

Les outils cartographiques et SIG développés dans le cadre des études hydrauliques à la compagnie nationale du Rhône

■ Michel GARCIA

Présentation de La Compagnie Nationale du Rhône

Créée en 1933, la CNR s'est vu confier par l'état trois missions liées à l'aménagement du Rhône :

- La production d'électricité
- La navigation et la création de ports fluviaux
- Le développement agricole par la création de réseaux d'irrigation et de drainage

Société anonyme dite "d'intérêt général" en raison de sa principale mission initiale d'aménagement du territoire, elle compte plus de 200 actionnaires de droit public EDF, SNCF, les collectivités territoriales, les chambres consulaires, les ports ...

L'Etat bien que non actionnaire intervient vis-à-vis de la Compagnie comme pour une entreprise publique, et fixe dans le cadre de la concession le contenu de ses interventions.

Depuis la loi du 10 février 2000 la CNR est devenu producteur d'électricité indépendant et de plein exercice en application de la directive européenne sur le marché de l'électricité. Ses usines hydroélectriques produisent 25 % de la production hydroélectrique française soit 3% de la production totale d'électricité de la France.

Le domaine de sa concession s'étend de la frontière Suisse près de Génissiat jusqu'à la mer Méditerranée.

Historique du développement du SIG hydraulique de la CNR

L'Etude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône a été à l'origine du développement d'un SIG à la CNR.

A la suite des fortes crues de 1993 et 1994 qui avaient provoqué des dégâts importants dans le sud de la vallée du Rhône, le Ministère de l'Environnement a décidé d'engager une réflexion globale sur le fonctionnement du fleuve en crue. La maîtrise d'ouvrage d'ensemble de l'étude a été confiée à l'Institution Interdépartementale des bassins Rhône Saône



FIGURE 1 : Plan de situation du Rhône

(devenu depuis "Territoire Rhône") conjointement avec la Direction de l'Exploitation de la CNR pour le volet hydraulique. Ce SIG a été développé au sein de la Direction de l'Ingénierie de la société.

La CNR dispose d'une structure micro-informatique de type client serveur. Chaque utilisateur se connecte sur son poste de travail et accède à plusieurs serveurs de données qui contiennent les bases de données et les fichiers utilisateurs. ■■■

- ■ ■ Après plusieurs tests c'est le logiciel Arcview qui a été choisi pour développer ce SIG. La CNR dispose aujourd'hui de six licences.

Le domaine de la CNR est situé sur 2 zones de projection Lambert différentes :

Lambert2 au nord de Vienne et Lambert3 au sud de Vienne. Les données informatiques source issues de logiciels de dessin ou de bases de données Excel, Access ont été fournies dans le système de projection local qui ne permettait pas d'avoir une homogénéité dans les bases de données.

Le logiciel de SIG a permis facilement de transformer les données dans le système de projection Lambert2 étendu qui permet d'avoir une cartographie linéaire de Génissiat jusqu'à la mer.

Les données du SIG

Le SIG à la CNR est constitué de plusieurs types de données

■ Les données de L'IGN

C'est le fond de carte du SIG qui a permis dès le début de se situer de manière homogène sur toute la zone potentielle des inondations.

Ce sont des données qui ont été achetées.

Elles sont de 2 types

- **Les données rasters** : 2 bases sont actuellement disponibles SCAN 25 (échelle 1/25 000) et SCAN 100 (échelle 1/100 000)

- **Les données vecteurs** : la BD carto de l'IGN

■ Les données de l'Agence de l'eau

Les bassins versants et les cours d'eau issus de la BDCARTHAGE.

La BDCARTHAGE est une base de données qui s'appuie sur la BDCARTO de l'IGN. La base de données IGN est complétée par une codification permettant de mieux identifier les différents constituants hydrographiques. Le territoire divisé en 6000 zones hydrographiques (bassins versants élémentaires). La codification permet de mieux identifier les cours d'eau ainsi que le milieu aquatique (cours d'eau naturel, voie d'eau artificielle, plan, d'eau ...).

