications, bring these hazards to the knowledge of national and local authorities and the general public, and target the most appropriate facilities to reduce the impact of flooding.

Today's computing methods are used to develop efficient hydraulic models

capable of providing a detailed representation of the many parameters that characterize the flood flow process and its effects in space and in time. From this model, a simulation-based possible reconstruction of the floods can be obtained, the potential of which is maximized in a geographic information system application.

Calypseau is an efficient tool that combines mapping, modelling and hazard analysis into a decision-aid

planning tool. It is used to display differentials between a number of scenarios for quick choice of a technical solution with the least constraints for hazard prevention, and to simulate flooding processes in space and time. It thus generates flood risk mapping based on the reconstruction of hydraulic hazards and the sensitivity of areas affected by floods.

# OBSERVATOIRE DU VAL DE SAÔNE

Agnès CABAL, SOGREAH, agnes.cabal@sogreah.fr

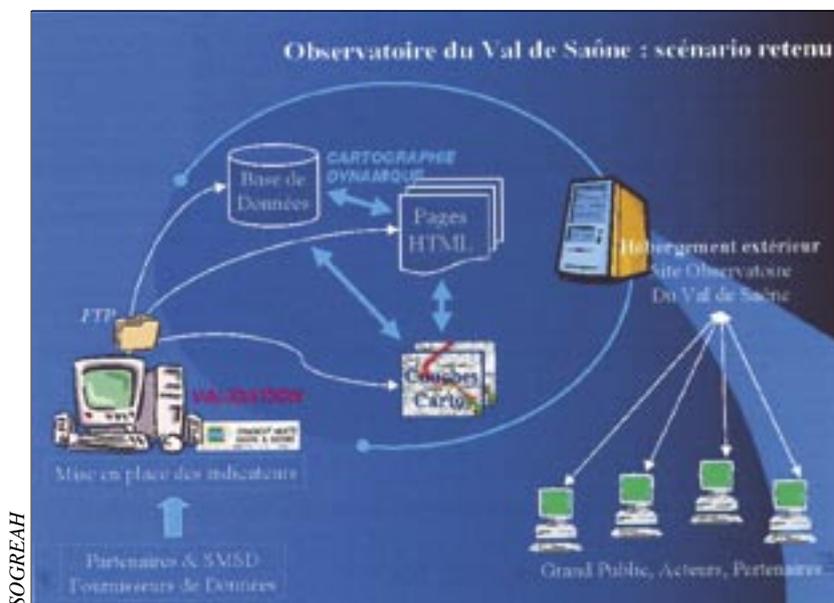
**L**e développement durable de la vallée de la Saône fait l'objet d'un programme d'interventions dont la mise en œuvre se fait dans le cadre d'un contrat de vallée inondable. Le suivi scientifique et technique des actions se fait à travers l'Observatoire du Val de Saône, qui contient d'une part une base de données en ligne contenant les indicateurs et d'autre part un serveur géographique permettant la consultation de cartes.

**L**e plan de gestion du Val de Saône, document d'orientation élaboré avec l'ensemble des acteurs de la vallée, définit un cadre d'interventions permettant un développement durable de la Vallée de la Saône. Ce document formule une centaine de mesures et préconisations multi-thématiques adaptées aux particularités de la Saône et à ses 72500 ha de surfaces inondables. Sa mise en œuvre concrète, dans le cadre d'un contrat de vallée inondable – plan d'actions quinquennal – était prévu pour l'année 2002. Le suivi scientifique et technique des actions développées dans le cadre du contrat de vallée inondable s'effectuera au niveau de l'Observatoire du Val de Saône par la publication et le suivi d'indicateurs d'état, de pression et de réponse se rapportant aux différents domaines abordés dans le contrat.

## LAGESTIOND'UNEVALLÉEINONDABLE: L'ACCÈS À L'INFORMATION

Tous les grands thèmes de gestion d'une vallée inondable sont traités au niveau de l'Observatoire :

- La préservation de la ressource en eau, souterraine et superficielle,
- L'inondabilité de la vallée et les aspects de prévision et information ; Prévention et Protection ;



SOGREAH

- Les milieux naturels tels que habitats du lit mineur, habitats du champ d'inondation et bords de Saône.

L'Observatoire se décline sous la forme d'un site Internet grand-public avec une zone réservée pour les gestionnaires et maîtres d'ouvrage du bassin.

Certains indicateurs sont publiés sous la forme de cartes interactives consultables en ligne. La cartographie interactive permet à un visiteur de l'Observatoire d'obtenir des informations tant au niveau de l'ensemble du Val de Saône, qu'au niveau de sa commune ou de son département.

Les gestionnaires pourront ainsi consulter le suivi des actions entreprises dans le cadre du contrat de vallée inondable de leur commune.

## L'OBSERVATOIRE : UN SYSTÈME GÉNÉRALISÉD'ACCÈSÀL'INFORMATION

L'utilisation d'une cartographie «en ligne» destinée à la fois à un large public de riverains, décideurs et gestionnaires locaux à travers un navigateur Internet classique et donc avec une ergonomie

d'utilisation ne nécessitant de connaissances en Systèmes d'Informations Géographiques, vulgarise l'emploi de cartes thématiques basées sur des informations géographiques.

Il faut néanmoins souligner le travail préalable de classification et de définition des différents indicateurs relatifs à une problématique donnée.

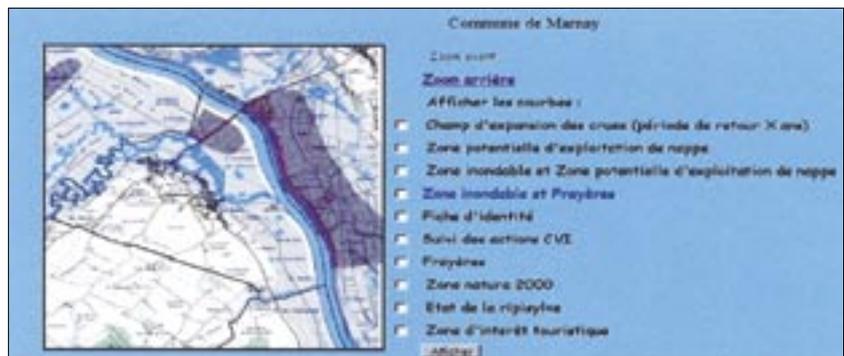
En effet, les indicateurs d'état, de pression ou de réponse d'un thème de l'observatoire doivent être à la fois :

- Compréhensibles pour un large public,
- Basés sur des mesures environnementales durables,
- Caractéristiques de la thématique et des enjeux pour le Val de Saône,
- Symptomatiques des actions envisagées sur le Val de Saône.

L'ensemble de ces indicateurs a été défini sur la base d'informations environnementales ou administratives qui seront mises à jour sur une base annuelle. Les indicateurs agrégés seront calculés à partir de ces informations sous la forme d'indicateurs classiques stockés dans une base de données avec une classification propre à chaque indi-

cateur ou bien serviront à alimenter une base d'informations géographiques et seront présentés sous la forme de cartes thématiques avec leur classification associée.

Le site de l'Observatoire du Val de Saône est en cours de développement, sa mise en service est prévue pour la fin de l'année 2002. ■



SIG de la commune de Marnay (Val de Saône)

SOGREAH



SOGREAH

## VAL DE SAÔNE OBSERVATORY

**Agnès CABAL, SOGREAH, [agnes.cabal@sogreah.fr](mailto:agnes.cabal@sogreah.fr)**

Sustainable development of the River Saône Valley is the purpose of an action programme implemented under a Flood-risk Valley Contract. This document formulates a hundred measures and recommendations tailored to the specific features of the River Saône and its 72,500 ha of flood-prone land. Scientific and technical monitoring of this action is performed by the Val de Saône Observatory, which has an on-line database containing Val de Saône indicators and a geographic server for map consultation.

The observatory covers the conservation of subsurface and surface water resources, valley floodability, the prediction, information and protection aspects and the natural environments. It is a public website with an area dedicated to basin managers and owners. Indicators, defined on the basis of environmental or administrative information, are regularly updated and stored in a database or published in the form of interactive maps that can be consulted on-line and do not require any specific knowledge of geographic

information systems. They thus popularize the use of maps based on geographic information. At the same time, managers can follow the progress of measures implemented under the Flood-risk Valley Contract for their commune. The Val de Saône Observatory website is in the process of development and is due to be launched by the end of 2002.

# ATLAS DES ZONES INONDABLES POUR LA PREVENTION DES CRUES : LE PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE

**Alain GAUTHERON**, Direction Régionale de l'Environnement (DIREN)  
alain.gautheron@centre.environnement.gouv.fr

*En 1994, un comité interministériel a créé le «Plan Loire Grandeur Nature» pour élaborer une vision globale de l'aménagement du fleuve. Pour mieux comprendre le comportement de la Loire, un modèle hydraulique mathématique a été réalisé. Par ailleurs, une méthodologie a été mise au point pour exploiter au mieux les données disponibles et les représenter sur des cartes, pour la réalisation d'un ensemble d'atlas des zones inondables prévisibles pour six scénarios de crue.*



DREIF

**S**'il est un fleuve sous haute surveillance, c'est bien la Loire. Son enfoncement progressif a fortement modifié la propagation de ses crues et il est au cœur de nombreuses activités le long d'un parcours à travers milieux naturels, zones agricoles et villes. En 1994, un comité interministériel a créé le «Plan Loire Grandeur Nature» pour élaborer une vision globale de l'aménagement du fleuve. Une équipe pluridisciplinaire s'est constituée<sup>1</sup> et jouant avant tout un rôle d'appui technique au service des intervenants locaux, elle a développé de fortes compétences en matière de SIG.

## DE LA CRUE À SA REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE

Pour mieux comprendre le comportement de la Loire, un modèle hydraulique mathématique a été réalisé. L'équipe s'est concentrée tout d'abord, sur un tronçon de 450 km de fleuve allant de Nevers à Angers, soit 1500km<sup>2</sup> de zones inondables qui représentent 600 km de digues, 300 000 habitants et 13500 entreprises. En outre, les cas les plus probables de crues de période

de retour allant de 50 à 500 ans au Bec d'Allier, ont été envisagés comme période de référence.

Compte tenu de l'ampleur de la zone étudiée, la modélisation s'est faite à l'échelle du 1/100000°. Outre un filaire pour représenter les lignes d'eau dans le cours du lit, des casiers d'environ 1 km<sup>2</sup> ont été définis pour représenter les zones d'expansion des crues. Ils prennent en compte les grands éléments structurants du paysage (routes, chemins, digues) et représentent une sorte de maillage vectoriel.

Si le modèle hydraulique retenu est bien adapté à la dimension du secteur, notamment en terme de temps de calcul et nous renseigne efficacement sur la gestion hydraulique des crues, il est plus difficile de l'utiliser directement pour connaître la limite précise de l'inondation. En effet le modèle n'effectue qu'un calcul moyen par section de rivière et par surface homogène. A chaque casier correspond une hauteur d'eau.

La cartographie des zones inondées en fonction de la crue est pourtant très importante en terme d'organisa-

tion pour les services d'intervention et pour restaurer la culture du risque. Pour répondre à cette demande, une méthodologie a été mise au point pour exploiter au mieux les données disponibles. Le principe de calcul des zones inondables est relativement simple. Il s'agit dans un premier temps de reconstituer la surface de l'eau à partir de données historiques ou à partir des résultats d'un modèle mathématique. On adopte la même démarche en ce qui concerne la topographie du terrain à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT). On soustrait ensuite les deux surfaces pour déterminer les zones inondées avec leur hauteur de submersion. On élimine ensuite les surfaces isolées qui ne sont pas en contact avec la rivière.

## LE CALCUL DES ZONES INONDABLES ET LEUR REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE

La méthode utilisée s'appuie sur deux éléments :

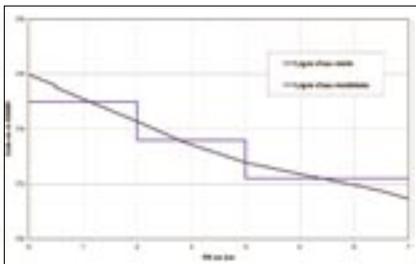
- l'adaptation de la représentation cartographique du modèle ;
- l'identification des zones de calculs

Le premier consiste à adapter la représentation cartographique au phénomène hydraulique. Par exemple, la remontée du niveau d'eau des affluents, sous l'influence du fleuve, sera représentée par un polygone car la surface est presque horizontale, alors que la rupture d'une digue sera représentée par un axe d'écoulement et des sections en travers portant le niveau d'eau atteint. Cette démarche demande une forte implication en terme d'analyse et d'interprétation des résultats hydrauliques.

Si le type de modèle utilisé est adapté aux calculs hydrauliques sur l'ensemble de la vallée, son utilisation peut réserver des surprises pour une cartographie des zones inondables à une échelle locale. En effet, la construction du modèle revient à discrétiser l'espace afin de représenter au mieux tous les phénomènes hydrauliques, tout en optimisant le temps de calcul.

Si dans le domaine filaire du modèle les problèmes de représentation de la ligne d'eau sont moindres, la présence des casiers peut engendrer un phénomène de « marche d'escalier » indésirable pour le calcul des zones inondables.

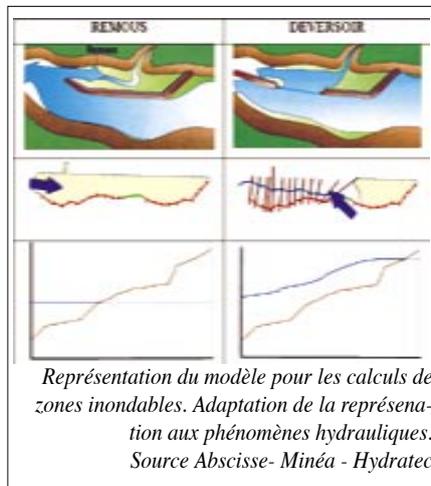
Zones d'eau modélisée et réelle



L'objectif est donc ici d'adapter la représentation cartographique du modèle afin de générer une surface la plus proche possible de la ligne d'eau réelle. Pour ce faire, cette adaptation s'appuiera sur l'interprétation des phénomènes hydrauliques à partir des résultats du modèle, de l'allure générale du MNT, mais aussi d'une bonne connaissance du terrain. Un regard critique des résultats hydrauliques est nécessaire afin de sélectionner la forme géométrique représentant au mieux le phénomène.

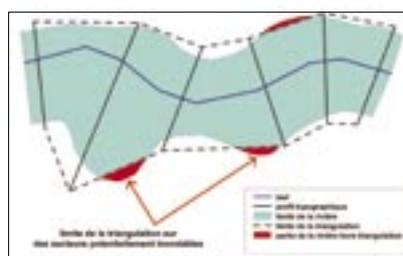
Le second principe est d'effectuer le calcul de la zone inondable par

surface hydrauliquement homogène. Cela revient à découper le MNT selon les infrastructures pouvant faire obstacle à l'écoulement (digues, routes en remblai, ...).



La rupture topographique, et donc hydraulique, engendrée par les levées n'est pas prise en compte par le MNT. De plus les profils en travers représentant le lit endigué ne prennent pas en compte toutes les variations de largeur du lit.

Ces deux points entraînent des erreurs lors de la création des modèles de surface, notamment à l'interface entre



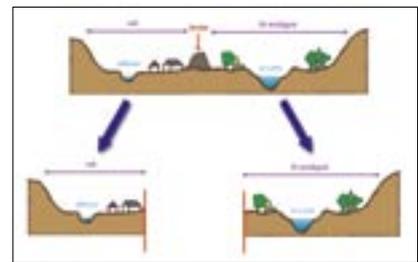
Problème de calcul des modèles de surface (profils et levées)

le val et le lit endigué, c'est-à-dire la levée.

Pour résoudre au mieux ces incohérences, les calculs seront donc réalisés séparément pour les vals et pour les tronçons de lit endigué.

Si nécessaire, la même démarche est appliquée pour des vals complexes, possédant des endiguements internes ou des obstacles perturbant l'écoulement.

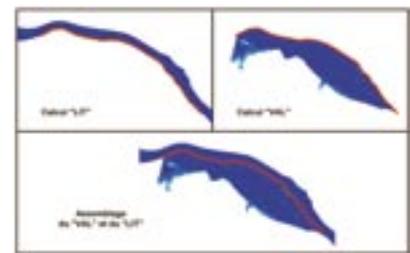
Les résultats des calculs seront ensuite assemblés. Une attention particulière



Coupe en travers type de la vallée

est apportée aux confluences, afin d'assurer la continuité entre les deux calculs. De la même manière, un recouvrement minimum est assuré entre les différents tronçons de lit endigué.

Pour limiter les effets de bord, le calcul est effectué sur une zone plus large dépassant les levées. Cette zone est ensuite découpée sur les limites réelles de la levée et des berges, au droit des confluences.

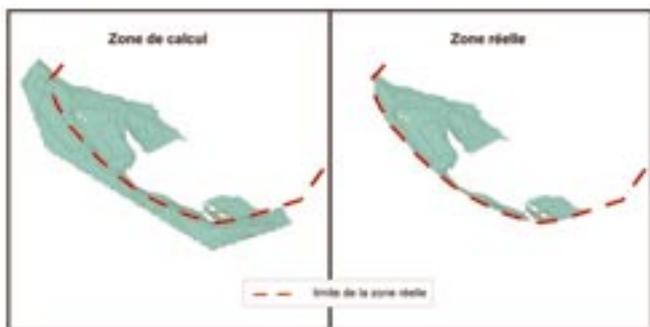


Les trois stades de la cartographie des zones inondables prévisibles (assemblage).

Pour le lit endigué, le lit mineur est exclu du calcul. Le lit mineur est représenté par un polygone qui est digitalisé à partir des berges figurant sur le Scan25®. Aucun travail spécifique sur ce lit, tel que la densification de profil pour le MNT, n'est réalisé. En effet cette partie du lit est très rapidement inondée et est le siège de très peu d'enjeux. Les intérêts de représentation sont donc minimes et les efforts supplémentaires disproportionnés vis à vis des enjeux.

#### UN ATLAS DES ZONES INONDABLES POUR UNE VISION DU RISQUE INONDATION

L'étude a permis la réalisation d'un ensemble d'atlas de ces cartes de zones inondables prévisibles pour six scénarios de crue pré calculés, correspondant à des crues de plus en plus fortes. Les services d'annonce de crues pourraient ainsi se référer à ces scénarios pour rendre compte des atteintes envisagées, et ce en temps réel.



Zone de calcul et découpe de la zone réelle

Ces cartes seront diffusées aux services d'intervention au 1/50000<sup>e</sup>, sur fond de plan IGN, accompagnées de nombreux commentaires notamment sur les incertitudes liées aux données, pour une intégration dans leurs plans de secours. Ces cartes correspondent à

Communaux Synthétiques (DCS), les Plans de Secours Spécialisés Inondation (PSSI),... afin de donner une vision réactualisée du risque inondation à partir des résultats de l'étude « Loire moyenne ». L'échelle retenue correspond à la limite d'exploitation

un besoin opérationnel mais l'utilisateur doit intégrer très rapidement les incertitudes pour un usage optimal. L'objectif est de fournir un outil exploitable pour les Documents

des données en terme de précision et de visualisation du fond de plan.

Il ne s'agit pas d'établir une cartographie réglementaire. En effet les Plan de Prévention des Risques (PPR) en Loire moyenne se basent sur les Atlas des Zones Inondables élaborés dans le milieu des années 90 par la DIREN Centre à partir des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC). ■

1. Avec l'appui des services de l'Etat, de l'Etablissement Public de la Loire (EPLoire, qui représente les collectivités locales) et de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

## **ATLAS OF FLOOD-RISK AREAS FOR FLOOD PREVENTION: THE PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE** **Alain GAUTHERON, Regional Department for the Environment** **alain.gautheron@centre.environnement.gouv.fr**

In 1994, an interministerial committee launched the «Plan Loire Grandeur Nature» to create a global vision of River Loire development.

To better understand the behaviour of the River Loire, a mathematical hydraulic model was built, based on a study area of a 450 km stretch of the River Loire, representing 1,500 sq km of flood-prone areas, together with data available on known floods. This instrument is an efficient source of information on hydraulic flood management. However, it is more difficult to use it directly to find out the exact flood line.

It was for this reason, and to meet the response services' organizational requirement to be provided with mapping of flooded

areas with relation to a flood, that a methodology was developed to make the most of available data. It uses background information or the results of a mathematical model to reconstruct the water surface and then a digital terrain model (DTM) to reconstruct the topography. By subtracting the surfaces one from another, the flooded areas and their depth of flooding are determined. The hydraulic phenomenon is then represented on maps to generate the closest possible surface to the actual water level. Calculations are then made from the hydraulic surface to determine the flood-risk area as accurately as possible.

The information obtained was used to produce an atlas collection of maps of foreseeable flood-risk areas for

six pre-computed flood scenarios, corresponding to increasingly severe floods. The flood announcement services could thus refer to these scenarios to warn of expected damage in real time.

The aim is to provide a tool that can be used for municipal synthetic documents and emergency flood plans to provide an updated vision of flood hazard based on a study of the River Loire middle reaches.

