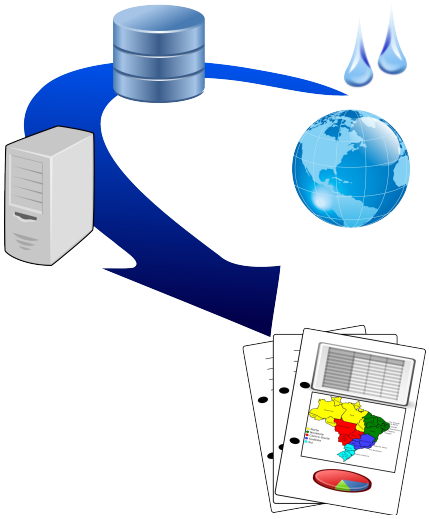
**Master 2 Mention Ingénierie et Gestion Territoriales et Mention Informatique**

**Spécialité Géomatique**

# Mise en place d'une chaîne de traitement automatisée pour l'édition d'un rapport annuel lié aux mesures de protections des captages d'eau potable


**Jérôme MARUÉJOULS**


**Maître de stage :**

**Élodie Solé** – Responsable du Service SIG
*Le Grand Narbonne, Communauté d'Agglomération*

**Tuteurs pédagogiques :**

**Jean-François Gires** – Maître de conférence - Géographie
*Université Paul Valery, Montpellier III*

**Jean-Paul Bord** – Professeur - Géographie - Géomatique
*Université Paul Valery, Montpellier III*



*Mémoire soutenu le mardi 23 septembre 2014*

# LETTRE DE MISSION

**Structure d'accueil** : Le Grand Narbonne Communauté d'Agglomération
**Adresse** : 12 boulevard Frédéric Mistral – CS 50100 – 11785 Narbonne Cedex
**Tél** : 04.68.58.14.58.
**Pôle Ressources et Moyens**
**Service S.I.G.**
**Responsable du stage** : Élodie Solé
**Fonction** : Responsable SIG
**Mail** : e.sole@legrandnarbonne.com

**Proposition de stage** : « mise en place d'une chaîne de traitement automatisée pour l'édition d'un rapport annuel lié aux mesures de protections des captages d'eau potable ».

**Durée** : 6 mois

**Date de démarrage :** 1er février 2014

**Indemnité de stage** : montant réglementaire

**Contexte général** :

La Directive Européenne 2000/60/CE établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe des objectifs ambitieux en matière de reconquête de la qualité de la ressource en eau potable. L'échéance pour ce retour au bon état est 2015. En conséquence, les États membres doivent assurer la protection des captages afin de prévenir la détérioration de leur qualité et réduire le degré de traitement nécessaire à la production d'eau potable et peuvent à cette fin établir des zones de sauvegarde des captages.

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement, une identification des captages prioritaires pour la mise en place d'actions concertées a été réalisée sur l'ensemble du territoire français. Sur la région Languedoc-Roussillon, les services de l'État ont retenu plusieurs captages prioritaires. Ces captages présentent des problèmes de qualité d'eau liés à la présence de pesticides et/ou de nitrates.

**Contexte côté Grand Narbonne** :

Pour la Communauté d'Agglomération du Grand Narbonne, l'atteinte de cet objectif de reconquête de la qualité de la ressource passe par :

- la délimitation précise de l'aire d'alimentation du captage (AAC) et la hiérarchisation des territoires d'action vis-à-vis de la vulnérabilité du captage aux pollutions diffuses,
- l'inventaire des pollutions et des usages du sol (diagnostic territorial des pressions agricoles et non agricoles),
- la mise œuvre d'un programme d'actions visant à modifier les pratiques à risque.

Le diagnostic de territoire s'attache à passer en revue l'ensemble des activités (agricoles et non agricoles) recensées sur l'AAC. Cette base de réflexion servira à l'élaboration d'un programme d'actions concerté, pour l'amélioration de la qualité des eaux.

Le programme d'actions est pluriannuel, sur une durée de 5 ans. Il est basé sur des propositions d'actions adaptées au contexte qui ont été chiffrées et hiérarchisées.

**Problématique pour le service Eau** :

Dans ce contexte, le service Eau est tenu de réaliser annuellement à la demande de l'Agence de l'Eau, un rapport faisant état de l'avancement des objectifs fixés par le programme d'action. Pour cette année, le programme d'action et son premier bilan annuel concerne l'Aire d'Alimentation du captage de Sigean. 148 hectares de terres agricoles ont été engagés pour lutter contre les pollutions diffuses (pesticides) du captage

d'eau potable. Les jeux de données concernant les surfaces engagées, les typologies de cultures, les niveaux de sensibilités, les textes réglementaires… sont disponibles sous divers formats (Word, Excel, PDF).

### Problématique pour le service SIG :

Dans ce contexte, le service SIG doit apporter les solutions techniques nécessaires et pérennes au service Eau pour faciliter la production annuelle de ces rapports. Depuis sa création, le service SIG a pris le parti de n'utiliser que des solutions libres. Certaines applications ont déjà été développées (en collaboration avec le service SI) avec l'aide de solutions type Mapserver (permettant de construire des applications internet à référence spatiale) ou iReport (utilisé pour la création de rapports interactifs depuis toute source de données). Le candidat devra tenir compte de ces différentes orientations pour le traitement envisagé

### Intérêt pédagogique :

Le stagiaire sera force de proposition dans la méthode de travail qui lui permettra d'aboutir à la conception d'une chaîne de traitement et à sa construction. Il devra animer un groupe de travail. Il s'initiera au métier de chef de projet en géomatique.

### Objectifs du stage proposé :

- s'approprier la problématique du service Eau
- rechercher des expériences similaires
- recueillir, trier et intégrer les différentes données au serveur SIG
- proposer des mises en page type de rapport intégrant automatiquement du texte, des tableaux, des graphiques, des cartes, des photos…
- préparer et animer des réunions
- créer des cartes analytiques
- s'approprier les fonctionnalités des outils déjà pressentis pour la réalisation de ce projet : Mapserver, iReport, Inkscape, Qgis, PostgreSQL / Postgis

### Niveau de formation : Bac + 5 de type ingénieur ou Master II

### Compétences nécessaires :

- Maîtrise des concepts de la géomatique et des techniques de la conception cartographique
- Maîtrise des logiciels SIG et DAO (QGIS, Inkscape)
- Connaissance des Bases de données (PostgreSQL/Postgis)
- Maîtrise des outils bureautique
- Autonomie, rigueur et organisation
- Bonnes aptitudes au travail en équipe

### Les + appréciés :

- Connaissances en langage sql et création de bases de données géographiques

Condition de dépôt des candidatures : envoyer un CV et une lettre de motivation à Élodie Solé, Responsable SIG au Grand Narbonne Communauté d'Agglomération. e.sole@legrandnarbonne.com

# Table des matières

I. Le cadre et l'environnement du stage....6
1. Le Grand Narbonne....6
a. Organisation générale....6
b. L'organisation des services....7
c. Le service SIG....7
d. Le service « eau et assainissement »....9
2. La problématique des captages prioritaires....10
a. Les captages d'eau potable et les périmètres de protection....10
b. Les captages prioritaires....11
c. Le programme d'action et le rapport annuel....12
d. Le cas du territoire du Grand Narbonne....12
3. Les atouts du service SIG pour traiter cette problématique....13
a. Les bases de données relationnelles : centralisation des données....13
b. Le serveur cartographique : création des cartes....13
c. Les outils de reporting : génération automatique des rapports....13
4. Découpage du travail et planning prévisionnel....14
II. Structuration et remplissage de la base de données....15
1. Analyse des données et du rapport à produire....15
2. Création du MCD de la base de données captage....16
3. MLD et création de la base....17
a. Le logiciel pgModeler : aide à la conception de bases....17
b. Illustration d'un passage au MLD....17
c. Exportation de la structure de la base vers postgreSQL....19
4. Importation des données dans la base....19
a. Organisation : du temporaire au permanent....19
b. Importation des données au format SIG dans des tables temporaires....20
c. Importation des fichiers tableurs....20
d. Création de vues : une simplification des données....20
e. Ventilation des données dans les tables définitives....20
III. Génération automatique du rapport....23
1. Étude d'opportunité....23
a. JasperReports et iReport : le choix d'une solution de reporting libre....23
b. Identification des possibles limitations....24
c. Discussions autour de la structure générale du rapport....25
2. Développement....26
a. Organisation générale du rapport....26
b. Création de tableau : l'exemple du suivi des MAEt....27
c. Création des cartes : l'exemple des parcelles engagées....28
d. Tables et graphiques : l'exemple de l'analyse de l'eau....34

# Préambule

Pour assurer la reconquête de la qualité de la ressource en eau potable, la Directive Européenne 2000/60/CE a fixé des objectifs ambitieux à l'échéance 2015. Afin de prévenir la détérioration de la qualité des captages, les États membres doivent prendre des mesures de protection. Le Grenelle de l'environnement a ainsi mis en place un plan d'action concerté pour la reconquête des captages prioritaires. Plusieurs captages ont ainsi été identifiés sur le territoire du Grand Narbonne, région principalement composée d'exploitations agricoles, avec une utilisation de pesticides importante.

Pour atteindre ces objectifs, la communauté d'Agglomération du Grand Narbonne a d'abord dû délimiter l'aire d'alimentation des captages pour identifier les zones de travail. Ensuite, un diagnostic territorial a été réalisé pour passer en revue l'ensemble des activités agricoles et non agricoles recensées sur la zone. Cette base de réflexion a servi à l'élaboration d'un programme d'actions concerté, pour l'amélioration de la qualité des eaux. Pluriannuel et sur une durée de 5 ans, il est basé sur des propositions d'actions, adaptées au contexte, qui ont été chiffrées et hiérarchisées. Le service « Eau et Assainissement » du Grand Narbonne est ainsi tenu de réaliser annuellement, à la demande de l'Agence de l'Eau, un rapport faisant état de l'avancement des objectifs fixés par ce programme d'action.

Pour traiter cette problématique, le service « Eau et Assainissement » du Grand Narbonne s'est rapproché du service SIG dans le but d'utiliser ses compétences et son expertise. Une capitalisation des connaissances des captages prioritaires et la mise en place d'une solution permettant l'automatisation du bilan annuel de leurs suivis ont été envisagées. L'utilisation des outils et moyens du service SIG permettrait ainsi une meilleure efficacité dans le traitement et l'exploitation des données du service « Eau et Assainissement ».

C'est dans ce contexte de rapprochement entre les deux services que j'ai réalisé mon stage de fin de Master 2 Ingénierie et Gestion du Territoire, au sein du Grand Narbonne, Communauté d'agglomération, l'objectif étant de proposer au service « Eau et Assainissement » une solution complète permettant l'automatisation de la génération du bilan annuel de suivi des captages prioritaires.

Ce travail va être détaillé dans la suite de ce rapport. La gestion de projet, la méthodologie adoptée et les choix techniques seront analysés. Les résultats seront aussi présentés en essayant de poser un regard critique sur le rendu obtenu et sur les améliorations nécessaires.

**Glossaire**

AAC : Aire d'Alimentation du Captage
EPCI : Établissement Public de Coopération Intercommunale
OGC : Open Geospatial Consortium
MAEt : Mesures Agro Environnementales territoriales
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SGBD-R : Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles
SIG : Système d'Information Géographique

# I. Le cadre et l'environnement du stage

## 1. Le Grand Narbonne

### a. Organisation générale

Créée le 26 décembre 2002, la communauté d'agglomération de la Narbonnaise est un EPCI, structure administrative regroupant plusieurs communes pour travailler en commun sur un certain nombre de compétences. Initialement composée de 18 communes, elle deviendra « Le Grand Narbonne Communauté d'Agglomération » suite à l'élection à sa présidence de Jacques Bascou en 2008, alors député maire de Narbonne. Au fil des années, l'agglomération va accueillir de nouvelles communes pour arriver aux 39 qui constituent aujourd'hui le territoire.

Situé entre le littoral méditerranéen, la montagne noire, le piémont des Corbières, les vignobles du minervois, et en plein cœur de la basse plaine de l'Aude et du Parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée, le territoire du Grand Narbonne possède une richesse environnementale et patrimoniale exceptionnelle.




*Les 39 communes du Grand Narbonne*

En tant que Communauté d'Agglomération, le Grand Narbonne travaille sur plusieurs compétences obligatoires, facultatives et optionnelles, au service des 125 000 habitants qui peuplent le territoire.

Compétences obligatoires :

- le développement économique : gestion des zones d'activité, prospection, tourisme, enseignement, etc...
- l'aménagement de l'espace communautaire et la gestion des transports urbains, périurbains, scolaires ainsi que des pistes cyclables.
- l'habitat et l'équilibre social : HLM, réhabilitation de logements.
- la politique de la ville : contrat urbain de cohésion sociale, aide à l'insertion et à l'emploi, prévention de la délinquance.

Compétences optionnelles :

- La voirie communautaire.
- L'eau et l'assainissement.
- L'environnement.
- Les équipements culturels et sportifs.

Compétences facultatives :

- la régie communautaire des pompes funèbres.
- la fourrière animale.
- la fourrière des véhicules.
- la gestion des aires d'accueil des gens du voyage.

### b. L'organisation des services

L'organigramme des ressources du Grand Narbonne est organisé autour de quatre grands pôles :

- le pôle « Ressources et Moyens » : il comprend tous les services nécessaires au bon fonctionnement du Grand Narbonne (Ressources Humaines, finances, juridique, etc...) ainsi que les services transverses (Informatique, SIG, Marchés Publics...)
- le pôle « Développement du Territoire » : observatoire socio-économique, développement, emploi et formation, tourisme, etc...
- le pôle « Services Publics et Équipements Communautaires » : patrimoine, eau et assainissement, transport, bureau d'étude, environnement.
- le pôle « Aménagement Durable du Territoire » : planification et urbanisme, équilibre du territoire, politique sociale de l'habitat, cohésion sociale et politique de la ville, culture.

### c. Le service SIG

#### i. Historique et organisation

Intégré au pôle « Ressources et Moyens », le service SIG a été créé début janvier 2012. Son fonctionnement est assuré à temps plein par Élodie Solé, responsable du service. Ses objectifs sont l'acquisition, le traitement, l'intégration, la capitalisation, la mise à jour et l'analyse d'informations géographiques en vue d'une diffusion aux autres services. Cela se traduit par l'administration et la gestion de la base de données géographiques du Grand Narbonne, le développement d'outils de partage des données, la production de cartes thématiques, de plans... Le service SIG joue aussi un rôle clé en apportant une plus-value à tous les projets s'appuyant sur l'information géographique et en offrant une aide à la décision pour une gestion stratégique du territoire.

Pour assurer son bon fonctionnement, le service SIG travaille en relation avec le service informatique (SI), ce dernier lui mettant à disposition le matériel nécessaire aux déploiements des nouveaux outils (serveurs, base de données, espace disques, sauvegardes automatisées, etc...). De plus, le rapprochement de ces deux services a permis la création d'une application de gestion et de géolocalisation d'équipements intercommunaux tels que les points d'arrêts de bus, les containers de tri... (voir paragraphe I-1-c-iv).

Le service étant encore très jeune, toutes les équipes du Grand Narbonne ne travaillent pas encore avec lui, mais la part des collaborations est en forte augmentation, chacun réalisant les intérêts d'un tel partenariat. Aussi, la charge de travail augmentant, l'ouverture d'un deuxième poste devient primordiale pour apporter une réponse efficace à l'ensemble des services.

L'aboutissement de cette mission de stage va permettre au service SIG d'amorcer une collaboration durable avec le service « Eau et Assainissement ».