Cette base de données est fournie sous le système de projection Lambert2 étendu qui nous permet immédiatement de l'intégrer à notre SIG existant.

Ces données réglementaires très complètes fournies par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse ont été épurées sur l'étendue du domaine CNR afin de ne conserver que l'information ciblée sur ses besoins.

■ Les données générales de la CNR

La CNR concessionnaire du Rhône depuis 1933 dispose de nombreuses données d'origine très différentes.

Les documents qu'elle possède reflètent l'évolution chronologique et géographique des méthodes de travail.

Documents calques puis papier tout d'abord, fichiers textes, fichiers issus de tableur, bases de données Oracle ou Access, dessins sous forme numérique scannés avec des logiciels divers (Autocad, Medusa...), orthophotographies, levés topographiques effectués par des équipes CNR soit par des prestataires extérieurs (photogramétrie) constituent un patrimoine très hétérogène. De nombreuses données issues des directions régionales réparties sur un linéaire de 500 km avec des méthodes de travail différentes adaptées à chaque besoin particulier sont une difficulté supplémentaire non négligeable. Les unités régionales ont un objectif général commun : celui de gérer une zone géographique déterminée. Cependant chaque région ayant des spécificités, certains ont pu pour des besoins différents acquérir de l'information sous formes différentes.

L'information se récupère donc souvent par petites parties car une information homogène sur tout le domaine est très difficile à obtenir.

Le logiciel de SIG amène des outils qui permettent techniquement de synthétiser sans trop de difficultés les différents types de données disponibles.

Les principaux types de données disponibles ont nécessité les opérations suivantes

■ données topographiques

● Les orthophotographies (couverture partielle)

L'intégration des photos aériennes déjà disponibles sous forme numérique est en cours.

Des fichiers au format TIF fournis par des géomètres lors de campagnes photogramétriques peuvent être utilisés sous SIG mais aussi dans d'autres applications de type DESSIN ou PAO.

Certaines photos aériennes n'étant pas géoréférencées, des outils informatiques permettent d'effectuer cette opération. C'est en se calant par digitalisation par rapport à des points particuliers que l'on repère sur une carte SCAN 25 ou un plan que l'on géoréférence les photos aériennes. Cette précision est acceptable pour les besoins de visualisation (la photo nous

De nombreuses données issues des directions régionales réparties sur un linéaire de 500 km avec des méthodes de travail différentes adaptées à chaque besoin particulier sont une difficulté supplémentaire non négligeable. Les unités régionales ont un objectif général commun : celui de gérer une zone géographique déterminée. Cependant chaque région ayant des spécificités, certains ont pu pour des besoins différents acquérir de l'information sous formes différentes. L'information se récupère donc souvent par petites parties car une information homogène sur tout le domaine est très difficile à obtenir.