*Inondation à Djibouti*



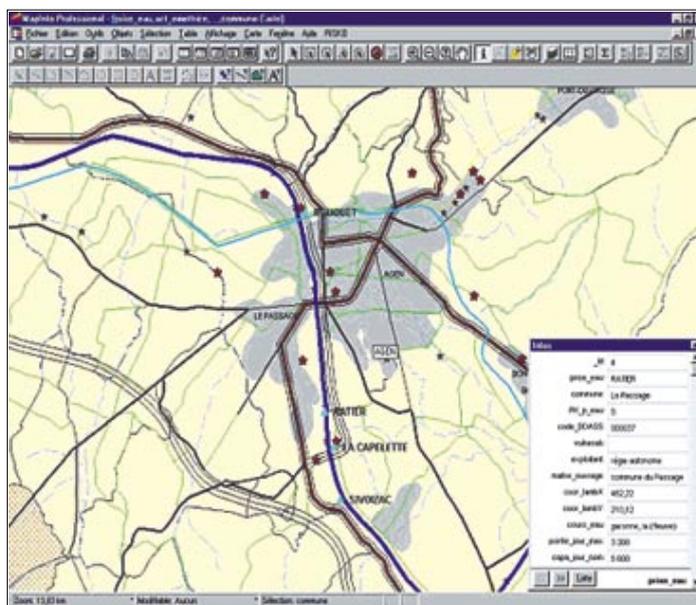
*Villes en développement*

# EVALUATION DES RISQUES DE POLLUTION ACCIDENTELLE

## LA PROTECTION DES RESSOURCES EN EAU POTABLE DANS LE LOT ET GARONNE

Marguerite ZAFFIRO - Générale d'Infographie, mzaffiro@gi-toulouse.com

Afin de garantir la sécurité de l'approvisionnement en eau potable dans le Lot-et-Garonne, l'évaluation des risques de pollution accidentelle est incontournable. Pour ce faire, l'association d'un SIG à chacune des étapes de l'étude technique pour l'analyse des risques permet de croiser des informations diverses pour définir les actions préventives à mener.



Lot-et-Garonne, Conseil général, Infographie

L'alimentation en eau potable de la population lot et garonnaise s'effectue principalement par des prélèvements de type forages en nappes ou captages de sources. Cependant, certaines collectivités sont aussi alimentées par des prises d'eau en rivières. Onze sont disséminées le long du fleuve Garonne et des rivières Lot, Gélise, Baïse, et Gers dont 5 concentrées autour d'Agen.

Le Conseil Général du Lot-et-Garonne s'est engagé financièrement et stratégiquement en faveur de la protection des ressources en eau potable en proposant aux collectivités une maîtrise d'ouvrage déléguée pour le montage des dossiers réglementaires de mise en place de périmètre de protection. Toutefois, l'application de cette procédure aux prélèvements superficiels requiert des études techniques préalables complexes. Parmi ces études, une évaluation des risques de pollution accidentelle est incontournable.

### LAPRÉVENTIONDES RISQUES, UN OUTIL DE GESTION

Avec l'existence d'une activité industrielle de proximité des cours d'eau Lot, Gélise, Baïse et Gers, il est important de pouvoir garantir la sécurité de l'approvisionnement en eau potable de la population.

L'objectif de l'étude est donc d'informer les distributeurs et les traiteurs d'eau des produits toxiques qui seraient susceptibles d'atteindre leur station de pompage et de prévoir ainsi la démarche à adopter en cas d'accident.

A chaque phase de l'étude une composante SIG y est associée. L'étude comporte trois phases :

- historique et analyse des pollutions accidentelles afin de définir la répartition par type d'activité de l'origine des pollutions et les circonstances et conséquences des accidents.

- inventaire des sites à risques et études des produits afin de déduire les produits polluants susceptibles d'être déversés dans les cours d'eau et de dresser un bilan des zones sensibles rattachées aux cours d'eau par une prise en compte générale du milieu.
- analyse des risques liés au transport fluvial, ferroviaire et routier afin d'identifier les risques potentiels de pollution selon la nature des produits véhiculés et la localisation des lieux privilégiés où des accidents peuvent intervenir.

L'outil SIG quant à lui est utilisé pour :

- compiler et structurer les recueils de données dispersés auprès d'organismes tels que DRIRE, DDE, DDAF, Préfecture, DDASS .
- réaliser les cartes thématiques pour aider à l'analyse de l'étude et mettre en valeur les conclusions.
- préparer le socle d'informations pour alimenter dans le futur un

centre d'intervention en cas d'accidents polluants.

Pour répondre à ces attentes, la méthodologie de mise en oeuvre de l'outil consiste à :

- définir avec l'ensemble des partenaires concernés (Conseil Général et organismes départementaux), l'information nécessaire et suffisante à récolter pour chaque phase, et l'exploitation attendue de cette information récoltée ;
- concevoir la structure de la base composée des thèmes et objets suivants :
  - **thème administratif** : commune, unité d'alimentation communale : (tout ou partie de commune alimentée en eau par un même centre de production).
  - **thème hydrographique** : bassin versant, cours d'eau, prise d'eau en rivière.
  - **thème transport** : voies routières, ferrées, fluviales avec une information sur le trafic et les points "noirs".

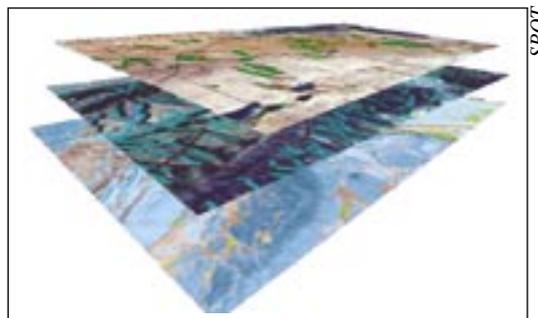
- **thème industriel** : industriels émetteurs avec les types de produits stockés et leurs rejets émis.
- **thème accident** : accidents recensés avec leur point d'impact et la pollution émise sur la prise d'eau ;
  - intégrer les données référentielles exogènes telles que scan 25 IGN, BD Carto, (limites administratives, voies routières, ferrées, fluviales), BD Carthage (réseau hydrographique, bassin versant, stations d'épuration, principaux sites industriels),
  - saisir dans le SIG les informations récoltées sur le terrain,
  - analyser des éléments de la base, en particulier pour l'étude des interactions géographiques environnementales, dont le positionnement des sites à risques et de la pression agricole par rapport aux

zones préférentielles de ruissellement et zones inondables, ou la mise en évidence des itinéraires de trafic importants et leurs points de coupure avec les cours d'eau, ainsi que la part respective de chaque catégorie polluante en sont quelques exemples,

- édition de cartes thématiques résultantes, comme par exemple celle qui met en évidence les contraintes et sensibilités du milieu lié aux prises d'eau concernées par l'étude.

L'intérêt de structurer l'étude au travers d'un SIG permet de :

- faire vivre l'information en poursuivant l'alimentation de la base.
- préparer le socle pour concevoir un outil informatique de gestion centralisée à l'échelon départemental, des interventions en cas d'accident. ■



Extraction d'information géographique de l'imagerie satellite

## ACCIDENTAL POLLUTION RISK ASSESSMENT

### PROTECTION OF DRINKING WATER RESOURCES IN LOT ET GARONNE Marguerite ZAFFIRO, Générale d'Infographie, mzaffiro@gi-toulouse.com

To secure the drinking water supply in Lot et Garonne, protected areas have been determined. This procedure has required preliminary studies that include accidental pollution risk assessment. The aim of the studies is to inform water distributors and engineers of toxic substances that might impact their pumping station, and to provide and establish a procedure to be followed in the event of an accident.

To this end, a GIS can be integrated into each of the stages of the

technical study for risk analysis, from which to cross-reference information for guidance of preventive measures. Here the GIS is used to compile and structure the collection of data dispersed among a number of bodies, and to produce thematic maps on which to base a historical inventory and analysis of accidental pollution. This will serve to break down pollution episodes by type of activity, take stock of hazardous sites, make studies of products liable to be discharged into rivers, and analyse risks related to river, rail and road transport according

to the type of product carried. This information, structured in a GIS, will be harnessed for use by crossing the data, while continuing to provide input to the database, which will form the core for the design of a data processing tool for response management centralized at the département level in the event of an accident.

# SPOT : DES SATELLITES AU SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT

Laurent FRESH, Spot image, laurent.fresh@spotimage.fr

**G**érer au quotidien le patrimoine environnemental de notre planète nécessite l'illustration d'outils performants pour surveiller en temps et en heure les interactions entre le milieu humain et physique. L'observation de la terre constitue une source privilégiée d'information géographique, rendue possible grâce aux satellites d'observation qui permettent d'acquérir des images numériques, facilement intégrées dans un Système d'information géographique.

Projets de gestion d'irrigation et de bassins entretenus par le bureau des services d'appui aux projets des Nations unies



SPOT

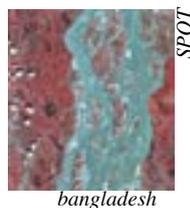
**D**es conférences internationales sur l'environnement aux décrets réglementant les activités industrielles, la nécessité de gérer notre planète comme un patrimoine est désormais reconnue. Le problème n'est plus de savoir s'il faut agir pour préserver l'environnement, mais de savoir « comment agir ».

Trois satellites d'observation de la Terre Spot en orbite permettent d'acquérir, chaque jour, des images sur n'importe quel point de la planète. Ces images numériques, source d'informations objectives, globales et actualisées, sont facilement intégrées dans les systèmes d'information géographique (SIG). Elles sont indispensables dans des applications telles que la cartographie, l'agriculture, l'aménagement du territoire, la défense, les réseaux de téléphonie cellulaire, la gestion de l'environnement et des ressources naturelles. Les images Spot apportent en particulier une aide précieuse pour une meilleure connaissance et une meilleure gestion des ressources en eau. Elles permettent d'obtenir à la fois des informations détaillées sur un site donné, et une vue d'ensemble d'une région, en mettant en évidence les interactions entre l'eau et le sol.

## LES RISQUES D'INONDATION

L'observation de la Terre constitue une source privilégiée d'information géographique, indispensable dans de nombreuses applications et tout particulièrement dans le domaine de la gestion des risques inondation.

Qu'il s'agisse d'étudier des changements à long terme ou de surveiller des situations qui évoluent rapidement, la répétitivité des passages des satellites Spot permet de couvrir jusqu'à onze fois une zone donnée au cours de vingt six jours. L'archive Spot, qui contient plus de 8 millions d'images, renseigne sur les conditions du milieu depuis 1986.



Dans le cadre de la charte internationale « Espace et Risques majeurs<sup>1</sup> » signée par les principales agences spatiales, une organisation opérationnelle a été mise en place pour optimiser l'acquisition et la production des images satellites en cas de catastrophes naturelles.

Spot Image opère, pour le compte de la Charte Internationale, les satellites Spot. Grâce à la mise en place d'un système d'astreinte, Spot Image a la capacité de solliciter ses satellites 7 jours sur 7 pour acquérir en urgence des données en n'importe quel point du globe.

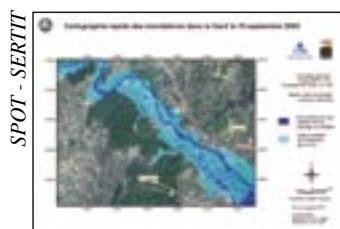
Les études menées avec les images Spot fournissent des cartes de risques et, en y ajoutant les informations socio-économiques, des cartes de vulnérabilité. Ces documents sont utilisés pour entreprendre les travaux de contrôle, simuler l'impact d'une catastrophe, préparer des plans d'intervention et évaluer les dommages pour établir des stratégies de réhabilitation.

## Recherche d'eau souterraine

Les besoins et les utilisations de l'eau sont de plus en plus importants et diversifiés dans le monde. Face à des ressources devenues limitées, l'inventaire des ressources en eau apparaît comme l'outil pour une gestion optimale de ces ressources, de sa protection face aux pollutions éventuelles et comme une aide à la sélection des sites : les images Spot permettent de choisir l'implantation de forages grâce à l'analyse précise d'éléments tels que la fracturation

des roches ou la nature de la végétation et des sols, tout en limitant les travaux de prospection géophysique.

### Gestion des surfaces irriguées



carthographie du Gard

La visualisation globale des plans d'eau permet une meilleure connaissance du périmètre irrigable et une localisation rapide des problèmes. La mise à jour régulière de la connaissance des surfaces irriguées permet une gestion optimisée du périmètre.

Dans le cadre des actions pour le développement durable que mène l'UNOPS<sup>2</sup>, l'accès à l'information revêt une importance toute particu-

lière. Un aménagement des terres efficace par rapport aux coûts, et durable, nécessite des informations sur la topographie, l'utilisation des sols, les établissements humains, l'eau et autres ressources naturelles. L'intégration de ces différentes informations dans un SIG est indispensable pour obtenir une vision globale, complète et renseignée de la zone d'action. L'image Spot sert à la fois à extraire des informations géographiques à jour sur le territoire et de fond de carte pour superposer les différentes couches d'information. Le résultat obtenu par le SIG permet de visualiser des images satellitaires en 3D, de faire une analyse prospective d'occupation des sols, de modéliser les différentes solutions d'aménagement, de suivre et d'évaluer des plans d'aménagement et de gestion des territoires.

Spot fournit cependant bien plus que des informations aux hydrologues. La gamme de produits comprend des

cartes d'occupation des sols et des Modèles Numériques de Terrain (MNT). Les produits radar ERS et RADAR-SAT viennent également compléter les données Spot en fournissant des informations sur l'hydrosphère dont la précision ne peut être acquise par d'autre moyen. ■

1. Cette charte élaborée en juin 2000 à l'initiative du CNES (Centre national d'études spatiales) et de l'ESA (Agence spatiale européenne) a reçu l'adhésion de l'ASC (Agence spatiale canadienne), de l'ISRO (Organisation indienne de recherche spatiale), de la NOAA (National oceanic and atmospheric administration) et de la Nasda (Agence spatiale japonaise). A travers cette Charte, les agences spatiales s'engagent à mettre en œuvre leurs moyens spatiaux disponibles pour acquérir des données sur les régions victimes de catastrophes naturelles ou technologiques.
2. Bureau des Services d'appui aux projets des Nations-Unies

## SPOT: SATELLITES DEDICATED TO THE ENVIRONMENT

Laurent FRESH - Spot Image, [laurent.fresh@spotimage.fr](mailto:laurent.fresh@spotimage.fr)

The daily management of our planet's environmental heritage requires efficient tools to provide on-the-spot monitoring of interactions between the human and physical environment. Observations of the earth are a unique source of geographic information made possible by observation satellites that capture digital images.

These images, which are a source of objective, global, updated information, are easily integrated into a geographic information system and are essential in applications such as mapping, agriculture, land use planning or environmental and natural resource management. They provide both detailed information on a given site and the overall view of a region, highlighting interactions between water and the ground.

For risk management, the images can be used to study longer-term change or monitor fast-developing situations.

When natural disasters occur, Spot Image operates the Spot satellites, under the International "Space and Major Disasters" Charter<sup>1</sup>, to optimize image acquisition and generation since it has the capacity to make use of the satellites seven days a week.

Studies conducted using Spot images provide hazard maps and, by adding socio-economic information, vulnerability maps. These documents serve to monitor work, simulate the impact of a disaster, prepare response plans and evaluate damage with a view to devising rehabilitation strategies.

Spot images provide accurate information for analysing such factors as rock fracturing or the nature of vegetation and soil, to enable a better choice of drilling sites while limiting geophysical exploration work. The global display of water tracts provides better knowledge of an irrigable area and quick

spatial referencing of problems. Regular updating of knowledge of irrigated areas thus optimizes their management. By integrating data on topography, land use, human settlements and natural resources into a GIS and linking them with images, 3D satellite images can be displayed for making prospective land use analyses, modelling planning solutions, and monitoring and evaluating land development and management plans.

1. This Charter was drawn up in June 2000 by CNES (French Space Agency) ESA (European Space Agency) and has been joined by CSA (Canadian Space Agency) ISRO (Indian Space Research Organization), NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) and Nasda (Japanese Space Agency). Under this Charter, the space agencies undertake to use their available space resources to acquire data on regions hit by natural or technological disasters.

# LA GESTION DES RÉSEAUX

## *NETWORK MANAGEMENT*



AFIGEO

*Mali*



*Villes en développement*

# L'EAU POTABLE À ALGER

Ange CHAZE – BRL Ingénierie, ange.chaze@brl.fr

*Le traitement de l'information assisté par ordinateur rend possible l'association d'informations de divers types (géographiques, techniques et économiques) nécessaires pour la gestion du réseau d'adduction d'eau d'une ville donnée. L'utilisation d'un SIG permet d'accéder en temps et en heure à l'information sur la situation du réseau évitant ainsi une gestion événementielle de celui-ci.*



«**D**e l'eau pour tous, à tout moment et pour toujours» Ce qui ressemble à un adage devient de plus en plus un leitmotiv. Il faut une connaissance parfaite de l'état du système hydraulique et en tirer les éléments de réflexion pour répondre à ces trois contraintes.

Il devient de plus en plus nécessaire aux dirigeants d'avoir à leur disposition une information précise, validée, cohérente, complète et synthétique. Mais cela ne suffit pas car cette information requiert un minimum de traitement par le tri et l'analyse, afin d'en extraire les éléments essentiels d'aide à la décision. Voilà, les mots sont écrits: aide à la décision, car c'est bien de cela dont il s'agit.

## L'EAU POTABLE A ALGER

La wilaya d'Alger compte quelques 3.5 millions d'habitants répartis sur 53 communes regroupées en 11 centres de gestion.

L'alimentation en eau potable de cette population est assurée au moyen de deux sources principales : les eaux de surface et les eaux de nappes phréatiques.

Ces eaux sont collectées par des barrages et des forages, acheminées jusqu'aux abords des villes, traitées pour être ensuite distribuées à la majorité de la population. La distribution aux consommateurs est assurée par un réseau maillé de canalisations de différents diamètres et matériaux représentant un linéaire de 2000 km environ sur un territoire de 750 Km<sup>2</sup>.

La problématique de l'exploitant des réseaux d'Alger (l'EPEAL) se pose en plusieurs points. Une démographie galopante, une urbanisation mal contrôlée, un réseau vétuste et pour partie mal connu, un déficit de la ressource, une gestion administrative laborieuse et une consommation incontrôlée rendent nécessaire la mise en place de moyens modernes et efficaces.

## UN SIG POUR L'AIDE A LA DÉCISION APPLIQUÉE À LA RÉALITÉ ALGÉRIENNE

Un Système d'Information Géographique est un ensemble interactif de données géographiques, alphanumériques et multimédias organisées et traitées par un logiciel de cartographie numérique, associé à des bases de données, implanté sur une plateforme informatique. Il permet d'avoir à tout instant l'état de santé du réseau ainsi que de faire des pronostics sur

son état ou comportement futur pour peu que l'on y associe un logiciel de simulation hydraulique.

Dans le cas de l'adduction d'eau potable, il s'agit d'affecter des données attributaires alphanumériques ou multimédias à des données graphiques géo-référencées représentant le réseau hydraulique, au moyen d'éléments tels que des segments pour la représentation des canalisations, et des éléments ponctuels pour les appareils et ouvrages hydrauliques. L'ensemble est complété par d'un fond cartographique et/ou topographique ainsi que par des commentaires pour faciliter la compréhension, la représentation et le repérage du réseau.

Plus précisément, il s'agit d'associer, grâce au logiciel, des informations telles que l'âge de la conduite, son diamètre, l'entreprise qui a fait les travaux de pose, la date de son renouvellement et bien d'autres informations sur son passé, son présent et quelquefois son avenir.

Afin de donner toute sa valeur à ces informations, il est nécessaire de rajouter les outils d'analyse et d'édition qui permettront de trier, synthétiser et visualiser les résultats. Les fonctionnalités d'analyse thématique, associées

à un module cartographique puissant et évolué incluant une symbologie dynamique, permettent l'édition de cartes thématiques.

Pour répondre à une demande de réhabilitation du réseau de la ville d'Alger, préoccupée par la problématique de la gestion d'eau potable, BRLi et Eaux de Marseille, ont été chargés de la mise en place d'un SIG qui permet d'intégrer diverses données et de répondre à des exigences techniques (maintenance, réparation, extension...), administratives (abonnés, consommation, contrats...) et économiques (facturations, recouvrements...).

Afin, de ne pas multiplier les applications et assurer l'efficacité et la cohérence d'utilisation de l'outil, il était essentiel d'associer les informations (géographiques, techniques et économiques) par le biais du traitement de l'information assisté par ordinateur rendu possible grâce à un ensemble

informatique doté des logiciels idoines.

Le SIG permet par conséquent :

- d'avoir une réaction rapide pour la maintenance ou les réparations du réseau hydraulique grâce à une parfaite connaissance de l'information,
- d'apporter une réponse aux extensions et autres évolutions nécessaires du réseau grâce aux prévisions qu'il permet de réaliser avec les analyses thématiques et hydrauliques,
- d'augmenter la réactivité des décisions face aux évènements pour la gestion des déficits de la ressource et des périodes de crise.