#### ii. Les logiciels utilisés

Depuis la mise en place du service, l'utilisation de logiciels libres a été privilégiée. Ils répondent en effet entièrement aux exigences d'un SIG d'un EPCI et leur grande polyvalence permet de les adapter au besoin, en les modifiant si nécessaire. Leur gratuité est un réel avantage notamment dans le cas de la création d'un service. Néanmoins, leur installation et leur utilisation nécessite de bonnes connaissances en informatique et de l'autoformation, aucun support n'étant disponible hormis les communautés d'internautes présentes sur des forums spécialisés.



L'ensemble des données géographiques est traité par le SGBD-R PostgreSQL 9.2 qui a été installé sur un serveur dédié. Ce système de base de données relationnel a l'avantage de proposer une extension spatiale (Postgis 2.0), qui permet la manipulation d'informations géographiques sous forme de géométrie, conformément aux standards de l'OGC. Toutes les bases utilisent l'encodage UTF-8 et les données géographiques sont projetées en Lambert 93 CC 43 avant leur enregistrement.

La mise en forme cartographique et certains traitements sont assurés par l'utilisation de Qgis 2.2. La possibilité de connexion à une base PostgreSQL/Postgis et les nombreuses extensions permettant des géotraitements avancés, rendent le logiciel idéal dans le modèle d'infrastructure mis en place par le service.

Les bibliothèques GDAL et OGR (v1.7) ont été installées pour assurer les traitements géographiques nécessitant beaucoup de ressources. Elles permettent, grâce à des scripts en ligne de commande, de réaliser des opérations telles que les conversions de formats ou les reprojections. Il faut noter que Qgis utilise déjà ces bibliothèques mais leur exécution en ligne de commande permet de s'affranchir de l'affichage et de garder ainsi des ressources systèmes supplémentaires pour les traitements gourmands. Il est également possible d'automatiser leur utilisation avec des scripts.

Le serveur cartographique Mapserver (v6.0.3) et sa bibliothèque php Mapscript (v6.0.3) sont utilisés pour automatiser la création de cartes et pour permettre leurs diffusions en WMS. Le module TileCache a également été installé suite à l'acquisition de l'ensemble des dalles de l'orthophotographie 2012 du département de l'Aude. La création de ces tuiles a permis d'accélérer la visualisation de l'orthophotographie, sous Qgis notamment.

Adobe Illustrator CS6, logiciel de DAO, est utilisé pour la mise en page de cartes générées avec Qgis. À la création du service, l'équivalent libre Inskape était utilisé mais les autres équipes du Grand Narbonne utilisant Illustrator (notamment le service Communication) et la correspondance entre les deux formats n'étant pas parfaite, Inskape a ainsi été abandonné.

### iii. Les données du service

Le service SIG travaille avec une grande quantité de données que l'on peut classer en trois catégories :

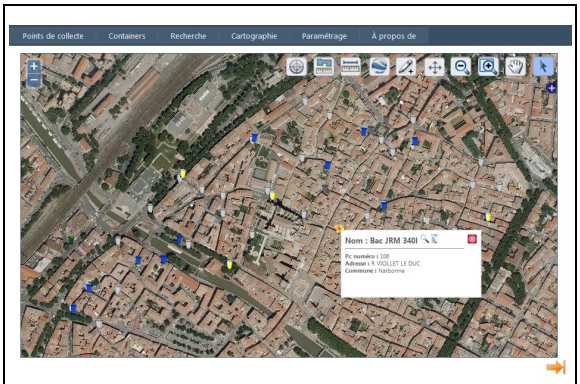
- les référentiels IGN : il s'agit de données mises à la disposition des EPCI par le biais de conventions (BD Ortho, BD Topo, BD Parcellaire, BD Adresse, BD Alti, Scan 25 et Scan 100) ou de données vendues comme les contours IRIS.
- les autres référentiels issus des structures suivantes : DREAL (ZNIEFF, ZICO, Natura 2000...), Conseil Général (cadastre PCI vecteur), État (RPG...), Conservatoire du Littoral (SANDRE, BD Carthage), DGFIP (MAJIC3, logements vacants), SIG-LR (OCSOL, Orthophotographie régionale 2012), etc...
- les données métiers : Eau et assainissement, Transport (ligne et point d'arrêt de bus), Patrimoine, Tourisme, etc... Il faut noter qu'une partie de ces données est récupérée de cabinets externes alors que l'autre partie est directement produite par le Grand Narbonne.

A cela, il faut rajouter les données non géolocalisées, telles que les données de l'INSEE (recensement de 1999 et de 2008), des impôts (nombre de foyers fiscaux), ou des données agricoles issues du recensement de 2000 et 2010.

Un catalogue de données géographiques a été créé en 2014 pour faciliter les échanges avec les services du Grand Narbonne et les prestataires.

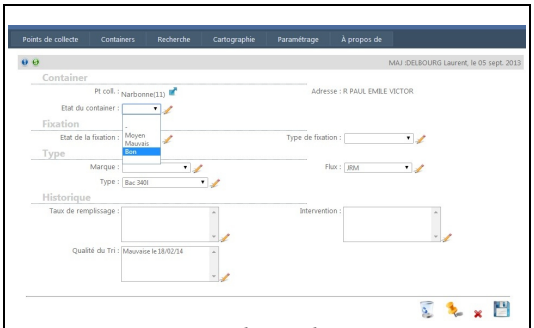
### iv. L'outil Tabloïd

Le service informatique a développé l'outil nommé « Tabloid » pour faciliter la saisie d'informations dans les bases de données. La plateforme Microsoft .NET a été choisi avec le langage de programmation C#, qui permet d'en exploiter toutes les capacités. Le résultat se présente sous la forme d'une application web disponible via un navigateur internet




*Interface cartographique*

Le travail collaboratif en 2012 du service SIG et du service informatique a permis d'apporter les améliorations nécessaires à l'application pour la production de données géographiques avec intégration directe dans PostgreSQL/Postgis. Tabloid est aujourd'hui un service mobile, utilisable avec une tablette tactile, qui se connecte à la base de données du service SIG, et permet de consulter et de saisir des informations.



*Formulaire de saisie*

L'outil est notamment utilisé pour géolocaliser les containers de tri sélectif ou les arrêts de bus. A terme, il permettra également de réaliser l'inventaire des candélabres, des logements sociaux... Des informations sur l'état des équipements sont également renseignées, permettant ainsi d'assurer leurs maintenances. Cet outil sur mesure développé en interne permet aux services du Grand Narbonne de produire leurs propres données géolocalisées facilement.

## d. Le service « eau et assainissement »

Alimenter en eau potable de façon permanente et en quantité suffisante les habitants de son territoire ainsi que traiter leurs eaux usées, est l'une des missions essentielles du Grand Narbonne. Cette mission d'économie et de préservation de la ressource passe notamment par l'amélioration des rendements des réseaux, un suivi de la qualité par la réalisation d'analyses de l'eau, ou la recherche de fuite. Le service est divisé en deux parties, l'une traitant de l'eau potable, l'autre de l'assainissement.

### i. Le service public de l'eau potable

Ses principales missions sont :

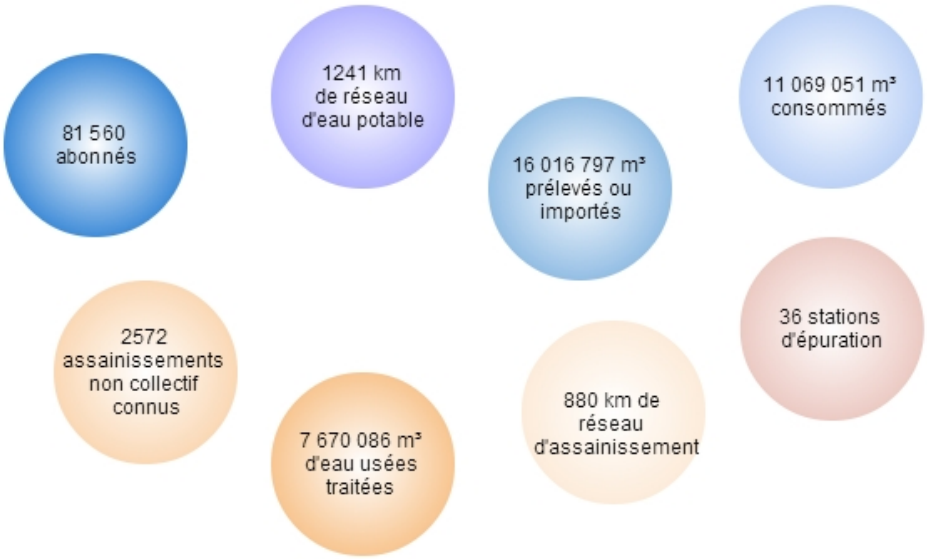
- la gestion de la ressource : pour garantir une qualité d'eau, un suivi régulier est mis en place avec notamment la protection des forages (suite à la mise en place des Dossiers d'Utilité Publique), un suivi piézométrique et un suivi des analyses.
- le pompage et le stockage : l'eau est puisée dans le milieu naturel grâce à différents ouvrages de captage et les volumes d'eau sont mesurés puis stockés dans des réservoirs.
- la distribution et la vente : grâce à des réseaux gravitaires (utilisation de la gravité avec les réservoirs placés à des points élevés) ou à la mise en pression d'autres réseaux, la ressource est acheminée jusqu'à l'utilisateur.

### ii. Le service public de l'assainissement

Les trois compétences du service sont :

- la collecte et le transport des eaux usées : les eaux usées sont récupérées et acheminées via des réseaux jusqu'aux installations de traitement (stations d'épurations).
- l'épuration : elle est réalisée par 36 stations, gérées soit en régie ou par des délégataires.
- la gestion de l'assainissement non collectif : depuis 2006, le Grand Narbonne contrôle le bon fonctionnement des installations existantes, suit les travaux de réhabilitations ou de nouvelles installations, et accompagne les particuliers dans leurs démarches.

### iii. Quelques chiffres clés




## 2. La problématique des captages prioritaires

### a. Les captages d'eau potable et les périmètres de protection

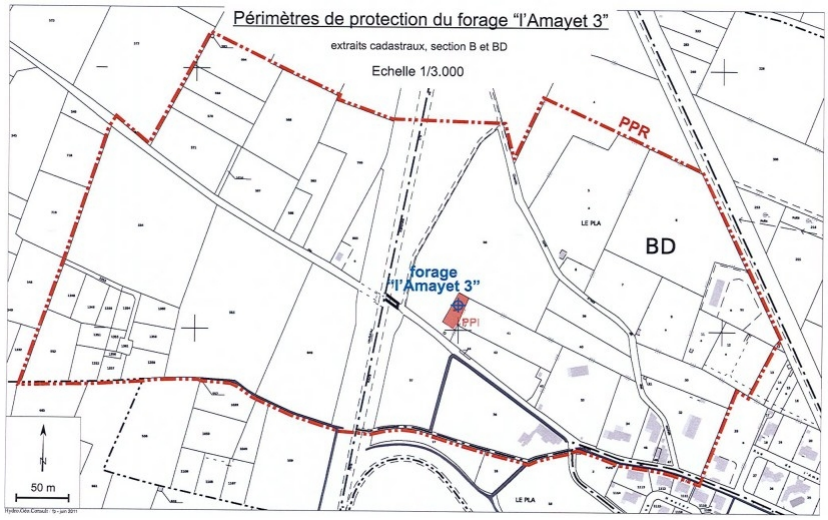
Un captage d'eau correspond à un dispositif de prélèvement d'eau qui extrait l'eau d'une source, d'une nappe d'eau souterraine, d'un cours d'eau ou d'un réservoir de barrage. Afin d'assurer la préservation de la ressource en eau potable, des périmètres de protection ont été établis autour des points de captage destinés à la consommation humaine. Ils ont été rendus obligatoires pour tous les ouvrages de prélèvement d'eau d'alimentation depuis la loi sur l'eau du 3 janvier 1992. L'objectif principal de l'instauration de ces périmètres est de protéger ces captages des pollutions de proximité, directes et immédiates, de type accidentel (préservation de la santé publique).

Ces périmètres de protection sont découpés en trois zones :

- la zone de protection prioritaire : c'est le site du captage, clôturé (sauf dérogation), appartenant à une collectivité publique, dans la majorité des cas. Toutes les activités y sont interdites hormis celles relatives à l'exploitation et à l'entretien de l'ouvrage de prélèvement et au périmètre lui-même. Son objectif est d'empêcher la détérioration des captages et d'éviter le déversement de substances polluantes à proximité immédiate.

- le périmètre de protection rapprochée : c'est un secteur plus vaste autour des captages (en général quelques hectares) dans lequel toute activité susceptible de provoquer une pollution est interdite ou soumise à une prescription particulière (construction, dépôts, rejets …). Son objectif est de prévenir la migration des polluants vers l'ouvrage de captage notamment via la migration souterraine. Elle dépend donc des caractéristiques de l'aquifère (perméabilité, ruissellement, etc...), de la vulnérabilité de la nappe et des débits d'exploitation du captage.

- le périmètre de protection éloignée : cette zone, non obligatoire, permet d'attirer l'attention sur les activités existantes et futures pouvant porter préjudice à la qualité des eaux souterraines.




*Périmètres de protection du captage de Sigean*

*Les limites de ces périmètres se basent sur des critères physiques définissant des temps de transfert d'eau et permettent avant tout de lutter contre les pollutions ponctuelles et accidentelles. Par contre, ces périmètres ne sont pas particulièrement adaptés pour lutter contre les pollutions diffuses, notamment celles de type agricole avec l'utilisation de pesticides ou de nitrates. Cependant, des réglementations sur l'usage de produits à proximité des captages ont été prises pour limiter cette pollution, comme par exemple l'interdiction d'utiliser tout pesticide ou nutriment dans la zone de protection prioritaire.*

### b. Les captages prioritaires

Afin de protéger la ressource en eau des pollutions diffuses notamment liées à l'utilisation de pesticides et de nitrates à proximité des captages, le Grenelle de l'environnement a instauré la mise en place de 500 captages prioritaires au niveau national, à protéger avant 2012. Répartis sur toute la France, ils ont été identifiés suivant un processus de concertation locale, sur la base de trois critères :

- l'état de la ressource vis à vis des pollutions diffuses (essentiellement nitrates et pesticides).
- le caractère stratégique de la ressource.
- la volonté de reconquérir certains captages abandonnés.

A cela s'ajoute 2 500 captages estimés prioritaires sur le plan régional par les SDAGE (Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) sur les 35 000 points de captages d'eau potable existants.

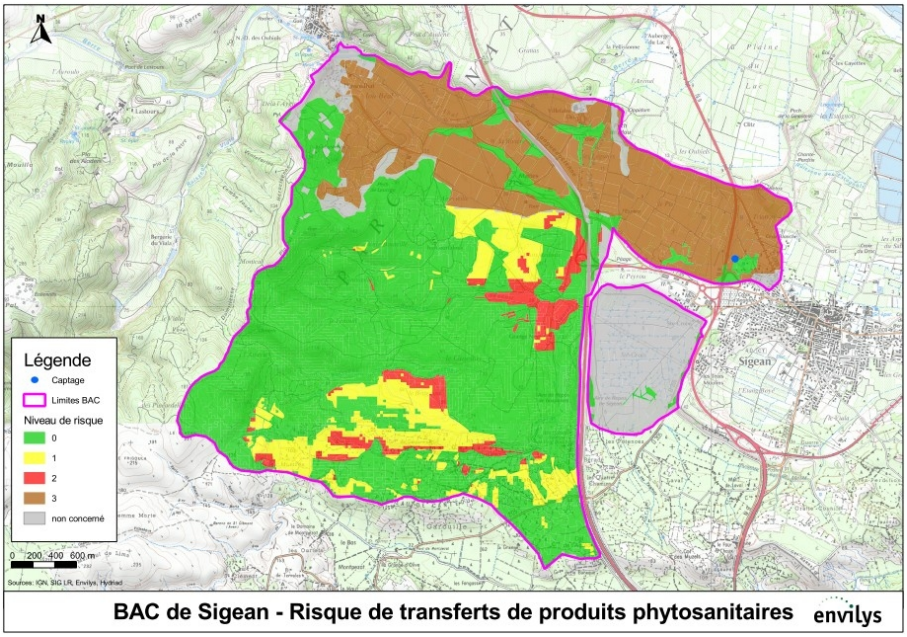
Pour ces captages prioritaires, l'objectif est de définir un programme hiérarchisé d'actions de prévention pour lutter contre les pollutions diffuses. Celui-ci s'adressera à tous les acteurs de l'eau présents sur le territoire (agriculteurs, collectivités, particuliers, industriels) et ayant un impact possible sur la ressource.