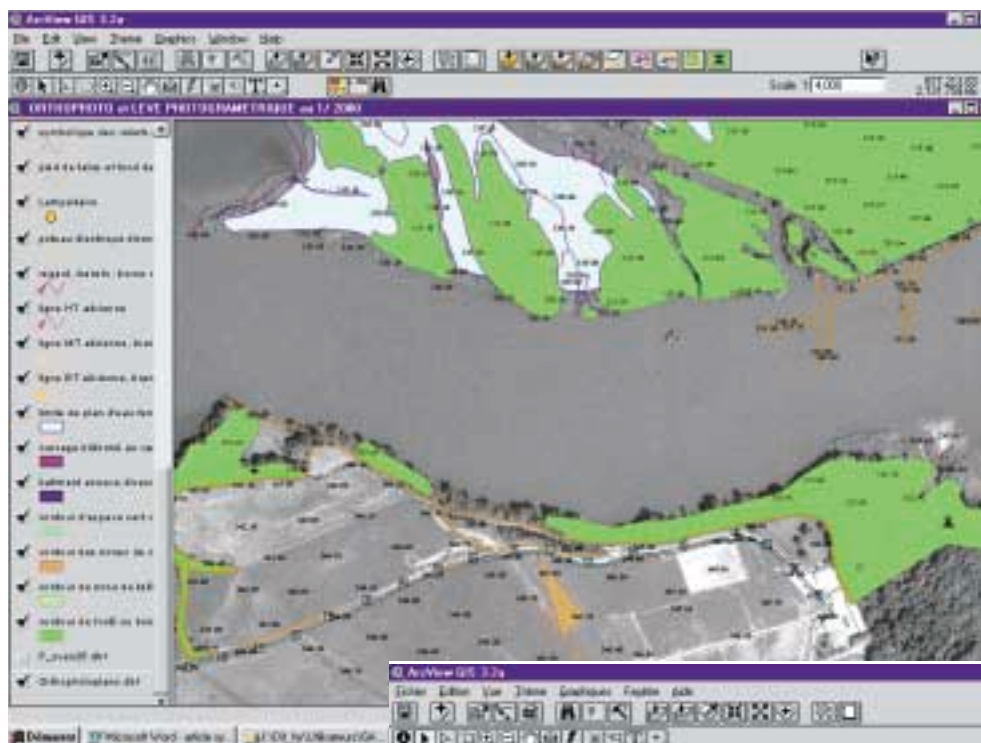


FIGURE 2 : orthophotographie et levé photogramétrique au 1/ 2 000

servant alors de fond de plan) mais pas pour une utilisation topographique fine. L'emplacement de la photo ne peut pas être considéré comme précis au pixel près. L'évolution des techniques étant très rapide, il est déjà envisagé de transformer les formats d'image utilisés. La transformation des images TIF en format compressé type Mr SID ou ECW pourrait apporter d'une part un gain de place disque important et une rapidité d'affichage accrue.



FIGURE 3 : fond de plan IGN scan25 et données descriptives saisies par CNR

● Les données "vecteurs" et les modèles numériques de terrain (en partie)

La CNR dispose d'une base de données cartographique vectorisée le long du Rhône. Les données sont disponibles sous le logiciel de dessin principalement utilisé : "Medusa".

Ces dessins au 1/2 000 sont issus soit :

De levés papier effectués par des cabinets de géomètres en leur temps puis scannés et vectorisés.

De levés photogramétriques pour les plus récents.

Le but du SIG n'est pas à l'heure actuelle de gérer la topographie au 1/2 000. En conséquence tous les documents n'ont pas été transférés. Cependant de nombreux éléments peuvent être utiles. Les données nécessaires sont transférées au gré des besoins.

Les possibilités de communiquer sont :

- Soit par l'intermédiaire de fichiers DXF. Le DXF nous permet de récupérer la forme graphique des éléments. Cependant l'architecture du logiciel source (gestion des couches, des attributs) n'est pas toujours respectée. Une récupération sous cette forme nous contraint à une réorganisation importante (en temps) sous notre logiciel SIG. Cette solution n'est pas complètement satisfaisante.