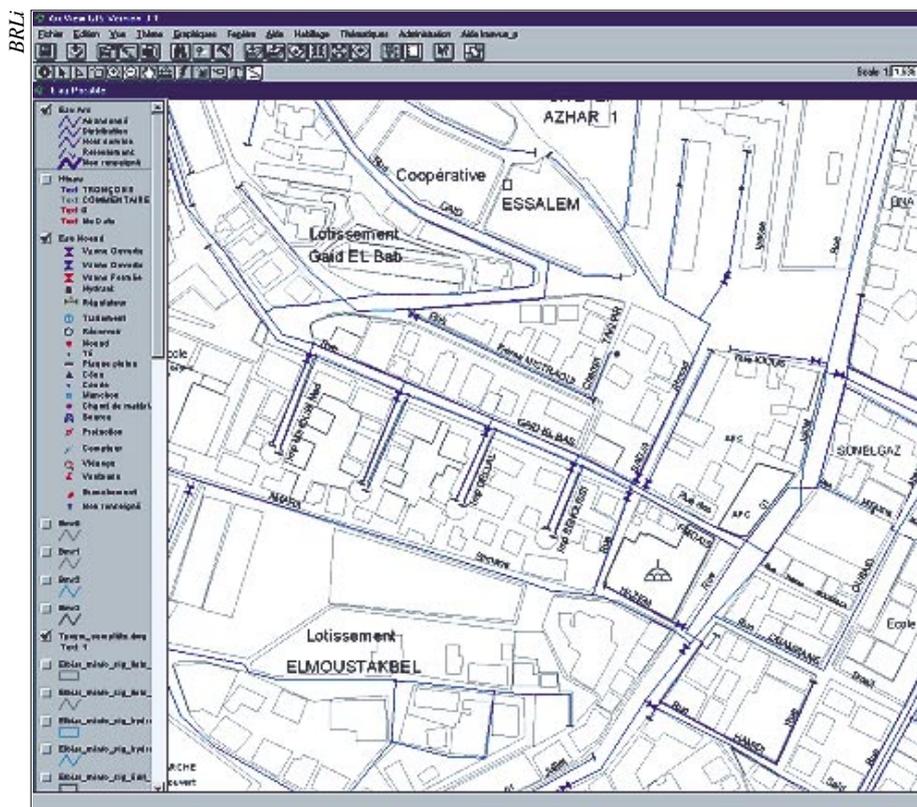
En outre, le suivi rigoureux de la consommation, dès lors rendu aisé et possible, permet de modéliser et de prévoir les évolutions futures de consommations qui, croisées avec des données démographiques, permettront

de planifier les extensions ou renforcements futurs et éviter une gestion évènementielle du réseau.

### QUEL AVENIR ?

Il apparaît que les potentialités d'une telle solution ouvre des portes vers des applications plus larges grâce à des liens dynamiques avec d'autres grands systèmes de gestion comme la facturation, l'analyse urbanistique ou les modélisations hydrauliques, afin d'étendre les domaines d'implication du SIG. Il n'est point besoin de grands discours pour démontrer les économies réalisables par les collectivités, que ce soit en termes de réactivités face aux évènements ou économique sur le moyen ou long terme.

Et enfin, un SIG comme celui d'Alger reste transposable à d'autres entités urbaines, même de moindre importance, ce qui laisse présager du meilleur avenir pour ce concept. ■



Extrait du SIG «Eau Potable» d'Alger

# LES SIG POUR L'AIDE A L'EXPLOITATION DES SERVICES DE DISTRIBUTION D'EAU

## EXEMPLES<sup>1</sup> DE CARTOGRAPHIE ET MISE À JOUR DES PLANS DES RÉSEAUX POUR LA CONNAISSANCE ET LA GESTION AU QUOTIDIEN DU RÉSEAU

Jean Lucien SELIGMAN, SEURECA, jeanlucieneligman@seureca.com

B. ETTEINGER



*L'optimisation du service de distribution d'eau pour un rendement élevé implique la mise en place d'une gestion adaptée et efficace, qui combine à la fois les aspects de maintenance rapide du réseau, de renouvellement du réseau et d'amélioration de la gestion commerciale.*

L'eau potable est une ressource limitée, coûteuse à produire et à distribuer. Le développement durable d'un service de distribution d'eau passe par conséquent par une exploitation économiquement viable de la ressource (économie d'eau) et par une gestion quotidienne performante. C'est pourquoi il est impératif d'obtenir, de maintenir, et souvent de restaurer un rendement élevé du système de distribution par une gestion adaptée, et de pratiquer une gestion efficace de l'eau facturée au client.

Alors qu'en France les rendements globaux sont rarement inférieurs à 70%<sup>2</sup>, ils peuvent descendre à moins de 30 % dans certaines exploitations urbaines en déshérence. La production et la distribution d'eau nécessitent de lourds investissements en infrastructure initiale mais aussi en renouvellement ou réhabilitation lorsque la maintenance d'installation vétuste ne suffit plus ou devient trop coûteuse malgré une gestion performante de l'exploitation.

De telles situations suscitent souvent l'intervention du secteur privé en assistance ou en gestion déléguée.

Les exploitations en crise réclament des plans d'action d'urgence, mais aussi une bonne gestion. Celle-ci est le résultat d'un travail quotidien bien organisé et conforme à l'état de l'art pour obtenir et maintenir les niveaux de performance technique et financière les plus favorables à la collectivité et au consommateur, tout en permettant à l'exploitant d'être rémunéré. Cela conduit les opérateurs à :

- améliorer le rendement physique du réseau par des plans de renouvellement et de réhabilitation des canalisations, équipements, branchements et compteurs ;
- gérer le service au quotidien avec une maintenance efficace des réseaux par un travail intensif ;
- détecter et réparer les fuites au plus vite ;
- augmenter les recettes par une amélioration de la gestion com-

merciale en éliminant les défauts de comptage et de facturation et en détectant toutes les causes d'eau non comptabilisées ;

- optimiser les plans d'investissement, de renouvellement ou de réhabilitation des réseaux.

Avec l'arrivée à maturité des SIG appliqués aux métiers de l'eau, les exploitants disposent désormais d'outils adaptés construits à partir de plateformes SIG standard. Ces outils sont directement utilisables par les agents de terrain sans formation informatique préalable en raison de leur ergonomie simplifiée..

La généralisation et l'abaissement des prix des postes de travail et la disponibilité des logiciels applicatifs standards paramétrables rendent ces solutions SIG accessibles à toutes les exploitations urbaines, l'essentiel de l'investissement restant la collecte sur le terrain et la numérisation des données « fond de plan » et « réseau ».

On constate chaque jour dans les exploitations que l'outil SIG permet une gestion plus rapide, efficace et performante qu'avec les documents traditionnels réalisés manuellement sur papier tels que plans, procédures et rapports. ■

- 1 Les partenaires pour la réalisation de ces projets sont : Seureca, Vivendi Water et Générale Infographie.
- 2 Il est supérieur à 95% à Paris et de 78% à Lyon.



### L'INVENTAIRE DES ABONNÉS ET DES RÉSEAUX D'EAU DE PORT AU PRINCE EN HAÏTI

La pérennité d'un niveau de service acceptable passe par l'amélioration des recettes et donc par une gestion rigoureuse de la relation avec la clientèle. Au fil du temps la qualité du fichier client n'avait pas été bien maintenue, ce qui créait un important manque à gagner, d'où la nécessité d'un nouvel inventaire complet des abonnés. Cependant, comme dans de nombreuses villes, il n'existait pas de plan cadastral à jour couvrant l'ensemble de la zone. Par ailleurs le système de codification des adresses était inexistant, de même que la plupart des noms de rue n'existaient pas ou n'étaient pas signalés.

Il était donc nécessaire d'instaurer un moyen rigoureux pour fiabiliser l'enquête sur le terrain par un inventaire des abonnés et la création d'une base de données branchement compteurs et réseau, afin d'améliorer

le système de facturation existant peu fiable qui conduisait à des manques de recettes et à un fort taux d'impayés. Il fallait également mettre en place une base cartographique fiable et adaptée pouvant être utilisée pour le tracé des réseaux et pour la mise à jour et la gestion de la maintenance quotidienne des installations.

Après une étude de la situation, la réalisation d'un Système d'Information Géographique a été décidée. Celui-ci utiliserait un fond de plan, sous forme d'image orthophotographique issue d'une mission de couverture aérienne sur mesure, et un logiciel applicatif standard pour les exploitants des réseaux d'eau.

Ce fond de plan a permis de reconstruire par dessin sur l'écran de l'ordinateur un levé cadastral minimum où figurent le n° de la parcelle de l'îlot et

de la section, ainsi que le nom du propriétaire. Ainsi, en un temps record de 4 mois, un orthophotoplan couleur à une échelle adaptée, a été produit et chargé dans un SIG installé sur place. Le logiciel SIG applicatif «eau standard» a été adapté par paramétrage à cet inventaire et le personnel a été formé à l'utilisation et à la maintenance du système.

L'inventaire de 50000 abonnés a pu ainsi être réalisé avec succès en moins d'un an, et le fichier obtenu transféré dans le logiciel de facturation permettant un accroissement rapide des revenus de l'exploitant. De même, le tracé des réseaux d'eau a été réalisé. Grâce à sa simplicité d'usage et à sa fiabilité, le système a continué de fonctionner normalement de façon autonome avec le seul personnel local.

### L'IMPLANTATION D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE POUR L'EAU ET L'ASSAINISSEMENT À

Le contrat de gestion des services d'eau dans trois arrondissements, soit 3500000 habitants, de la ville du District Fédéral de Mexico, confié à la SAPSA, (filiale de Vivendi Water) a conduit à dresser un état des lieux complet à l'aide d'un SIG pour:

- la réalisation de plans de réseaux d'eau et d'assainissement avec repérage de tous les ouvrages ;
- l'inventaire des usagers, des branchements, des compteurs ;
- la mise en place de nouveaux compteurs.

La levée des plans des réseaux d'eau potable (4000 km de réseau eau potable) et d'assainissement (2500 km de réseau unitaire) et les éléments du réseau (9800 vannes et regards, 1700 accessoires) ont été transférés, après repérage sur le terrain, sur un Système d'Information Géographique. Il permet désormais une analyse objective de la situation du réseau.

L'exploitation des fichiers permet de :

- trier les informations sur l'état des canalisations de différents diamètres avec possibilité de classement

par nature, âge, quartier, etc., et incidents survenus par année, diamètre, etc ;

- calculer des statistiques et des ratios d'exploitations ;
- étudier le comportement du réseau par modélisation pour définir le diamètre d'une canalisation projetée, ou étudier les effets de l'évolution des consommations ;
- organiser et suivre l'immense chantier de pose de 150000 compteurs en deux ans.

## LE SIG POUR LA PRÉPARATION D'UN PLAN DE RENOUVELLEMENT DE RÉSEAUX À ROUEN ET L'EXPLOITATION

Pour toute la France le coût annuel de renouvellement des réseaux est estimé par les canalisateurs à près d'un milliard d'Euros. C'est donc un enjeu majeur dans l'équilibre financier d'une exploitation qu'il est indispensable d'optimiser.

Ainsi, pour une exploitation de la Générale des Eaux de la région de Rouen, la saisie dans un SIG de toutes les interventions sur le réseau, a permis de réaliser une analyse statistique d'orientation des priorités d'investissement.

Le résultat a montré que les tronçons sur lesquels devait porter en priorité le renouvellement, sujets à casses et fuites, étaient ceux posés après la

guerre, dans de mauvaises conditions et dans un sol mal stabilisé avec des matériaux de moins bonne qualité et non pas, les plus âgés.

Cette analyse a été rendue possible par l'utilisation du SIG applicatif pour l'eau, développé pour la Générale des Eaux et qui compte déjà plus de 700 licences dans des exploitations en France comme à l'international.

Cet outil qui permet d'enregistrer tous les événements sur le réseau, dispose aussi d'un grand nombre d'autres fonctions largement utilisées au quotidien par les exploitants, dont, notamment :

- l'enregistrement de tous les événements sur le réseau (fuites, casses, plaintes) ;

- la simulation à l'écran des arrêts d'eaux pour préparer l'isolation d'un tronçon ;
- le tracé et la programmation des tournées de maintenance ou de relève des compteurs optimisés par l'opérateur avec le SIG ;
- la préparation des déclarations de travaux ;
- l'interface avec la modélisation hydraulique.

La combinaison avec la gestion des bilans d'eau provenant de la télésurveillance des flux et des pressions par zones.

## GIS FOR OPERATION SUPPORT OF WATER DISTRIBUTION SERVICES EXAMPLES<sup>1</sup> OF MAPPING AND UPDATING WATER NETWORK PLANS FOR KNOWLEDGE AND DAILY MANAGEMENT

*Jean Lucien SELIGMAN, SEURECA, [jeanlucienseligman@seureca.com](mailto:jeanlucienseligman@seureca.com)*

Drinking water is a limited resource that is expensive to produce and distribute. It is therefore important to optimize the water distribution service through responsive, efficient management that combines speed of maintenance, renovation work on the facilities, improved commercial management and optimized investment, overhaul and rehabilitation plans.

With the maturity of GIS applied to the water industry, operators can now draw on appropriate tools based on standard GIS platforms. In view of their simplified ergonomics, these tools can be used directly by front-line staff with no prior computer training.

More efficient, responsive use of GIS has made it possible to update management of the water service subscribers file in Haiti by setting up a water meter and service connection database to improve the existing, unreliable billing system that resulted in a large number of unpaid bills. A

mapping base was also created for the layout of the water supply system and for daily maintenance updating and management. Once this information was loaded into a GIS, it took less than a year to make an inventory of 50,000 subscribers.

In **Mexico**, a GIS was used for a survey to draw up water supply and drainage system plans with locating of works, an inventory of users, service connections and water meters and monitoring of the installation of new meters. It sorts information on the condition of pipes of different sizes, which can be classified by type, age, district, etc. or line incidents by year, pipe size, etc. It calculates statistics and operating ratios, studies system behaviour through modelling to define the diameter of a planned line, or examines the effects of consumption patterns, and organises and monitors the huge task of installing 150,000 meters in two years.

In **Rouen**, data on work in the network was fed into a GIS and

used for a statistical analysis to guide investment priorities. The result showed that the failure- and leakage-prone sections to be given priority renovation were not the oldest but were those laid after the war under poor conditions and in ground improperly stabilized with low quality materials. The GIS tool has many functions in wide daily use by operators, such as recordings of events in the network (leakage, failure, complaints), screen simulation of water cutoffs to prepare for isolation of a section, routing and programming of maintenance or meter readings optimized by the operator through GIS, preparation of work declarations or interfacing with hydraulic modelling.

## **DRINKING WATER IN ALGIERS**

Ange CHAZE - BRL Ingénierie, ange.chaze@brl.fr

Computer-aided information processing makes it possible to associate various types of information (geographic, technical and economic) required for water supply network management in a given city. The potential of information as diverse as the age and size of the water conduit, the installer company, the date of renovation and much other information on its past, present and sometimes its future, can be maximized by sorting, synthesizing and making data visible through an information analysis and editing tool. GIS enables timely access to information on network status for maintenance and repair. It anticipates necessary extension work, avoids event-based management and provides a response to resource deficits or crisis situations.

In Algiers, drinking water is supplied to the city's 3.5 million inhabitants from two main sources: surface water and groundwater. This water is collected by dams and drilling and conveyed to the outskirts of the city where it is treated. It is then distributed to most of the population via a grid system of pipes of different sizes and materials, forming a length of 2,000 km over an area of 750 sq km.

To meet the rehabilitation requirements of the antiquated water distribution system of Algiers in the context of a population explosion and uncontrolled urbanization, a GIS has been set up to meet requirements that are technical (maintenance, repair and extension), administrative (subscribers, consumption and contracts) and economic (billing, collecting water charges). The GIS enables a quick

response for maintenance and repair of the piping system through a perfect knowledge of information. Extensions and other necessary changes to the system are facilitated by thematic and hydraulic analyses. For the management of resource deficits and crisis periods, it accelerates the decision response to events. Lastly, by facilitating rigorous monitoring of consumption, future consumption trends can be modelled and predicted. When these are crossed with population data, future extensions or rehabilitation can be planned, which avoids event-based management of the mains water supply.



IAURIF

# SYSTEME D'INFORMATION ET DE GESTION NUMERIQUE DE L'ENVIRONNEMENT.

## L'INTÉGRATION DES RÉSEAUX SOUTERRAINS, LE CAS DE L'ASSAINISSEMENT

L'extension des réseaux souterrains et aériens dans l'espace implique de plus en plus la nécessité de posséder une connaissance parfaite de l'encombrement du sous-sol. Cette connaissance passe alors par un repérage des réseaux souterrains à travers une cartographie de précision. L'automatisation des données permet dans ce cas de gérer de multiples opérations et de connaître les impacts liés aux travaux.

SIARCE



La politique d'assainissement et de restauration de la rivière Essonne, menée depuis plusieurs années par le Syndicat Intercommunal d'Assainissement et de Restauration de Cours d'Eau (SIARCE), a conduit celui-ci à mettre en place en 1998 son propre Système d'Information Géographique nommé SIGNE – *Système d'Information et de Gestion Numérique de l'Environnement* – . Son objectif est de contribuer au développement des activités du SIARCE et de répondre à une démarche de requalification du milieu naturel et de respect de la réglementation en vigueur, en prenant en compte les projets d'aménagement urbain des communes adhérentes au syndicat, ainsi que la qualité paysagère de la Vallée de l'Essonne.

L'outil du SIARCE est le résultat d'un développement SIG en applications métiers permettant la gestion de l'assainissement, de la rivière et du parcellaire. Il s'est enrichi de données spatiales (3D) offrant aux utilisateurs des supports de travail qui varient du 1/

25000<sup>e</sup> jusqu'au 1/200<sup>e</sup>, ainsi que d'une multitude de données thématiques. La confrontation des données spatiales avec les données thématiques permet de gérer de façon transversale les multiples métiers relevant des compétences du SIARCE. Elle permet de résoudre les problèmes rencontrés sur le terrain par croisement et traitement de données. Au-delà de cette utilisation, le SIGNE constitue un outil de terrain vecteur d'intercommunalité, donc de solidarité citoyenne. Les données spatiales et thématiques qui le contiennent forment un référentiel à grande échelle généralisable et ouvert à tous, elles doivent donc être interfaçable avec d'autres systèmes et servir de base à tous les partenaires concernés, tout particulièrement les élus.

### UNE ACTION COORDONNÉE D'AMÉNAGEMENT : LA NECESSITÉ DE SPATIALISER AVEC PRÉCISION LES RÉSEAUX SOUTERRAINS

L'extension des réseaux souterrains et aériens dans l'espace rend de plus en

plus difficile l'intervention sur le domaine public. Il s'avère donc impératif de posséder une connaissance parfaite de l'encombrement du sous-sol afin que les interventions soient efficaces et rentables. Cette connaissance passe alors par un repérage précis des réseaux souterrains à travers une cartographie de précision, d'où la nécessité d'avoir, ou de concevoir, des outils fiables, évolutifs et en trois dimensions.

Ainsi, le SIARCE a lancé une opération pilote à Auvernaux (achevée en mai 2000), un village de 250 habitants, en intervenant simultanément sur tous les réseaux : eau potable, gaz, électricité, assainissement, téléphone, éclairage public... afin de tout enfouir. Cette opération qui préfigure ce que seront un jour, à plus grande échelle, les actions coordonnées d'aménagement, nécessite une parfaite maîtrise des techniques administratives, juridiques et financières. Elle ne pouvait, par conséquent, être menée à bien qu'à partir d'une cartographie précise.

Afin de mettre en place l'outil pour la gestion du réseau d'assainissement et sa mise en cohérence avec l'ensemble des autres réseaux nouvellement enfouis (eau potable, gaz, électricité, téléphone, éclairage public, câble), plusieurs actions ont été menées par le SIARCE.

Tout d'abord une campagne de prise de vues aériennes sur l'ensemble de la Vallée de l'Essonne a été lancée afin de servir de support de base à la saisie thématique de la totalité du réseau d'assainissement intercommunal par une méthode dite de «génération automatique du réseau en x, y, z». Ce travail s'est accompagné au préalable par des actions pour marquer sur le terrain la totalité des tampons d'assainissement - environ 1000 tampons sur 40 km - afin de pouvoir les repérer par photorestitution et procéder à l'automatisation du réseau.

L'automatisation du processus de saisie et de traitement des données, quant à lui, a nécessité la mise en œuvre d'une codification (matricule) univoque, composée de la nomenclature des ouvrages définie par le SIARCE et son fermier ainsi que des attributs de relation entre les ouvrages (type d'ouvrages, liaisons amont-aval).

Les ouvrages d'assainissement non repérables par photorestitution ont été saisis par levée de terrain complémentaire ou photogrammétrie directe (à l'aide de documents existants et fichiers numériques de regards définis en x, y, z). Pour les ouvrages enterrés, tels que les regards borgnes, les grilles, les déversoirs, à l'exception des canalisations générées automatiquement, la saisie a été réalisée par implantation interactive (à l'aide des fichiers numériques). L'ensemble des objets graphiques codifiés et classés en famille a été inséré dans la base de données générale du SIGNE.

A partir d'un logiciel de base de données, les tables (comportant l'ensemble des données nécessaires à l'application de gestion du réseau d'assainissement), et les masques de saisie (les informations codifiées), ont été insérés avec un contrôle «logique» permanent. Une mise en relation de la base de données des objets graphiques codés (tampons, grilles, avaloirs, etc) a

été effectuée avec l'information saisie (liaisons amont-aval, diamètres, sens d'écoulement, etc).

A l'aide de logiciels spécifiques, développés pour la création automatique de réseaux, l'ensemble des informations utiles stockées autant dans la base de données thématiques que spatiales ont été mises en relation et le système a généré automatiquement la cartographie du réseau en 2D et 3D, ainsi que les données correspondantes.

Parallèlement au travail d'automatisation des réseaux d'assainissement, un module de génération de profil en long et profil en travers a été créé et intégré dans la base de données générale du SIGNE.

### L'EXPLOITATION DU RESEAU À TRAVERS LE SIGNE

Ce travail a permis d'homogénéiser les données d'assainissement avec le fermier du SIARCE et de gérer au quotidien les multiples opérations de réhabilitation ou de construction de nouvelles conduites d'assainissement. Les données d'assainissement recueillies et exploitées à partir de la base de données générale du SIGNE offrent la possibilité de réduire efficacement les délais d'intervention et de connaître, avec précision, la localisation des ouvrages, leur état mais aussi le suivi coordonné des interventions sur la totalité du réseau d'assainissement. De plus, il devient possible de repérer avec aisance, à partir de la cartographie, les zones d'impacts liées aux travaux – impacts environnementaux nuisances de chantier – et en fonction du niveau d'impact, de proposer des solutions pour réduire les nuisances.

La démarche d'automatisation des réseaux d'assainissement va se poursuivre. Elle intégrera la totalité des réseaux communaux, soit 209 km de conduite, et parallèlement l'intégration des réseaux de gaz et d'électricité, dont le SIARCE est concédant.