Le dispositif de mise en place de ce programme d'action se décompose en 3 étapes principales :

- La définition de l'aire d'alimentation du captage : les captages prioritaires doivent, en plus de leurs périmètres de protection, délimiter leur Aire d'Alimentation de Captage (AAC) qui correspond à l'ensemble de la zone qui influence potentiellement le captage, tant au niveau superficiel que souterrain. L'exhaustivité de cette aire permet de lutter contre tout signal de pollution continu (sans notion de temps) et/ou diffus pouvant atteindre le captage.
- cartographier la vulnérabilité propre au milieu : elle consiste d'abord à déterminer les caractéristiques physiques du milieu (potentiel de lessivage, ruissellement, dérivation, etc...). Cette caractérisation est ensuite couplée au comportement des différents types de contaminants dans le milieu (aptitude à l'adsorption, vitesse de dégradation…), afin de déterminer une vulnérabilité spécifique.
- identifier les pressions exercées par les activités potentiellement polluantes sur le territoire et analyser le contexte socio-économique dans lequel elles interviennent. L'identification des pressions exercées sur le territoire, (sources de contamination, type de substances utilisées, quantités épandues…), est une information déterminante pour permettre le bon positionnement des actions de

protection, tout en ciblant évidemment les zones les plus vulnérables aux transferts vers le milieu aquatique. Elle permet de plus d'établir un plan d'action réaliste (identifier les mesures acceptables par les acteurs du monde agricole et non agricole) tout en maintenant un objectif de protection fort.

*En intégrant toutes les informations recueillies lors de ce diagnostic territorial, il est ainsi possible de produire une carte des niveaux de risques dans l'AAC du captage et de mettre en place le programme d'action pour lutter contre ce type de pollution dans les zones les plus vulnérables.*




*Carte des niveaux de risques produite par le cabinet Envilys*

### c. Le programme d'action et le rapport annuel

Basé sur les conclusions du diagnostic territorial précédent (vulnérabilité, contexte socio-économique, etc...), le programme d'action doit cibler un certain nombre d'objectifs en rapport avec la nature de la contamination identifiée : la diminution des concentrations de tout ou partie des contaminants, la diminution de la fréquence de contamination, l'atténuation des pics de concentration, etc... Les agriculteurs concernés et volontaires engagent ainsi certaines de leur parcelles sur des Mesures Agro-Environnementales territorialisées (MAEt) de différents niveaux (absence totale d'herbicides, absence de traitements chimiques sur l'inter-rang, conversion à l'agriculture Biologique) visant prioritairement la réduction des pressions phytosanitaires sur les cultures. Ils sont en échange subventionnés par des aides européennes et accompagnés dans leur démarche.

Aussi, le programme d'action doit être accompagné d'un programme de suivi sur une durée de cinq ans, ayant pour but :

- d'évaluer le degré de mise en œuvre des actions et leurs effets sur la qualité de l'eau prélevée.
- de juger de l'efficacité des mesures de protection dans leur ensemble.

*Un rapport annuel est ainsi édité afin de mettre en évidence l'avancée de la démarche de protection des captages prioritaires. Il est réalisé par l'animatrice de la démarche de protection, Laura Bry, ingénieur rattachée au service « Eau et Assainissement » du Grand Narbonne.*

### d. Le cas du territoire du Grand Narbonne

Caractérisé par une activité agricole prédominante, le territoire du Grand Narbonne est particulièrement concerné par la problématique de pollutions de captages d'eau potable par les pesticides et les nitrates.

Deux captages prioritaires ont aujourd'hui été étudiés:

- Le forage d'Amayet à Sigean : identifié comme prioritaire dans la loi Grenelle, son programme d'action s'applique sur un territoire d'environ 1500ha et comprend trois communes : Sigean, Portel-des-Corbières et Roquefort-des-Corbières. Le diagnostic territorial a été réalisé en 2012 et le programme d'action mis en place à partir de janvier 2013.
- Le Puit de Granel d'Ouveillan : identifié comme prioritaire dans le SDAGE, son programme d'action s'applique sur un territoire d'environ 1550ha qui comprend six communes : Ouveillan, Sallèles d'Aude, Ginestas, Mirepeisset, Argeliers et Bize Minervois . Le diagnostic territorial a été réalisé en 2012 et le programme d'action mis en place à partir de janvier 2013. L'action liée aux MAEt n'a pu cependant débuter qu'en 2014 sur ce territoire.



*Vignoble sur le territoire du Grand Narbonne*

De plus, la révision du SDAGE va permettre d'intégrer un nouveau captage prioritaire à partir de 2016 : le captage de Moussoulens, alimentant cinq communes dont la ville de Narbonne.

## 3. Les atouts du service SIG pour traiter cette problématique

### a. Les bases de données relationnelles : centralisation des données

Les études de ces démarches de diminution de pesticides sont supervisées par le Grand Narbonne et réalisées par des cabinets externes. Ces derniers produisent un grand nombre de données géolocalisées permettant le suivi détaillé des parcelles engagées dans des MAEt ainsi que d'autres données produites lors du diagnostic territorial (vulnérabilité, topologie du territoire, type de culture, etc...).

L'intégration de ces informations dans une base de données relationnelle n'avait pas été envisagée par méconnaissance du service SIG, récemment créé, et de son potentiel. En effet, elle permettrait de centraliser les données et de les organiser de façon cohérente pour ensuite les exploiter et les croiser avec d'autres bases afin d'obtenir, par exemples, de nouveaux indicateurs. L'utilisation de requêtes SQL permettrait aussi la génération automatique de tableaux de suivis ainsi que des graphiques.

### b. Le serveur cartographique : création des cartes

En plus des données à intégrer dans le bilan annuel, les cartes des parcelles engagées dans des mesures MAEt doivent également être créées. Plusieurs représentations sont nécessaires, comme par exemple le tri des parcelles par niveau MAEt ou celui par exploitation. L'utilisation d'un serveur cartographique relié à une base de données permet d'imaginer l'automatisation complète d'une chaîne de génération de ces cartes. Cela représenterait un réel gain de temps tout en normalisant leur apparence (choix sémiologiques et organisation de la carte).

### c. Les outils de reporting : génération automatique des rapports

Les deux points précédents fixent le principe selon lequel il est possible de créer des tableaux, des graphiques et des cartes en utilisant une base de données et un serveur cartographique. L'outil de reporting se révèle être la dernière pierre à l'édifice, permettant l'automatisation complète de la création du bilan annuel. En effet, ce type de logiciel assure la création d'une structure de rapport en lien direct avec une base de données. Il s'applique donc particulièrement aux rapports d'activités et de suivis.

*L'utilisation d'une base de données relationnelle pour stocker les informations, d'un serveur cartographique pour générer des cartes, et d'un outil de reporting permettrait de créer automatiquement le bilan annuel de suivi des mesures de protections des captages d'eau potable. C'est la mise en place de ces outils et leur exploitation qui vont être présentées par la suite.*

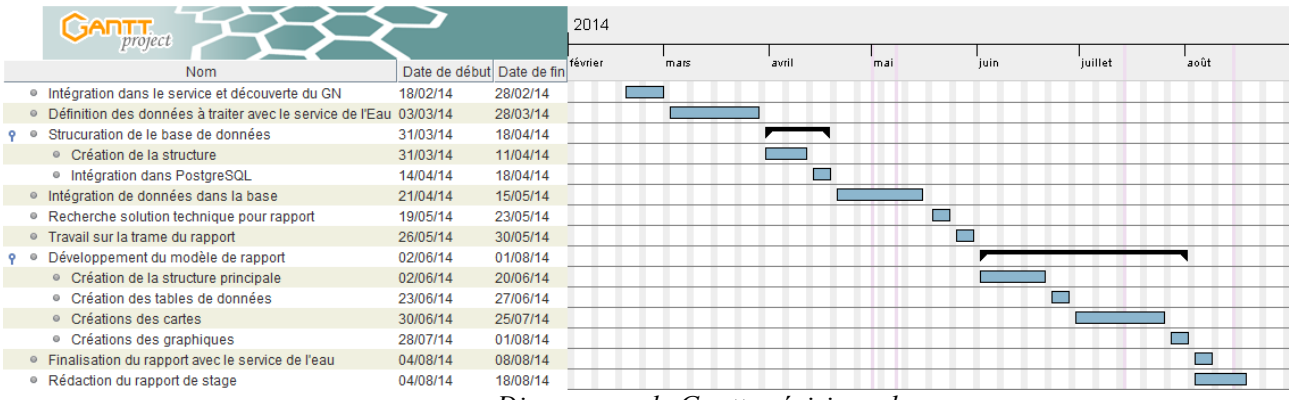
## 4. Découpage du travail et planning prévisionnel

La finalité de ce stage est de créer une chaîne de traitement permettant de générer un rapport annuel à éditer en fin d'année. Les délais pour le service « Eau et Assainissement » étaient assez large, le rapport devant être édité à la fin de l'année 2014. Néanmoins, la durée du stage de Master 2 étant de 6 mois, il a fallu organiser le plan de charge pour respecter ce délai et livrer le traitement le plus abouti possible, des améliorations pouvant tout de même être prévues par la suite, avant la première utilisation de l'outil en décembre 2014.

Le travail a donc été réparti en trois grandes étapes principales :

- Recensement et identification des données à traiter (4 semaines)
- Structuration de la base et importation des données :
  - création de la structure de la base et intégration dans PostgreSQL (3 semaines)
  - importation des données (4 semaines)
- Développement du modèle du rapport avec iReport :
  - création de la structure du rapport (3 semaines)
  - création des tableaux de données (1 semaine)
  - génération des cartes avec un serveur cartographique (4 semaines)
  - création des graphiques (1 semaine)

D'autres tâches ont été aussi rajoutées pour obtenir le diagramme de Gantt suivant :




| Nom | Date de début | Date de fin |
|---|---|---|
| Intégration dans le service et découverte du GN | 18/02/14 | 28/02/14 |
| Définition des données à traiter avec le service de l'Eau | 03/03/14 | 28/03/14 |
| Strucuration de le base de données | 31/03/14 | 18/04/14 |
| Création de la structure | 31/03/14 | 11/04/14 |
| Intégration dans PostgreSQL | 14/04/14 | 18/04/14 |
| Intégration de données dans la base | 21/04/14 | 15/05/14 |
| Recherche solution technique pour rapport | 19/05/14 | 23/05/14 |
| Travail sur la trame du rapport | 26/05/14 | 30/05/14 |
| Développement du modèle de rapport | 02/06/14 | 01/08/14 |
| Création de la structure principale | 02/06/14 | 20/06/14 |
| Création des tables de données | 23/06/14 | 27/06/14 |
| Créations des cartes | 30/06/14 | 25/07/14 |
| Créations des graphiques | 28/07/14 | 01/08/14 |
| Finalisation du rapport avec le service de l'eau | 04/08/14 | 08/08/14 |
| Rédaction du rapport de stage | 04/08/14 | 18/08/14 |

*Diagramme de Gantt prévisionnel*

*Dans la suite de ce rapport, chaque grande étape va être parcourue et détaillée. En fin de rapport, une analyse critique sera faite et montrera notamment les écarts observés entre le planning prévisionnel et la réalité.*

# II. Structuration et remplissage de la base de données

En vue de la structuration de la base de données, la première étape a permis de recenser l'ensemble des données dont disposait le service "Eau et Assainissement" concernant les captages prioritaires, et d'analyser les informations nécessaires à l'édition du bilan annuel.

## 1. Analyse des données et du rapport à produire

Le recensement des données n'a pas été facile étant donné la diversité et la quantité des informations. Elles proviennent soit de cabinets externes qui réalisent des études pour la communauté d'agglomération, soit du service "Eau et Assainissement". Le point de captage de Sigean étant le plus avancé dans la démarche de suivi de captages prioritaires, les données s'y rapportant ont été privilégiées pour organiser la base de données.

Ces données, fournies par le cabinet d'étude Envilys, ont été regroupées ainsi :

- les données issues du diagnostic territorial (2012) : certaines sont disponibles au format .shp (limites de l'AAC, niveaux de risques, parcelles du diagnostic, éléments remarquables, sièges des exploitations, etc...) et d'autres uniquement au format .xls (caractéristiques et analyses du sol, type de cultures, etc...). Une référence est faite à la parcelle concernée avec un identifiant unique, ce qui permet de relier les données de ces tableaux aux données fournies au format SIG.
- les données issues du suivi MAEt 2013 : disponibles au format SIG, elles contiennent toutes les informations concernant les parcelles engagées dans une démarche MAEt.

A cela s'ajoute les données du service "Eau et Assainissement" :

- les points de captage déjà géolocalisés (dans la base de données SIG).
- les informations générales sur les exploitations, au format Excel (adresse complète, contact, etc...).
- les données des analyses de l'eau : elles sont intégrées dans un fichier Excel du service.
- Les données du réseau de distribution de l'eau potable : ce sont des informations de suivi des valeurs de compteurs, mises à jour régulièrement par le service "Eau et Assainissement".
- les masses d'eau souterraines (géométries et informations) récupérées auprès de le DREAL.

Le service "Eau et Assainissement" dispose également de tous les précédents documents qui ont été rédigés pour l'étude de ses captages prioritaires :

- les diagnostics individuels : ce sont des documents rédigés par le cabinet Envilys lors de la phase de diagnostic territorial qui synthétisent les informations économiques et sociales sur les exploitations étudiées.
- Le diagnostic territorial : rédigé par le cabinet Envilys, ce document synthétise les données récupérées lors de l'étude de la zone autour du point de captage.
- Les programmes d'actions : faisant suite au diagnostic territorial, ils détaillent les actions qui vont être mise en œuvre pour engager une démarche de protection sur le point de captage.
- Le document « Projet Agro-Environnemental », rédigé par le Grand Narbonne, qui fait un bilan du contexte agricole autour du point de captage et propose un projet de Mesures Agro-Environnementales territoriales (MAEt). C'est en fait un détail de l'action du programme d'action traitant de l'accompagnement de l'évolution des pratiques par le recours à des mesures parcellaires contractuelles.

*Ce recensement concernant le captage de Sigean nous montre la diversité des sources d'informations. Ces données proviennent en grande partie d'un cabinet extérieur (Envilys) qui a créé sa propre organisation de données. Il a été envisagé de mener une réflexion sur la mise en place d'une procédure de rendu des données produites dans le cadre de ces études. Un document serait remis aux prestataires, leur spécifiant les données attendues ainsi que leurs formats. Cela permettrait d'uniformiser les informations reçues et de simplifier leurs importations dans la base de données.*

L'ensemble des données disponibles recensées, le rapport annuel d'activité à produire a été analysé afin de s'assurer que toutes les informations nécessaires à son édition avaient bien été listées. Cette étape a fait apparaître le fait que beaucoup de données disponibles n'étaient pas nécessaires à la génération du rapport. Il a toutefois été décidé de les intégrer dans la base, ces données pouvant être potentiellement utiles à de futures études.