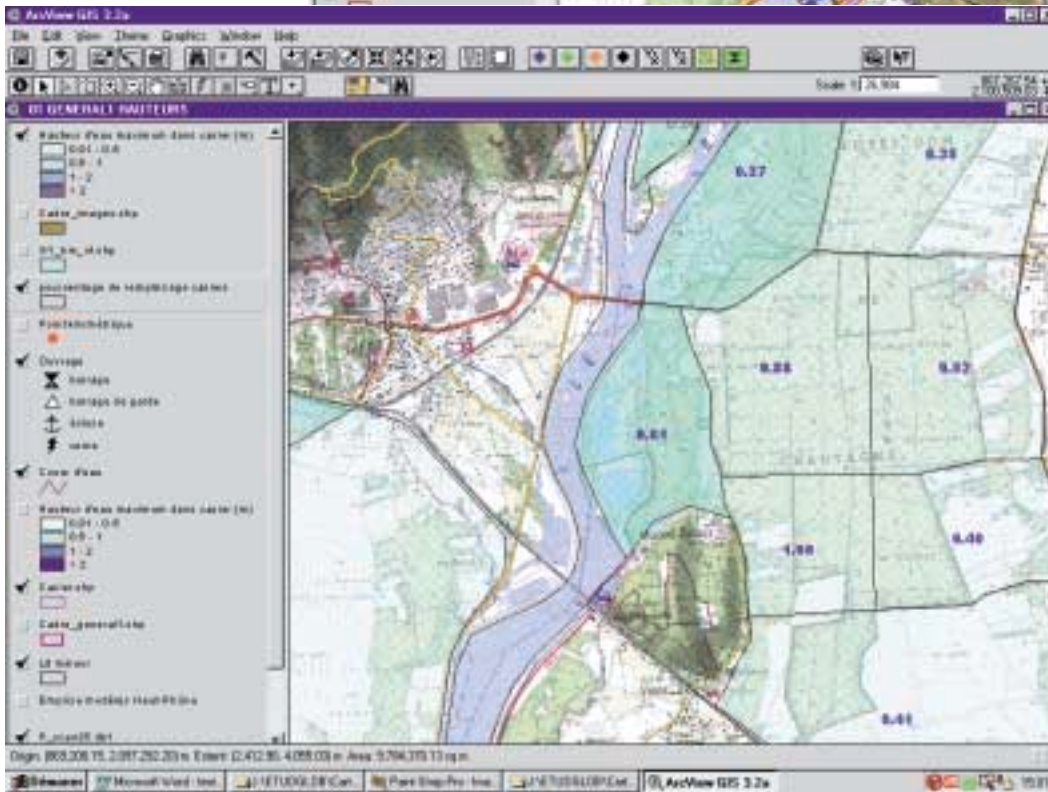
- Soit par une passerelle spécifique qui a été développée et qui permet de récupérer intégralement et parfaitement toute la base de données (graphisme, gestion des couches, attributs) avec une structure équivalente à celle définie dans notre logiciel de dessin.

■ ■ ■

**FIGURE 4 : fond de plan
IGN cartographie des
caractéristiques des
modèles hydrauliques
CNR**



FIGURE 5 : cartographie des résultats de simulations hydrauliques



Les traitements effectués pour intégrer dans le SIG les résultats des modèles mathématiques permettent donc indirectement de récupérer des données de précision topographique.

- Les points kilométriques

Points de repérage essentiels en ce qui concerne la navigation, ils sont constitués de bornes levées et fournies par les services topographiques des directions régionales de la CNR

■ ■ ■ ● Les levés complémentaires

La CNR possède des équipes de topographes réparties dans les directions régionales. Ces équipes sont chargées d'effectuer des relevés bathymétriques ou terrestres.

Elles effectuent leurs levés dans la plupart des cas à l'aide de GPS. Les résultats bathymétriques sont ensuite intégrés dans des bases de données type ORACLE et gérés globalement au niveau de la CNR à l'aide d'une application CNR nommée "Bathy".

Ces résultats sont ensuite extraits et intégrés dans les modèles mathématiques de la CNR.

■ Données descriptives

Ces données ont été digitalisées. Elles apportent un grand nombre d'informations quant à la connaissance du domaine de la CNR.

- localisation des ouvrages principaux (usines, barrages, écluses ainsi que les caractéristiques principales
- Localisation des stations de mesure hydrométriques, des stations de pompage ... et leurs caractéristiques principales
- Localisation des îlots, des digues et des points particuliers
- etc..

La diffusion externe (plusieurs dizaines de destinataires) posait à l'extrême le problème de duplication des documents papier nécessitant la production de milliers de plans. Le choix a été fait d'une diffusion Extranet (diffusion externe entre partenaires en utilisant le protocole Internet). Un site a été développé en collaboration avec l'éditeur du logiciel SIG. Il est accessible sous réserve d'autorisation. Les personnes habilitées sont les différents partenaires de l'étude ainsi que les responsables des administrations, des collectivités territoriales concernées.

