

## PROJET METIER SUR UN SIG : L'ADDUCTION EN EAU POTABLE DANS LE DISTRICT DE REIMS

*Par Olivier Baudot  
(responsable SIG, Reims)*

Comme de nombreuses autres collectivités locales le District de Reims a lancé un projet de Système d'Information Géographique.

Ce projet qui a démarré - en ce qui concerne son étude - en 1989, prévoit l'équipement de divers services de la collectivité et doit donc répondre à des besoins variés correspondant à des métiers tout aussi variés.

Parmi ceux-ci, l'exploitation de l'adduction en eau potable.

Remarque : cet article a été rédigé pour être accessible à tous, certaines parties du texte pourront être survolées par les lecteurs avertis en matière de SIG.

### 1. LE DISTRICT DE REIMS ET SON PROJET SIG

L'agglomération rémoise est située au carrefour des axes autoroutiers Paris-Metz-Strasbourg et Calais-Méditerranée.

Les communes qui la composent sont regroupées en un District dont la population est de 207 000 habitants et la superficie de 88 km<sup>2</sup>.

Ces chiffres sont, pour la commune de Reims elle-même, de 185 000 habitants et 47 km<sup>2</sup>.

L'importance de Reims par rapport à son District a incité non pas à constituer des services spécifiques à la collectivité supra-communale mais à mettre certains services de la Ville à disposition du District pour l'exercice de leurs compétences.

Il en est ainsi en particulier pour l'adduction en eau potable, l'assainissement et l'éclairage public.

Dans ce cadre, le projet SIG a démarré en réponse aux recommandations d'un Plan Directeur Informatique.

Le projet global consiste à répondre aux besoins d'informatisation des services, en majorité techniques, particulièrement en ce qui concerne la cartographie.

Ces différents services ayant aussi bien des compétences Ville de Reims que District, une convention a été passée entre les 2 collectivités pour réaliser un projet commun.

Un service a été créé dans ce but avec pour mission de mettre à disposition des utilisateurs les moyens de gérer leurs projets, c'est-à-dire saisie, exploitation, gestion et mise à jour de leurs données propres dont ils restent entièrement responsables.

Ainsi, ce service, dénommé Service de Gestion des Données Urbaines, équipe les services utilisateurs de l'outil informatique (logiciel Geocity de la société Clemessy sur stations SUN) et gère la saisie initiale des données de base (fonds de plan).

A l'heure actuelle, 4 opérations de saisie de données se déroulent simultanément :

- numérisation du plan cadastral (47 000 parcelles) réalisé par un prestataire de service et demandant un lourd travail de contrôle de la part du service GDU
- intégration des levés (échelle 1/200) de corps de rue (domaine public) existant déjà sous forme numérique mais nécessitant un important travail de mise en forme
- numérisation des données propres (pour l'instant seulement à l'état de maquette-test) à la Direction de la Voirie réalisée par le personnel de cette Direction
- numérisation des données propres à la Direction des Eaux, sujet détaillé ci-dessous

Le projet SIG doit s'étendre dans les mois à venir pour répondre aux besoins des services ayant les compétences suivantes : éclairage public, circulation, espaces verts, urbanisme, domaine, bâtiments, sapeurs-pompiers.

### 2. LE PROJET ADDUCTION EN EAU POTABLE

#### 2.1. Les besoins du service

Le réseau (ou les réseaux puisqu'il existe un réseau basse pression et 2 réseaux haute pression) d'adduction en eau potable géré par la Direction des Eaux du District de Reims est de type maillé et s'étend sur un linéaire de 540 km environ.

Il est déjà "cartographié", pratiquement dans son intégralité, sur support papier à l'échelle 1/200.

Le principe de gestion et d'exploitation de ces plans avant le projet SIG est d'avoir un jeu de calques originaux restant dans les bureaux, mis à jour par les dessinateurs en fonction des évolutions (extension du réseau, modification,...) ainsi qu'un jeu de tirages dans chaque véhicule d'intervention.

Ce principe reste le même - sauf bien évidemment pour les évolutions qui seront directement saisies sur le système informatique - avec la mise en place du SIG, puisqu'il n'est actuellement pas question d'équiper les véhicules d'intervention de système informatique portable pour consultation des données.

Ce point est très important puisqu'il oriente fortement le projet vers une restitution papier des données stockées dans le SIG, restitution papier se rapprochant au mieux de celles existant auparavant.