*L'étude des données disponibles a donc permis d'avoir une meilleure vision de l'existant et de commencer l'organisation de la base de données en ayant une vision globale de l'ensemble des informations à traiter.*

## 2. Création du MCD de la base de données captage

Une fois les données listées, analysées et triées, la structuration de la base de données a pu être lancée. Après réflexion avec le service "Eau et Assainissement", il a été décidé que deux bases seraient créées pour répondre à la mission ainsi qu'aux futurs projets :

- les captages d'eau.
- les réseaux de distribution.

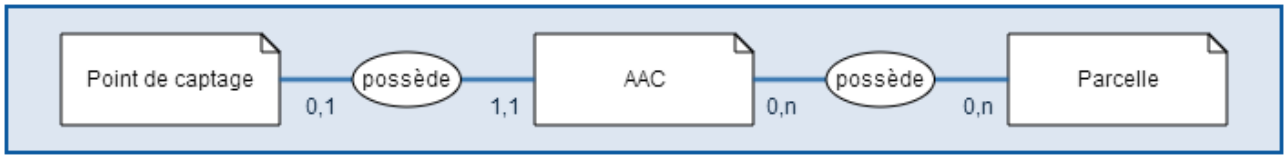
Dans le cadre du stage, seule la base de données concernant les captages sera réalisée. L'autre base sera mise en place par la suite par le service SIG, ce qui permettra de générer automatiquement le rapport d'activités annuel du service faisant appel aux données des deux bases.

Le MCD (Modèle Conceptuel des Données) est utilisé pour décrire sous forme d'un schéma les données relatives au sujet à traiter (entités, attributs et les relations qu'elles entretiennent). Le MCD ne tient pas compte du SGBD qui sera utilisé. Il permet de faciliter les échanges entre les services en s'affranchissant de la complexité du MLD (Modèle Logique de Données). C'est une première étape indispensable à la création et à la validation de la structure de la base de données.

Voici les principales sources de données à intégrer:

- le diagnostic territorial des parcelles concernées (exploitants, vulnérabilité, type de culture, etc...).
- le suivi MAEt des parcelles engagées (exploitants, traitements phytosanitaires, etc...).
- le diagnostic de l'AAC (niveaux de risques, zone de protection, etc...).
- les points de captage géolocalisés du territoire du Grand Narbonne.
- les mesures de la qualité de l'eau.

Après concertations et analyses, trois entrées ont étés identifiées : les parcelles, les AAC et les points de captage. Il est ainsi possible de les organiser selon le schéma suivant :



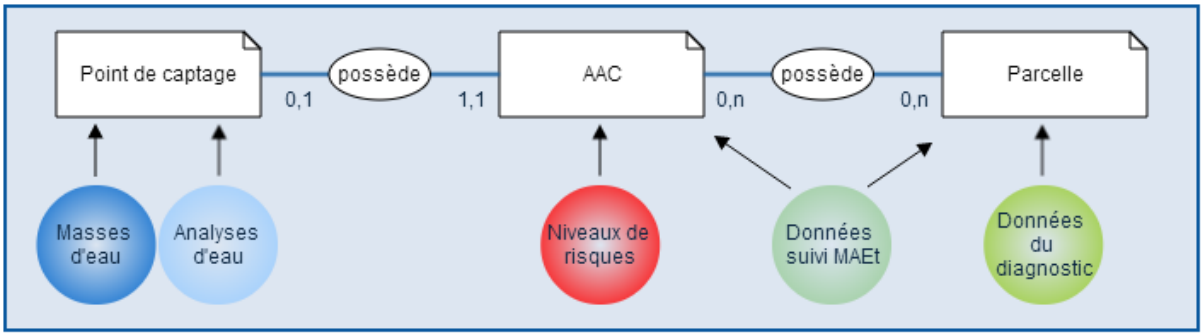

*Noyau MCD des trois blocs d'entités*

Lecture des interconnexions :

- une AAC est associée à un point de captage.
- un point de captage peut posséder 0 ou 1 AAC. Si le captage n'est pas prioritaire, aucune AAC ne lui sera associé dans la base de données car aucune étude n'aura été faite.
- une parcelle peut appartenir à 0 ou plusieurs AAC.
- une AAC peut contenir 0 ou plusieurs parcelles.

A partir de ce premier schéma, les données suivantes s'y imbriquent:

- les données du diagnostic associées à une parcelle indépendamment d'une AAC : ce sont des caractéristiques intrinsèques du terrain (granularité, taux de pénétration, etc...).
- les données de MAEt associées à une parcelle et à un AAC : en effet les mesures réalisées sur les fréquences de traitements sont faites dans le cadre du bilan annuel du suivi MAEt durant les cinq années d'engagement de la parcelle.
- les différents niveaux de risques associés à leur AAC.
- les résultats des analyses d'eau sur le territoire associés à un point de captage.
- les couches des masses d'eau souterraine associées à chaque point de captage.




*Association des données au noyau du MCD*

## 3. MLD et création de la base

Une fois le MCD finalisé et validé par le service "Eau et Assainissement" et le service SIG, le MLD (Modèle Logique des Données) a été réalisé. Un MLD présente les objets de la base de données (les tables) d'une façon compréhensible par un SGBD-R. Il représente donc toutes les tables de la base, ainsi que les relations qui les unissent entre elles.

### a. Le logiciel pgModeler : aide à la conception de bases



Le logiciel pgModeler est un outil libre et multiplateforme dédié à la conception de base de données sous PostgreSQL. Il permet de créer graphiquement le schéma logique de la base de données (tables et relations) sans risques d'incohérences (par exemple, les erreurs de type sur les clés étrangères sont détectées). Une fois le schéma réalisé, il va être analysé par le logiciel pour une validation, puis être traduit en langage SQL et exporté dans un fichier ou directement injecté dans la base de données (connexion sur un serveur distant possible). Les schémas, les tablespaces et les relations sont gérés ainsi que les contraintes SQL.

### b. Illustration d'un passage au MLD

#### i. Les tables associatives

Afin d'obtenir toutes les tables de la base de données, les relations n à n ou 1 à n du MCD ont été traduites dans le MLD en rajoutant des tables associatives. Ces dernières permettent de faire la correspondance entre les deux sources de données initiales. Elles sont composées de la sorte :

- un identifiant unique.
- l'identifiant de la source 1.
- l'identifiant de la source 2.

Les identifiants des sources doivent comporter une clé étrangère vers les clés primaires des tables sources concernées.

Ci-contre, un exemple des relations entre les tables des AAC (aac) et des parcelles (par).

Il faut toutefois noter que l'identifiant unique peut souvent être supprimé. Dans le cas des relations 1 à n, c'est l'identifiant d'une source qui devient la clé primaire. Dans les relations n à n, il est aussi possible de définir le couple de deux autres identifiants comme clé primaire. Cependant, cette méthode, bien que ne nécessitant pas la création d'un nouvel identifiant, complexifie les liens entre les tables (nécessité de deux clés étrangères). L'utilisation d'un identifiant unique a ainsi souvent été choisie pour clarifier l'organisation.

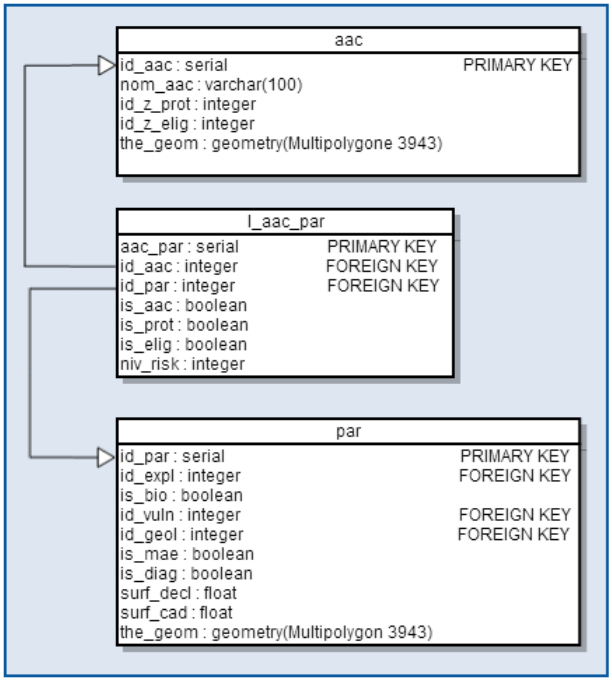
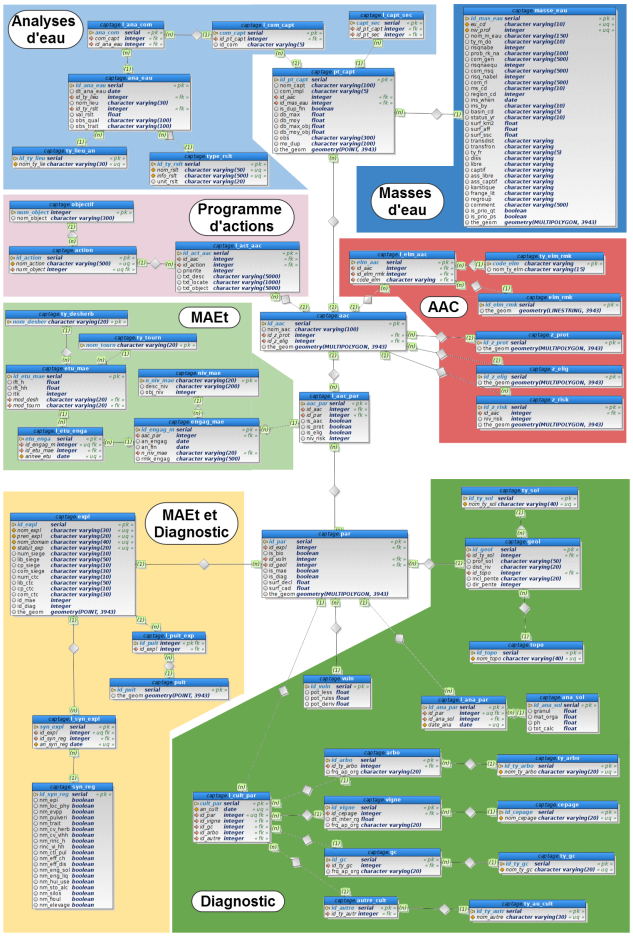



*Table associative liant les parcelles aux AAC*

## ii. Les contraintes primaires et étrangères




*Aperçu du schéma de la base de données "captage"*

Une fois les relations n à n ou 1 à n remplacées par des tables associatives, les relations entre les autres tables ont été rajoutées afin de garantir une cohérence dans la structure de la base. Une clé primaire a été désignée pour chaque table. Cette dernière devant être unique et non nulle, il a souvent été décidé de rajouter un champ de type SERIAL (entier qui s'incrémente automatiquement à chaque nouvel enregistrement pour garantir son unicité). Par exemple, dans la table parcelle, aucun champs n'est unique : un nouvel identifiant a donc été rajouté pour servir de clé primaire. Par contre, pour les tables possédant un identifiant unique, celui-ci a été choisi comme clé primaire, comme par exemple pour la table contenant la liste des différents niveaux MAEt : le nom du niveau est normalisé (LR-SIGE-VI2 pour le niveau 2 des parcelles VIgnes de SIGEan en Languedoc Roussillon) et donc unique dans la table.

Les clés primaires désignées pour toutes les tables, les clés étrangères ont été rajoutées pour contrôler l'ensemble des relations : elles garantissent que l'objet associé existe bien lors de la création de la table,

Une version détaillée du schéma final de la base de données est disponible en annexe (p. 21).

### c. Exportation de la structure de la base vers postgreSQL

Une fois les tables créées avec pgModeler et les contraintes vérifiées, le logiciel a été connecté directement à postgreSQL et la base de données a ainsi été directement générée. Cela a permis de commencer à travailler sur l'intégration des données dans la base avec une première version validée par le service "Eau et Assainissement".

Cependant, l'importation des données et leur exploitation dans le bilan annuel a fait apparaître des petites erreurs de conception qui ont été corrigées au fur et à mesure. Voici deux exemples qui illustrent ces changements :

- les données des engagements MAEt avaient été initialement liées directement à la parcelle concernée. Cependant, il est apparu qu'une parcelle pouvait éventuellement être engagée sur deux démarches MAEt sur deux AAC différentes. Les données ont donc été liées à la liste des parcelles d'un AAC pour permettre de gérer ce cas particulier.
- il n'avait pas été envisagé au départ de gérer l'historique d'engagement des parcelles. Un exploitant s'engage à suivre les mesures sur une durée de 5 ans, mais il peut rajouter de nouvelles parcelles tous les ans. Au bout des cinq années, il pourra arrêter son engagement ou repartir sur cinq nouvelles années. Pour répondre à ce besoin dans la base de données, une table « engagement » a été rajoutée entre les parcelles et les données de mesures. Elle permet ainsi de garder l'historique de la démarche d'engagement au fil des ans, en enregistrant un commentaire, si nécessaire.

*Ces deux exemples soulignent la difficulté de prévoir tous les cas d'usages dès le départ. Ainsi, la base de données est amenée à évoluer, surtout au commencement d'un projet. Cependant, ces changements sont souvent mineurs, surtout si la structure initiale des tables a été bien pensée, et ils interviennent après une validation du service concerné.*

## 4. Importation des données dans la base

La base de données correctement générée, la question de l'organisation de l'importation des données s'est présentée. En effet, du fait de l'utilisation d'un schéma relationnel, l'ordre d'insertion des différentes données est primordial afin d'obtenir une base de données correctement renseignée. Pour réaliser cela, un schéma temporaire « temp_capt » va être créé et va contenir des tables renseignées de toutes les données à importer dans la base. Ensuite, ces données seront ventilées dans le schéma définitif afin d'avoir toutes les informations dans les tables crées avec pgModeler.

### a. Organisation : du temporaire au permanent

Le service SIG du Grand Narbonne a regroupé l'ensemble des données du territoire dans une base de données intitulée « bdd_gn ». Celle-ci comprend plusieurs schémas thématiques comme par exemple le schéma « limit_admin » composé des tables de découpe territoriale, ou le schéma « tourisme » contenant les pistes cyclables et des points d'intérêts touristiques.

A terme, la base de données « captage » sera intégrée dans cette base « bdd_gn » dans un schéma à part, et il sera donc possible de joindre les données avec celles d'autres schémas. Cependant, pour la phase de test, une base de données temporaires a été utilisée par sécurité. Les limites communales du Grand Narbonne ainsi que la position des points de captage ont donc été exportées depuis la base « bdd_gn » (opération de dump qui permet de générer un fichier SQL contenant toutes les commandes nécessaires à la génération de la table et à la restauration des données présentes) puis importées dans la nouvelle base « captage ». Le même nom de schéma est utilisée que dans la base « bdd_gn » : ainsi, lorsque la base « captage » sera intégrée à la base « bdd_gn », les liens avec ces tables seront conservés.

```
psql -d jerome_captage -f .\dump_pt_capt.sql -U postgres
psql -d jerome_captage -f .\dump_gn_2014.sql -U postgres
```

### b. Importation des données au format SIG dans des tables temporaires

La commande « ogr2ogr » a été utilisée afin d'importer les données fournies sous la forme de fichiers shp. Elle permet de convertir des données vectorielles selon différents formats, tout en effectuant divers traitements (sélections attributaires, reprojections...)

Les données sont importées dans le schéma temporaire « capt_temp » après avoir été reprojetées en Lambert 93 Conique Conforme 43.

```
ogr2ogr -overwrite -t_srs "EPSG:3943" -f "PostgreSQL"
        PG:"host=192.168.3.13 dbname=jerome_captage user=postgres
        password=xxxxxxxx" BAC_Sigean_ZoneProtection.shp -lco
        GEOMETRY_NAME=the_geom -lco SCHEMA=temp_capt -nlt MULTIPOLYGON
        -nln "tmp_z_pro"
```

Les paramètres de cette commande sont expliqués en annexe (p. 23).