■ Les données spécifiques provenant des études hydrauliques

● L'architecture des modèles mathématiques.

Cette étape s'est déroulée de 1999 à 2000. Elle a consisté à répertorier puis à saisir toutes les caractéristiques (4 200 profils en travers, 600 champs d'expansion, 1 200 liaisons entre zones d'inondation etc...) des modèles mathématiques développés par la CNR.

La CNR dispose aujourd'hui de la cartographie complète du fonctionnement du Rhône et de ses principaux affluents de Génissiat jusqu' à Tarascon (restitution de Vallabrègues).

● Les résultats des simulations hydrauliques

Parallèlement des passerelles de récupération des données issues du logiciel CNR de calcul hydraulique "CRUE" ont été développées pour l'intégration au SIG. Elle associent aux éléments de l'architecture des informations attributaires qui permettent d'avoir une visualisation dynamique des champs d'inondation via des liens ODBC (fichiers excel issus de "CRUE", bases de données Oracle et Access).

Des cartographies de hauteur d'eau, de vitesses ont été réalisées sur tout le Rhône d'après les scénarios définis par le maître d'ouvrage.

Des animations à partir d'images issues du SIG ont permis de visualiser la propagation de la crue dans le temps.

■ Diffusion Extranet (Internet & ARCIMS)

La diffusion externe (plusieurs dizaines de destinataires) posait à l'extrême le problème de duplication des documents papier nécessitant la production de milliers de plans.

Le choix a été fait d'une diffusion Extranet (diffusion externe entre partenaires en utilisant le protocole Internet).

Un site a été développé en collaboration avec l'éditeur du logiciel SIG. Il est accessible sous réserve d'autorisation.

Les personnes habilitées sont les différents partenaires de l'étude ainsi que les responsables des administrations, des collectivités territoriales concernées.

La mise à disposition des résultats sur un site via Internet facilite la mise à jour régulière et donc un gain de temps très important pour la diffusion d'informations.

Les avantages sont les suivants :

- Plus de reprographie importante
- Des bases de données à jour au même moment pour tous

les interlocuteurs.

- Des possibilités d'analyse et de requête
- Des possibilités de zoom
- Une quantité d'informations beaucoup plus importante et précise que sous forme papier

Présentation du site



FIGURE 6 : Page d'accueil du site CNR
Accès limité par mot de passe



FIGURE 7 : Affichage des simulations hydrauliques

Page interactive permettant la navigation, les requêtes, l'affichage de tables de résultats.

■ ■ ■

■■■ Evolution future du SIG

■ Etudes 3D

La représentation sur des cartes traditionnelles semble avoir ses limites. Des problèmes de compréhension subsistent encore chez les non spécialistes. L'arrivée sur le marché de nouveaux outils cartographiques 3D ouvre aujourd'hui des horizons nouveaux. En effet de plus en plus de clients sont demandeurs de calculs et représentation dans l'espace afin de mieux évaluer l'impact d'un projet ou d'une situation sur un environnement donné.

La possibilité d'acquérir pour un prix et un délai raisonnable des données très précises en ce qui concerne les modèles numériques de surface et les orthophotographies permet d'envisager l'exécution d'études en 3 dimensions afin d'affiner les résultats des calculs. En effet dans le domaine de l'inondation un modèle numérique de terrain doit toujours avoir une très grande précision en regard du faible relief des plaines inondables.

Des limites de champ d'inondation, des cartes d'aléas et de vitesses peuvent être alors élaborées tout en gardant bien à l'esprit que ce ne sont que des simulations.

Des outils de visualisation permettent de créer des simulations dans l'espace et dans le temps et peuvent être exportées au format vidéo (mpg, avi) ou VRML pour une utilisation Internet. La CNR s'est déjà engagée dans cette nouvelle voie qui lui permet d'aller toujours plus avant dans la connaissance et la prévention des risques majeurs.

