

La Base de Données

Topographiques Rhône

Un outil
innovant,
un référentiel commun
destiné à la prévention
des risques d'inondations

Contexte & enjeux

LES DERNIÈRES CRUES CATASTROPHIQUES DU RHÔNE

de septembre et novembre 2002, puis de décembre 2003, ont montré la nécessité d'agir ensemble pour mettre en œuvre un plan d'actions territorialisé, concerté et solidaire à l'échelle du bassin afin que les solutions apportées en un point du linéaire ne déportent pas les problèmes ailleurs. C'est dans cette logique que s'inscrit le volet « Inondations » du Plan Rhône qui a mis en évidence un besoin de connaissances pour cerner toutes les subtilités du fonctionnement du fleuve et des zones inondables. Parmi ces connaissances, les données topographiques sont fondamentales pour les approches hydrauliques et la conception d'aménagements.

Constituer un référentiel commun

A l'échelle d'un territoire aussi étendu que le lit majeur du Rhône, les données existantes des divers gestionnaires avec la disparité de leurs formats d'archivage et de leur précision (dépendant du mode de relevé et des traitements mis en œuvre), ne permettaient pas de constituer un référentiel homogène en terme de qualité de données.

En 2005, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse, en tant que partenaire du Plan Rhône, a défini les caractéristiques de cette **Base de Données Topographiques (BDT Rhône)**, en s'appuyant sur les besoins des différents utilisateurs (collectivités, syndicats etc.).

Pour que la BDT Rhône ait une vocation hydraulique affirmée en produisant des données utiles à la réalisation de modèles hydrauliques (simulation de projets de prévention des inondations, de projets de restauration des milieux, etc.), il a fallu élaborer un modèle numérique de terrain (MNT) précis et restituer les digues qui structurent le lit du fleuve et qui constituent une préoccupation importante des acteurs locaux. En effet, les informations altimétriques existantes correspondent souvent à des « semis de points » relativement lâches et insuffisamment représentatifs des zones inondables du Rhône.

Une campagne aérienne de levés à grande échelle ainsi que des levés de terrain plus précis au niveau des endiguements ont été réalisés entre 2007 et 2010 pour répondre à ces objectifs de précision.

MNT, sans bathymétrie, au niveau de la confluence Rhône-Ain

2007, mise en place d'un partenariat

Le Préfet coordonnateur de bassin confie à l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse le montage de cette opération. L'Institut géographique national (IGN) se positionne en tant que maître d'ouvrage pour produire les données nécessaires ainsi que les objets géographiques structurants du lit du Rhône (réseau hydrographique, voirie, constructions...).

Pour élaborer la BDT Rhône, une convention partenariale est signée en 2006 prévoyant la mise à disposition gratuite des données à l'ensemble des maîtres d'ouvrages publics concourant à la mise en œuvre du Plan Rhône. Elle regroupe l'IGN, l'Etat (via son établissement public l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse), les Régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Rhône-Alpes (la Région Languedoc-Roussillon participant à cette opération via la fourniture de données par des organismes bénéficiaires de subventions régionales), ainsi que la Compagnie Nationale du Rhône en tant que fournisseur de données bathymétriques sur son domaine concédé.

Les autres producteurs de données que sont Voies Navigables de France, le Symadrem, le syndicat de la Camargue gardoise et le syndicat du Vidourle, ont conclu des conventions particulières avec l'IGN. Ces données ainsi mutualisées entrent dans le cadre de la mise à disposition gratuite de la BDT Rhône.

Concrétisation et utilisation de la BDT Rhône

La conception de la BDT Rhône, dans le cadre d'une phase test conduite entre 2007 et 2008, a permis de couvrir la moitié nord de la Camargue et la plaine de Donzère-Mondragon. Sa réalisation sur l'ensemble du linéaire rhodanien a été initiée en 2009. Une exploitation immédiate s'en est suivie dans diverses opérations :

- construction de modèles hydrauliques du lit majeur dans la plaine de Beaucaire-Fourques (Gard) pour étudier la propagation des crues (opération conduite par le Symadrem) et du lit majeur dans la plaine de Donzère-Pierrelatte (Drôme) pour étudier le confortement des digues de protection (opération conduite par le SIAGAR);
- élaboration de cartes d'aléa inondation dans l'optique de l'instruction des plans de prévention des risques inondation par les services de l'Etat.