### c. Importation des fichiers tableurs

En plus des données fournies au format SIG (shp), de nombreuses informations nécessaires à la base de données sont présentes dans des fichiers de type Excel. Pour les intégrer, la commande PostgreSQL « copy » a été utilisée. Elle permet d'importer directement des fichiers csv dans une table de la base, celle-ci devant correspondre au format du fichier d'entrée prédéfini (nombre et type des champs).

Pour chaque fichier Excel, voici le processus qui a été utilisé :

- enregistrement du fichier en csv (encodage des caractères en UTF-8, standard utilisé dans la base de données)
- création d'une table temporaire dans le schéma temporaire « capt_temp ». Cette table contient autant d'attributs que le nombre de colonnes du fichier csv, et les types de données correspondent.
- utilisation de la commande « copy » dans psql pour importer les données dans les tables temporaires.

```
copy temp_capt.tmp_vigne FROM 'C:\imports_csv_captage\tmp_vigne.csv'
       WITH (FORMAT csv, HEADER true, DELIMITER ';');
```

Les paramètres de cette commande sont expliqués en annexe (p. 23).

### d. Création de vues : une simplification des données

Les données relatives aux parcelles proviennent de plusieurs fichiers Excel (diagnostic, vigne, grande culture), et ont donc été réparties dans plusieurs tables du schéma temporaire suite à l'importation dans la base. Afin de faciliter la centralisation puis la ventilation des données dans les tables définitives, une vue a été créée. Ainsi, les données sont rassemblées dans une seule table, évitant de futures jointures.

```
CREATE VIEW temp_capt.v_tmp_capt AS
SELECT
               pt_capt.nom_capt      AS nom_capt,
               pt_capt_geom.code_insee       AS com_impl,
               pt_capt.db_max        AS db_max,
               pt_capt.db_moy        AS db_moy,
               pt_capt.db_max_obj    AS db_max_obj,
               [...]
FROM
               temp_capt.tmp_pt_capt pt_capt
LEFT JOIN
               eau.pt_captage pt_capt_geom ON
               pt_capt_geom.nom = pt_capt.nom_capt;
```

### e. Ventilation des données dans les tables définitives

Toutes les données étant désormais intégrées dans la base de données et son schéma temporaire, il est maintenant possible de remplir la base définitive en ventilant ces données dans les tables créées par pgModeler. Pour cela, les tables ont été regroupées en 8 thèmes :

- les AAC

- les exploitations
- les éléments remarquables
- les engagements MAEt
- les diagnostics territoriaux
- les masses d'eau
- les analyses de l'eau

Pour chaque groupe, une fonction SQL a été créée. Cette méthode présente un avantage pour le suivi de la base de données : si par exemple de nouvelles données d'engagements MAEt sont disponibles, il suffit de les importer dans le schéma temporaire vu précédemment, puis d'appeler la fonction SQL d'insertion des données MAEt, qui va se charger de parcourir les nouvelles données et de les intégrer dans les tables définitives tout en créant les différents liens entre elles.

```
-------------------------------------------------------------
-- Function qui remplie les bases liées à l'exploitation --
-------------------------------------------------------------

CREATE OR REPLACE FUNCTION temp_capt.insert_expl()
  RETURNS integer AS

$BODY$
  -- Variables internes à la fonction
DECLARE
  num_expl integer;
  num_puit integer;
  num_l_puit_exp integer;
  num_l_syn_expl integer;
  num_syn_reg integer;
  current RECORD;

BEGIN
  -- on copie les données issues du copy dans la table des exploitations
  INSERT INTO captage.expl(nom_expl,pren_expl,nom_domain,statut_exp,num_siege,
  lib_siege,cp_siege,com_siege,num_ctc,lib_ctc,cp_ctc,com_ctc,id_mae,id_diag)
        SELECT
  nom_expl,pren_expl,nom_domain,statut_exp,num_siege,lib_siege,cp_siege,
  com_siege,num_ctc,lib_ctc,cp_ctc,com_ctc,id_mae,id_diag
        FROM temp_capt.tmp_ex_adr;

  -- on parcourt le fichier issu de la couche shp diag pour récupérer la géométrie des
  sièges des exploitations. On commence par le diag pour que, dans le cas où on a
  deux géométries, on garde celle du MAE qui est plus précise.
  FOR current IN (SELECT * FROM temp_capt.tmp_expl_d)
  LOOP
        -- si c'est des exploitations, on enregistre la géométrie dans la ligne
        correspondante
        UPDATE captage.expl
              SET the_geom = current.the_geom
              WHERE id_diag = current.id_exploit;
  END LOOP;

  -- on parcourt le fichier issu de la couche shape des MAEt
  FOR current IN (SELECT * FROM temp_capt.tmp_expl_m)
  LOOP
        -- si c'est des exploitations on enregistre la géométrie
        IF (current.id_type = 1) THEN         -- correspond à type = 'Siege'
              UPDATE captage.expl
                    SET the_geom = current.the_geom
                    WHERE id_mae = current.id_exploit;
        -- si c'est des puits, on les rajoute et on crée les liens
        ELSIF (current.id_type = 2) THEN      -- = 'Puit'
              INSERT INTO captage.puit(the_geom) VALUES (
                    current.the_geom
                    )
              RETURNING id_puit INTO STRICT num_puit;
        - et on crée les liens dans la liste
              INSERT INTO captage.l_puit_exp(id_puit) VALUES (
                    num_puit
                    )
              RETURNING id_puit INTO STRICT num_l_puit_exp;

              UPDATE captage.l_puit_exp
                    SET id_expl = (SELECT id_expl
```

```
                                                FROM captage.expl
                                                WHERE id_mae = current.id_exploit
                                                LIMIT 1)
                        WHERE id_puit = num_l_puit_exp;
        END IF;
 END LOOP;

  RETURN num_puit;
END;

$BODY$

LANGUAGE 'plpgsql' VOLATILE;
```

Une fois toutes les fonctions enregistrées dans la base de données, il ne reste plus qu'à les exécuter les unes après les autres en respectant un ordre logique : la base de données étant relationnelle, il est par exemple impossible d'importer une parcelle si les données correspondant à son exploitation n'ont pas été saisies préalablement. Un script SQL appelant toutes ces fonctions a été créé et son exécution permet ainsi d'intégrer toutes les données dans les tables de la base de données.

Cette partie terminée, une vérification de la géométrie des données importées, en utilisant QGIS, a permis de faire une première validation de ce travail. De plus, des requêtes SQL calculant les surfaces des parcelles ont aussi été utilisées pour s'assurer de la cohérence des résultats.

```
-- Vérification des surfaces pour voir si on a bien tout intégré

SELECT SUM(ST_AREA(the_geom)) from temp_capt.tmp_p_maet;
SELECT SUM(ST_AREA(the_geom)) from captage.par where is_mae=true;

-- même surface : 2 369 136 m² => OK
```

*Cette partie, composée de la création de la base de données et de l'importation des données du service "Eau et Assainissement", a permis de constituer un socle solide pour la suite du travail. L'importation de données a été plus longue que prévue et fastidieuse du fait de la quantité d'informations à trier et de leurs diversités. Néanmoins, l'automatisation de cette étape avec le développement de scripts, va permettre leur réutilisation pour l'intégration de nouvelles données qui arriveront aux fils des nouvelles études.*

# III. Génération automatique du rapport

## 1. Étude d'opportunité

Le service SIG du Grand Narbonne a déjà expérimenté la génération automatique de documents, notamment pour la gestion des logements sociaux, avec la création de fiches synthétisant des données stockées dans la base. Même s'il peut paraître similaire, le travail à réaliser dans le cadre de la mission pour le service « Eau et Assainissement » est beaucoup plus complexe : le rapport à produire possède une structure dynamique et contient des tableaux, des cartes et des graphiques.

Voici les principales contraintes du projet :

- une solution libre.
- une connexion avec le SGBD PostgreSQL.
- l'édition de rapports complexes avec de multiples requêtes SQL.
- l'intégration de textes, tableaux et graphes dynamiques.
- l'affichage de cartes (interfaçage avec un serveur cartographique).
- une exportation du rapport dans un format éditable afin que le service "Eau et Assainissement" puisse compléter des parties et rajouter des informations.

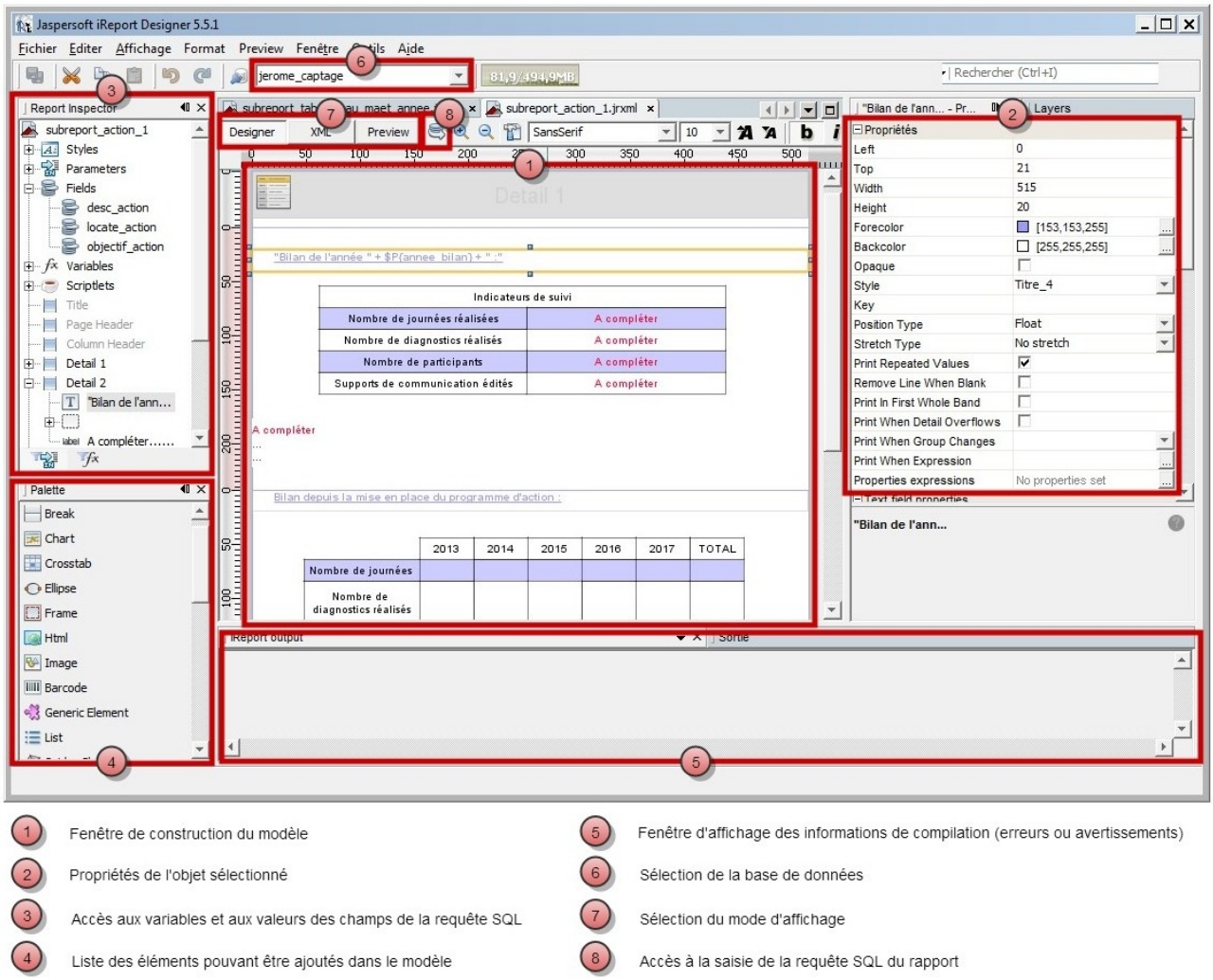
Une recherche a été réalisée pour identifier les différentes possibilités de reporting et le choix s'est porté vers la librairie JasperReports avec le logiciel iReport, déjà utilisé au sein du Grand Narbonne.

### a. JasperReports et iReport : le choix d'une solution de reporting libre

JasperReports est une librairie Java open source de la société JasperSoft, permettant d'intégrer des capacités de reporting à des applications Java ou web. Elle permet la représentation de données sous forme textuelle et la génération de divers graphiques. Connectée à une base de données, elle rend possible la génération automatique de rapports ayant une structure de page flexible et leur exportation dans un grand nombre de formats. D'autres outils comme BIRT de la fondation Eclipse ou le projet Pentaho (anciennement Jfreereport) existent pour générer automatiquement des rapports, mais le choix s'est porté sur JasperReport pour son coté Open Source et sa grande communauté d'utilisateurs.

IReport est un logiciel open source, développé entièrement en Java, et permettant, par l'intermédiaire d'une interface graphique, de créer des modèles de rapports de type JasperReports. C'est un outil WYSIWYG (What You See Is What You Get) qui permet de s'abstraire de la complexité de la syntaxe XML de JasperReports, et de gagner du temps lors du développement de modèles de rapport. Il permet une prise en main complète de JasperReports via son interface graphique, et donne aussi l'accès au code xml généré. Plusieurs modules permettent sa connexion à différentes sources de données (dont les bases de données PostgreSQL) et l'exportation des rapports sous différents formats. Un aperçu du rendu avant l'exportation est également disponible. C'est donc un outil complémentaire de la bibliothèque JasperReports qui offre à l'utilisateur un gain de productivité non négligeable, une fois l'outil pris en main, par rapport à d'autres solutions de reporting ne proposant pas ce type d'éditeur.

*Avant de commencer le développement du modèle de rapport du bilan des captages prioritaires, des tests ont été effectués. L'objectif était de déterminer la faisabilité de certaines étapes du projet (cartographie, format d'exportation, etc...) et de proposer, si nécessaire, des modifications à apporter sur la structuration du document.*




*Interface graphique du logiciel iReport*

### b. Identification des possibles limitations

Le premier point qui est ressorti de ces tests est l'importance d'avoir un rapport bien structuré en « boucles » : iReport fonctionne en effet grâce à des requêtes SQL qui vont déterminer le nombre d'occurrences de chaque partie du rapport et faire évoluer des paramètres en fonction du résultat.

Un autre point important est que chaque rapport ne peut contenir qu'une seule requête SQL. Il est toutefois possible de contourner cette limitation en utilisant des sous rapports avec le passage de paramètres pour garder une liaison entre les différents sous rapports. Cette utilisation permet de créer des documents complexes, composés de multiples requêtes, comme dans notre cas.

Une contrainte initiale du projet était aussi de pouvoir modifier le rapport, une fois généré, pour le compléter et rajouter des informations. Le fait qu'iReport propose l'exportation de documents au format .docx laissait penser que l'édition du rapport se ferait simplement. Or, le document généré est difficilement modifiable du fait de sa structuration sous forme de cellules de tableau. Remplacer un mot ou une valeur est tout à fait possible, mais l'ajout ou la suppression de lignes, rompt la structure globale du document : en effet, le texte des cellules n'est plus lisible et les entêtes et pieds de page se retrouvent décalés au milieu du reste du document. Cela interdit donc le moindre ajout ou suppression de lignes.

Pour contourner ce problème bloquant pour la suite du projet, d'autres formats d'exportation ont été testés :

- .odt : pour le format des documents Open Office, iReport se comporte comme pour les .docx, en créant une structure de tableau.
- .rtf : ce format de texte enrichi, développé par Microsoft, à l'avantage d'être reconnu par la plupart des traitements de texte. Lors de la génération du rapport dans ce format, iReport, contrairement aux .docx ou .odt, ne crée pas une structure en tableau mais utilise des zones de texte, beaucoup plus souples dans leur modification. Les entêtes et pieds de page ne sont toujours pas reconnus, mais il est possible de rajouter autant d'informations que nécessaire sur une page sans déstructurer tout le rapport. Ce format a donc été choisi. Deux captures d'écran sont présentes en annexe (p. 52-53) pour illustrer les différences de génération entre les formats docx et rtf.