Conclusion

La constitution d'un SIG aura permis à la CNR :

- De synthétiser une multitude de renseignements disparates sur son domaine.
- D'homogénéiser la représentation de ses modèles mathématiques.
- D'avoir une vision spatiale des résultats des simulations.
- De faciliter leur communication et leur diffusion.
- D'améliorer les processus de contrôle et de mise à jour.

La CNR est en mesure aujourd'hui grâce au couplage de ses modèles mathématiques et des logiciels de SIG de cartographier les risques d'inondation du Rhône de Chancy-Pougny (frontière Suisse) à Tarascon.

Dans le cadre de l'étude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône, les solutions mises en place ont permis de mieux comprendre mais aussi et surtout de communiquer aux partenaires les risques potentiels des inondations sur le Rhône. Elles participent activement à la prise de décision quant à des choix de gestion ou d'aménagement du territoire.

Son expérience permet à la CNR de proposer un savoir-faire pour la mise en place de SIG dans ses différents domaines d'activité liés à l'hydraulique, à l'hydrologie, à l'environnement, au génie civil, à la gestion domaniale, aux réseaux mais aussi à la topographie. ●

MICHEL GARCIA DIRECTION DE L'INGÉNIERIE TECHNIQUE DE LA CNR
DÉPARTEMENT HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIE

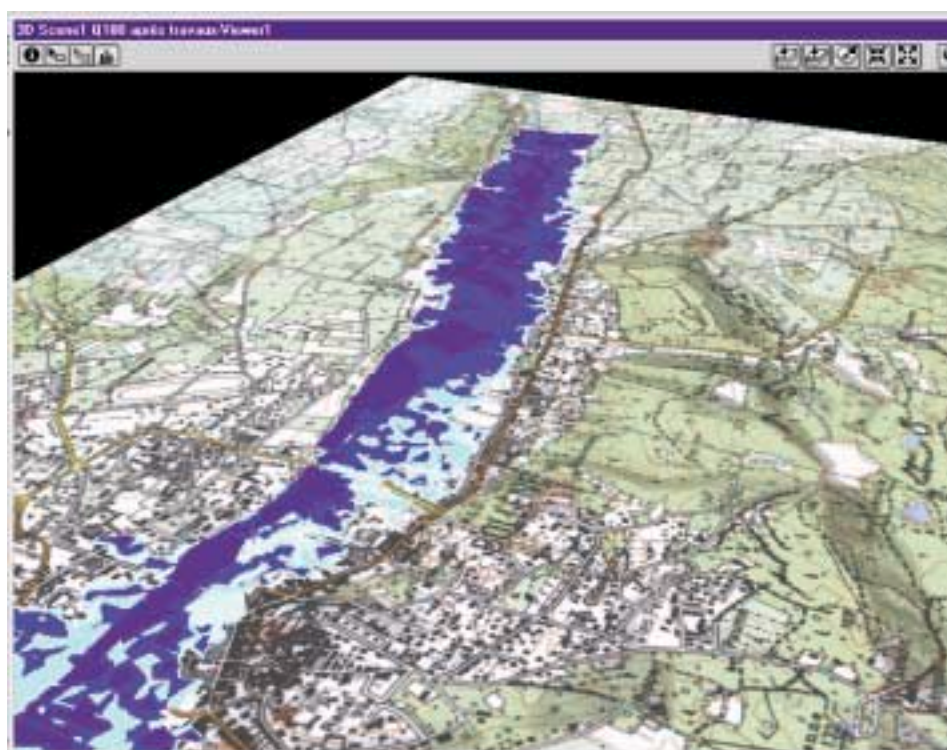


FIGURE 8 : cartographie 3D de l'aléa hydraulique dans la traversée de Bollène

ABSTRACT

The Compagnie Nationale du Rhone in charge of the Rhone River since 1933 has developed a GIS related to hydraulic applications.

It is used to map results coming out of mathematics river models.

This GIS has been elaborated with different types of data, including orthophotography, photogrammetric, aerial or land surveys.

An Extranet site has been developed to spread quickly the information.

This approach leads to new methods in the information management.