La BDT Rhône a également vocation à être exploitée par d'autres volets du Plan Rhône tels que ceux relatifs au tourisme ou à la biodiversité.

Ce projet innovant dont l'investissement représente près de 5 M€ a été financé dans le cadre de la convention partenariale mais également par l'Europe à travers son programme opérationnel plurirégional FEDER Plan Rhône. Depuis août 2010, la BDT complète du Rhône sur les 3000 km² du lit majeur du fleuve, est mise à la disposition des maîtres d'ouvrage du Plan Rhône.



Installation du matériel Lidar dans l'avion avant le vol.

FINANCEMENT DE LA BDT RHÔNE

- 4,945 M€ de montant global
- 1,56 M€ la part de l'IGN dans le cadre de sa mission de service public
- 1,50 M€ la valorisation des données bathymétriques fournies par la CNR
- 0,98 M€ la part de l'Union européenne avec le POP FEDER Plan Rhône
- 0,312 M€ pour chacune des Régions Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côtes d'Azur
- 0,280 M€ pour l'Etat via l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse

Des objets géographiques...

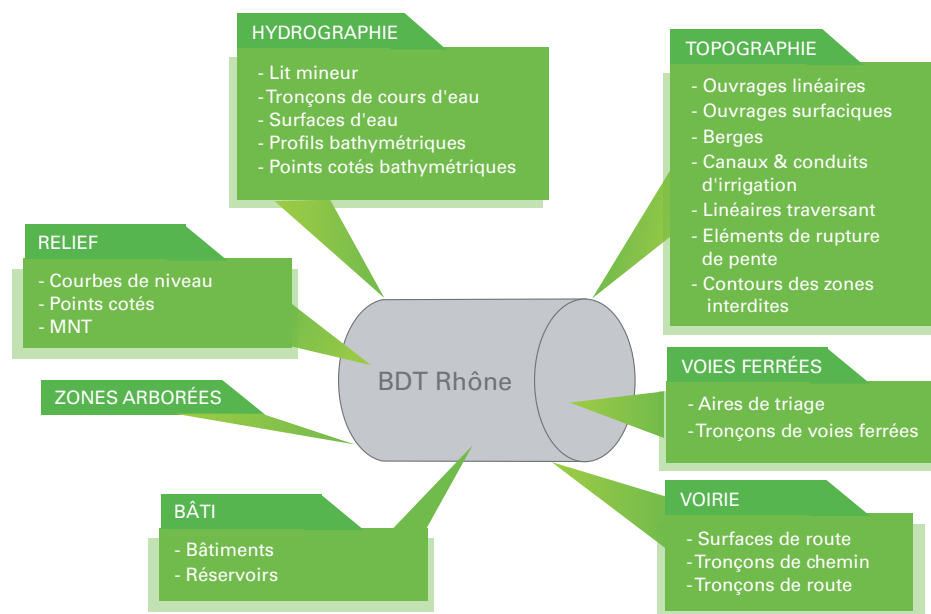
LES DONNÉES DE LA BDT RHÔNE

La BDT Rhône a bénéficié de différents apports des maîtres d'ouvrages : ces apports ont été financiers, ou bien sous forme de transmission de données déjà existantes pour être intégrées dans la base. Les entités ayant fourni des données externes sont la CNR, le syndicat mixte d'aménagement du Delta du Rhône et de la mer (Symadrem), Voies Navigables de France, le syndicat mixte pour la gestion et la protection de Camargue gardoise et le syndicat mixte d'aménagement du Vidourle.

La mise au point des spécifications a été le fruit d'un travail collaboratif entre l'IGN et les utilisateurs. Des allers-retours ont été faits afin de les ajuster et d'aboutir à un document faisant consensus. Le contenu de la BDT Rhône est par conséquent défini par un modèle unique de données.