Par ailleurs, l'intégration dans le SIGNE du logiciel permettant l'instruction des permis de construire pour le calcul de la Participation pour le Raccordement à l'Eau (PRE), par le biais de la numérisation du cadastre qui est en cours, accompagné de l'élargissement de l'automatisation de la totalité du réseau communal, augmentera, en efficacité et rapidité, l'instruction des permis de construire pour le calcul de la PRE.

Dans le cadre de l'élaboration du schéma directeur de métrologie, de la charte paysagère et du plan de prévention des risques d'inondation (PPRI), le SIARCE va construire des outils de modélisation pour gérer en temps réel le paysage de la Vallée de l'Essonne et le système de prévision des crues actuellement en cours de mise en place.

Le SIARCE s'est aussi doté d'un outil de métrologie nommé SEMAFORE (Système Environnemental de Métrologie Appliquée pour la Fiabilité de l'Observation de la Réaction et de l'Evaluation) contribuant à l'amélioration de la qualité de l'ensemble de la Vallée de l'Essonne par la collecte et l'analyse de données qualitatives et quantitatives sur la rivière et l'assainissement. A moyen terme cet outil sera couplé au SIGNE afin de donner une dimension spatiale et thématique au système de métrologie. Ce rapprochement va doter le SIARCE d'un observatoire pour, d'une part, la prévision et l'annonce des risques d'inondations sur la rivière, et d'autre part, offrir des possibilités d'analyses sur l'évolution de la rivière, du paysage et de l'urbanisation de la vallée de l'Essonne. ■

SIARCE



# ATLAS DES AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRIQUES DANS LE DÉPARTEMENT DE DAGANA, DELTA DU SÉNÉGAL

Jacques PARNOT, BDPA, jparnot@bdpa.fr

Atlas  
des aménagements  
1993

**L**e suivi des aménagements hydro-agricoles dans le département du Dagana, Sénégal, a conduit à mettre en place un atlas à partir d'images satellitaires pour la création d'une cartographie des aménagements et un inventaire des surfaces rizicultivées. Le traitement des données a conduit au transfert d'un SIG auquel ont été croisées de nouvelles données pour en faire un outil intégré pour une meilleure gestion.

## SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET CONTEXTE GÉNÉRAL

Le département de Dagana se situe au nord-ouest du Sénégal, dans la région du delta du fleuve Sénégal, en rive gauche. Il couvre une superficie de 477000 hectares, dont près de la moitié (210000 ha) est couverte par des terres alluviales plus ou moins inondables.

L'aménagement de cette région a été progressif de 1948 à 1986<sup>1</sup> et concentré sur le développement de la culture rizicole et de la canne à sucre respectivement par la Société nationale d'Aménagement et d'Exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du Sénégal et de la Falémé (SAED) et la Compagnie Sucrière du Sénégal (CSS).

Avec la mise en place du barrage anti-sel de Diama dans le delta (1986) et du barrage hydro-électrique de Manantali au Mali (1987), ce dernier constituant une importante réserve d'eau en amont du bassin sur le Bafing (11 millions de m<sup>3</sup>)<sup>2</sup>, la maîtrise de l'alimentation en eau (tant quantitative que qualitative) est rendue possible. Le développement

des aménagements hydro-agricoles a été encouragé, alors que les cultures de décrue traditionnellement pratiquées dans la région ont disparu.

Parallèlement, la SAED prenait l'option de transférer l'entretien des aménagements hydro-agricoles et la gestion des infrastructures aux organisations paysannes, après avoir préalablement procédé à leur complète réhabilitation. Seule la gestion des grands axes hydrauliques et des infrastructures collectives a été gardée sous la responsabilité du service public. L'État s'est, en outre, vu confiné dans la mise en place et la gestion des aménagements structurants et des grands aménagements collectifs, en relation avec l'organisation (chargée de la gestion des ouvrages communs aux trois pays concernés (Mali, Mauritanie et Sénégal), pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS).



BDPA

Ces aménagements ne sont pas sans répercussion pour le milieu physique et l'environnement, en particulier celui des écosystèmes humides dont l'évolution est primordiale pour les importantes populations d'oiseaux qui vivent temporairement ou en permanence dans la région, au premier rang desquels se place le parc national des oiseaux du Djoudj, au centre du delta.

## SUIVI ET ÉVALUATION DES AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRIQUES

Malgré son désengagement, la SAED garde un rôle important dans le suivi des aménagements, avec pour objectif de vérifier la conformité des périmètres irrigués avec les règles générales de gestion, d'assurer un contrôle sur l'utilisation de l'eau, d'aider les exploitants

à développer leur production, et d'informer les partenaires institutionnels sur l'utilisation actuelle des terres. Pour cela, et afin de disposer d'un état des lieux régulièrement actualisé sur les aménagements hydro-agricoles, avec une cartographie suffisamment détaillée des périmètres et la tenue à jour d'une banque de données sur les exploitants, la SAED s'est engagée dans une opération de cartographie des aménagements à l'aide des images SPOT, à partir de 1990, l'atlas du SAED.

Chacun des aménagements hydro-agricoles (AHA), défini comme une entité hydraulique alimentée par un ouvrage donné, a été délimité par interprétation de compositions colorées au 1/50 000<sup>e</sup>, établies à partir des trois canaux SPOT à 20 mètres de résolution<sup>3</sup>. Le cas échéant, ces aménagements peuvent regrouper plusieurs unités de mise en valeur (UMV), chacune d'elles étant exploitée par une organisation paysanne ou un exploitant particulier, recensé dans une banque de données socio-économiques régulièrement mise à jour par les délégations régionales de la SAED.

A partir de 1993, les images SPOT ont été doublement valorisées en effectuant la mise à jour cartographique des aménagements et l'inventaire des zones rizicultivées. Parallèlement, des méthodologies de traitement ont été développées, associant l'exploitation des images satellitales et l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG), tout en assurant progressivement une formation de spécialistes de la SAED et un transfert des techniques vers cet organisme.

Deux filières de traitement ont été mises en place: cartographie des aménagements et inventaire des surfaces rizicultivées. Elles reposent sur des méthodologies à la fois différentes et complémentaires.

### **La cartographie des aménagements hydro-agricoles**

Elle est réalisée par photo-interprétation d'images satellite redressées, à l'échelle 1/50 000<sup>e</sup>, après contrôle sur le terrain, en s'appuyant sur un GPS, afin de déterminer les limites physiques des AHA et UMV parmi les éléments

visibles sur l'image. Pour cela, un traitement préliminaire permet d'effectuer une rectification géométrique des données SPOT dans le système de référence cartographique<sup>4</sup> et de combiner les trois bandes spectrales de SPOT sous forme d'une composition colorée sur film, agrandie sur papier à l'échelle désirée. Les éléments linéaires, correspondant au réseau de canaux et de drains, apparaissent alors plus ou moins clairement et cette «trame hydraulique» est utilisée par le spécialiste comme support lors des travaux de terrain avec l'appui des encadreurs et des représentants des exploitants, qui «reconnaissent» ainsi les bonnes limites sur l'image. Un report est ensuite effectué au bureau, sur un autre exemplaire de la composition colorée, permettant d'obtenir une minutieuse cartographie des aménagements.

### **L'inventaire des surfaces rizicultivées**

Il est réalisé de façon semi-automatique sur système de traitement des images, par analyse thématique des trois canaux Spot, au moyen d'une classification supervisée<sup>5</sup> permettant de sélectionner les pixels dont la réponse spectrale peut être associée à celle du riz irrigué. Cette classification est opérée uniquement à l'intérieur des périmètres aménagés, en superposant sur l'image la carte des aménagements préalablement établie, qui sert ainsi de masque. Cette technique de «masquage» permet d'éviter les confusions avec les formations végétales inondées situées à l'extérieur des zones aménagées (marécages à typhaies, bourgoutières...), formations dont la réponse spectrale peut être très proche de celle du riz irrigué.

Ce traitement est d'abord effectué dès la fin de la campagne, vers décembre, en utilisant la carte des aménagements de la campagne antérieure, permettant d'obtenir rapidement une estimation globale préalable des superficies rizicultivées, et donc de la production escomptée. Un second traitement est effectué dès que la nouvelle carte des aménagements sur la campagne en cours devient disponible, permettant d'obtenir un inventaire actualisé pour la saison considérée. Pour cela, une fois le traitement effectué, l'image classée «riz» résultante est à son tour

importée dans le SIG pour être croisée avec la carte des aménagements, afin de déterminer les superficies rizicoles dans chacune des unités de mise en valeur. Un traitement complémentaire permet d'éliminer les superficies non significatives : les unités comportant moins de 15% de riz sont considérées comme non cultivées<sup>6</sup>.

L'inventaire ainsi effectué est ajouté à la base de données sous forme d'une surface rizicultivée «télé-déTECTÉE» en complément de la surface «déclarée» obtenue à partir des enquêtes auprès des exploitants.

### **VALORISATION DES DONNÉES ET AIDE À LA DÉCISION**

La réalisation de l'atlas et son actualisation ont nécessité l'utilisation de données<sup>7</sup> plus précises pour améliorer sensiblement la qualité et la précision des cartes. Ainsi, pour le cadre opérationnel et des actualisations de 3 à 5 ans des images P+XS ont été utilisées et les images multispectrales «standard» (Spot XS) pour des mises à jour annuelles et pour les inventaires réguliers des surfaces rizicultivées. Ceci permet de valoriser au mieux les données Spot en assurant un rapport qualité-prix acceptable.

Une fois la numérisation des cartes des aménagements par scannérisation de minutes établies manuellement réalisée, le transfert d'un SIG auprès de la SAED a donc été réalisé pour permettre d'opérer sur place l'actualisation des cartes des aménagements en fournissant des compositions colorées SPOT redressées dans un format exploitable par le SIG.

Pour la valorisation du SIG de la SAED, la cartographie des aménagements et l'inventaire des surfaces rizicultivées, ont été complétés par d'autres informations spatialisées. Ainsi, une expertise a été réalisée pour mettre en place un véritable système d'information intégré sur les aménagements comprenant :

- des données générales sur l'environnement, telles que les parcs et réserves, forêts classées, sites écologiques humides, etc., obtenues à partir des données de télé-détection

et des informations disponibles auprès d'autres organismes ou projets en place dans la zone (UICN, CSE, DPN, Eaux et Forêts, Projet Proгона...). Ces données permettent de mieux prendre en compte les contraintes environnementales, en particulier, pour l'affectation des terres, la conception des ouvrages et le suivi qualitatif des eaux évacuées ;

- des données sur les sols (typologie et aptitudes), à partir de la numérisation de la carte FAO/SEDAGRI<sup>8</sup> au 1/50.000<sup>e</sup>, disponibles sur une grande partie de la vallée du Sénégal. Ces données permettent de mieux suivre l'évolution des périmètres sous la dépendance des conditions édaphiques et de disposer d'éléments utiles pour l'affectation des terres et la mise en place de nouveaux aménagements ;
- des données sur les réseaux d'irrigation et de drainage, en particulier les caractéristiques des différents biefs assurant l'alimentation ou l'évacuation des eaux, sous la responsabilité directe de la SAED. Ces données permettent d'améliorer la gestion de ces réseaux et de détecter plus aisément les distorsions entre l'offre hydraulique assurée par les ouvrages et la demande représentée par les aménagements existants ou projetés. L'intégration de données qualitatives doit également permettre d'alimenter les modèles de suivi qualitatif mis en place pour assurer le suivi de l'environnement des périmètres ;
- des données sur les infrastructures humaines (habitat, rizeries, complexes agro-industriels, sièges des organismes d'intervention en milieu rural tels les encadreurs agricoles, les coopératives, GIE, établissements de crédit...), obtenues par enquête ou localisation directe au cours des tournées de terrain<sup>9</sup>. Ces informations, associées aux données socio-économiques disponibles sous forme de bases de données externes, permettent à la SAED et à ses partenaires d'utiliser le SIG comme outil d'aide à la décision dans des domaines variés, économiques, financiers, commerciaux, administratifs et politiques.

## PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT FUTUR

Le système intégré pour le suivi des aménagements, initialement mis en place au niveau central<sup>10</sup>, a été par la suite étendu en dehors de la délégation de Dagana, sur les autres parties de la vallée (délégations de Podor, Matam et Bakel).

La conception progressive du SIG de la SAED a fait évoluer le système d'un fonctionnement léger (avec un équipement relativement simple, facile à mettre en oeuvre et à maintenir, qui utilisait des logiciels d'apprentissage aisés, après une formation réduite de spécialistes connaissant la télédétection et avec une bonne expérience de l'utilisation des images sur le terrain) vers l'intégration de données diversifiées pour en faire un système expert.

Cette évolution a été rendue possible grâce à l'association de l'ensemble des partenaires, ce qui a permis :

- d'améliorer les délais de production des informations ;
- d'intégrer une plus grande variété d'informations ;
- d'assurer un transfert d'une partie des compétences auprès des structures locales, plus proches des exploitants agricoles ;
- de réaliser une extension géographique à l'ensemble de la vallée et par conséquent ;
- de mieux répondre aux multiples besoins d'informations spatialisées des décideurs de la SAED et de ses partenaires institutionnels ou privés. ■

SPOT - BDPA



- <sup>1</sup> En 1986, la superficie aménagée représentait environ 32000 ha dont 10600 pour la CSS.
- <sup>2</sup> Le barrage de Diama a été complété en 1992 par des endiguements assurant une maîtrise complète des eaux du fleuve dans cette partie de la basse vallée et du delta. Le barrage de Manantali, quant à lui, a permis de réaliser une gestion optimisée du régime hydrologique avec écrêtage des crues et soutien des étiages, relèvement du niveau du fleuve dans le delta et la basse vallée et arrêt des remontées de la langue salée à partir de l'estuaire
- <sup>3</sup> Canaux multispectraux dans les longueurs d'onde verte, rouge et infrarouge, permettant d'obtenir des images en fausse couleur.
- <sup>4</sup> Cartes topographiques IGN, système de projection Transverse Mercator universel (UTM).
- <sup>5</sup> La supervision est effectuée à partir de parcelles d'entraînement vérifiées sur le terrain et représentant un échantillon des différentes situations rencontrées dans les zones aménagées.
- <sup>6</sup> Ces unités peuvent être partiellement occupées par une végétation adventice à réponse comparable à celle du riz ; elles peuvent également correspondre à des casiers semés puis abandonnés par suite de problèmes culturels divers.
- <sup>7</sup> La précision cartographique relativement médiocre dans le cas de l'utilisation d'images Spot multispectrales de résolution 20 mètres à l'échelle 1/50 000<sup>e</sup>, des données combinées panchromatiques et multispectrales à résolution 10 mètres (images P + XS) ont été utilisées.
- <sup>8</sup> Carte morpho-pédologique présentant des unités géomorphologiques caractérisées par un sol ou une association de plusieurs types de sols, indiquant les textures de surface et d'horizon intermédiaire, et précisant leur aptitude à l'irrigation.
- <sup>9</sup> L'utilisation d'un GPS permet à la SAED d'obtenir aisément les coordonnées géographiques des sites à intégrer à la base de données géographique.
- <sup>10</sup> Au sein de la cellule suivi-évaluation de la direction générale de la SAED.

**DIGITAL ENVIRONMENTAL INFORMATION AND MANAGEMENT SYSTEM.  
INTEGRATION OF UNDERGROUND NETWORKS, THE CASE OF DRAINAGE**  
*Jean-Luc COMBRISSE, SIARCE, d-aitaissa@siarce.fr*

In 1998, the Syndicat Intercommunal d'Assainissement et de Restauration de Cours d'Eau (SIARCE), an intercommunal syndicate for drainage and river restoration, set up its own Geographic Information System, SIGNE, a digital environmental information and management system. Its aim is to help develop SIARCE's activities and respond to an initiative to regenerate the natural environment and ensure compliance with prevailing regulations, taking into account urban planning projects of the syndicate's member communes and the landscape quality of the

Essonne Valley. By comparing spatial and thematic data, SIGNE solves problems encountered in the field and is a vector of intercommunality and therefore citizen solidarity.

A pilot project to bury all the networks at the same time (drinking water, gas, electricity, drainage and telephone) could only be implemented through accurate mapping. Therefore to manage the drainage network and make it consistent with the other networks, thematic capture of the entire network was implemented and all the coded, classified data were fed

into the database. Once processed, these data shorten response times considerably, accurately indicate the location and condition of works, and provide coordinated monitoring of work throughout the drainage network. It is also possible to easily locate work-related impact areas from the mapping (environmental impact and site nuisance) and to propose nuisance mitigation solutions with relation to the impact level.

**ATLAS OF HYDRO-AGRICULTURAL SCHEMES IN THE DÉPARTEMENT OF DAGANA IN THE  
SENEGAL DELTA**  
*Jacques PARNOT, BDPA, jparnot@bdpa.fr*

To monitor hydro-agricultural schemes in the Département of Dagana, Senegal, SAED, an institution for land use and productivity of the Delta, has prepared an atlas from satellite images to generate mapping of the facilities and an inventory of rice-growing areas. The data were processed and a GIS was transferred to SAED for crossing with new data to build an integrated tool for better management.

The information system includes general environmental data on parks and sanctuaries, classified forests and ecological wetlands, obtained from remote sensing data and information from other bodies or projects in the area, such as IUCN, CSE, DPN, Eaux et Forêts or the Proгона Project. These data enable environmental constraints to be better taken into account, particularly for land allocation, structure design and qualitative monitoring of drained water.

It also contains soil data (typology and capabilities) based on the digitization of the FAO/SEDAGRI<sup>1</sup> 1:50,000 map, available for a large part of the Senegal Valley. These data enable better monitoring of area changes dependent upon edaphic conditions, and provide useful information for land allocation and new facilities.

Data are made available on irrigation and drainage systems, particularly the characteristics of the reaches providing water infeed and drainage, under SAED's direct responsibility. These data improve the management of these networks and facilitate the detection of distortions between the hydraulic supply provided by these facilities and the demand of existing or planned schemes. The integration of qualitative data will also provide input for the qualitative models set up to monitor the surrounding environment.

Data on human infrastructure are obtained from surveys or direct spatial referencing during field trips<sup>2</sup> (dwellings, rice mills, agro-processing complexes, headquarters of rural response bodies such as agricultural supervisors, cooperatives, economic interest groupings, credit institutions). This information, together with socio-economic data available from external databases, enables SAED and its partners to use the GIS as a decision-aid tool in various economic, financial, commercial, administrative and policy fields.

<sup>1</sup> Soil morphology map with geomorphic units characterized by a soil or an association of several soils, with intermediate soil surface and horizon textures and showing their irrigability.

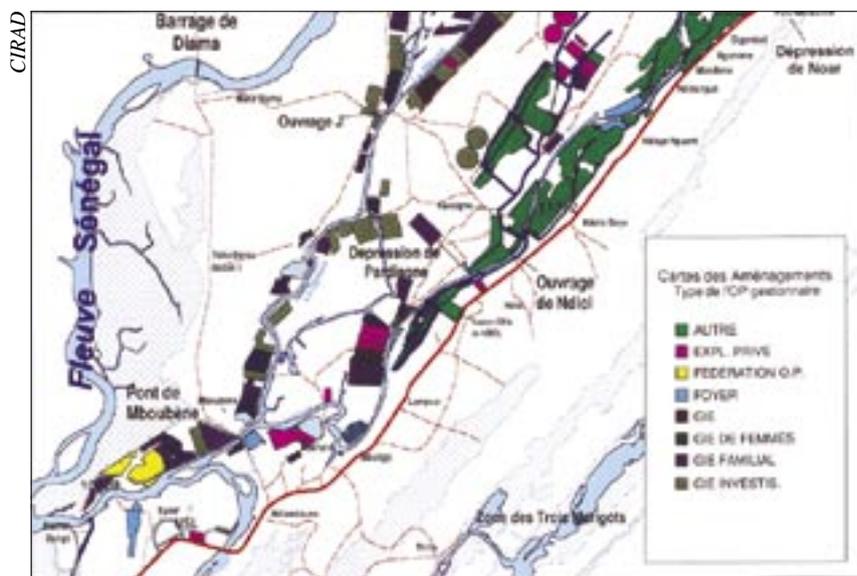
<sup>2</sup> The use of a GPS enables SAED to easily obtain the geographic coordinates of sites to be integrated into the geographic database.

# SYSTÈMES D'INFORMATION ET PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS

## LES EXEMPLES DU MALI ET DU NIGÉRIA

Michel PASSOUANT<sup>1</sup>, CIRAD, michel.passouant@cirad.fr

Un SIG peut faciliter la disponibilité d'information sous forme de documents édités systématiquement. Autour de cette activité de production d'information, un ensemble de compétences nouvelles en traitement de l'information se développent.



Carte thématique issue du SIG SAED

### SYSTÈME D'INFORMATION ET ORGANISATION : CONCEPTS ET RÉALISATION

Un système d'information (SI) est communément défini<sup>2</sup> comme un ensemble organisé de ressources (matériel, personnel, données, procédures), dédié à l'acquisition, au traitement, au stockage et à la communication des informations (données, tests, tableaux statistiques, cartes, images, sons...) au sein d'une organisation. L'organisation est comprise comme une unité de coordination dotée de frontières repérables, fonctionnant de manière relativement continue. Par ses activités, qu'elles soient individuelles ou collectives, l'organisation utilise et produit de l'information.

Les SI seront caractérisés, de manière non nécessairement unique, selon : premièrement, leur objectif (appui à l'exécution des activités de l'entreprise, à la prise de décision de gestion ou de planification, observatoires), deuxièmement la nature des données

collectées et accumulées (textuelles, chiffrées ou cartographiques), troisièmement le degré de couverture (système échantillonné ou exhaustif).