Concernant l'intégration des images et donc des futures cartes, iReport ne présente pas de limitations particulières pour notre utilisation. Il est en effet possible de spécifier l'URL d'une page générant une image, solution qui sera utilisée et expliquée par la suite.

Enfin, la connexion à la base de données PostgreSQL/Postgis ne pose aucun problème et les requêtes SQL, mêmes complexes (requêtes imbriquées, jointures, etc...) fonctionnent sans limitations.

Les tests réalisés avec le logiciel iReport ont donc permis d'identifier quelques limitations qui vont nécessiter une adaptation de la structure du modèle de rapport à produire, après un travail collaboratif avec le service « Eau et Assainissement ».

## c. Discussions autour de la structure générale du rapport

### i. Structure globale du rapport

L'objectif de ce document annuel est de présenter, pour chaque AAC, les résultats de chaque action présente dans son programme d'action, ces actions étant regroupées en objectifs.

La structure principale sera donc la suivante :

I – Généralités
II – AAC 1
1- Objectif 1
1 - Action 1
2 - Action 2
.. - ……
n - Action n
2- Objectif 2
…….
III - AAC 2
…….
X – AAC x

*Structure du rapport à produire*

Pour permettre cela, les actions et les objectifs ont dû être intégrés dans la base de données ainsi qu'une liste permettant d'associer à chaque AAC, les objectifs et actions qu'elle possède.

### ii. Structure pour le suivi d'une action

L'analyse du bilan d'activité 2013 de suivi des captages prioritaires a permis de mettre en avant une structure commune pour chaque action :

- les informations de rappel du programme d'action :
  - la description technique de l'action.
  - sa localisation et priorisation.
  - l'objectif général de l'action.
- le bilan de l'année en cours.
- le bilan depuis la mise en place du programme d'action.

Les informations de rappel du programme d'actions, spécifiques à chaque AAC mais ne changeant pas d'année en année, seront intégrées dans la base de données avec la liste des actions des AAC. Elles seront présentées dans le rapport sous la forme d'un tableau présent au début de chaque action.

Concernant les bilans de l'action (année en cours et depuis le début du programme d'action), ils seront constitués de données spécifiques à chaque action et évolueront au fil des années. Un espace sera réservé pour être complété manuellement après la génération automatique du rapport. De plus, pour certaines actions, des cartes, des tableaux ou des graphiques supplémentaires pourront être directement intégrés au rapport.

*Les échanges avec le service « Eau et Assainissement » ont donc permis de structurer le rapport d'une façon compatible avec le fonctionnement d'iReport, tout en répondant à ses attentes. Des tables supplémentaires ont dû être ajoutées dans la base de données pour associer, à chaque AAC, ses objectifs et ses actions, définis dans le programme d'action, et ainsi permettre la génération automatique de la structure du rapport.*

*Ce travail démontre l'importance de bien analyser les besoins avant de choisir un outil et de le tester afin d'anticiper les limitations qu'il sera possible de rencontrer par la suite. Une discussion avec le service concerné pour adapter la demande avec ces contraintes permet ensuite de commencer le développement sur des bases solides et réalisables.*

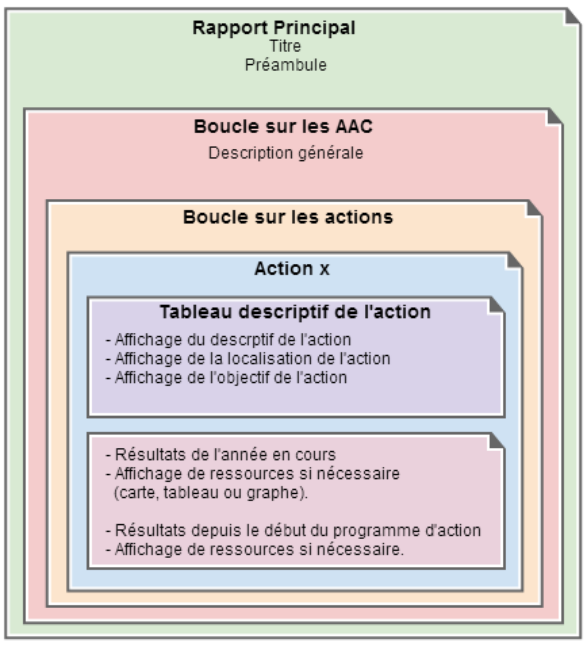
## 2. Développement

### a. Organisation générale du rapport

Comme vu lors de l'identification des limitations de l'outil, il est indispensable de découper le travail en plusieurs sous rapports, une seule requête étant possible pour chaque rapports. La structure finale du modèle sera donc organisée comme sur le schéma ci-contre.

Lors de la compilation du document, un seul paramètre sera demandé à l'utilisateur : l'année du bilan. Ce paramètre sera utilisé dans toutes les requêtes SQL pour récupérer dans la base les informations s'y rapportant.

La page de garde et les parties d'introduction seront complétées avant de commencer la première boucle : celle-ci va parcourir les AAC présentes dans la base de données pour les intégrer au rapport final.




*Structure générale des sous-rapports*

Voici la requête exécutée :

```
SELECT
     aac.id_aac AS id_aac,
     pt_captage.nom_capt AS nom_pt_captage,
     MIN(engagement.an_engag) AS date_engagement
FROM
     captage.aac aac
JOIN
     captage.pt_capt pt_captage ON pt_captage.id_aac = aac.id_aac
JOIN
    captage.l_aac_par liste_par ON liste_par.id_aac = aac.id_aac
JOIN
    captage.engag_mae engagement ON engagement.aac_par = liste_par.aac_par
GROUP BY
    aac.id_aac, nom_pt_captage
```

Une fois la première AAC de l'étude sélectionnée, une autre boucle va parcourir la liste des actions associées à cette AAC et les regrouper par objectif.

```
SELECT
     liste_action."id_act_aac" AS id_act_ds_liste,
     liste_action."id_aac" AS id_aac,
     liste_action."id_action" AS id_action,
     liste_action."txt_desc" AS desc_action,
     [...]
FROM
     "captage"."l_act_aac" liste_action
JOIN
     "captage"."action" action ON action.id_action = liste_action.id_action
JOIN
     "captage"."objectif" objectif ON objectif.num_object = action.num_object
WHERE
     liste_action.id_aac = CAST($P{id_aac} AS INT)
ORDER BY
     num_objectif,id_act_ds_liste
```

Les sous rapports, correspondant aux actions de l'AAC, vont ainsi être appelés les uns après les autres. Une requête SQL permettra de récupérer les informations à insérer dans le tableau descriptif. Selon les actions, d'autres sous rapports pourront être insérés afin de générer plus de contenu (cartes, tableaux, graphes...). Ces parties plus spécifiques vont maintenant être développées en analysant la démarche suivie pour arriver au résultat souhaité.

### b. Création de tableau : l'exemple du suivi des MAEt

L'action « Accompagner l'évolution des pratiques par le recours à des mesures parcellaires contractuelles » du programme d'action nécessite de faire un suivi des exploitations dans leur engagement en MAEt. Voici le tableau qui doit être généré en fonction des données présentes dans la base de données pour l'année du bilan demandée :

| MAET Campagne 2013 | Nombre d'exploitants engagés en 2013 | Surfaces totales engagées en 2013 (AAC et hors AAC) | Surfaces engagées en 2013 sur AAC |
|---|---|---|---|
| LR_SIGE_VI1 | 9 | 112,64 | 14,89 |
| LR_SIGE_VI2 | 7 | 40,99 | 36,40 |
| **Total** | **-** | **153,63** | **51,29** |

*Tableau bilan des nouveaux engagements MAEt en 2013 sur l'AAC de Sigean*

Pour qu'iReport puisse afficher ces informations, elles doivent être récupérées grâce à une unique requête SQL dont voici les caractéristiques :

- sélection des parcelles engagées sur l'AAC concernées l'année de l'étude.
- groupement de ces parcelles par niveau MAEt.
- calcul de la surface totale des parcelles regroupées.

- calcul de la surface totale des parcelles regroupées présentes uniquement dans l'AAC.
- calcul du nombre d'exploitations différentes par niveau MAEt.

Pour calculer la somme des surfaces des parcelles présentes uniquement dans l'AAC, il est nécessaire de créer une sous requête rajoutant l'information surf_ds_aac qui respectera la règle suivante :

- si la parcelle est dans l'AAC, surf_ds_aac sera égal à la surface de la parcelle.
- si la parcelle est hors de l'AAC, surf_ds_aac sera égal à 0.

Il faut noter que le périmètre de l'AAC a été défini en suivant le découpage cadastral, ce qui implique qu'une parcelle ne peut pas être découpée par les limites de l'AAC.

Voici donc la requête SQL correspondant à ce besoin :

```
WITH parcelle2 AS (
  SELECT
         parcelle.id_par AS "id_par",
         parcelle.surf_decl AS "surf_decl",
         parcelle.id_expl AS "id_expl",
         parcelle.the_geom AS "the_geom",
         CASE WHEN (ST_INTERSECTS(parcelle.the_geom,aac.the_geom)='t') THEN
         parcelle.surf_decl
                ELSE    0
         END AS "surf_ds_aac"

  FROM    captage.par parcelle
  LEFT JOIN    captage.l_aac_par liste_par_aac ON liste_par_aac.id_par = parcelle.id_par
  LEFT JOIN    captage.aac aac ON aac.id_aac = liste_par_aac.id_aac
  WHERE   aac.id_aac = CAST($P{id_aac} AS INT)
  )

SELECT DISTINCT
  niveau_mae.n_niv_mae AS "MAET campagne",
  COUNT (DISTINCT exploitant.id_expl) AS "Nombre exploitants engagés",
  SUM(parcelle2.surf_decl) AS "Surface totale engagées",
  SUM(parcelle2.surf_ds_aac) AS "Surface aac engagées"
FROM     captage.engag_mae liste_engag
LEFT JOIN   captage.l_aac_par liste_par_aac ON liste_par_aac.aac_par =
liste_engag.aac_par
LEFT JOIN   parcelle2 ON parcelle2.id_par = liste_par_aac.id_par
LEFT JOIN   captage.niv_mae niveau_mae ON niveau_mae.n_niv_mae = liste_engag.n_niv_mae
LEFT JOIN   captage.expl exploitant ON exploitant.id_expl = parcelle2.id_expl
LEFT JOIN   captage.aac aac ON aac.id_aac = liste_par_aac.id_aac
WHERE
  liste_engag.an_engag = to_date(CONCAT('01-01-',$P{annee_bilan}), 'DD-MM-YYYY') AND
  aac.id_aac = CAST($P{id_aac} AS INT) AND
  niveau_mae.n_niv_mae IS NOT NULL
GROUP BY  niveau_mae.n_niv_mae
ORDER BY  niveau_mae.n_niv_mae;
```

La dernière ligne du tableau qui calcule la somme des surfaces pour toutes les parcelles, quels que soient leur niveau, est réalisée en utilisant des variables d'iReport. Ce dernier, pour compléter le tableau, va appeler la requête SQL et, pour chaque ligne du résultat, va récupérer les valeurs des champs et les afficher dans le tableau. C'est à ce moment-là, qu'il faut créer une variable qui va additionner la valeur de ses champs pour chaque nouvelle ligne. Ainsi, à la fin de la requête, il est possible d'afficher le total pour chaque colonne du tableau. Il faut noter qu'avec ce système, il est également possible de réaliser d'autres opérations statistiques comme des moyennes, des médianes, ou afficher le maximum ou le minimum des valeurs.

## c. Création des cartes : l'exemple des parcelles engagées

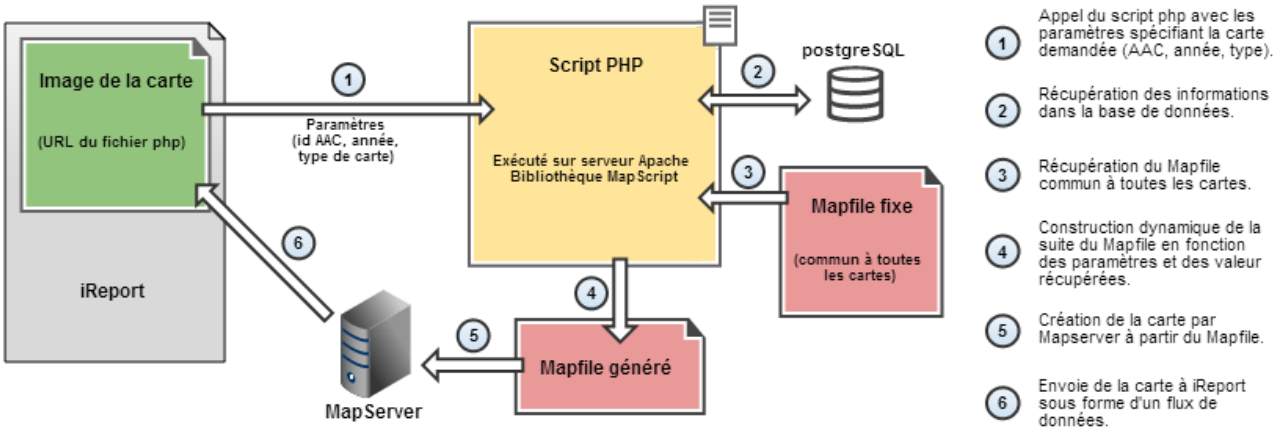
### i. Architecture utilisé pour la génération des cartes

Le document créé avec l'aide d'iReport doit comporter des cartes générées automatiquement grâce aux données présentes dans la base de données. Les tests sur iReport ont montré qu'il était possible d'afficher des images à partir d'une URL. La solution envisagée est donc d'utiliser un serveur cartographique qui se connectera à la base de données pour récupérer les informations et générera une carte qui sera ensuite affichée par iReport. Plusieurs serveurs cartographiques existent et répondent à ce besoin. Mapserver, déjà utilisé au sein du Grand Narbonne pour d'autres projets et réputé pour ses performances, ses fonctionnalités et sa grande communauté d'utilisateurs, a été choisi.

Les cartes affichées par Mapserver sont configurées grâce à un fichier .map (Mapfile) qui décrit les caractéristiques de la carte : extent, format de sortie, différentes couches, sémiologie etc... Les cartes du rapport doivent s'adapter annuellement aux AAC impliquant une configuration dynamique du Mapfile. Pour cela, une bibliothèque disponible dans plusieurs langages existe : le MapScript. La version php de ce langage a été choisie pour créer un Mapfile dynamique.

Un script php se chargera donc de toute la chaîne, avec la récupération des paramètres d'iReport, la génération du Mapfile demandé, l'affichage de la carte correspondante avec sa rotation si nécessaire.