La BDT Rhône a été conçue en collaboration avec les partenaires financiers et les utilisateurs finaux afin de répondre aux objectifs du volet « Inondations » du Plan Rhône. Cette base contient les éléments suivants :



...et un modèle numérique de terrain

UNE AUTRE CONSÉQUENCE

est que certains jeux de données transmis, dont les caractéristiques étaient trop éloignées des spécifications mises au point, n'ont pas été intégrés en totalité. Les zones de la Camargue gardoise et du bassin du Vidourle (550 km²), à l'Ouest du delta, sont ainsi couvertes par moins de données que le reste de la zone (2400 km²) (absence de modèle numérique de terrain (MNT), d'objets topographiques comme les tronçons de cours d'eau par exemple).

La BDT Rhône se caractérise par une précision altimétrique différente en fonction de l'importance des objets topographiques, impliquant ainsi l'utilisation de différentes techniques d'acquisition.

Les crêtes des digues de 1^{er} ordre (faisant face au fleuve) ont été levées par méthode terrestre avec une précision de 10 cm.

Les autres objets topographiques présents sur la zone ainsi que le MNT ont une précision de 20 cm. En particulier, le MNT (d'un pas de 2 m) a été produit à partir d'une combinaison de la restitution des objets topographiques et des données Lidar (issues d'un laser aéroporté). Enfin, certaines classes de la BDTOP0® ont été rajoutées afin de fournir des éléments d'habillage et de contexte aux utilisateurs.

Le tableau ci-dessous récapitule les précisions altimétriques attendues en fonctions des types d'objets

Type de données	Précision altimétrique	Sources des données
Digues de 1 ^{er} ordre	10 cm	Levé terrain
Profils bathymétriques / points cotés bathymétriques	10 cm	Levé terrain
Autres ouvrages linéaires en lit mineur (autres digues, remblais)	20 cm	Prises de vues aériennes / photogrammétrie
Linéaires traversant (buses)	20 cm	Prises de vues aériennes / photogrammétrie
Canaux et conduites d'irrigation	20 cm	Prises de vues aériennes / photogrammétrie
Ouvrages surfaciques en lit mineur (barrages, usines hydroélectriques)	20 cm	Prises de vues aériennes / photogrammétrie
Lit mineur et surfaces d'eau	20 cm	Prises de vues aériennes / photogrammétrie
Berges	20 cm	Prises de vues aériennes / photogrammétrie
Éléments de rupture de pente	20 cm	Prises de vues aériennes / photogrammétrie
MNT	20 cm	Lidar
Zones arborées	Non défini	BDTOP0®
Voies ferrées	1 m	BDTOP0®
Bâti	1 m pour le bâti, 1,5 m pour les réservoirs	BDTOP0®
Voirie	75 cm	BDTOP0®

La BDT Rhône est une base de données topographiques spécifique au lit majeur du Rhône. Pour sa réalisation, des techniques innovantes ont été testées et utilisées.