La réalisation d'un SI mobilise des compétences thématiques, organisationnelles et informatiques (développement d'applications de gestion de bases de données) pour exécuter successivement : conception de l'outil informatique, insertion dans l'organisation, mise en œuvre de l'outil et analyse des résultats, évolution pour répondre à de nouvelles demandes.

Le premier des résultats visibles de ce type d'outil est bien sûr la disponibilité de l'information sous forme de documents édités systématiquement. Toutefois, autour de cette activité de production d'information, un ensemble de compétences nouvelles en traitement de l'information doivent être développées par leurs gestionnaires. Parallèlement l'habitude d'exploiter les produits du système se développe chez leurs partenaires. Ainsi à l'Office du Niger, les

négoceurs paysans devront avoir une vision plus complète et plus globale du programme d'entretien et avoir une part plus active dans les comités paritaires.

Enfin ces compétences se développent sur une représentation commune du système, facilitant les échanges entre acteurs. Ainsi, au Mali, les termes employés pour désigner les éléments du réseau et les interventions de maintenance sont aujourd'hui identiques pour tout l'Office du Niger, contribuant à la coordination entre des acteurs dispersés dans une structure décentralisée. ■

1 Ont également contribué à la rédaction de cet article, Pierre-Yves Le Gal, Marcel Kuper et Jean-François Bélières du CIRAD, Nicolas Chaussonnet et Sadiq Zubair Abubakar de l'Université Ahmadu Bello, Nigéria et Mamady Famanta de l'Office du Niger.

2 Reix, R. (1998). Systèmes d'Information et management des organisations. Paris, Vuibert

## UN SYSTEME D'INFORMAION (SI) POUR L'ENTRETIEN ET LA GESTON PARTICIPATIVE D'UN RESEAU

En coopération avec l'Office du Niger au Mali un SI fonctionnel a été mis en place afin de faciliter la gestion des opérations d'entretien du réseau d'irrigation de l'Office. L'Office du Niger gère un périmètre irrigué d'environ 68 000 hectares alimenté à partir du fleuve Niger. L'activité de maintenance se décompose en deux phases bien distinctes : (1) la préparation et l'élaboration du programme annuel d'entretien, objet de négociation avec les représentants des usagers, et qui retrace l'ensemble des opérations périodiques ou courantes prévues pour une année donnée (2) la réalisation, le contrôle et l'archivage des opérations d'entretien qui concernent un élément du réseau hydraulique (canal, cavalier, piste, ouvrages divers) et qui est réalisé conformément au programme annuel par un prestataire ou par le service interne de maintenance.

Sur ces bases, le SI a été structuré en 4 grands pôles d'information mis en relations : i) le réseau composé de l'ensemble des canaux et ouvrages, pour lesquels le concept générique d'UEM (Unité d'Exploitation et de Maintenance) a été introduit, ii) le programme annuel d'entretien, avec toutes ses étapes successives préparatoires (avant projet, projet

et programme) et mis en relation avec les UEM, iii) les opérations d'entretien effectuées sur les UEM, selon le programme, par un prestataire, iv) les prestataires, qui réalisent l'entretien des UEM.

Le système est actuellement composé d'une base de données gérée sous ACCESS comportant l'ensemble des composants du réseau d'irrigation de chacune des zones constituant le périmètre de l'Office du Niger. Les programmes annuels d'entretien et l'entretien effectif de la campagne 2001 sont en cours de collecte et de saisie.

Parmi les produits attendus du système on peut citer : (1) la liste de l'ensemble des canaux, ouvrages du réseau avec leurs caractéristiques, (2) un support à la collecte des demandes d'entretien, une aide à la préparation du programme annuel d'entretien en concertation avec les paysans, (3) un archivage des demandes exprimées par les paysans, (4) un archivage des entretiens réellement effectués, (5) la capacité à suivre les coûts réels d'entretien et la mise en place d'un référentiel de prix.

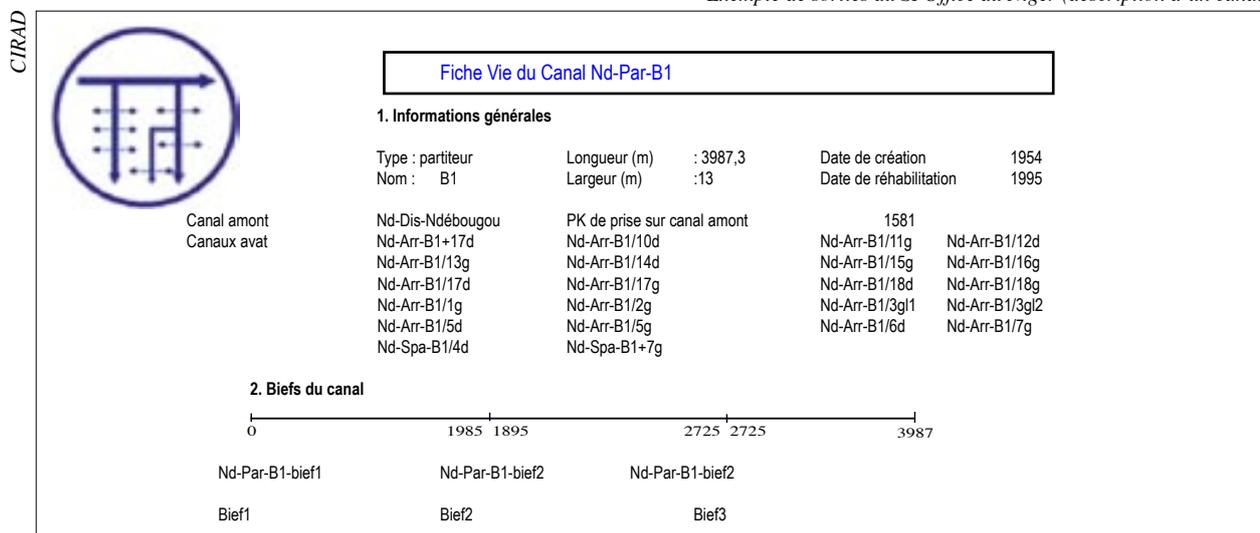
En liant à la base de données ACCESS un module de type SIG, les documents tabulaires seront complétés par des

cartes de situation ou reflétant les historiques d'entretien.

La conception et la mise en place du SI ont permis de forger une représentation commune et unifiée du réseau hydraulique (nature et caractéristiques des composants) ainsi que de l'activité d'entretien et de ses procédures. La conception du SI, prise en charge par un groupe de travail réunissant les divers utilisateurs potentiels, a permis de dégager un ensemble de définitions et de nomenclatures de référence, sur le thème de l'entretien du réseau. Ce fut ainsi l'occasion de construire un vocabulaire et des méthodes communs aux différents services.

La poursuite du projet devrait accentuer ces dynamiques organisationnelles, en favorisant l'émergence de nouveaux acteurs en liaison avec la gestion de la base de données, en redistribuant les rôles et les tâches des différents services impliqués dans la maintenance et en améliorant la transparence des décisions prises, notamment lors des négociations paritaires.

Exemple de sorties du SI Office du Niger (description d'un canal)



## LA CO-GESTION DES PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS : LE CAS DU NIGÉRIA

Le périmètre irrigué d'Hadejia Valley est à ce jour inachevé. Sur 12500 hectares initialement prévus, seulement 2100 sont effectivement aménagés et fonctionnent. L'agence de bassin «Hadejia Jama'are River Basin Development Authority» (HJRBD) gère le réseau hydraulique (gestion de l'eau, maintenance) et dispose d'une équipe de conseil agricole pour appuyer les agriculteurs dans la mise en valeur du périmètre. L'état nigérian souhaite une implication plus importante des associations d'usagers de l'eau agricole (AUEA) dans la gestion du périmètre. Le périmètre d'Hadejia Valley a été choisi comme terrain pilote pour tester le concept de cogestion entre les gestionnaires et les AUEA. Il s'agit de compenser le retrait progressif de l'Etat par la prise en main par les AUEA de certaines charges comme l'entretien du réseau d'irrigation secondaire et tertiaire et la collecte de la redevance en eau d'irrigation.

Pour réaliser un suivi de l'agriculture irriguée dans le périmètre et faciliter la discussion entre les différents partenaires sur des actions pratiques de gestion de l'eau et de maintenance, un système d'information géographique a été développé. Cet outil permet de saisir, traiter et obtenir des informations sur les pratiques culturelles, l'exploitation hydraulique et la maintenance du réseau d'irrigation.

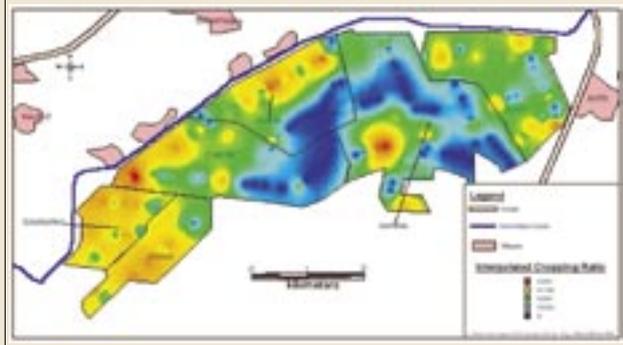
Le système d'information est composé d'une base de données pour entrer, analyser les données et produire ensuite des rapports informationnels, et d'un système d'information géographique permettant l'analyse et la représentation des données à l'aide de cartes.

La base de données regroupe six domaines : l'agriculture, la maintenance, les diagnostics des aménagements, le paramétrage des structures, l'exploitation hydraulique, et enfin les services. La base de données

est structurée en forme d'étoile avec 5 différentes bases de données, dans lesquelles sont stockées les informations, et une base de données centrale qui gère les requêtes, les formulaires et les rapports pour faciliter la rapidité d'accès aux informations.

L'unité spatiale représentée est le terrain (field), qui regroupe plusieurs parcelles, avec une taille de 10 ha. Le réseau hydraulique, du réservoir aux canaux tertiaires, est également représenté. Le système d'information géographique lié à cette base de données gère la représentation des entités spatiales. Ces entités sont : les secteurs et les parcelles, le réseau d'irrigation et de drainage, les structures, l'habillage des cartes (rivière, routes ...). Trois types d'informations sont principalement représentés : les pratiques culturelles, l'état du réseau d'irrigation et de drai-

Représentation spatiale des intensités culturelles sur le périmètre de Hadejia Valley



CIRAD

nage à l'intérieur des secteurs, l'état du système principal d'irrigation.

Le système d'information est régulièrement alimenté par les agents du HJRBD à partir des enquêtes et des visites de terrain. Un suivi de la mise en valeur pour chaque « terrain » est effectué deux fois par an. L'utilité du système d'information repose sur l'accord des partenaires concernant la validité des informations collectées, et sur la manière dont ces informations sont traitées par la suite. Une étude menée conjointement par l'agence et les AUEA sur l'état du réseau d'irrigation a permis une participation effective des paysans dans la gestion du

système d'information, d'abord par le diagnostic et ensuite par la restitution et les discussions qui en ont découlé (Chaussonet et al., 2001). La présentation des produits d'informations doit faciliter la prise de décision et la négociation entre l'agence et les associations.

Le système d'information a été conçu pour faciliter :

- un rapport saisonnier de la performance du périmètre (intensité culturelle, conditions physiques du réseau, volume d'eau lâché, revenus des agriculteurs) ;
- une aide à la décision dans la maintenance du réseau d'irrigation et de drainage. Un diagnostic est effectué conjointement par l'agence et les AUEA pour établir des priorités dans les activités de curage et de rétablissement des sections du réseau ;

- une analyse des problèmes liés à la gestion de l'eau et la mise en valeur du périmètre, en combinant des données physiques (disponibilité en eau, drainage, intensités culturelles) à des données socio-économiques ;
- la prise de décisions en matière de politique agricole.

Le ministère fédéral des ressources en eau a proposé d'étendre l'expérimentation de transfert de responsabilités vers des usagers à d'autres périmètres irrigués au Nigeria (Chaussonet et al., 2001).

Un comité de pilotage a été créé de façon à résoudre les problèmes posés par l'utilisation de l'outil, ses objectifs et son utilité en terme d'aide à la gestion du périmètre.

## INFORMATION SYSTEMS AND IRRIGATION AREAS

### The examples of Mali and Nigeria

Michel PASSOUANT, CIRAD, [michel.passouant@cirad.fr](mailto:michel.passouant@cirad.fr)

A GIS can make information more easily available in the form of systematically edited documents. Around this information generation activity, a variety of new information processing skills can then be developed by information managers. The partners become accustomed to using GIS products, thus fostering a more holistic vision of possible maintenance programmes and active participation of local stakeholders in parity committees.

In Mali, a functional information system has been implemented to facilitate maintenance operation management of some 68,000 ha of the irrigation area managed by the Office du Niger. Among the anticipated outputs of this system are: (1) a list of all the canals and works in the network, with their characteristics, (2) support for maintenance request collection, aid in preparing the annual maintenance programme in conjunction with the farmers, (3) archiving farmers' requests, (4) archiving completed maintenance operations, (5) monitoring real maintenance costs and setting up a price reference system. The design and implementation of the information system have enabled a joint, unified representation of the hydraulic system (component types and characteristics) and of

maintenance work and procedures. The continuation of the project should accentuate these organizational dynamics by fostering the emergence of new database management actors, redistributing the roles and tasks of the maintenance services and enhancing decision-taking transparency, particularly for parity negotiations.

In Nigeria, a geographic information system has been developed to monitor irrigated agriculture in the area and facilitate discussion between the partners on practical water management and maintenance measures. This tool is used to capture, process and obtain information on farming practices, hydraulic operation and irrigation system maintenance. The information system is in two parts: a database encompassing 6 fields (agriculture, maintenance, facility diagnosis, structure parameterization, hydraulic operation and services) to capture and analyse data and then generate informational reports; a geographic information system to analyse and display the data using maps. The GIS manages the representation of spatial entities. These entities are sectors and land parcels, the irrigation and drainage system, structures and map features (rivers, roads, etc.). Three main types of information are represented: farming practices, the

status of the irrigation and drainage system in the sectors, and the status of the main irrigation system.

The information system has been designed to facilitate:

- a seasonal report on performance in the area (farming intensity, network physical characteristics, volume of water released, farmers' incomes),
- decision aid for irrigation and drainage system maintenance, to determine priorities for cleaning and restoring network sections,
- analysis of problems in water management and area development by combining physical data (water availability, drainage, farming intensity) with socio-economic data,
- agricultural policy decision-taking.



IAURIF

# LA GESTION DU RÉSEAU D'EAU POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT

## LE CAS DES EAUX DE MARSEILLE

Frédéric ROUAS, Société des Eaux de Marseille, sem\_inter\_adm@attglobal.net

La vectorisation des 4800 Km de réseaux d'eau potable et 1800 km de réseaux d'assainissement de 63 communes, de la région Provence Alpes Côte-d'Azur, associée à un fond de plan dans une base de données, a donné naissance à un SIG. Initialement créé pour gérer les interventions dans le réseau, ce SIG risque de connaître de nouvelles évolutions.

IAURIF



La Société des Eaux de Marseille gère<sup>1</sup>, 4800 Km de réseaux d'eau potable et 1800 km de réseaux d'assainissement de 63 communes, y compris Marseille, réparties dans la région Provence Alpes Côte-d'Azur, dans le sud Est de la France.

Les besoins en cartographie et systèmes d'information géographique portent sur :

- la connaissance du patrimoine ;
- le suivi des opérations d'exploitation ;
- les axes de progression.

### LA MISE EN PLACE D'UN SIG POUR AMÉLIORER LA CONNAISSANCE DU PATRIMOINE

La démarche de création d'un SIG à la SEM<sup>2</sup> a débuté il y a 10 ans environ par la vectorisation<sup>3</sup> et l'intégration des réseaux afin d'améliorer la connaissance du patrimoine. Pour cela, des partenariats ont été créés avec les différentes collectivités afin d'obtenir des fonds de plans, régulièrement mis à jour, les réseaux ont été vectorisés, puis chaque tronçon et appareil ont été

renseignés (matériaux, date de pose, diamètre, etc.). Les tracés vecteurs ont été associés à un fond de plan et les différents éléments coordonnés avec une base de données, donnant ainsi naissance au SIG.

A l'outil graphique de dessin a été rajouté une application métier permettant de gérer en exploitation des cas concrets à partir de l'outil cartographique, en particulier les fuites. Ainsi avec l'outil métier et le module «arrêt d'eau», chaque fuite ou arrêt d'eau programmé ou réalisé dans l'urgence est géré de façon assistée.

De plus, grâce à ces outils, les exploitants des réseaux d'eau et d'assainissement de la Société des Eaux de Marseille enrichissent la base de données SIG depuis plusieurs années.

L'outil SIG a été étendu à l'ensemble des 63 communes gérées par la Société des Eaux de Marseille, seulement à partir de l'an 2000. Avant cette date, il était encore difficile d'obtenir des fonds de plans justes et régulièrement mis à jour, notamment sur les communes de petite taille. A partir de la mise en place des

communautés de communes en 2001 et suite à un partenariat avec l'IGN, une progression rapide dans l'obtention des données de base, et la vectorisation puis l'intégration de l'ensemble des communes s'est opérée compte tenu des besoins importants des exploitants.

### DE LA CONNAISSANCE DU PATRIMOINE À LA GESTION DU RÉSEAU

Les exemples d'utilisation en exploitation sont multiples :

La gestion des arrêts d'eau est possible avec l'applicatif métier avec son module « arrêts d'eau » qui permet de déterminer en quelques secondes :

- le tronçon concerné par la coupure, et les clients privés d'eau (y compris les cas particuliers : dialysés, industriels, PI, etc.) ;
- les appareils à manœuvrer sur le réseau pour isoler la zone à couper.

La gestion du renouvellement des réseaux d'eau potable est possible avec l'édition d'un programme de renouvellement de portions de réseaux à partir :

- de requêtes croisées sur le nombre de fuites par tronçons, l'année de pose et les matériaux ;
- de la sectorisation des zones de forte pression (par l'analyse des différences entre les côtes terrain et la profondeur des canalisations).

L'élaboration d'un programme de curage préventif en assainissement est possible en réalisant des requêtes sur :

- le nombre d'obstructions sur l'année par tronçon (ou branchement)
- le diamètre du collecteur ;
- L'année du dernier curage préventif ;
- la pente du réseau.

Toutes ces utilisations sont possibles grâce à l'utilisation de modules spécifiques ou de requêtes sur les bases de données enrichies depuis plusieurs années.

## PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION

Plusieurs idées d'application et de développement de l'outil SIG sont en cours d'élaboration ou à l'étude :

- développement du SIG sur PDA, et équipement des véhicules d'intervention ;
- mise en place d'un lien GPS, qui permette de localiser les véhicules sur un fond de plan cartographique, et optimiser ainsi la gestion des interventions ;
- interliaison des différentes applications : SIG, gestion des interventions, base de données téléphoniques clients. Un client sera alors repéré sur le SIG, à partir d'une reconnaissance de son numéro de téléphone, et l'intervention sera gérée automatiquement grâce au repérage des véhicules libres ou occupés sur le plan, et à l'optimisation des déplacements ;

- développement du produit vers d'autres domaines : gestion des branchements particuliers, des compteurs divisionnaires, de l'assainissement autonome.

Les potentialités du système d'information géographique créé il y a près de dix ans à la Société des Eaux de Marseille sont donc multiples. Le développement et l'actualisation permanente de cet outil sont ses deux points forts. ■

1. La gestion est faite par des contrats de délégation de service public
2. Société d'économie mixte.
3. Pour vectoriser l'ensemble de Marseille, il a fallu environ deux ans à l'échelle 1/2000<sup>e</sup>, en sachant que la SEM avait aussi une gestion en parallèle du réseau au 1/200<sup>e</sup>.

## DRINKING AND DRAINAGE WATER MANAGEMENT: THE CASE OF EAUX DE MARSEILLE

Frédéric ROUAS, *Eaux de Marseille water society*, [sem\\_inter\\_adm@attglobal.net](mailto:sem_inter_adm@attglobal.net)

4,800 km of drinking water pipes and 1,800 km of drainage pipes for 63 communes, including Marseille, in the Provence Alpes Côte-d'Azur Region, have been vectorized and combined together with a base map in a database to generate a GIS. Since the association of communes was formed, the application of this tool has been extended to integrate new – particularly small – communes. This tool, which was initially developed to manage work on the network, is likely to undergo further changes.

There are numerous examples of operational uses, such as **management of water cutoffs** as it is possible to determine in a few

seconds the section concerned by a cutoff, the customers deprived of water (including special cases such as dialysis patients, industry, fire hydrants, etc.), and the equipment to be used in the network to isolate the cutoff area. It is also possible to **manage renovation of the drinking water network** by editing a renovation programme for network portions, based on: crossed queries on numbers of leaks per section, year of laying and materials; the sectorization of high-pressure areas (by analysing differences between ground dimensions and pipe depths). **A preventive cleaning programme** can be drawn up for the drainage network, by issuing requests concerning the number of obstructions

per section (or connection) throughout the year, the collector diameter, year of last preventive cleaning operation or network slope.

The development of this tool is under study. This involves examining a number of proposals such as implementing a GPS link to locate vehicles on a base map and optimize work management, or interlinking GIS applications, call-out management and the customer telephone database to automatically manage work by locating free and busy vehicles on the map and optimizing movements.

# LE SYSTÈME DE GESTION DES RÉSEAUX DE LA LYONNAISE DES EAUX FRANCE

Philippe **POUYET**, APIC, philippe.pouyet@apic.fr

**A** la Lyonnaise des Eaux France, le SIG est désormais le référentiel de la gestion technique des réseaux d'eau et d'assainissement. Aujourd'hui 400 utilisateurs sont répertoriés. Ils seront un millier à terme. Philippe **POUYET**, Chef de projet à la Direction des Systèmes d'Information, fait le point ci-dessous sur la généralisation de l'usage du SIG dans l'ensemble des centres régionaux. Il en montre les enjeux, décrit les solutions en place et ouvre les perspectives d'une intégration du SIG dans l'ensemble du système d'information.