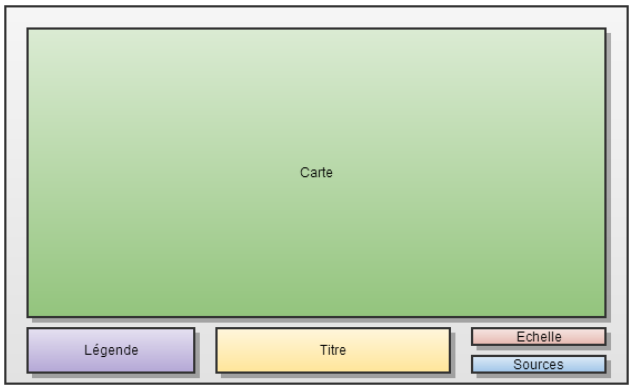
Voici un schéma qui résume cette chaîne de traitement :

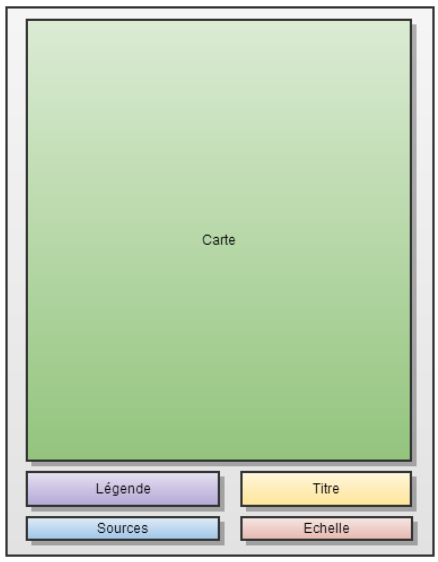



*Architecture utilisée pour la génération automatique de cartes*

### ii. Design de la carte et sémiologie graphique

Ces cartes vont être intégrées au sein même du document. La surface du territoire à afficher pouvant être importante (autour de 30 km² pour l'AAC de Sigean), les cartes seront affichées sur une page A4 entière pour pouvoir avoir la meilleure lecture possible des informations. De plus, l'orientation de la carte pourra changer, selon l'étendue des données à afficher. Il faudra donc prévoir deux modèles différents : portrait et paysage.




*Organisation des cartes en mode paysage et en mode portrait*

L'utilisation de Mapserver permet la génération d'une légende et d'une échelle et de les intégrer directement sur la carte. Cependant, dans un désir de clarté et afin de ne pas avoir d'informations supplémentaires positionnées sur la carte, des cadres ont été prévus sous la carte, pour contenir ces éléments.

Pour décider des informations à afficher ainsi que de la sémiologie de la carte, une réunion a été organisée avec le service "Eau et Assainissement". Voici ce qui a été décidé d'afficher :

- le fond de carte : plusieurs possibilités étaient envisageables (photo aérienne, cadastre, découpe administrative, etc...). Ces cartes devant représenter la répartition de parcelles agricoles sur un territoire, la photo aérienne a été choisie : elle permet de bien visualiser le découpage des parcelles, tout en se repérant facilement, les bâtiments, étangs, routes étant facilement reconnaissables. L'orthophotographie de la région Languedoc Roussillon (20cm de résolution), réalisée à partir d'images aériennes prises en 2012, et fournie par l'association SIG-LR, a donc été utilisée.
- les limites administratives des communes ainsi que leurs noms : pour ne pas surcharger l'affichage, ces limites seront représentées par un trait noir assez fin en pointillé. Le nom sera écrit en noir avec une ombre blanche afin de le faire ressortir de l'image.
- les points de captage : représentés par un symbole.
- les contours de l'AAC : aucune recommandation n'a été émise par le service "Eau et Assainissement" concernant la couleur et la forme. Plusieurs tests ont été faits et le choix s'est arrêté sur un trait continu rouge permettant de bien faire ressortir cette zone sur la carte.
- les parcelles engagées : deux types de cartes seront possibles :
  - le tri des parcelles par niveau MAEt : les parcelles peuvent être de trois types (vigne, arboriculture ou grande culture) et chacun de ces types possède trois niveaux MAEt, plus ou moins contraignants. Une couleur a donc été choisie pour chaque type de parcelle ayant un lien sémiologique avec la culture :
    - violet pour la vigne
    - vert pour l'arboriculture
    - jaune/orange pour les grandes cultures

    Pour représenter les niveaux, l'intensité de la couleur a été choisie, une couleur vive correspondant à un niveau élevé et donc à des contraintes fortes.

  - Le tri des parcelles par exploitations : toutes les exploitations devant être traitées d'une manière identiques, sans privilèges particuliers, des couleurs arbitraires ont été choisies, toutes ayant la même intensité pour ne pas connoter le lecteur de la carte.

### iii. Génération de la carte

Comme vu précédemment dans le schéma d'architecture général, un script php utilisant la bibliothèque MapScript va être utilisé. Ce dernier contient en paramètre dans son URL l'année du bilan demandé ainsi que l'identifiant de l'AAC concernée. Deux autres paramètres permettent de sélectionner le type de carte. En effet, pour centraliser le travail, un seul script a été développé pour les quatre cartes nécessaires à la représentation par niveau MAEt et un autre script pour les quatre cartes des parcelles regroupées par exploitants. Ces deux paramètres supplémentaires permettent ainsi de sélectionner la carte à afficher :

- le paramètre « perimetre » peut prendre deux valeurs :
  - « aac » : seule les parcelles à l'intérieur de l'AAC seront affichées.
  - « all » : toutes les parcelles seront affichées.
- le paramètre « parcelles » peut prendre les valeurs suivantes :
  - «new » : seule les parcelles engagées l'année du bilan seront affichées.
  - « engagees » : toutes les parcelles engagées dans une démarche seront affichées.

Voici les différentes étapes qui constituent ce script : (l'intégralité du script se trouve en annexe (p.38))

- Paramétrage et connexion à la base de données PostgreSQL.
- Détermination de l'Extent de la carte : le paramétrage de la carte dans le Mapfile nécessite de connaître l'emprise géographique de la carte. Pour cela, une requête SQL va être utilisée : selon la carte demandée, elle va, soit sélectionner les parcelles à afficher selon les paramètres en entrée du script (identifiant de l'AAC, année du bilan), soit sélectionner l'AAC. L'emprise géographique du résultat de cette sélection est calculée grâce à la fonction SQL « st_extent(geometry)». Pour que l'AAC soit représentée en entier quelle que soient les parcelles sélectionnées (nécessaire afin de laisser un repère visuel entre chaque carte), il faut, dans certains cas, élargir l'emprise géographique calculée.

```
// initialisation de la connexion à postgreSQL
$dbconn=pg_connect($connection);
```

```
// on calcule l'extent de l'aac total
$query_extent_aac = 'SELECT st_xmin(st_extent(aac.the_geom)),
                            st_ymin(st_extent(aac.the_geom)),
                            st_xmax(st_extent(aac.the_geom)),
                            st_ymax(st_extent(aac.the_geom))
                     FROM captage.aac aac
                     WHERE aac.id_aac = '.$_GET['aac'].'
                     ';

// on initialise les variables php avec le résultat de la requête
$resultat_extent_aac = pg_query($query_extent_aac);
while ($ligne = pg_fetch_row($resultat_extent_aac))
{
        $minx = $ligne[0];
        $miny = $ligne[1];
        $maxx = $ligne[2];
        $maxy = $ligne[3];
}
```

- Détermination du format de la carte (portrait ou paysage) en fonction de l'emprise géographique.
- Élargissement de l'emprise pour rajouter des marges et éviter que des informations ne se trouvent trop près des bords.
- Chargement d'un Mapfile fixe commun à toutes les cartes. Ce dernier va initialiser la carte (Objet Map) et rajouter deux couches :
    - le fond cartographique (orthophotographie 2012) installé en réseau sur un serveur virtuel.
    - les limites administratives des communes.

```
$map=ms_newMapObj($map_path."Modele_map_captage.map");
```

- Ajout de la couche des parcelles : une requête SQL va être exécutée pour récupérer les parcelles groupées par niveau MAEt ou par exploitant selon le cas. Le résultat va être stocké dans un tableau puis une boucle va le parcourir pour y appliquer le style souhaité.

```
// Ajout de la couche Parcelles
    $layer = ms_newLayerObj($map);
    $layer->set("status", MS_DEFAULT);
    $layer->set("name","Parcelles_MAE");
    $layer->setConnectionType(MS_POSTGIS);
    $layer->set("connection",$connection);
    $layer->setProjection("init=epsg:3943");

    // Récupération de la géométrie : selon les paramètres en entrée, la requête sera
    différente (id de l'AAC, année d'engagement, parcelles dans ou hors de l'AAC, etc...)
    if ($_GET['perimetre'] == "all")
            {
            if ($_GET['parcelles'] == "engagees")
                    {
                    //Géométries des parcelles à afficher
                    $layer->set("data","the_geom FROM (   [Requête SQL]   )
                                    as Par_MAE_Niv1 USING UNIQUE id_par USING srid=3943");
                    //Liste des niveaux classés par ordre alphabétique (utilisé par la suite
                    pour l'attribution des couleurs pour chaque niveau MAEt
                    $query_liste_niv = "[Requête SQL]";
                    }
                    [...]
            }
    else
            [...]
    }

    $layer->set("type",MS_LAYER_POLYGON);

    // création de la liste des niveaux à partir de la requête SQL
    $dbconn=pg_connect($connection);
    $resultat_liste_niv = pg_query($query_liste_niv);

    $i = 0;
    // on parcourt la liste des niveaux...
    while ( $ligne = pg_fetch_row($resultat_liste_niv))
    {
            $nom_niveau = $ligne[0];

            // … et on crée une classe par niveau
```

```
            $class=ms_newClassObj($layer);
            $class->set("name",$nom_niveau);
                    $class->setExpression("('[niveau]' ~* '$nom_niveau')");
                    $style = ms_newStyleObj($class);
                    $style->set("size",40);
                    $style->outlinecolor->setRGB(000,000,000);
                    //On applique une couleur pour chaque niveau (couleurs normalisées)
                    if (substr ($nom_niveau, strlen($nom_niveau) - 3) == 'VI1') {
                            $style->color->setRGB(201,201,226);
                    }
                    elseif (substr ($nom_niveau, strlen($nom_niveau) - 3) == 'VI2') {
                            $style->color->setRGB(124,117,182);
                    }
                    [...]
                    }
                    else {
                    //si c'est un niv inconnu (impossible normalement) on applique une palette
                            $style->color->setRGB($R[$i],$G[$i],$B[$i]);
                    }
                    $i=$i+1;
    }
    // on ferme la connection à la db
    pg_close($dbconn);
```

- Ajout des couches du point de captage et de l'AAC.
- Rotation de la carte en mode portrait si la largeur est supérieure à la hauteur.

```
//la variable $rotation a été initialisé quand on a déterminé l'extent
if ($rotation == 1) {
        $map->setRotation(270); }
```

- Création du Mapfile : le fichier .map est placé dans un répertoire rassemblant tous les fichiers générés et son nom contiendra la valeur des paramètres passés en entrée : ainsi, il sera possible de l'analyser si une carte générée comporte un problème. Ce répertoire contiendra donc, pour un AAC, les quatre Mapfiles correspondant aux quatre cartes générées. A chaque nouvelle génération du rapport, ces fichiers seront écrasés afin de ne pas encombrer le serveur avec des fichiers inutiles.

```
// initialisation de chemins
$path_file_generate =
   "F:/ms4w/Apache/htdocs/eau/captage/FILE_GENERATE_FROM_MAPSCRIPT/";

// le nom du fichier contient les valeurs des paramètres d'entrée
$nom_mapfile = "mapfile_type_1_aac_" . $_GET['aac'] . "_perim_" .
          $_GET['perimetre'] . "_parc_" . $_GET['parcelles'] . "_annee_" .
          $_GET['annee_bilan'];

// on crée le Mapfile et on l'enregistre dans la variable $map
$map->save($path_file_generate . $nom_mapfile  . ".map");
```

- Génération de la carte et ouverture de la carte sous la forme d'un flux : cette commande permet au script php de retourner un flux de données contenant la carte. Ainsi, dans iReport, il est possible de mettre l'URL de ce script php directement dans le chemin de l'image à ouvrir. De plus, si l'on appelle ce script depuis un navigateur internet, la carte générée sera affichée.

```
// génération de la carte à partir du Mapfile crée
$img = $map->draw();

// récupération de l'URL de la carte généré
$url = $img->saveWebImage();
$url_global = 'file:///f:/Data/MapFiles/eau/captage'.$url;

// ouverture de la carte sous forme de flux
$fp = fopen($url_global,'r');
header("Content-Type: image/jpg");
fpassthru($fp);
```

*Un unique script permet la génération de quatre cartes. L'orientation est gérée automatiquement en fonction de l'emprise géographique et la sémiologie graphique respecte les règles définies dans la partie précédente.*

### iv. Génération de la légende

Mapserver permet de générer une légende au moyen de paramètres dans le Mapfile permettant de définir les labels et le type de représentation de chaque couche. L'utilisation la plus simple consiste à paramétrer la légende comme « embarquée » : elle est ainsi automatiquement rajoutée sur la carte dans un coin choisi. Un inconvénient de cette solution est que la légende peut se retrouver superposée à des informations importantes de la carte qui seraient ainsi cachées. De plus cette solution ne correspond pas à la mise en page de la carte qui a été choisie : un cadre de taille fixe, sous la carte.

L'utilitaire legend.exe de Mapserver a été testé pour l'intégration de la légende dans un cadre externe à la carte. Il permet, grâce à un appel en ligne de commande, de générer un fichier image contenant la légende. Ainsi, il est possible de charger cette image dans iReport à l'emplacement choisi. L'inconvénient de cette méthode est que, tout comme pour la légende embarquée à la carte, il y a très peu de moyens de paramétrer l'image créée. Par exemple, la taille ne peut pas être configurée et les éléments se listent verticalement, sans possibilité de créer des colonnes. Dans notre cas, ceci est donc un point bloquant, car la quantité d'informations présentes dans la légende peut varier selon les différents niveaux de MAEt présents sur l'AAC. Il est donc impossible de créer une légende automatiquement qui s'adapte au cadre prévu.

Le second test a consisté à utiliser un modèle « html ». En créant un fichier template, qui organise les informations au moyen de balises au format html. Il est ainsi possible de paramétrer beaucoup plus finement la légende en jouant sur la police de caractère (gras, italique) ou en y intégrant des liens hypertexte. La mise en place de cette légende n'a pas fonctionné et par manque de temps, une solution pour résoudre ce problème n'a pas eu le temps d'être mis en place.

Les légendes générées automatiquement par Mapserver n'étant pas acceptables pour notre cas de mise en page, la solution adoptée a été la création d'images fixes. Si l'on considère les deux captages prioritaires présents aujourd'hui sur le territoire du Grand Narbonne, celui d'Ouveillan comporte des parcelles de vigne et d'arboriculture et celui de Sigean seulement des parcelles de vigne. Cela nous fait donc deux cas de légendes pour les cartes représentant les parcelles selon leur niveau d'engagement MAEt. Pour la carte des parcelles regroupées selon l'exploitation, étant donné que le propriétaire ne doit pas être identifié, seuls les groupes de parcelles sont importants, et une seule légende peut être utilisée pour toutes les AAC étudiées.




*Légendes pour les cartes des parcelles organisées par niveaux MAEt*




*Légende pour les cartes des parcelles organisées par exploitations*

De plus, la rotation d'image n'étant pas intégrée dans iReport, ces légendes ont dues être générées sous deux formats (vertical et horizontal), ce qui nous fait aujourd'hui six images de légendes. Selon l'AAC étudié et l'orientation de la carte, iReport intégrera le bon fichier.