Représentation en 3D

DE LA BDT RHÔNE AUX GÉOVISUALISATIONS 3D : UN USAGE INNOVANT POUR UNE MEILLEURE CONCERTATION SUR LES PPR

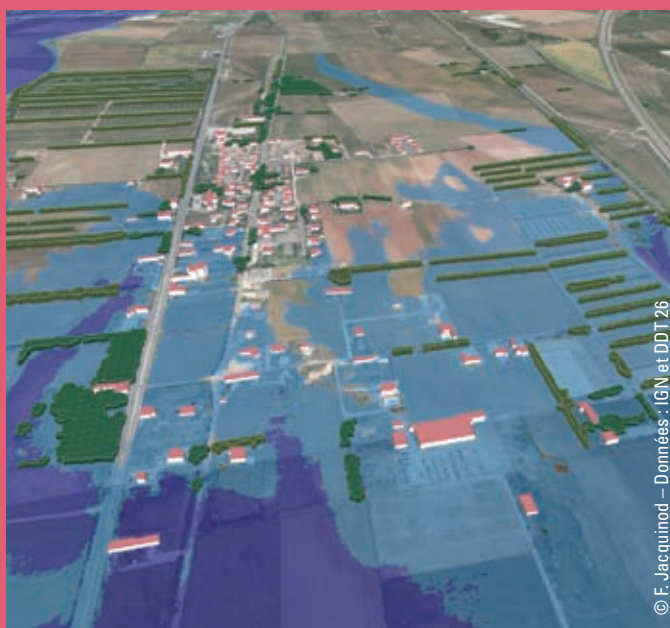
Au-delà de l'apport en terme de connaissance de la topographie, la BDT Rhône permet également d'alimenter la conception de nouveaux outils de représentation du territoire en trois dimensions.

Ces géovisualisations 3D sont de plus en plus utilisées en urbanisme ou en aménagement pour apprécier l'impact et le rendu des projets. Dans le domaine de la prévention des risques, le support commun était jusqu'à présent limité à une cartographie en deux dimensions, parfois jugée difficile d'accès et d'une lecture complexe.

En nouant un partenariat avec le CRENAM-UMR EVS de l'Université de Saint-Étienne, les services de l'Etat ont voulu, en complément, développer les géovisualisations 3D des espaces inondables par le Rhône comme un outil pédagogique permettant de mieux faire comprendre le Plan de Prévention des Risques (PPR).

Cette visualisation permet en effet d'apprécier, de manière plus intuitive, les hauteurs de submersion en cas de crue tout en conservant le même niveau de précision que la carte d'aléa du PPR en deux dimensions. Cette expérience a été initiée sur la commune de Pierrelatte en 2009 avec des retours positifs et a aujourd'hui vocation à être étendue sur l'ensemble du linéaire rhodanien.

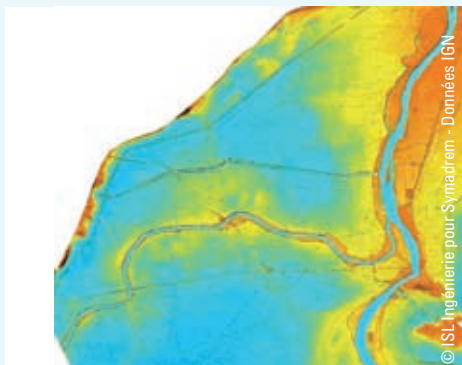
Partant des possibilités techniques offertes par la BDT Rhône, la représentation 3D des territoires rhodaniens est un exemple d'un usage innovant développé par le monde de la recherche répondant à l'attente des services de l'Etat d'une meilleure concertation et compréhension des PPR.



Elaboration de modèles hydrauliques

POUR ÉTUDIER LES CONDITIONS DE PROPAGATION DES CRUES DU RHÔNE

dans la plaine de Beaucaire-Fourques (Gard), le Symadrem a commandé l'élaboration d'un modèle hydraulique au bureau d'études ISL.



MNT de la plaine Beaucaire-Fourques (Gard)

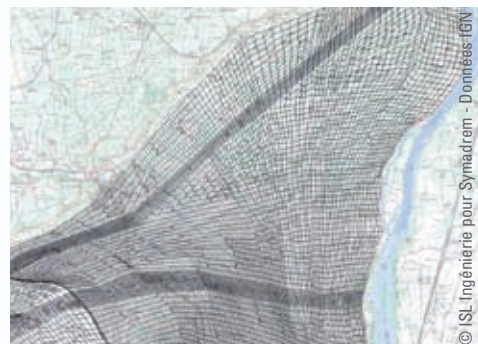
La donnée topographique utilisée pour la construction de ce modèle provient essentiellement de la BDT Rhône. Elle était disponible sur la zone test sud correspondant à ce secteur d'étude depuis la mi-2008. Le modèle hydraulique retenu est un modèle de type 2D qui représente la zone où l'inondation se propage avec des mailles plus ou moins fines selon la surface à couvrir et la précision attendue.