IAURIF

## UN SIG POUR LA GESTION TECHNIQUE ET EN MATIÈRE DE SERVICES

Depuis les années 80, la Lyonnaise des Eaux France (LEF) utilise le SIG pour la gestion de ses réseaux d'eau et d'assainissement. Sa mise en place a été progressive<sup>1</sup> et son extension a été limitée jusqu'aux années 90, aux exploitations les plus importantes pour des raisons économiques. A ce titre, on peut citer les coûts d'acquisition des données, malgré une baisse déjà entamée, et dans une moindre mesure les coûts technologiques (serveurs Unix, coûts d'infrastructure réseau) qui écartaient du SIG les exploitations les plus modestes, et empêchaient la généralisation de l'usage du SIG même sur les exploitations les plus performantes.

A partir de 1988 et sur la base d'une étude approfondie sur les enjeux «métiers» et sur les coûts, le projet est relancé. En effet, l'importance des enjeux, associée à la baisse des coûts d'acquisition des données, le «déblocage» de l'accès aux données cadastrales provoqué par le changement de position de la Direction Générale des Impôts, et la disponibilité de solutions

plus «échelonnables» avec Windows, justifiaient de relancer un nouveau projet et étendre la «dynamique SIG».

Les objectifs de ce programme lancé en 1999 sont les suivants :

- faire du SIG le référentiel de la gestion technique de nos réseaux, et d'offrir à terme des services permettant une véritable intégration avec les composants majeurs du système d'information : gestion clientèle, interventions et travaux, gestion patrimoniale ;
- équiper en système SIG la totalité des exploitations en France, à un horizon de 5 ans ;
- offrir une solution homogène, capable aussi bien d'équiper les sites «nouveaux venus» au SIG que de moderniser les sites déjà expérimentés ;
- mettre en place une politique rigoureuse d'acquisition des données, au travers d'accords cadres nationaux avec des prestataires qualifiés, selon des procédures techniques standardisées ;

- offrir une disponibilité du SIG en tout point du territoire, tout en maîtrisant les coûts de gestion.

## UNE SOLUTION ADAPTÉE POUR LES UTILISATEURS

Les priorités étaient de déployer une solution plus ergonomique, plus ouverte, plus facile à mettre en oeuvre et à maîtriser par l'ensemble des utilisateurs potentiels. Afin d'éviter la mise en place de centaines de «micro-SIG» dispersés dans les exploitations, rendant difficile la consolidation de l'information, et des coûts d'exploitation et de fonctionnement trop importants, il a été décidé du principe d'adapter le système SIG en fonction de la structure, en centres régionaux, socle de l'organisation opérationnelle de la Lyonnaise des Eaux France. Un «projet SIG» par centre régional a donc été mis en place.

Afin de permettre un accès large à tous les utilisateurs quelle que soit leur localisation sur le territoire, la technologie

Windows «Terminal Server» a été choisie. Cette solution permet d'utiliser le SIG dans la totalité de ses fonctionnalités aussi bien en réseau local qu'en réseau étendu, sur la base d'un serveur de données et d'applications par centre régional. Ce qui permet une économie substantielle de coûts d'administration et d'exploitation, puisque toute l'application est localisée sur un seul serveur, avec une seule base de données.

### LA MISE EN OEUVRE TECHNIQUE DE L'OUTIL

Les travaux de numérisation des données ont été obtenus suite à un appel d'offres qui a permis de retenir les entreprises en fonction de la rigueur et des spécifications techniques de leurs réponses.

Pour positionner les réseaux, le plan cadastral a été utilisé comme fond de plan. Il est en effet le seul, facilement disponible, et dont le contenu et l'échelle étaient utiles aux besoins du projet. Ainsi, le plan cadastral a été numérisé par la Lyonnaise des Eaux pour l'usage du projet<sup>2</sup>.

De plus, des fonds de plan moins précis, comme des fonds 1/25000<sup>e</sup> scannés ou la BD Topo de l'IGN, sont utilisés en zone rurale d'habitats très dispersés, là où les habitations sont parfois éloignées par des kilomètres de canalisations, ainsi que pour situer les canalisations d'interconnexion dans le domaine rural.

Par contre, c'est le cadastre qui est utilisé dès que l'habitat est regroupé, même pour des villages modestes, comme c'est le cas pour Electricité de France ou Gaz de France.

Ce plan est complété par une structure de points d'adresses et de toponymes, qui permet une navigation particulièrement efficace dans le SIG. Ceci assure une cohérence de données avec d'autres applications grâce à la mise en place progressive d'un «référentiel d'adresses partagées», commun à toutes les applications.

### APPLICATIONS DÉVELOPPÉES

Les applications déployées sont somme toutes assez «classiques» pour un gestionnaire de réseaux d'eau et d'assainissement. Le premier objectif du SIG, est la connaissance et la maîtrise de la gestion du patrimoine réseau confié à la Lyonnaise des Eaux.

Pour cela, une plate-forme logicielle sur la base du SIG a été développée. Elle contient tous les outils nécessaires à la saisie, la mise à jour, la consultation et l'échange des données, sur la base du modèle de données mis au point.

Sur ce socle, des applications «verticales» qui outillent des processus «métiers» spécifiques, essentiellement dans le domaine technique, sont déployées :

- enregistrement des événements techniques (fuites, casses ...),
- aide à la décision des plans d'entretien et de curage des réseaux d'assainissement,
- pilotage technique des opérations de coupures d'eau,
- aide à la gestion des procédures de déclaration de travaux.

L'objectif suivant du SIG, est d'offrir des services de données et de traitement à l'ensemble du système d'information. En effet, le système de gestion clientèle est en cours de refonte. Il est prévu de

développer un nouveau système de gestion des interventions réseaux. Le SIG y aura sans aucun doute sa part. «L'intégration du SIG dans le système d'information» deviendra à terme une réalité.

### PERSPECTIVES

Pratiquement tous les centres régionaux de la Lyonnaise des Eaux sont équipés du SIG et la majorité utilise l'architecture Terminal Server de Windows. Tous les centres ont lancé leurs travaux d'acquisition des données, certains d'entre eux possédant des données SIG à jour depuis une décennie ! En termes de population desservie, 75% des réseaux de la Lyonnaise sont intégrés au SIG. Ce chiffre devrait atteindre plus de 90% avant fin 2003. D'ores et déjà, tous les grands centres régionaux urbains et péri-urbains ont une couverture proche de 100%.

Près de 400 utilisateurs étaient fin 2002, référencés dans le SIG 600 et probablement près de 1000 le seront à terme. Le défi à venir, n'est plus à proprement parler le SIG, mais surtout l'intégration du système d'information avec le SIG de manière à atteindre, puis maintenir, la qualité des données, indispensable à une gestion efficace de nos réseaux. ■

1. La période «pionnière» des années 1987-90, a été suivie de l'époque de la «première vague» 1990-1996 et depuis 1999 le projet a été relancé.
2. La DGI autorise la numérisation des plans cadastraux depuis 1998.

## THE NETWORK MANAGEMENT SYSTEM OF LYONNAISE DES EAUX FRANCE

Philippe **POUYET**, APIC, [philippe.pouyet@apic.fr](mailto:philippe.pouyet@apic.fr)

At Lyonnaise des Eaux France, GIS is today's reference framework for technical management of water and drainage networks. 400 users are now listed and they will ultimately be a thousand.

The implementation of a GIS at Lyonnaise des Eaux France has been a gradual process since the 1980s. The extension of its use in the late 1980s aimed to make the GIS the reference framework for technical management of the Lyonnaise networks, and ultimately to provide services enabling real integration with the major components of the information system: customer management, call-out and work, and asset management. It was also planned to equip all operating

sites in France within five years, to offer a consistent solution able to cater for "newcomer" sites to GIS and modernize experienced sites, to implement a rigorous data acquisition policy through national framework agreements with qualified service-providers using standardized technical procedures, and to make the GIS available throughout the country while controlling management costs.

A GIS project was thus implemented per regional centre to better control network assets management. The GIS platform thus contains all the tools required for data input, updating, consulting and data interchange, based on the developed data model. The ultimate aim is to provide data and processing services for the entire

information system. The customer management system is accordingly being re-engineered. It is planned to develop a new management system for work on the network. In terms of people served, 75% of the Lyonnaise networks are integrated into the GIS. This figure should reach more than 90% by the end of 2003. All the urban and peri-urban centres already have coverage bordering on 100%. The upcoming challenge is not the GIS as such but above all, the integration of the information system with the GIS in order to attain, and then maintain, the data quality essential to efficient management of our networks.

*Dibouti*



# SIG ET EAU

## SIGLES

- **ADES**  
La Banque des données nationales sur les eaux souterraines
- **AHA**  
Aménagement hydroagricole
- **ASC**  
Agence spatiale canadienne
- **AUEA**  
Associations d'usagers de l'eau agricole
- **BDPA**  
Bureau pour le développement de la production agricole
- **BRGM**  
Bureau de Recherche géographique et minière
- **BRL**  
Compagnie nationale d'aménagement de la région du Bas-Rhône et du Languedoc
- **CEREVE**  
Centre d'enseignement et de recherche, l'eau, la ville et l'environnement
- **CIRAD**  
Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
- **CNES**  
Centre national d'études spatiales
- **CSE**  
Centre de suivi écologique
- **CSS**  
Compagnie sucrière du Sénégal
- **DCS**  
Documents communaux synthétiques
- **DDAF**  
Direction départementale de l'agriculture et de la forêt
- **DDASS**  
Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
- **DDE**  
Direction départementale de l'équipement
- **DGS**  
Direction générale de santé
- **DIREN**  
Direction Régionale de l'environnement
- **DPN**  
Direction des parcs nationaux
- **DRIRE**  
Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
- **EP**  
Etablissement public
- **ESA**  
Agence spatiale européenne
- **FAC**  
Fonds d'aide et de coopération.
- **FAO**  
Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **GPS** (Global positioning system)  
Système de positionnement par satellite
- **HJRBDA** (Hadejia Jama'are River Basin Development Authority)  
Autorité de développement du bassin Hadejia Jama'are
- **IGN**  
Institut géographique national
- **ISRD**  
Organisation indienne de recherche spatiale
- **LCPC**  
Laboratoire central des ponts et chaussées
- **LEF**  
Lyonnaise des eaux France
- **MNT**  
Modèles Numériques de Terrain
- **MNR**  
Ministère des ressources naturelles Russe
- **MTU**  
Mercator transverse universelle
- **NASDA**  
Agence spatiale japonaise
- **NOAA** (National oceanic and atmospheric administration)  
Administration nationale des océans et de l'atmosphère
- **NOAH**  
Nouvelles opportunités pour l'altimétrie en hydrologie
- **OIEau**  
Office International de l'Eau
- **OMVS**  
Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal
- **PACTES**  
Prévention et Anticipation des crues au moyen de techniques spatiales
- **PHEC**  
Plus hautes eaux communes
- **PIREN-Seine**  
Le programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement de la Seine
- **POS**  
Plan d'occupation des sols
- **PRE**  
Participation pour le raccordement de l'eau
- **PROGONA**  
Projet gonakiers
- **PSSI**  
Plan de secours spécialisés inondations

- **RNDE**  
Réseau National des Données sur l'Eau
- **RBMP** (River basin management program)  
Plan de gestion du bassin de l'OKA
- **SAED**  
Société nationale d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé
- **SANDRE**  
Secrétariat d'administration nationale des données relatives à l'eau
- **SDADGE**  
Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
- **SEDAGRI**  
Société d'études et de développement agricole
- **SEM**  
Société d'économie mixte
- **SEMAFORE**  
Système environnemental de métrologie appliquée pour la fiabilité de l'observatoire de la réaction et de l'évaluation
- **SERTIT**  
Service de valorisation des données d'observation de la Terre pour la gestion des espaces et des ressources, des risques majeurs et de l'environnement.
- **SIAD**  
Système d'information pour l'aide à la décision
- **SIARCE**  
Syndicat intercommunal d'assainissement et de restauration des cours d'eau
- **SIG**  
Système d'information géographique
- **SIGNE**  
Système d'information et de gestion numérique de l'environnement
- **UEM**  
Unité d'exploitation et de maintenance
- **UICN**  
Union mondiale pour la nature
- **UMV**  
Unité de mise en valeur
- **UNOPS**  
Bureau des services d'appui aux projets des Nations Unies
- **XS**  
Mode multispectral du satellite Spot

## INSTITUTIONS

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées,  
Centre d'enseignement et de recherche,  
L'eau, la ville et l'environnement (CEREVE)  
6-8 avenue Blaise Pascal/Champs sur Marne  
77455 Marne La Vallée Cedex 2  
Avenue du Général de Gaulle  
94010 Créteil Cedex  
<http://www.enpc.fr/>  
<http://www.enpc.fr/cergrene.html>

Institut Géographique National  
France International (IGN - FI)  
39<sup>ème</sup>, rue Gay-Lussac - 75005 Paris  
<http://www.ign.fr>

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)  
LCPC - Paris - 58, bd Lefebvre - 75732 Paris Cedex 15  
<http://www.lcpc.fr>

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable  
réseau de partenaires.  
Direction de l'Eau - 20, avenue de Ségur  
75302 Paris 07 SP  
<http://www.environnement.gouv.fr/>

Eau France - Les agences de l'eau  
<http://www.eaufrance.com/>

Agence de l'Eau Adour Garonne  
90, rue du Férétra - 31078 Toulouse Cedex 4  
<http://www.eau-adour-garonne.fr/>

Agence de l'eau Artois-Picardie  
200, rue Marceline, Centre tertiaire de l'Arsenal,  
BP 818 - 59508 Douai Cedex,  
<http://www.eau-artois-picardie.fr/>

Agence de l'eau Rhin-Meuse  
Rozérieulles - B.P. 30019 - 57161 Moulins-Lès-Metz  
<http://www.eau-rhin-meuse.fr/>

## CONTACTS

Jean Claude DEUTSCH  
[jcd@cereve.enpc.fr](mailto:jcd@cereve.enpc.fr)

Elisabeth ARACHELOFF  
[earacheloff@ignfi.fr](mailto:earacheloff@ignfi.fr)

Fabrice RODRIGUEZ  
[fabrice.rodriguez@lcpc.fr](mailto:fabrice.rodriguez@lcpc.fr)

Elisaeth LOUVET - HERBERT  
[elisabeth.louvet@environnement.gouv.fr](mailto:elisabeth.louvet@environnement.gouv.fr)

Lucien PASCHINI  
[paschini@eau-adour-garonne.fr](mailto:paschini@eau-adour-garonne.fr)  
[contact@eau-adour-garonne.fr](mailto:contact@eau-adour-garonne.fr)

Guy TATEZ  
[g.tatez@eau-artois-picardie.fr](mailto:g.tatez@eau-artois-picardie.fr)

Nathalie SIEFERT  
[siefert@eau-rhin-meuse.fr](mailto:siefert@eau-rhin-meuse.fr)  
[cdi@eau-rhin-meuse.fr](mailto:cdi@eau-rhin-meuse.fr)

## INFORMATIONS

SIG pour la gestion de l'eau au nord de Tamaulipas (Mexique)  
SIG pour la modélisation du ruissellement des eaux pluviales en milieu urbain et sur l'emploi des MNT pour la détermination des zones inondées en cas de crues.

Société d'ingénierie de l'information géographique, IGN France International propose des prestations complètes (assistance à la maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, études et conseils, formation) dans tous les domaines d'application de l'information géographique.

Utilisation des SIG et des banques de données urbaines pour la gestion des eaux pluviales en ville.

Le Réseau National des Données sur l'Eau (RNDE) a été mis en place pour fédérer en France les principaux producteurs et utilisateurs de données sur l'eau. Pour cela, l'objectif du RNDE est d'instituer une gestion cohérente des données sur l'eau dans le cadre d'un réseau de partenaires.

Etablissements publics de l'Etat à caractère administratif. Ils ont pour mission d'aider financièrement et techniquement les opérations d'intérêt général au service de l'eau et de l'environnement de leur bassin: lutte contre la pollution des eaux, protection et restauration des ressources en eau et des milieux aquatiques naturels.

## AGENCES DE L'EAU

## AGENCES DE L'EAU

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse  
2-4, allée de Lodz - 69363 Lyon Cedex 07  
<http://www.eaurmc.fr>

Agence de l'Eau Seine-Normandie  
51, rue Salvador Allende - 92027 Nanterre Cedex  
<http://www.eau-seine-normandie.fr/accueil.htm>

Laurent GASNIER  
[laurent.gasnier@eaurmc.fr](mailto:laurent.gasnier@eaurmc.fr)

Olivier BOMMELAER  
[bommelaer.olivier@aesn.fr](mailto:bommelaer.olivier@aesn.fr)  
François LAMY

[lamy.francois@aesn.fr](mailto:lamy.francois@aesn.fr)

## BUREAU D'ETUDES / INGENIERIE / COOPERATION

AFBK - 8, rue Eugène Varlin  
75010 Paris

APUR - 15, rue Erard  
75012 Paris

AXIS-Conseils  
12 rue Alexandre Avisse - BP 1202  
45002 Orléans Cedex 1

BCEOM Guyancourt SIEGE SOCIAL  
Place des Frères Montgolfier  
78286 Guyancourt Cedex  
[bceom@bceom.fr](mailto:bceom@bceom.fr)  
<http://www.bceom.fr>

BRGM  
3, avenue Claude Guillemin - BP 6009  
45060 Orléans Cedex 2  
<http://www.brgm.fr>

BDPA  
Quartier des chênes - 3, rue Gustave Eiffel  
78286 Guyancourt Cedex  
[bdpa@bdpa.fr](mailto:bdpa@bdpa.fr) - <http://www.bdpa.fr>

BRL - Compagnie nationale d'aménagement de la région  
du Bas-Rhône et du Languedoc  
1105, Avenue Pierre Mendès  
BP 4001 - 30001 Nîmes Cédex - France  
<http://www.brll.fr>

Anne BAILLY  
[anne.bailly.aebk@wanadoo.fr](mailto:anne.bailly.aebk@wanadoo.fr)

Paul ROUET  
[paul.rouet@apur.org](mailto:paul.rouet@apur.org)

Gérard REIGNER  
[g.reigner@axis-conseils.com](mailto:g.reigner@axis-conseils.com)

Denis CARRA  
[d.carra@beceom.fr](mailto:d.carra@beceom.fr)

Laurence CHERY,  
[l.chery@brgm.fr](mailto:l.chery@brgm.fr)

Jacques PARNOT  
[jparnot@bdpa.fr](mailto:jparnot@bdpa.fr)

Alixé ROUMAGNAC  
[alixe.roumagnac@brll.fr](mailto:alixe.roumagnac@brll.fr)

Production cartographique et conseils dans les domaines de: l'aménagement, la santé, le tourisme, le commerce, l'environnement, les transports, le géomarketing.

Agence d'urbanisme de la Ville de Paris : planification et aménagement urbains, transports et déplacements, observatoires thématiques, systèmes d'information, bases de données, cadastres multi-usages.

Cabinet de géomètres-experts spécialisé en photogrammétrie et en orthophotographie pour les SIG, les systèmes cadastraux et l'aménagement du territoire (urbain et rural).

Société d'ingénierie spécialisée dans l'aide publique au développement, BCEOM intervient en France et dans de nombreux pays dans le monde. Les activités d'études, de maîtrise d'œuvre et d'expertise sont diversifiées et organisées autour de trois grands secteurs d'activité : transport (eau, environnement, énergie), conseil et formation.

Le BRGM est l'établissement public français chargé de mobiliser les sciences de la Terre pour la gestion durable des ressources naturelles et de l'espace souterrain. Pour le compte de l'Etat et de ses services décentralisés, des collectivités locales, des agences d'objectifs, des bureaux d'études, le BRGM vient en appui aux politiques publiques de gestion des ressources du sol et du sous-sol, des territoires, de l'eau et de l'environnement et de prévention des risques naturels.

BDPA est une société de conseil et d'assistance technique spécialisée dans le développement économique du monde rural et l'environnement en France et à l'étranger.

Société d'aménagement régional, dont la vocation première est de contribuer à l'aménagement et au développement économique de la Région Languedoc-Roussillon, elle a développée une expérience à l'étranger avec le groupe Eaux de Marseille à Alger sur la gestion de l'eau potable et dans divers départements français pour la mise en place de schémas départementaux d'eau potable ainsi que dans le domaine de la cartographie pour les périmètres de captage et aide à la décision avec l'application de systèmes d'alerte en cas de pollution accidentelle.

## BUREAU D'ETUDES / INGENIERIE / COOPERATION

**BURGEAP**  
27, rue de Vanves - 92772 Boulogne Billancourt Cedex  
agence.de-paris@burgeap.fr  
<http://www.burgeap.fr>

**CEMAGREF (Bordeaux)**  
50, avenue de VerdunGazinet - 33612 Cestas Cedex  
<http://www.cemagref.fr/>

**CIRAD**  
Siège Social : 42, rue Scheffer - 75116 Paris  
<http://www.cirad.fr/>

**CL Consultants**  
13 rue de la Croix-Lormel - 22191 Plerin Cedex

**GEOEXPERT**  
40 avenue Hoche - 75008 Paris

**I.T.I. - 15 Route de Gachet - BP 10703**  
44307 Nantes Cedex 03

**IETI - 9 rue Lacreteille - 71000 Macon**

**IFEN - 61 bd Alexandre Martin**  
45058 Orléans Cedex

**Institut d'Aménagement et d'Urbanisme  
de la Région Ile-de-France (IAURIF)**

**15 rue Falguière - 75740 Paris Cedex 15**  
<http://www.iaurif.org>

Bernard CAUCHI  
b.cauchi@burgeap.fr

Bernard BREMOND  
bernard.bremond@cemagref.fr

Michel PASSOUANT  
michel.passouant@cirad.fr

Christian LEMASSON  
abscisse-geomatique@wanadoo.fr

Rafic KHOURI  
r.khour@geometre-expert.fr

Philippe LAUNAY  
ph.launay@iti.fr

Henri PORNON  
iett@wanadoo.fr

Vincent JACQUES LE SEIGNEUR  
vincent.jacques-le-seigneur@ifen.fr

Michel HENIN

michel.henin@iaurif.org  
Gilles ANTIER  
gilles.antier@iaurif.org

Spécialiste de l'environnement et de l'aide publique au développement, BURGEAP réalise des études et l'ingénierie de projets. La société intervient en France à partir de huit agences régionales et dans le monde entier, notamment pour la protection de l'environnement et l'aide au développement.