Ainsi, une sortie papier doit être d'un format quelconque selon une orientation quelconque (pour la plu-

part, tout en longueur puisque couvrant l'emprise d'une rue) et doit comporter, outre le tracé du fond de plan et des éléments constitutifs du réseau (voir plus bas), des annotations (inscriptions des diamètres des canalisations, de leurs longueurs, ... des schémas (éclairés, vues en coupe, renseignements textuels particuliers, ...)

De plus, les plans existants et qui sont à numériser présentent un tracé plus représentatif que cartographique du réseau, la précision des reports est relativement faible.

Par contre les points caractéristiques du réseau sont cotés (par des mesures effectuées sur le terrain) par rapport à des points du fond de plan. Ces cotes sont donc à saisir sur le SIG et à reproduire sur les sorties papier - puisque ce sont elles qui donnent la valeur métrique du plan - mais aussi pour un repérage rapide d'un élément du réseau par le personnel d'intervention qui ne doit pas avoir à prendre un kutsch pour situer cet élément.

Par ailleurs, la sortie des plans schématiques du réseau (canalisation et vanne) aux échelles de 1/2000 et 1/5000 sont à réaliser à partir des mêmes données

En plus des besoins cartographiques décrits ci-dessus, le SIG permet la gestion du réseau.

La mise en place du projet et la numérisation des données a évidemment été l'occasion de saisir, en plus des données géométriques, des renseignements textuels dans cette optique de gestion (voir ci-dessous la notion d'attribut).

Le paragraphe 2.6 décrit l'exploitation qu'il est prévu de faire à partir de ces données textuelles.

## 2.2. Description des éléments du réseau

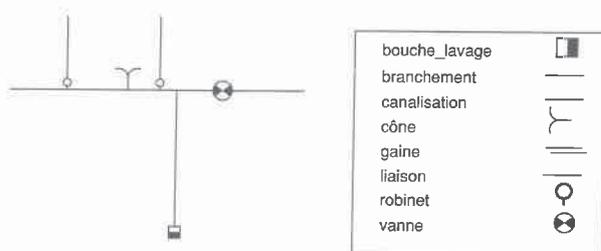
La fonction première d'un réseau d'eau est de desservir en eau potable un ensemble de points d'alimentation.

Un point d'alimentation est soit le compteur d'un abonné soit une bouche de lavage ou un poteau incendie.

La canalisation reliant le réseau maillé proprement dit à un compteur est appelée branchement, celle alimentant une bouche de lavage ou un poteau incendie, liaison.

A proximité de la canalisation principale, se trouve un élément permettant de couper l'alimentation de ce point, c'est soit un robinet de prise soit une vanne.

Les éléments que l'on trouve sur le réseau maillé proprement dit sont, outre les canalisations, des vannes, des tés, des cônes (changement de diamètre), des manchons, des coudes, des coudes en profondeur (modification de la charge sur la canalisation), des vannes de purge, des vannes de vidange, des plaques pleines (bouchons à l'extrémité d'une canalisation), des prises de terre (mise à la terre d'une canalisation en béton avec âme en tôle), des gaines (fourreau de protection d'une canalisation).



## 2.3. Solution SIG

Pour répondre aux besoins du service décrits plus haut, il a fallu définir les données à saisir et la façon de les organiser (modélisation) par un schéma de la base de données.

Dans un SIG, le schéma de la base des données s'appuie sur les notions de classe d'objets et d'attributs.

Succinctement, une classe d'objets est définie de façon à décrire un élément à stocker dans le SIG.

Une classe est composée d'attributs de 2 types :

- un attribut géométrique unique qui donne la position, la forme et les dimensions des objets par des points caractéristiques et les liens entre ces points
- des attributs alphanumériques qui permettent de qualifier les objets

L'attribut géométrique peut être de plusieurs types :

- point
- point orienté
- ligne
- contour
- 
- 
- 

Les attributs alphanumériques peuvent se voir imposer des règles

- entier
- réel
- énumération
- 
- 
- 

Tous les objets d'une même classe sont décrits par les mêmes attributs qui définissent cette classe, ce sont les valeurs de ces attributs qui changent d'un objet à l'autre.

Exemple :

classe	attribut	valeurs prises par	
		un objet	un autre objet
vanne	géométrie	point	
diamètre_mm	entier	721170.50 ;	722254.06 ;
		180256.12	170806.07
sens_fermeture	énumération (horaire, anti-horaire)	40	60
		horaire	horaire

Par ailleurs, Geocity permet d'organiser les objets selon une topologie de réseau : on a ainsi une notion de connexion entre les divers éléments du réseau, on peut suivre des chemins et ainsi faire des requêtes du style : quelles vannes faut-il fermer pour isoler tel point du réseau.