Le pas et la précision du modèle numérique de terrain de la BDT Rhône se sont révélés très adaptés pour réaliser, sans traitement complémentaire des données topographiques, cette opération de construction du modèle qui doit également tenir compte des éléments structurants du territoire sur le plan hydraulique : digues, talwegs, ouvrages surélevés... Ces éléments font l'objet d'un rendu spécifique dans la BDT Rhône (objets géographiques).

Une fois le modèle construit, l'opération suivante consiste à caler l'ensemble des paramètres hydrauliques afin de restituer de la manière la plus fiable les niveaux d'eau et des écoulements.

Des coefficients d'écoulement sont donc appliqués aux mailles du modèle pour que le calcul reproduise une situation correctement renseignée : débit entrant, niveaux atteints, cinétique des écoulements.

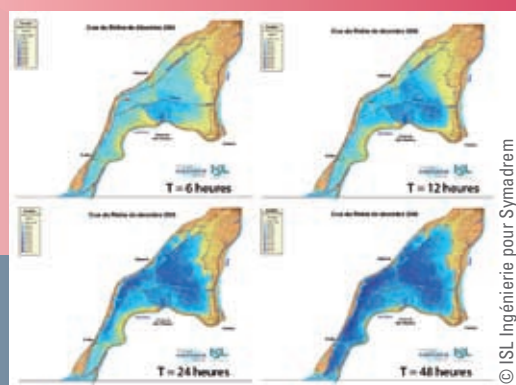
Dans le cas du modèle sur la plaine de Beaucaire-Fourques, les coefficients initialement choisis étaient des coefficients moyens correspondant aux caractéristiques du secteur. Ils ont immédiatement permis de reproduire les niveaux observés lors de la crue de décembre 2003, ainsi que la cinétique connue : délai d'arrivée de la pointe de crue sur les différents secteurs inondés.



Mailles du modèle hydraulique

Cette performance du modèle doit à la BDT Rhône une représentation du terrain suffisamment fine pour que les débits et les volumes mis en jeu dans les calculs hydrauliques soient les plus proches possibles de la réalité.

D'autres modèles hydrauliques ont été mis en œuvre à partir des données des zones test (partie nord de la plaine de Donzère-Mondragon, pour le SIAGAR). La BDT Rhône s'y est également révélée tout à fait adaptée à la modélisation hydraulique.



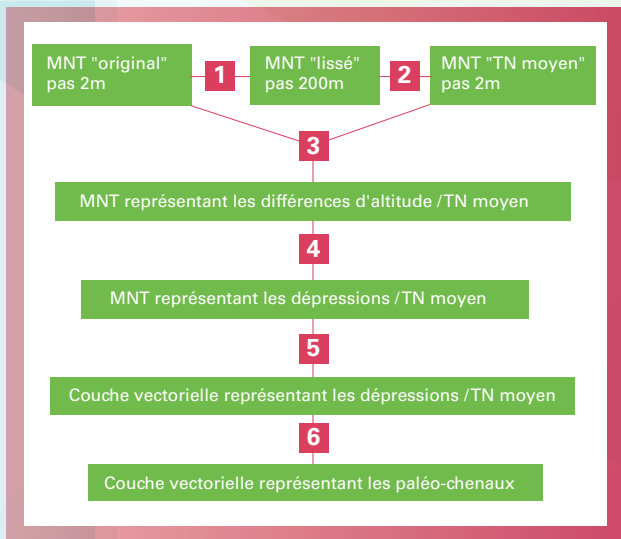
Résultat de la modélisation cinétique de la crue du Rhône de 2003

Visualisation de paléo-chenaux

POUR COMPRENDRE LE FONCTIONNEMENT ACTUEL DU RHÔNE EN PÉRIODE DE CRUE

il est souvent nécessaire de remonter aux mécanismes qui ont présidé à la formation de sa plaine alluviale. L'alternance des styles fluviaux au fil des siècles a en effet laissé des traces qui conditionnent encore les écoulements dans le lit majeur. Ainsi, les paléo-chenaux créés lors des périodes de tressage ou de méandrage du fleuve puis abandonnés sous l'action de différents mécanismes (migration, recoupement, ...) constituent les principaux témoins de ces évolutions.