Institut de recherche, dont les compétences, centrées sur les sciences de l'ingénierie, intègrent les sciences de la nature et du vivant, les sciences de l'univers et mobilisent les sciences humaines et sociales. Expériences en Systèmes d'information en distribution d'eau potable et gestion des flux et du patrimoine.

Organisme scientifique français spécialisé en recherche agronomique appliquée aux régions chaudes, le CIRAD a pour mission de contribuer au développement rural de pays tropicaux et subtropicaux par des recherches, des réalisations expérimentales, des actions de formation, en France et à l'étranger, l'information scientifique et technique. Ses activités recouvrent les domaines des sciences agronomiques, vétérinaires, forestières et agroalimentaires. Expériences en cartographie pour les périmètres de captage et aide à la décision avec l'application de systèmes d'alerte en cas de pollution accidentelle.

Bureau d'études spécialisé dans le développement et la mise en place de SIG, notamment auprès des collectivités territoriales.

Association des géomètres-experts français pour l'exportation, actifs dans l'aménagement du territoire, le cadastre et les systèmes cadastraux, le foncier, l'ingénierie et la formation.

Le groupe ITI (Ingénierie, Topographie, Informatique) propose une offre globale en information géographique, pour l'aménagement du territoire et la gestion de l'habitat et de l'environnement.

Consultants spécialisés en systèmes d'information géographique, en géomatique et en cartographie informatisée.

Etablissement public, l'IFEN anime et coordonne la collecte, le traitement et la diffusion de l'information statistique et des données sur l'environnement et réalise des études et des synthèses sur l'état de l'environnement.

Agence régionale d'études, l'IAURIF a mis en place un puissant Système d'Information Géographique Régional pour appuyer ses travaux dans tous les

domaines de l'aménagement et à toutes les échelles requises. L'Institut a déjà exporté son savoir-faire d'assistance, de formation et d'évaluation dans plus de 40 métropoles étrangères. SIGR Ile-de-France : Hydrographie, bassins versants, stations d'épuration, zones inondables, distributeurs eau potable, syndicats aménagement de rivières. A l'étranger : Mode d'Occupation du Sol par télédétection à Manille, Le Caire, au Liban et Antananarivo en vue de la constitution de SIG. Appuis sur projets de SIG au Maroc (Agadir et Rabat-Salé) et au Brésil (Sao Paulo et Brasília).

## BUREAU D'ETUDES / INGENIERIE / COOPERATION

### INATER

Nicolas Leblanc - BP 169 - 56005 Vannes Cedex

Le Conseil National de l'Information Géographique (CNIG)  
cnig@cnig.gouv.fr  
<http://www.cnig.fr>

L'Office International de l'Eau (OIEAU) - Direction Générale,  
21 rue de Madrid - 75008 Paris  
Service National d'Information et de Documentation sur l'Eau  
15 rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex  
Institut International d'Administration de l'Eau  
Place Sophie Lafitte - 06902 Sophia-Antipolis Cedex.  
<http://www.oieau.fr>

### SAFEGE

Parc de l'Île - 15/27 rue du Port - 92022 Nanterre  
<http://www.safege.fr>

### INFEQ - SAFEQE

15/27 rue du Port  
92007 Nanterre Cedex

### SOGREAH

6, rue de Lorraine - BP 172  
38130 Echirolles- France - 38042 Grenoble Cedex 9  
<http://www.sogreah.fr/>

Eric LORE  
[Eric.Lore@wanadoo.fr](mailto:Eric.Lore@wanadoo.fr)

François SALGE  
[francois.salge@cmig.fr](mailto:francois.salge@cmig.fr)  
Patrice GEIGER  
[patrice.geiger@cmig.fr](mailto:patrice.geiger@cmig.fr)

Etienne MARCHAND  
[e.marchand@oieau.fr](mailto:e.marchand@oieau.fr)  
Denis FOURMEAU  
[dfourmeau@oieau.fr](mailto:dfourmeau@oieau.fr)

### Bertrand GILBERT

[bertrand.gilbert@infeo.fr](mailto:bertrand.gilbert@infeo.fr)  
Luc Du COURNAU  
[luc.ducournaud@safege.fr](mailto:luc.ducournaud@safege.fr)

### Alain PEUVOT

[alain.peuvot@infeo.fr](mailto:alain.peuvot@infeo.fr)

### Agnès CABAL

[agnes.cabal@sogreah.fr](mailto:agnes.cabal@sogreah.fr)

Montage, réalisation et suivi d'opérations de numérisation du plan cadastral. Conseil et mise en œuvre de SIG pour les collectivités locales.

Organisme de coordination de l'information géographique créé par décret en Juillet 1985. Il a pour objectif de développer l'utilisation de l'information géographique en France et de coordonner les efforts publics dans le domaine.

L'OIEAU, Association à but non lucratif, a pour principale activité le développement des connaissances dans la gestion de l'eau et des rivières. En tant qu'opérateur international il intervient dans l'organisation de programmes d'appui aux réformes administratives pour la gestion de l'eau et pour appuyer le développement de centres de formation, de services de documentation et des réseaux de mesure, des banques de données et des systèmes d'information intégrés sur les ressources en eau.

Société Anonyme Française d'Etudes et de Gestion, est une société d'ingénierie et de conseils, maison-mère d'un groupe de sociétés françaises et étrangères, dont les activités s'exercent dans quatre domaines : eau, environnement, gestion des services publics, aménagement du territoire.

Société anonyme, créée début 2002 par la société SAFEQE, par apport à sa branche d'activité consistant en la conception, la diffusion, l'intégration des systèmes d'information dans le domaine des SIG, gestion du patrimoine, logiciels de modélisation hydraulique, logiciels de gestion clientèle à destination des sociétés de service collectif, ainsi que tous les services associ

Sogreah est un groupe de Consultants indépendants, spécialisés dans l'aménagement et l'environnement. Les sociétés du groupe SOGREAH interviennent à tous les stades des missions d'ingénierie permettant d'aboutir à la réalisation d'un aménagement, d'un ouvrage ou d'un équipement. Les services : Conseil, Diagnostics et Expertises, Etudes Préalables, Conception, Maîtrise d'œuvre, Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage.

## SOCIETES

### Hélène DURAND

[helene.durand@wanadoo.fr](mailto:helene.durand@wanadoo.fr)

### ALIZE - Allée du Terral

34430 St Jean de Vedas

### Carole THOMAS

[carole.thomas@apic.fr](mailto:carole.thomas@apic.fr)

### APIC - 113 avenue Aristide Briand

94117 Arcueil Cedex

Alisé, atelier de géomatique (SIG, télédétection, Photo-interprétation) au service des espaces naturels et de l'aménagement du territoire. Forte compétence métier (agronome, environnementaliste). Conseil, expertise, développement, formation et Web mapping. Prix des géo d'or en 2001.

Filiale du groupe EADS, APIC conçoit et édite une gamme de logiciels pour exporter l'information géographique.

## SOCIETES

<b>CLARITAS</b> 235, avenue le Jour se Lève 92651 Boulogne Billancourt Cedex	Vincent SCHOENDOERFFER vshoendoerffer@claritas.fr	Pionnier du Géomarketing aux Etats-Unis il y a plus de 25 ans, Claritas est spécialisée dans l'acquisition, le traitement et l'analyse de données de consommation. Offre autour de 3 métiers : marketing direct, les SIG et les solutions Géomarketing.
<b>CNES</b> 2, place Maurice Quentin 75039 Paris Cedex 01	Hervé BUTHAUD herve.buthaud@cnes.fr	Centre Nationale d'Etudes Spatiales, chargé d'élaborer, de proposer et de conduire la politique spatiale de la France. Ses activités et produits intègrent pleinement la dimension du marché qui requiert innovation et recherche de nouvelles applications.
<b>EADS - Systems &amp; Defence Electronics</b> 6 rue Dewoitine BP 14 78142 Vélizy-Villacoublay Cedex	Jacqueline ARGENCE jacqueline.argence@syste.eads.net	Architecte et intégrateur de systèmes d'information et d'imagerie, EADS Systems & Defence Electronics est le leader européen des systèmes de réception et de traitement d'image.
<b>EDF-GDF</b> 102 avenue Aristide Briand - 92200 Bagneux	Francis JUNG francis.jung@edfgdf.fr	Etablissement public, producteur et opérateur énergétique de gaz et d'électricité, concessionnaire de réseau
<b>ESRI France</b> 21, rue des Capucins - 92190 Meudon	Rony GAL rgal@esrifrance.fr	ESRI France propose des services complets aux entreprises et organismes pour la gestion de leurs données géographiques : vente de logiciels, conseil, développement d'applications, fourniture de données, support technique.
<b>FIT</b> Route de Gachet - BP 10703 - 44307 Nantes Cedex 03	Vincent TIBERGHIE vtiberghien@compuserve.com	Offre globale en information géographique pour l'aménagement du territoire et la gestion des patrimoines.
<b>FLEXIMAGE</b> 113, avenue Aristide Briand - 94117 Arcueil Cedex	Camille DENIAU camille.deniau@fleximage.fr	Spécialisé dans l'analyse d'images de la terre. Filiale d'EADS, Fleximage intervient dans tous les domaines et applications qui utilisent des images d'observation de la terre, de la cartographie numérique ou toute information à composante géographique.
<b>France Telecom - BRX/DRSA</b> Direction des Réseaux d'Accès Site d'Arcueil 67 avenue Lénine - 94112 Arcueil Cedex	Jean-Michel DOCHE jeanmichel.dochel@francetelecom.com	Opérateur de télécommunication, téléphonie mobile, service internet
<b>GDTA</b> 8-10 rue Hermès 31526 Ramonville Cedex	René THOMAS contact@gdta.cnes.fr	Spécialisé dans la formation professionnelle en télédétection, systèmes d'information géographique (SIG) et leurs applications, le GDTA organise des stages de formation en France et à l'étranger.
<b>GEO CONCEPT SA</b> 25/27 rue de Tolbiac - 75647 Paris cedex 13	Nadège LAUWEREINS nadege.lauwereins@geoconcept.com	Développe, édite et commercialise une gamme de solutions articulées autour du Système d'Information Géographique (SIG). Son produit phare : Géococoncept.
<b>Groupe des Eaux de Marseille</b> 25, rue Edouard Delanglade - BP 29 13254 Marseille Cedex 06 accueil@eauxdemarseille.fr http://www.eauxdemarseille.fr	Frédéric ROUAS sem_inter_admin@atglobal.net	Diverses expériences au Maghreb et Amérique Latine.
<b>GUELLE &amp; Associés - 18 Avenue du Général Passaga</b> 57600 FORBACH CEDEX	Didier GUELLE didier.guelle@wanadoo.fr	Photogrammétrie, orthophotos, S.I.G., topographie, cadastre, conseil aux collectivités.

## SOCIETES

<b>ISTAR</b> 2600, route des Crêtes - BP 282 06905 Sophia Antipolis Cedex	Christophe LANCHON lanchon@istar.fr	Filiale du groupe EADS, ISTAR est spécialisée dans la production de données cartographiques. Ces bases de données sont utilisées dans les domaines des télécommunications, collectivités locales, réseaux d'utilité publique, navigation embarquée.
<b>Lyonnaise des Eaux France - Service Technique</b> 18, square Edouard VII 75316 Paris Cedex 09	Jean DUMONTEL jean.dumontel@lyonnaise-des-eaux.fr	Prestataire de service dans le domaine de l'eau, assainissement et distribution, concessionnaire de réseau, filiale de SUEZ Environnement, Lyonnaise des Eaux France appartient à un groupe de dimension mondiale, actifs dans plus de 100 pays.
<b>MICHELIN</b> 46, avenue de Breteuil 75324 PARIS CEDEX 07	Christine ROTH christine.roth@fr.michelin.com	Manufacture Française des Pneumatiques, spécialiste mondial, éditeur de cartes routières, service de navigation, service télématique et Internet
<b>NMF</b> 58, rue Georges Denizot 34097 MONTPELLIER CEDEX 5	Monsieur Didier MAKAL d.makal@nmf.fr	Société de services en ingénierie informatique française spécialisée dans la donnée graphique et géographique et dans l'ingénierie des SIG. Son offre est destinée aux opérateurs de réseaux, aux administrations territoriales et aux industriels.
<b>SCOT</b> Parc du Canal - 8-10 rue Hermès 31526 Ramonville Cedex	Laurent FIORIO laurent.fiorio@scot.cnes.fr	Acteur majeur de l'observation de la terre et de l'information géographique au service de l'agriculture, de l'environnement, de l'aménagement du territoire. Domaines d'interventions : études, conception, développement, exploitation de systèmes d'informations.
<b>SEURECA</b> 6, rue Anatole de la Forge, 75017 Paris seureca@imagin.fr <a href="http://www.seureca.com/">http://www.seureca.com/</a>	Jean Lucien SELIGMANN jeanlucien.seligmann@seureca.com	Ingénieur Conseil à l'international dans les domaines de l'eau et de l'environnement. Conseils, audit, étude ingénierie, SIG clef en main (eau, assainissement, électricité, environnement, urbanisme, déchets, transport, cadastre...).
<b>SOGEFI</b> 1, rue François Antic 82200 Moissac	Patrick BEZARD-FALGAS sogefi.sig@wanadoo.fr	Société de Gestion Infographique, bureau d'étude partenaire de l'ordre des géomètres experts, digitalisation et numérisation, aménagement foncier et rural, recensement, B.D.L. et SIG.
<b>SPOT IMAGE</b> 5, rue des Satellites - BP 4359 31030 Toulouse Cedex 4	Laurence BOLOPION laurence.bolopion@spotimage.fr	Leader mondial sur le marché mondial de l'information géographique issue des images satellitaires. SPOT distribue les données des satellites optiques SPOT et fournit des propositions techniques globales, des projets de transfert de technologie.
<b>STRATEGIES</b> 41-43 rue de Villeneuve - SILIC 429 94583 Rungis Cedex	Jean-Marc PEDEBOY jm.pedeboy@cadwin.com	Edite et commercialise une suite de logiciels dédiés au monde de la Gestion technique de Patrimoine (GIFM).
<b>TELE ATLAS</b> 47, avenue Carnot 94230 Cachan	Philippe VAN DE CASTEELE philippe.vandecasteele@teleatlas.com	Fournisseur de bases de données géographiques, Tele Atlas se concentre sur les secteurs-clés du marché du géocodage, parmi lesquels la télématique, les services localisés (LBS), les systèmes d'information géographique (SIG) et la navigation automobile.
<b>URBATIOUE</b> 35, rue du Bois des Joncs marins	Georges BERTRAND georges.bertrandb@laposte.net	Consultant indépendant en géomatique.

## GIS

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées,  
Centre d'enseignement et de recherche,  
L'eau, la ville et l'environnement (CEREVE)  
6-8 avenue Blaise Pascal Champs sur Marne  
77455 Marne la Vallée cedex  
2, Avenue du Général de Gaulle - 94010 Créteil cedex  
<http://www.enpc.fr> <http://www.enpc.fr/cegrene/cegrene.html>

Institut Géographique National  
France International (IGN - FI)  
39<sup>es</sup>, rue Gay-Lussac - 75005 Paris  
<http://www.ign.fr>

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)  
LCPC - Paris - 58, bd Lefebvre - 75732 Paris cedex 15  
<http://www.lcpc.fr>

Ministry of Ecology and Sustainable Development  
Water Department 20 avenue de Ségur - 75302 Paris 07 SP  
<http://www.environnement.gouv.fr>

## CONTACTS

Jean Claude DEUTSCH  
[jcd@cereve.enpc.fr](mailto:jcd@cereve.enpc.fr)  
[deutsch@cereve.enpc.fr](mailto:deutsch@cereve.enpc.fr)

Elisabeth ARACHELOFF  
[earacheloff@ignfi.frproposes](mailto:earacheloff@ignfi.frproposes)

Fabrice RODRIGUEZ  
[fabrice.rodriguez@lcpc.fr](mailto:fabrice.rodriguez@lcpc.fr)

Elisabeth LOUVET - HERBERT  
[elisabeth.louvet@environnement.gouv.fr](mailto:elisabeth.louvet@environnement.gouv.fr)

## INFORMATION

GIS for water management in north Tamaulipas (Mexico)  
GIS for modelling of urban rainwater runoff and the use of DTM for  
determining flooded areas in highwater periods.

IGN France International, a geographic information engineering company,  
a full range of services (assistance for project ownership, project engineering  
studies and consultancy, training) in all GI application fields.

Use of GIS and urban databases for urban rainwater management.

Le Réseau National des Données sur l'Eau (RNDE - French water data network) was set up  
to federate the main water data producers and users in France. The RNDE's aim is to set up  
consistent management of data on water within a network of partners, for this purpose.

## WATER AGENCIES

Eau France - Water Agencies  
<http://www.eaufrance.com/>

Agence de l'Eau Adour Garonne  
90, rue du Férétra - 31078 Toulouse Cedex 4  
[contact@eau-adour-garonne.fr](mailto:contact@eau-adour-garonne.fr) - <http://www.eau-adour-garonne.fr>

Agence de l'eau Artois-Picardie  
200, rue Marceline, Centre tertiaire de l'Arsenal,  
BP 818 - 59508 Douai Cedex,  
[aeap.cordonnier@nordnet.fr](mailto:aeap.cordonnier@nordnet.fr) - <http://www.eau-artois-picardie.fr>

Agence de l'eau Rhin-Meuse  
Rozérieulles - B.P. 30019 - 57161 Moulins-Lès-Metz  
<http://www.eau-rhin-meuse.fr/>

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse  
2-4, allée de Lodz - 69363 Lyon cedex 07 - <http://www.eaurmc.fr>

State-owned administrative agencies with the task of providing financial and technical aid  
for public interest operations dedicated to water and the environment of their water basin:  
water pollution control, protection and restoration of water resources and natural aquatic  
environments.

Lucien PASCHINI  
[paschini@eau-adour-garonne.fr](mailto:paschini@eau-adour-garonne.fr)

Guy TATEZ  
[g.tatez@eau-artois-picardie.fr](mailto:g.tatez@eau-artois-picardie.fr)

Nathalie SIEFERT  
[siefert@eau-rhin-meuse.fr](mailto:siefert@eau-rhin-meuse.fr)  
[cdi@eau-rhin-meuse.fr](mailto:cdi@eau-rhin-meuse.fr)

Laurent GASNIR  
[laurent.gasnier@eaurmc.fr](mailto:laurent.gasnier@eaurmc.fr)

## WATER AGENCIES

Agence de l'Eau Seine-Normandie  
51, rue Salvador Allende - 92027 Nanterre Cedex  
<http://www.eau-seine-normandie.fr/accueil.htm>

Olivier BOMMELAER  
bommelaer.olivier@aesn.fr  
Mr François LAMY  
lamy.francois@aesn.fr

## CONSULTANTS / ENGINEERING / COOPERATION

**AEBK**  
8, rue Eugène Varlin - 75010 Paris

Anne BAILLY  
anne.baillay.aebk@wanadoo.fr

Mapping production and consultancy for planning, health, tourism, commerce, the environment, transport, geomarketing, etc.

**APUR**  
15, rue Erard - 75012 Paris

Paul ROUJET  
paul.roujet@apur.org

City of Paris planning agency: urban planning and development, transport and travel, thematic observations, information systems, databases, multi-purpose cadastres.

**AXIS-Conseils**

12, rue Alexandre Avisse - BP 1202  
45002 Orléans Cedex 1

Gérard REIGNER  
g.reigner@axis-conseils.com

Firm of chartered surveyors specializing in photogrammetry for GIS, cadastral systems and land use planning (urban and rural).

**BCEOM Guyancourt Head Office**

Place des Frères Montgolfier

78286 - GUYANCOURT Cedex

bceom@bceom.fr - <http://www.bceom.fr>

Denis CARRA  
d.carra@beceom.fr

BCEOM is an engineering firm specializing in public development aid, which operates in France and many countries worldwide. Activities for studies, project engineering and diversified and organized around three main sectors of activity: transport - expertise are water, the environment and energy - consultancy and training.

**BRGM**

3, avenue Claude Guillemin - BP 6009

45060 Orléans Cedex 2

<http://www.brgm.fr>

Laurence CHERY  
l.chery@brgm.fr

BRGM is a French public institution in charge of mobilizing the earth sciences for sustainable development of natural resources and the subsurface domain. On behalf of the State and its decentralized departments, local authorities, specialized agencies and consultants, it provides assistance for public management policies on soil and subsurface resources, land use, water and the environment and prevention of natural hazards.

**BDPA Quartier des chènes**

3, rue Gustave Eiffel- 78286 Guyancourt Cedex

bdpa@bdpa.fr - <http://www.bdpa.fr>

Jacques PARNOT  
jparnot@bdpa.fr

BDPA is a consultancy and technical assistance firm specializing in economic development of the rural world and the environment in France and abroad.