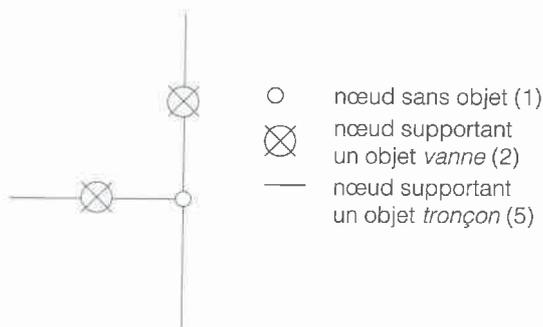
Cette organisation topologique s'appuie sur la notion de nœud et d'arc.

Un nœud est un point de connexion - qui supporte ou non un objet d'une classe donnée - entre différents arcs qui sont des lignes supportant obligatoirement un objet d'une classe donnée.

Néanmoins, cette relation de connexion entre objets pourrait être - ce n'est pas le cas pour la modélisation du réseau d'eau du District de Reims - totalement indépendante de la géométrie (on peut connecter 2 objets distants de 500 m).

Quand on définit un réseau, on donne la liste de classes nœud et la liste des classes arc.

Dans le cadre de cette organisation topologique, les canalisations du réseau sont découpées en objets de classe *tronçon*.



Cependant, les valeurs des attributs qui caractérisent ces objets tronçon (*diamètre mm, matériau et date de pose*) sont communes à un ensemble d'objets connectés les uns aux autres.

On regroupe donc ces objets en créant une classe dite complexe que l'on appelle *conduite* qui portera ces attributs.

Ainsi, chaque objet *tronçon* est associé à un objet complexe *conduite*.

Parmi les éléments constitutifs du réseau et décrits ci-dessus, certains ont volontairement été omis dans la modélisation.

Il s'agit en particulier des tés et des coudes.

En effet, leur existence dans la base a été jugée inutile, puisque la visualisation des canalisations suffit pour constater leur présence - ce qui n'est pas le cas pour les coudes en profondeur puisqu'une vue en plan des canalisations ne permet pas de déduire leur existence.

Ceci permet d'alléger un travail de saisie déjà très conséquent.

Néanmoins, il est à noter que l'on s'interdit ainsi toute gestion de ces éléments.

Ci-dessous, figure un court extrait du schéma de la base permettant de définir le projet de la Direction des Eaux :

<b>classe</b>	
<i>cône</i>	
<b>attribut</b>	
<i>géométrie</i>	point_orienté
<i>diam_entrée_mm</i>	énumération (40,50,60,63,75,...)
<i>diam_sortie_mm</i>	énumération (40,50,60,63,75,...)
<i>date_m_a_j</i>	date heure
<i>origine_données</i>	énumération (prestataire, bureau d'études,...)
<i>précision_XY_cm</i>	énumération (2, 3, 5, 7, 10,...)
<b>classe</b>	
<i>tronçon</i>	
<b>attribut</b>	
<i>géométrie</i>	ligne
<i>longueur_cm</i>	entier
<i>charge_cm</i>	entier
<i>date_m_a_j</i>	date_heure
<i>origine_données</i>	énumération (prestataire, bureau d'études,...)
<i>précision_XY_cm</i>	énumération (2, 3, 5, 7, 10,...)
<b>réseau</b>	
<i>eaux</i>	
<b>nœud</b>	
	<i>bouche_lavage</i>
	.
	.
	.
	<i>cône</i>
	.
	.
	.
	<i>vanne</i>
<b>arc</b>	
	<i>branchement</i>
	<i>liaison</i>
	<i>tronçon</i>
<b>classe complexe</b>	
<i>conduite</i>	
	compose de <i>tronçon</i>
<b>attribut</b>	
<i>géométrie</i>	ligne
<i>diamètre_mm</i>	énumération(40, 50, 60, 63, 75,...)
<i>matériau</i>	énumération (fonte, polyéthylène, acier, pvc,...)
<i>date_de_pose</i>	date_heure
<i>date_m_a_j</i>	date heure
<i>origine_données</i>	énumération (prestataire, bureau d'études,...)
<i>précision_XY_cm</i>	énumération (2, 3, 5, 7, 10,..)
remarque : les attributs <i>date_m_a_j</i> , <i>origine_données</i> et <i>précision_XY_cm</i> ne qualifient pas les objets eux-mêmes mais les données saisies.	