L'exploitation du modèle numérique de terrain de la BDT Rhône à l'aide d'un système d'information géographique permet de repérer précisément et de façon semi-automatique ces paléo-chenaux. Le schéma ci-dessous présente la méthode mise en œuvre :



Les étapes 1 et 2 permettent de générer, à partir du MNT de la BDT Rhône, un second MNT homogène représentant le terrain naturel moyen (les "creux" et les "bosses" sont lissés).

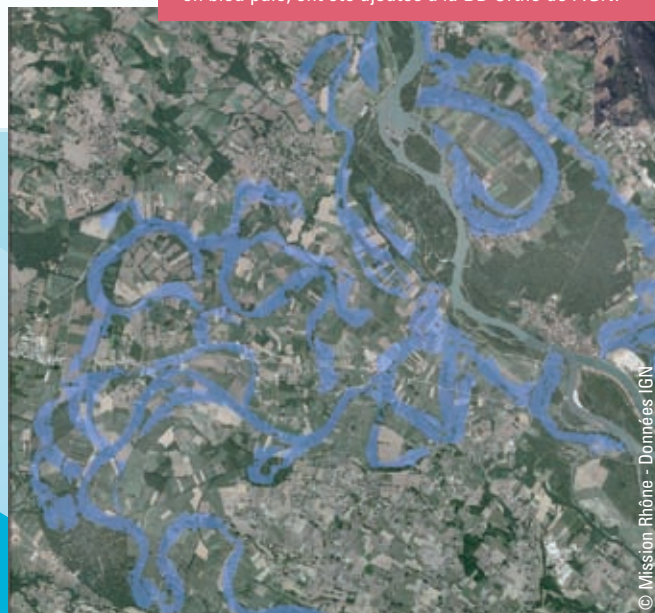
L'étape 3 consiste à soustraire le MNT ainsi obtenu au MNT d'origine pour parvenir aux différences d'altitude par rapport au terrain naturel moyen.

Lors de l'étape 4, le MNT précédent est interrogé et seules les valeurs négatives (dépressions) sont retenues. Il est possible à ce stade de restreindre la recherche à une classe de différences d'altitude particulièrement propice à la présence de paléo-chenaux (-2,5 m à 0 m par exemple), de façon à réduire la durée de réalisation des étapes suivantes.

Les résultats de cette requête sont ensuite vectorisés (étape 5). Des polygones sont ainsi créés.

La dernière étape consiste à "nettoyer" la couche vectorielle en supprimant les polygones non assimilables à des paléo-chenaux (aménagements anthropiques, lit mineur actuel du fleuve, coteaux, etc). Cette couche peut ensuite être superposée à différents référentiels.

Les paléo-chenaux du Rhône dans la plaine de Brangues-Le Bouchage (départements de l'Isère et de l'Ain), représentés en bleu pâle, ont été ajoutés à la BD Ortho de l'IGN.



Caractérisation des vulnérabilités

LES RÉSEAUX REVÊTENT UNE IMPORTANCE PARTICULIÈRE

dans la prévention du risque, car ils ont la faculté d'exporter les conséquences de l'inondation bien au-delà de la zone inondée. En outre, leurs dysfonctionnements sont susceptibles de perturber la gestion de crise et le retour à la normale. Enfin, l'interdépendance forte des différents types de réseaux entre eux peut conduire à des effets en chaîne préjudiciables.

Par conséquent, la réduction de la vulnérabilité des réseaux fait l'objet d'une démarche spécifique pilotée par la DREAL Rhône-Alpes, avec l'appui de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse, de l'Agence Régionale de Santé Rhône-Alpes et des Etats Majors Zonaux. Elle est structurée autour de quatre groupes thématiques impliquant fortement les gestionnaires et maîtres d'ouvrages concernés :

- énergies (électricité, gaz, hydrocarbures, produits chimiques),
- transports (routes, rail),
- eaux (potable et usées),
- télécommunications.