**BRL - Compagnie nationale d'aménagement**

de la région du Bas-Rhône et du Languedoc

1105, Avenue Pierre Mendès-France - BP 4001

30001 Nîmes Cédex France

<http://www.brl.fr>

Alix Roumagnac  
alixe.roumagnac@brl.fr

Regional planning company with the basic mission of contributing to economic planning and development of the Languedoc-Roussillon region. Has built up experience abroad in drinking water management, with the Eaux de Marseille Group in Algiers, in the implementation of département-level drinking water schemes in various départements of France, and in mapping for catchment areas and decision aid with the application of warning systems in the event of accidental pollution.

**BURGEAP**

27, rue de Vanves - 92772 Boulogne Billancourt Cedex

agence.de.paris@burgeap.fr

<http://www.burgeap.fr>

Bernard CAUCHI  
b.cauchi@burgeap.fr

BURGEAP is a specialist in the environment and public development aid, that performs project studies and engineering. The company operates in France through 8 regional branch offices and throughout the world, particularly for environmental protection and development aid.

## CONSULTANTS / ENGINEERING / COOPERATION

**CEMAGREF (Bordeaux)**  
50, avenue de Verdun - Gazinet - 33612 Cestas Cedex  
<http://www.cemagref.fr/>

Bernard BREMOND  
[bernard.bremond@cemagref.fr](mailto:bernard.bremond@cemagref.fr)

Research institute with an engineering science skills base covering nature and life sciences, sciences of the universe and mobilizing human and social sciences. Experiences in drinking water distribution information systems and flow and heritage management.

**CIRAD**  
Head+A10 Office: 42, rue Scheffer - 75116 Paris  
<http://www.cirad.fr/>

Michel PASSOUANT  
[michel.passouant@cirad.fr](mailto:michel.passouant@cirad.fr)

French scientific organization specializing in agricultural research for the tropics and subtropics of the world. Its mission is to contribute to rural development in the countries of these regions through research, experiments, training, and dissemination of scientific and technical information. Its work covers agricultural, veterinary, forestry, and food sciences, mapping experiments for catchment areas and decision aid with the application of warning systems in the event of accidental pollution.

**CL Consultants**  
13, rue de la Croix-Lormel  
22191 PLELIN Cedex

Christian LEMASSON  
[abscisse-geomatique@wanadoo.fr](mailto:abscisse-geomatique@wanadoo.fr)

Consultants specializing in geographic information systems, geomatics and computerized mapping.

**GEOEXPERT**  
40 avenue Hoche - 75008 Paris

Rafic KHOURI  
[r.khourri@geometre-expert.fr](mailto:r.khourri@geometre-expert.fr)

Association of French chartered surveyors engaged in export activities for land use planning, the land register and cadastral systems, land information, engineering and training.

**I.T.I.**  
15, Route de Gachet - BP. 10703  
44307 Nantes Cedex 03

Philippe LAUNAY  
[ph.launay@iti.fr](mailto:ph.launay@iti.fr)

ITI Group (engineering, topography and informatics) provides a global geographic information supply for land use planning, and housing and environment management.

**I'ETI**  
9, rue Lacreteille  
71000 Macon

Henri PORNON  
[iet1@wanadoo.fr](mailto:iet1@wanadoo.fr)

Consultants specializing in geographic information systems, geomatics and computerized mapping.

**IFEN**  
61, bd Alexandre Martin  
45058 Orléans Cedex

Vincent JACQUES LE SEIGNEUR  
[vincent.jacques-le-seigneur@ifen.fr](mailto:vincent.jacques-le-seigneur@ifen.fr)

IFEN is a public establishment that organizes and coordinates the collection, processing and dissemination of statistical information and environmental data and makes studies and reports on the state of the environment.

**Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France (IAURIF)**

Michel HENIN  
[michel.henin@iaurif.org](mailto:michel.henin@iaurif.org)

IAURIF, a regional studies institute, has set up a powerful Regional Geographic Information System in support of its work in all planning fields and at all the required

15, rue Falguière - 75740 Paris Cedex 15  
<http://www.iaurif.org>

Gilles ANTIER  
[gilles.antier@iaurif.org](mailto:gilles.antier@iaurif.org)

scales. IAURIF has exported knowhow for assistance, training and evaluation to more than 40 foreign metropolises. Ile-de-France (Greater Paris area) RGIS: Hydrography, catchment basins, treatment plants, flood-risk areas, drinking water distributors, river management associations. Abr+A50oad: Land use system by remote sensing in Manila, Cairo, Lebanon and Antananarivo for the creation of a GIS. Support for GIS projects in Morocco (Agadir and Rabat-Sale) and in Brazil (Sao Paulo and Brasilia).

**INATER**  
Allée Nicolas Leblanc - BP 169 - 56005 Vannes Cedex

Eric LORE  
[Eric.Lore@wanadoo.fr](mailto:Eric.Lore@wanadoo.fr)

Development, implementation and monitoring of a cadastral map digitization operation. consultancy and use of GIS for local authorities.

**Le Conseil National de l'Information Géographique (CNIG)**  
[cnig@cnig.gouv.fr](mailto:cnig@cnig.gouv.fr)  
<http://www.cnig.fr>

François SALGE  
[francois.salge@cnig.fr](mailto:francois.salge@cnig.fr)  
Patrice GEIGER  
[patrice.geiger@cnig.fr](mailto:patrice.geiger@cnig.fr)

Geographic information coordination organization created by order-in-council of July 1985. Its purpose is to develop the use of geographic information in France and to coordinate public effort in this field.

## CONSULTANTS / ENGINEERING / COOPERATION

**L'Office International de l'Eau (OIEAU)**  
 Direction Générale, 21 rue de Madrid  
 75008 Paris  
 Service National d'Information et de Documentation sur l'Eau  
 15, rue Edouard Chamberland  
 87065 Limoges Cedex  
 Insitut International d'Administration de l'Eau  
 Place Sophie Laffite - 06902 Sophia-Antipolis Cedex  
<http://www.oieau.fr>

Etienne MARCHAND  
[e.marchand@oieau.fr](mailto:e.marchand@oieau.fr)  
 Denis FOURMEAU  
[dfourmeau@oieau.fr](mailto:dfourmeau@oieau.fr)

The International Office of Water a non-profit-making association, has the main objective of developing knowledge of water and river management. It is an international operator involved in organizing administrative reform support programmes for water management and helping to develop training centres, documentation centres and measurement networks, databanks and integrated information systems on water resources.

**SAFEGE**  
 Parc de l'Île - 15/27, rue du Port  
 92022 Nanterre  
<http://www.safege.fr>

Bertrand GILBERT  
[bertrand.gilbert@infoe.fr](mailto:bertrand.gilbert@infoe.fr)  
 Luc Du COURNAU  
[luc.ducourneau@safege.fr](mailto:luc.ducourneau@safege.fr)

Société Anonyme Française d'Etudes et de Gestion is an engineering and consultancy firm, which is the parent company of a group of French and foreign companies whose activities cover four fields: water, environment, management of public services, and land use planning.

**INFEO - SAFEGE**  
 15/27, rue du Port  
 92007 Nanterre Cedex

Alain PEUVOT  
[alain.peuvot@infoe.fr](mailto:alain.peuvot@infoe.fr)

A Société Anonyme, created early 2002 by SAFEGE Company, through spin-off of its business consisting in the design, dissemination and integration of information systems in the GIS domain, heritage management, hydraulic modelling software, customer management software for public service companies, and all associated services.

**SOGREAH**  
 6, rue de Lorraine 38130 EchirrollesFrance - BP. 172  
 38042 Grenoble Cedex 9  
<http://www.sogreah.fr/>

Agnès CABAL  
[agnes.cabal@sogreah.fr](mailto:agnes.cabal@sogreah.fr)

Sogreah is an independent group of consultants specializing in development and the environment. SOGREAH Group companies are involved at all stages of engineering assignments leading to development schemes, engineering structures or facilities. Services: consultancy, diagnosis and expert appraisals, preliminary studies, design studies, project coordination and management, assistance to project owners.

## COMPANIES

**ALIZE**  
 Allée du Terral  
 34430 St Jean de Vedas

Hélène DURAND  
[helene.durand@wanadoo.fr](mailto:helene.durand@wanadoo.fr)

Alisé, geomatics facility, (GIS, remote sensing, photointerpretation) dedicated to natural areas and land use planning. High level of trade competence (agronomist, environmentalist). Consultancy, expertise, development, training and web mapping. "Géo d'Or" award in 2001.

**APIC**  
 113 avenue Aristide Briand 94117 Arcueil Cedex

Carole THOMAS  
[carole.thomas@apic.fr](mailto:carole.thomas@apic.fr)

APIC, a subsidiary of EADS Group, designs and edits a range of software to export geographic information.

**CLARITAS**  
 235, avenue le Jour se Lève - 92651 Boulogne Billancourt Cedex

Vincent SCHOENDOERFFER  
[vschoendoerffer@claritas.fr](mailto:vschoendoerffer@claritas.fr)

Geomarketing pioneer in the USA more than 25 years ago. Claritas specializes in consumption data acquisition, processing and analysis. Services cover direct marketing, GIS and geomarketing solutions.

**CNES**  
 2, place Maurice Quentin 75039 Paris Cedex 01

Hervé BUTHAUD  
[hervé.buthaud@enes.fr](mailto:hervé.buthaud@enes.fr)

Centre Nationale d'Etude Spatiales, in charge of developing, proposing and implementing the spatial policy in France. Its activities and products fully integrate the market dimension which requires innovation and the search for new applications.

**EADS - Systems & Defence Electronics**  
 6 rue Dewoifine - BP 14 - 78142 Vélizy-Villacoublay Cedex

Jacqueline ARGENCE  
[jaqueline.argence@sysde.eads.net](mailto:jaqueline.argence@sysde.eads.net)

EADS Systems & Defence Electronics, architect and information and imagery systems integrator, is the European leader for image reception and processing systems.

## COMPANIES

<b>EDF-GDF</b> 102 avenue Aristide Briand 92200 BAGNEUX	Francis JUNG francis.jung@edfgedf.fr	Public corporation, gas and electricity producer and operator, network concessionaire.
<b>ESRI France</b> 21 rue des Capucins 92190 MEUDON	Rony GAL rgal@esrifrance.fr	ESRI France proposes complete services to companies and organizations for the management of their geographic data: sale of software, consultancy, applications development, data supply, technical support.
<b>FIT</b> Route de Gachet - BP 10703 - 44307 Nantes Cedex 03	Vincent TIBERGHIE vtiberghien@compuserve.com	Global geographic information supply for land use planning and heritage management.
<b>FLXIMAGE</b> 113, avenue Aristide Briand - 94117 Arcueil Cedex	Camille DENIAU camille.deniau@fleximage.fr	Fleximage, an EADS subsidiary, specializes in the analysis of images of the Earth and is involved in all fields and applications that use observation images of the Earth, digital mapping or any information with a geographic component.
<b>France Telecom - BRX/DRSA</b> Direction des Réseaux d'Accès Site d'Arcueil 67 avenue Lénine - 94112 Arcueil Cedex	Jean-Michel DOCHE jeanmichel.doché@francetelecom.com	Telecommunication, mobile telephony or Internet service operator.
<b>GDTA</b> 8-10 rue Hermès - 31526 Ramonville Cedex	René THOMAS contact@gdta.cnes.fr	GDTA specializes in professional training in remote sensing, geographic information systems (GIS) and their applications, and organizes training sessions in France and abroad.
<b>GEO CONCEPT SA</b> 25/27 rue de Tolbiac - 75647 Paris cedex 13	Nadège LAUWEREINS nadège.lauwereins@geoconcept.com	Develops, edits and sells a range of solutions for geographic information systems (GIS). Its flagship product: Géococoncept.
<b>Groupe des Eaux de Marseille</b> 25, rue Edouard Delanglade - BP 29 13254 Marseille Cedex 06 accueil@eauxdemarseille.fr http://www.eauxdemarseille.fr	Frédéric ROUAS sem_inter_adm@attglobal.net	Various experiences in the Maghreb and Latin America.
<b>GUELLE &amp; Associés</b> 18, Avenue du Général Passaga - 57600 Forbach Cedex	Didier GUELLE didier.guelle@wanadoo.fr	Photogrammetry, orthophotos, GIS, topography, land register, consultancy for authorities.
<b>IGN FI</b> 39 <sup>es</sup> , rue Gay-Lussac - 75005 Paris	Elisabeth ARACHELOFF earacheloff@ignfi.fr	IGN France International, a geographic information engineering company, proposes a full range of services (assistance to project owners, project engineering, studies and consultancy, training) in all GI fields of application.
<b>ISTAR</b> 2600, route des Crêtes - BP 282 06905 Sophia Antipolis Cedex	Christophe LANCHON lanchon@istar.fr	ISTAR is an EADS Group subsidiary specializing in the production of mapping data. These databases are used in areas including telecommunications, local authorities, public utility networks and on-board navigation.
<b>Yonnaise des Eaux France - Service Technique</b> 18 square Edouard VII - 75316 Paris Cedex 09	Jean DUMONTEL jean.dumontel@lyonnaise-des-eaux.fr	Yonnaise des Eaux, a service provider in the field of water, sanitation and distribution and a network concession company, is a SUEZ Environnement subsidiary that belongs to a group with a global dimension, active in more than 100 countries.
<b>MICHELIN</b> 46 avenue de Breteuil - 75324 Paris Cedex 07	Christine ROTH christine.roth@fr.michelin.com	French tyre manufacturer, international specialist, roadmap editor, road navigation, telematics and Internet service.

## COMPANIES

<b>NMF</b> 58 rue Georges Demizot - 34097 Montpellier Cedex 5	Didier MAKI d.maki@nmf.fr	French computer engineering service company specializing in graphic and geographic data and in GIS engineering. This service is intended for network operators, local authorities and the industrial sector.
<b>SCOT</b> Parc du Canal - 8-10 rue Hermès - 31526 Ramonville Cedex	Laurent FIORIO laurent.fiorio@scot.cnes.fr	Key actor involved in observation of the Earth and geographic information dedicated to agriculture, the environment and land use planning. Work areas include studies, design, development and information systems operation.
<b>SEURECA</b> 6, rue Anatole de la Forge, 75017 Paris seureca@imagine.fr - <a href="http://www.seureca.com/">http://www.seureca.com/</a>	Jean Lucien SELIGMANN jeanlucien.seligmann@seureca.com	International consultant engineers in the fields of water and the environment. Consultancy, audits, engineering studies, turnkey GIS (water, sanitation, electricity, environment, urban planning, waste, transport, land register, etc.).
<b>SOGEFI</b> 1, rue François Antic - 82200 Moissac	Patrick BEZARD-FALGAS sogefi.sig@wanadoo.fr	Computer graphics management company, consultant partners of the Order of Chartered Surveyors, digitization, land development and rural planning, works checking, spatial data banks and GIS.
<b>SPOT IMAGE</b> 5, rue des Satellites - BP 4359 31030 Toulouse Cedex 4	Laurence BOLOPION laurence.bolopion@spotimage.fr	World leader on the international market for geographic information from satellite images. SPOT distributes data from SPOT optical satellites and handles comprehensive technical proposals and technology transfer projects.
<b>STRATEGIES</b> - 41-43 rue de Villeneuve SILIC 429 - 94583 Rungis Cedex	Jean-Marc PEDEBOY jm.pedeboy@cadwin.com	Editing and sale of a software series dedicated to the world of technical management (GIFM).
<b>TELE ATLAS</b> 47 avenue Carnot - 94230 Cachan	Philippe VAN DE CASTEELE philippe.vandecasteele@teleatlas.com	Tele Atlas, a geographic database supplier, focuses on key sectors of the geocoding market, including telematics, location based services (LBS), geographic information systems (GIS) and car navigation.
<b>URBATIQUE</b> 35 rue du Bois des Jones marins - 94120 Fontenay sous Bois	Georges BERTRAND georges.bertrandb@laposte.net	Independent geomatics consultants.



**Tous nos remerciements à ceux qui ont contribué à la réalisation de cette publication**  
*Our special thanks to all those who have contributed to the creation of this publication*

**Aux auteurs des articles :**

- CABAL Agnès - SOGREA
- CARRA Denis - BCEOM
- CATTAN Aline  
Direction de l'Eau, Ministère de l'Ecologie  
et du Développement Durable
- CHAZE Ange - BRL Ingénierie
- CHERY Laurence - BRGM
- COMBRISSEON Jean Luc - SIARCE
- DEUTSCH Jean-Claude - CERREVE
- DUCOURNAU Luc - SAFEGE
- FRESH Laurent - SPOT Image
- GAUTHERON Alain - DIREN Centre
- GILBERT Eric - BCEOM
- GRELOT Jacques - SAFEGE
- HAENER Paul - OIEau
- LAMY François - Agence de l'eau Seine-Normandie
- LAPUYADE Frédéric, Agence eau Rhin Meuse
- LORILLOU Pierre - BCEOM
- MARCHAND Etienne - OIEau
- PARNOT Jacques - BDPA
- PASSOUANT Michel - CIRAD
- POYET Philippe, APIC
- RODRIGUEZ Fabrice - LCPC
- ROUAS Frédéric, Société des eaux de Marseille
- ROQUES Jean Michel - SCOT SA
- SELIGMANN Jean Lucien - SEURECA
- SIEFFERT Nathalie - Agence de l'eau Rhin-Meuse
- TATEZ Guy - Agence de l'eau Artois Picardie
- VALADE Isabelle - SAFEGE
- ZAFFIRO Marguerite - Général Infographie

**A l'Association Française pour l'Information Géographique (AFIGEO)**

qui a contribué à la réalisation du carnet d'adresses des organismes qui œuvrent dans le domaine des SIG  
*And to the French Association for Geographic Information (AFIGEO)*  
*who have helped to build an address book of organizations working in the GIS field*

AFIGEO - 136 bis rue de Grenelle, 75700 Paris 07 SP, France  
Tél. : 33 (0)1 43 98 82 62 - Fax. : 33 (0)1 43 98 85 66  
Mél: joseph.gregoire@afigeo.asso.fr - http://www.afigeo.asso.fr

**Copyright pour l'ensemble des :**

<b>Crédits photos</b>	<b>Cartes et schémas</b>	<b>Prises d'écrans</b>
AFIGEO : pages 17, 28, 45, 65		
ADES : pages	26, 27	
ATGT : pages	1	
Banque de données Nantes : pages	50	
BDPA : page	75	
BCEOM : pages	54	
BRGM : pages : 35	36,	
BRLi	67	68
CEPAL : pages 49		
CIRAD : pages	79, 81	80
DREIF : page 57,		
B. ETTEINGER : page 69		
HIDRATEC : pages	58, 59	
IAURIF : pages: 1, 18, 21, 29,31,40, 53, 70, 72, 82, 83, 85		
INFOGRAPHIE : pages		61
OIEAU : pages:	19, 20	19
SOGREA	25	39, 56
SAFEGE : page	22,32, 41, 42	
SIARCE : pages		73, 74
SCOT : pages 33	1, 32, 46, 47	48
SPOT : pages 63, 77	62, 63	64
SERTIT : pages		
Villes en développement : pages 24, 34, 38, 44, 52, 60, 66, 87		64

Directeur de la publication/Director of publication :  
Xavier CREPIN,  
Délégué général de l'ISTED/Executive Manager of ISTED

Création, mise en page et réalisation/Creation, makeup and design :  
Christiane REBEL-GRAECHEN, ISTED

Chargée d'édition/Editor: Véronica RENGIFO, ISTED

Traduction anglaise/English translation: Valérie JACOB

© ISTED - Février 2003  
ISBN : 2 86815 045 4

Ce document, élaboré sous la responsabilité de l'ISTED, résulte d'une initiative du CNIG avec l'appui de la DRAST pour identifier des expériences en matière de systèmes d'information géographique appliqués à la gestion de l'eau. Il s'inscrit comme contribution au troisième Forum mondial sur l'Eau qui se tient à Kyoto en mars 2003.

Ce recueil présente des réalisations concrètes d'expériences françaises dans le domaine des systèmes d'information géographique dont les applications sont autant d'outils pour la mise en œuvre de politiques de protection et de suivi. Les réalisations présentées contribuent à enrichir la réflexion sur l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication au service de l'environnement. Cette publication a vocation à être diffusée largement aux partenaires étrangers car il est un outil de promotion de savoir-faire français dans le domaine.

---

*This document, drawn up under the responsibility of ISTEED, is the result of an initiative of CNIG with the support of DRAST, which aims to gather experiences in geographic information systems applied to water management. It is a contribution to the third World Water Forum to be held in Kyoto in March 2003.*

*This is a collection of case studies of French experiences in geographic information systems, which have applications as tools for the implementation of protection and monitoring policies. The presentations of practical achievements can help to enrich study and debate on the use of new information and communication technologies dedicated to the environment. This publication is intended to be disseminated widely to foreign partners since it is a tool for the promotion of French knowhow in this field.*

**ISTED**

La Grande Arche - Paroi Sud  
92055 Paris La Défense Cedex  
Tél. : 33 (0)1 40 81 24 06  
Fax : 33 (0)1 40 81 23 31  
Mél : [isted@i-carre.net](mailto:isted@i-carre.net)  
<http://www.isted.com>

**DRAST/METLTM**

Tour Pascal B  
92055 La Défense Cedex  
Tél. : 33 (0)1 40 81 63 13  
Fax : 33 (0)1 40 81 63 96  
Mél : [DRAST@equipement.gouv.fr](mailto:DRAST@equipement.gouv.fr)  
<http://www.equipement.gouv.fr>

**CNIG**

136 bis rue de Grenelle  
75700 Paris 07  
Tél. : 33 (0)1 43 98 83 12  
Fax : 33 (0)1 43 98 85 66  
Mél : [cnig@cnig.fr](mailto:cnig@cnig.fr)  
<http://www.cnig.gouv.fr>