Un SIG, et Geocity en particulier, gère indépendamment la géométrie des objets de leur représentation, c'est-à-dire que dans la géométrie sont stockées les coordonnées des points caractéristiques et les liens

éventuels entre ces points (segment de droite, arc de cercle, spline,...)

La représentation c'est-à-dire le symbole, le type de trait (continu, tireté,...), la trame, la couleur, la taille,... sont définis par ailleurs et pour toute une classe d'objet.

Ainsi la représentation pour la classe *vanne* peut être un symbole donné pour une application donnée, et un autre symbole pour une autre application.

De plus, la représentation peut changer en fonction de la valeur d'un attribut de type énumération et en fonction de l'échelle, la taille de la représentation peut changer en fonction d'un attribut de type entier ou réel.

Ainsi, pour le projet Direction des Eaux, un objet *conduite* est représenté par un trait continu dont l'épaisseur est fonction de la valeur de l'attribut *diamètre\_mm* et de l'échelle et la couleur fonction de l'attribut *diamètre\_mm*.

De même, le symbole représentant un objet *robinet\_prise* est fonction de la valeur de l'attribut *diamètre\_mm* et de l'échelle :

diamètre_mm	1/50 -> 1/200	1/200 -> 1/500	1/500 -> 1/INFINI
20			
25			
30			
40			

Par ce système de représentation fonction de l'échelle, on peut rendre invisible certaines classes d'objet à petite échelle, ce qui permet d'obtenir les plans schématiques décrits au paragraphe 2.1.

De la même façon que l'on définit, pour une classe d'objets, la représentation appliquée à leur géométrie, on peut, pour une classe donnée, annoter la sortie graphique par les valeurs d'un ou plusieurs attributs qui seront placés à une position définie par le ou les points de la géométrie.

Cette position (centroïde, premier point, dernier point,...) étant calculée automatiquement, elle ne convient pas pour certains objets (superposition avec d'autres éléments de tracé) et doit être saisie individuellement pour ces objets.

Ainsi sont annotés les valeurs des diamètres pour les canalisations, les bouches de lavage et les poteaux incendie, les valeurs des longueurs pour les canalisations, les branchements et les liaisons.

## 2.4 Saisie

La numérisation du réseau eau potable consiste en digitalisation, puisque des plans papier existent déjà.

Pourtant, vu la remarque du paragraphe 2.1. concernant la précision des reports sur ces plans papier, il a été envisagé de reconstruire les points caractéristiques puis les éléments du réseau à partir des cotes indiquées. Cette solution n'a pas été retenue au vu de l'augmentation du travail de saisie qu'elle engendrerait et des besoins de précision exprimés par la Direction des Eaux en matière de tracé.

C'est le réseau eau potable seul qui est numérisé puisque le fond de plan des reports papier est déjà présent au sein du SIG.

Les travaux de numérisation sont réalisés par un prestataire de services dans les locaux de la Direction des Eaux sur le matériel de cette manière, et donc à partir de Geocity.

Le personnel du prestataire a donc été formé à l'utilisation du SIG.

Cette façon de procéder a été retenue pour que le personnel de la Direction des Eaux puisse en permanence renseigner les opérateurs de saisie quant aux erreurs, incohérences et particularités des plans papier.

A la digitalisation de la géométrie des objets s'ajoute la saisie de leur alphanumérique.

Cette dernière est grandement facilitée et allégée par les énumérations (pas de frappe clavier) et les valeurs par défaut prises dans la majorité des cas.

La durée de la prestation pour saisir les 540 kilomètres de réseau est estimée à 2 années à partir de 2 stations de travail et d'une table à digitaliser.

## 2.5 Contrôle

Le travail de saisie est d'une telle ampleur qu'il réclame un contrôle serré et régulier - hormis la procédure que peut s'imposer le prestataire - de la part de la Direction des Eaux.

Ce contrôle s'opère en 2 phases :

- réalisation d'une sortie papier complète (représentations, annotations,...) et comparaison au plan origine
- lancement des programmes de contrôle de cohérence développés par le service GDU

En effet, il existe des "relations" entre les divers attributs d'un objet (1), entre les objets (2) et entre les attributs de divers objets (3).

### Exemples :

classe *bouche\_lavage* :

- si la valeur de l'attribut type est "lavage" alors la valeur de *diamètre\_mm* doit être 40 (1)
- tout objet doit être connecté à un et un seul objet *liaison*
- si la valeur de l'attribut *diamètre\_mm* de l'objet *liaison* connecté est 50 alors la valeur de *diamètre\_mm* de l'objet *bouche\_lavage* doit être 40 (3)