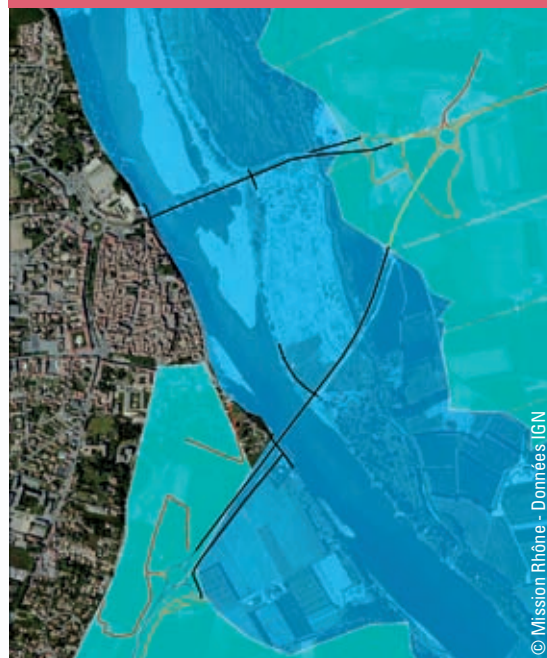
Une première phase conduite sur le Rhône aval entre fin 2005 et début 2008 a permis de construire la méthodologie, de réaliser des diagnostics et d'élaborer un programme d'actions de réduction de la vulnérabilité de ces quatre grandes familles de réseaux.

Depuis fin 2009, la démarche a été étendue au reste du linéaire du fleuve. Actuellement, les gestionnaires réalisent les diagnostics de leurs ouvrages. Le premier niveau d'analyse de vulnérabilité est basé sur la retranscription du retour d'expérience des crues passées (dysfonctionnements, dégâts, etc.) ainsi que sur le croisement entre implantation du réseau et emprise de la zone inondable pour des crues théoriques d'occurrence décroissante (décennale, centennale, millénaire).

Pour le réseau de routes à grande circulation (RGC), la BDT Rhône va permettre d'enrichir ce premier

niveau de diagnostic puis d'orienter le choix et le dimensionnement des mesures de réduction de vulnérabilité. En effet, le MNT donne la possibilité d'extraire des informations sur le calage altimétrique de la voirie puis de les comparer avec la cote de la ligne d'eau fournie par un modèle hydraulique.

Pour le RGC au droit de Pont-Saint-Esprit (Gard), c'est le modèle à casiers de l'Etude globale Rhône qui a été utilisé. Les tronçons impactés pour chaque niveau de crue sont mis en évidence à l'aide d'un code couleur. Les hauteurs d'eau maximum et moyenne sur la chaussée sont également renseignées.



- Tronçons inondés pour la crue décennale
- Tronçons inondés pour la crue centennale
- Tronçons inondés pour la crue millénaire
- Tronçons situés dans le lit majeur actif
- Tronçons hors d'eau
- Casiers du modèle hydraulique
- Lit majeur actif



Le MNT permet d'afficher la cote moyenne du terrain sur lequel les bâtiments sont construits. Cette donnée indicative peut être comparée aux niveaux d'inondation connus et être interprétée selon les caractéristiques des bâtiments (surélévation des planchers, niveau des ouvertures...).

Fabrication de la BDT Rhône

1

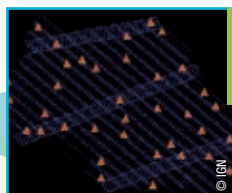


Mise au point
des spécifications
de la base

Stéreo-préparation
*Travaux terrains
préparatoires aux
vols des avions*



Prises de vues aériennes /
acquisitions Lidar
*Laser aéroporté et photos
aériennes*

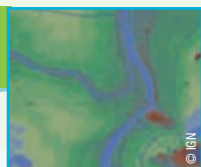


Aérotriangulation
*Géoréférencement
des photos aériennes*

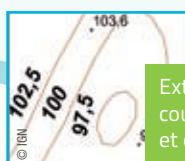


Restitution des objets
de la BDT Rhône
en 3 dimensions

Production des MNT
hors lit mineur



Levé des digues de
1er ordre et levés
complémentaires
de terrain



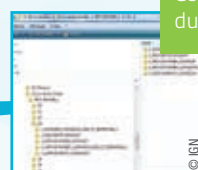
Extraction des
courbes de niveau
et des points cotés

Production des MNT
bathymétriques



Intégration des
données externes

Constitution
du produit final



Livraison de
la BDT Rhône



Renseignements pratiques

LA MISE À DISPOSITION DE LA BDT RHÔNE

est un des objectifs du partenariat constitué pour son élaboration.

La BDT Rhône et son MNT sont diffusés par l'Institut géographique national (IGN) à titre gratuit (seuls les frais de reproduction des données et d'envoi sont facturés par l'IGN) sur simple demande à tous les partenaires et tous les maîtres d'ouvrage concourant à la mise en oeuvre du Plan Rhône, pour un usage strictement interne sans droit de diffusion à des tiers. Les fichiers de la BDT Rhône mis à disposition sont aux formats :

- DXF Lambert 93,
- SHAPE Lambert 93,
- Les fichiers du MNT sont au format ASC.

Les spécifications précises de contenu décrivant la nature de chaque type de données sont transmises avec les données.

Le découpage adopté pour la mise à disposition de la BDT Rhône est le département ou le bassin du Rhône français dans sa totalité.

Les frais d'extraction, de mise sur support et d'envoi sont de :

- 393,58 € pour un département,
- 614,74 € pour 2 départements ou pour la totalité du bassin.

COMMENT OBTENIR LA BDT RHÔNE ?

Auprès de l'Institut géographique national
Agence régionale Rhône-Alpes/Auvergne
Parc d'affaires de Crécy
5b rue Claude Chappe
69771 Saint-Didier-au-Mont-d'Or Cedex

Tél standard : 04.37.64.24.70

ar-rhone-alpes-auvergne@ign.fr

Le formulaire de demande de mise à disposition est téléchargeable sur le site internet de la DREAL Rhône-Alpes www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr, rubrique Plan Rhône.

LES BÉNÉFICIAIRES

Les bénéficiaires sont les maîtres d'ouvrages publics, ainsi que les centres de recherche et les universités, concourant à la mise en oeuvre des objectifs du Plan Rhône et identifiés dans la convention de partenariat :

- Services de l'Etat
- IFREMER
- CEMAGREF
- Institutions interdépartementales, ententes interdépartementales, communes, communautés de communes, districts, conseils généraux ou régionaux ayant en charge les études, la gestion ou l'aménagement de milieux aquatiques
- Collectivités territoriales et services spécifiques (SATESE, COR, CATER, etc.)
- Services d'incendie et de secours (SDIS)
- Etablissements publics, instituts, observatoires interdépartementaux
- Syndicats mixtes à préoccupation interdépartementales
- Syndicats de rivière
- Services chargés d'élaborer et de suivre des politiques territoriales (SAGE, contrats de rivières, etc.)
- Parcs nationaux et missions chargées de la création d'un parc national
- GIP
- Organismes de gestion des parcs naturels régionaux et de création d'un parc naturel régional
- Organismes de gestion des réserves naturelles
- Conservatoires des sites ou des espaces naturels (CREN)
- Conservatoires botaniques nationaux
- Conservatoire du littoral et organismes de gestion des terrains acquis par le Conservatoire du littoral
- Espaces naturels de France
- Fédération des parcs naturels régionaux
- Centres de recherches (CESBIO, IMFT, CESAC, etc.) et universités
- Associations syndicales autorisées (ASA)
- Chambres d'agriculture

Publication : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Rhône-Alpes (DREAL Rhône-Alpes)
Chef de projet : Mission Rhône (DREAL Rhône-Alpes / Service prévention des risques) - Tél : 04 37 48 36 14 / 04 37 48 36 28