*Le manque de personnalisation des légendes de Mapserver a été gênant pour notre rapport. Cependant, le fait qu'iReport propose un affichage conditionnel des images, nous a permis de proposer une solution acceptable aujourd'hui.*

## d. Tables et graphiques : l'exemple de l'analyse de l'eau

L'action « Mise en place d'un observatoire de la qualité de la ressource en eau » nécessite l'affichage d'un tableau et d'un graphe associé, présentant les résultats des analyses d'eau liées à un point de captage. Tout comme pour le tableau de suivi des parcelles engagées en MAEt (cf paragraphe III-2-b), une requête SQL doit récupérer les champs qui seront affichés. Dans le cas de l'analyse de l'eau, voici le format de la table présent dans la base de données, ainsi que le tableau désiré dans le rapport :

**Organisation dans la base de données**

| Mesure des pesticides | | |
|---|---|---|
| Date 1 | P1 | Concentration P1 |
| Date 1 | P2 | Concentration P2 |
| Date 1 | P3 | Concentration P3 |
| Date 2 | P1 | Concentration P1 |
| Date 2 | P3 | Concentration P3 |
| Date 3 | P2 | Concentration P2 |
| Date 4 | P1 | Concentration P1 |
| Date 5 | P1 | Concentration P1 |
| Date 5 | P2 | Concentration P2 |
| Date 5 | P3 | Concentration P3 |
| Date 6 | P1 | Concentration P1 |
| Date 6 | P2 | Concentration P2 |



**Organisation dans le rapport**

| Bilan des pesticides par date | | | |
|---|---|---|---|
| Date 1 | Concentration P1 | Concentration P2 | Concentration P3 |
| Date 2 | Concentration P1 | | Concentration P3 |
| Date 3 | | Concentration P2 | |
| Date 4 | Concentration P1 | | |
| Date 5 | Concentration P1 | Concentration P2 | Concentration P3 |
| Date 6 | Concentration P1 | Concentration P2 | Concentration P3 |

*Transformation à réaliser avec une requête SQL*

La structuration en base de données nécessite de réaliser une transposition, afin de regrouper, pour chaque date, toutes les valeurs des pesticides présents. Cette opération se fait par l'utilisation de sous-requêtes, une par pesticide recherché, pour pouvoir avoir sa concentration à chaque date de mesure :

```
WITH p1 AS(
        SELECT
                captage.ana_eau.dt_ana_eau AS date,
                ana_eau.val_rslt AS val
        FROM captage.l_ana_com
        LEFT JOIN captage.ana_eau ON captage.ana_eau.id_ana_eau = captage.l_ana_com.id_ana_eau
        LEFT JOIN captage.l_com_capt ON captage.l_com_capt.com_capt = captage.l_ana_com.com_capt
        LEFT JOIN captage.pt_capt ON captage.pt_capt.id_pt_capt = captage.l_com_capt.id_pt_capt
        LEFT JOIN captage.type_rslt type ON type.id_ty_rslt = captage.ana_eau.id_ty_rslt
        WHERE type.info_rslt ILIKE 'Simazine' AND captage.pt_capt.id_aac=1),
p2 AS(...),
…
p6 AS(...),
```

Ensuite, dans la requête principale, il suffit de joindre les sous-requêtes de chaque pesticide à la liste des analyses initiales en utilisant la date comme correspondance. Un filtre permet enfin de n'afficher que les analyses de l'année concernée par le bilan. Il ne faut toutefois pas oublier le mot clé Distinct : dans le fichier initial, il y avait autant de lignes, pour une date, que de types de pesticides mesurés. L'utilisation du mot clé « Distinct » permet de n'obtenir qu'un unique enregistrement par date.

```
SELECT DISTINCT
  captage.ana_eau.dt_ana_eau AS "Date",
  p1.val AS "Simazine (en ug/l)",
  p2.val AS "Atrazine-déisopropyl (en ug/l)",
  p3.val AS "Terbuméton-déséthyl (en ug/l)",
  p4.val AS "Terbuthylazine-déséthyl (en ug/l)",
  p5.val AS "Terbuthylazine hydroxy (en ug/l)",
  p6.val AS "Total pesticides analysés (en ug/l)"
FROM captage.l_ana_com

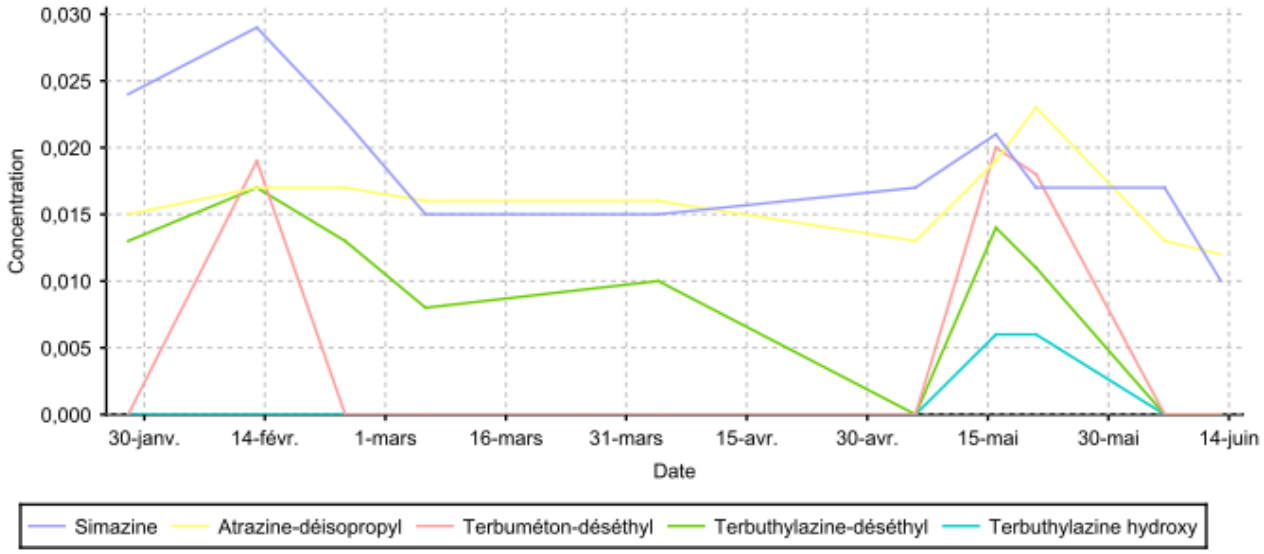
LEFT JOIN captage.ana_eau ON captage.ana_eau.id_ana_eau = captage.l_ana_com.id_ana_eau
LEFT JOIN captage.l_com_capt ON captage.l_com_capt.com_capt = captage.l_ana_com.com_capt
LEFT JOIN captage.pt_capt ON captage.pt_capt.id_pt_capt = captage.l_com_capt.id_pt_capt
LEFT JOIN p1 ON p1.date = captage.ana_eau.dt_ana_eau
LEFT JOIN p2 ON p2.date = captage.ana_eau.dt_ana_eau
LEFT JOIN p3 ON p3.date = captage.ana_eau.dt_ana_eau
LEFT JOIN p4 ON p4.date = captage.ana_eau.dt_ana_eau
```

```
LEFT JOIN p5 ON p5.date = captage.ana_eau.dt_ana_eau
LEFT JOIN p6 ON p6.date = captage.ana_eau.dt_ana_eau

WHERE captage.pt_capt.id_aac= CAST($P{id_aac} AS INT) AND
   (SELECT EXTRACT(YEAR FROM (captage.ana_eau.dt_ana_eau))) = CAST($P{annee_bilan} AS
INT)

ORDER BY captage.ana_eau.dt_ana_eau ;
```

La génération du graphique utilise exactement la même requête SQL. Ireport permet de paramétrer l'affichage pour obtenir le résultat souhaité : choix de la représentation (histogramme, courbe, camembert, etc...), choix des axes et de leurs échelles, couleurs, etc...




*Graphe généré par iReport*

*Les tableaux, cartes et graphiques ont pu être générés grâce notamment aux possibilités offertes par le langage SQL qui permet de récupérer et d'organiser les informations comme souhaité. Le reste du rapport n'a été que de l'organisation de données avec iReport, et n'a pas représenté de difficultés particulières, une fois le logiciel maîtrisé.*

## Discussion et critique des résultats

A l'issue de ces six mois de stages, l'objectif a été atteint : il est désormais possible de générer automatiquement le rapport annuel de suivi de la démarche de protection des captages prioritaires sur le territoire du Grand Narbonne. Une fois les nouvelles données renseignées dans la base, la génération ne demande aucun travail supplémentaire de mise en page. La seule tâche non automatisable reste la rédaction du texte décrivant annuellement le résultat de chaque action.

Néanmoins, le travail pourrait encore être amélioré. La principale difficulté résulte du fait que le logiciel iReport ne permet pas de générer un document facilement modifiable avec un logiciel de traitement de texte de type Word ou OpenOffice Writer. Pour l'instant, des zones de textes de taille fixe ont été ajoutées à chaque emplacement nécessaire. Une estimation a été faite avec le service "Eau et Assainissement" car ces tailles peuvent être modifiées uniquement par l'administrateur SIG : le texte par défaut aura donc une taille maximale à ne pas dépasser. De même, s'il est plus court que la taille prévue, un espace vide sera présent dans le rapport final. Cette solution, bien que fonctionnelle, n'est donc pas idéale.

Pour remédier à ce problème, une solution serait de saisir tous les textes du rapport dans une base de données, comme cela a été fait pour le descriptif des actions. Les textes seraient ainsi parfaitement intégrés au document. Cette solution serait facilement réalisable d'un point de vue technique, mais nécessiterait une étude détaillée et réfléchie : en effet, la personne qui saisira ces textes ne connaîtra pas la structure de la base de données, ni son fonctionnement. Il faudra donc lui proposer un outil facile d'utilisation. Deux solutions sont aujourd'hui envisagées :

- utiliser le logiciel phpGenerator : cet outil permet de se connecter à une base de données postgreSQL et de l'éditer facilement via un formulaire paramétrable.
- développer un formulaire dynamique et sur-mesure (en PHP par exemple) qui proposerait la saisie des résultats pour chaque action de l'AAC concernée.

La deuxième solution paraît mieux adaptée au besoin car entièrement personnalisable, mais nécessite plus de travail et de connaissances en développement.

La seconde difficulté identifiée résulte de la mise à jour de la base de données. Si les nouvelles données fournies tous les ans par les cabinets d'études sont bien intégrées, le rapport sera généré automatiquement sans aucune erreur. Néanmoins, maintenir une telle base de données demande du temps et une très bonne connaissance de sa structure. Durant le stage, des scripts ont été créés et pourront être réutilisés, mais en les adaptant : en effet, plusieurs cabinets d'études sont amenés à se succéder et à fournir les données, dont les formats de rendus ne seront pas tous identiques pour chaque AAC. L'idéal serait de normaliser les échanges avec les intervenants extérieurs en leur spécifiant une structuration et un format de données à respecter. Cela représente un travail préparatif en amont non négligeable à mettre en place.

Concernant le planning, il a été assez bien respecté. Un léger retard a été pris lors de la phase d'intégration des données dans la base, leur diversité et leur volume n'ayant pas été anticipée. Néanmoins, la création des scripts permettra leur réutilisation par la suite. Ce retard a été comblé lors de la phase de prise en main d'iReport qui s'est très bien passé. Enfin, deux points n'ont pas eu le temps d'être traité pendant ses six mois :

- l'intégration des données de diagnostic de l'AAC d'Ouveillan (non nécessaire pour le rapport annuel).
- la génération de la légende par Mapserver dans un format adapté à la mise en page choisie.

## Perspectives

Ce travail, réalisé pour le service "Eau et Assainissement", peut être déployé à d'autres thématiques. Le principal argument à mettre en avant serait le gain de temps : même si, de prime abord, cette démarche présente un travail long et fastidieux pour sa mise en place (inventaire de données, structuration, réflexion etc...), elle permet sur le long terme de réellement gagner en efficacité et en temps, par la suppression de tâches répétitives, permettant ainsi aux agents de se consacrer à de nouveaux projets pour leur service. De plus, beaucoup de cas ont été traités pendant ce stage (création des cartes, des graphes, etc ...), et l'architecture matérielle étant désormais en place et fonctionnelle, une simple adaptation du travail réalisé pourrait être suffisante.

Cependant, une difficulté rencontrée durant ce stage, risque de se présenter : la réticence des utilisateurs à utiliser de nouveaux outils et à modifier leurs méthodes de travail. De nombreux agents travaillent depuis plusieurs années avec la suite bureautique Microsoft Office et n'envisagent pas un tel changement. Une démonstration du travail réalisé avec le service « Eau et  Assainissement » va être mise en place avec les différents chefs de service, ainsi qu'une étude de leurs besoins, afin de cibler les services les plus susceptibles d'être intéressés par une telle collaboration avec le service SIG.

## La formation et le stage

Ce stage, réalisé à la fin de l'année de Master 2, a pour but de permettre à l'étudiant d'appliquer les connaissances acquises au cours de ses études tout en découvrant le fonctionnement et le travail dans le monde professionnel. Pour ma part, je considère qu'il a totalement atteint ses objectifs : j'ai pu découvrir le travail au sein d'une EPCI de taille moyenne, ayant un service SIG jeune et en pleine croissance. Les connaissances acquises lors de la formation, notamment celles des cours de « Base de données spatiales » et de « Webmapping » m'ont permis de me sentir de suite à l'aise dans le travail demandé et mes connaissances en développement informatique, acquises lors de mes précédentes expériences professionnelles, m'ont grandement facilité le travail. Une autoformation a aussi été nécessaire, notamment pour utiliser la bibliothèque Mapscript, sujet non abordé lors de la formation et des cours sur Mapserver.

Un point primordial de cette expérience a été l'autonomie qui m'a été accordée dans la gestion de ce projet, du commencement à la livraison finale. J'ai en effet été en interface directe avec le service « Eau et Assainissement », et j'ai été entièrement impliqué dans les décisions prises pour le bon déroulement de cette mission et dans la gestion du planning.

Pendant ces six mois, j'ai aussi eu l'occasion de travailler sur d'autres sujets, non traités dans ce rapport, comme la base de données « transports », la création de cartes thématiques, le tuilage d'une orthophotographie ou l'administration et le déploiement de l'outil libre de webmapping Veremap Pro. Le travail avec les bases de données cadastre et MAJIC a aussi été très intéressant. Il est d'ailleurs dommage que durant la formation, aucun cours ne traite des sources et de l'organisation des données de l'administration française, ceci étant, de mon point de vue, une culture générale indispensable pour travailler dans une collectivité.

Enfin, j'ai eu l'occasion de participer à des journées professionnelles avec des acteurs du SIG en Languedoc Roussillon, (comme la journée JASIG 66 organisé par l'AURCA,Agence d'URbanisme CAtalane, et les 20 ans de l'association SIG-LR) et à des formations techniques (Postgres Expert et Veremap Pro). Je considère cela comme une chance et un complément énormément bénéfique à ma formation, cela m'ayant permis de rencontrer des  professionnels de divers horizons et de lier un premier contact, primordial à mon entrée dans le monde du travail.

Je considère donc que ce stage a été un complément idéal à la formation théorique du Master 2 et cela, grâce à ma maître de stage qui m'a accompagné et conseillé patiemment tout le long de ces six mois passés à ses côtés, tout en m'accordant sa confiance.

## Remerciements

Tout d’abord, je tiens à remercier l'ensemble des personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce stage.

Plus particulièrement, je tiens à remercier vivement Élodie Solé, responsable SIG au sein du Grand Narbonne, qui a su m'accompagner pendant ses six mois en faisant preuve de disponibilité, d’écoute et de patience pour répondre à mes nombreuses questions.

Merci aussi à Laura Bry, responsable Protection de la ressource en eau potable, avec qui j'ai collaboré pendant tout le stage et sans qui ce travail n'aurait pas été possible.

Je remercie également Jean-François Gires et Jean Paul Bord, mes deux tuteurs pédagogiques qui ont été réactifs et m'ont encouragé quand je leur ai fait part de l'avancée de mon travail.

Merci aussi à Serge Brunel, Directeur Général des Services, et à Jean-Luc Vergnaud, Directeur du pôle Ressources et Moyens, pour m'avoir fait confiance et accepter dans leur équipe.

Pour finir, je tiens à remercier toutes les personnes du Grand Narbonne avec qui j'ai travaillé directement et indirectement, pour leur accueil et leur disponibilité. Je pense notamment à Jérôme Dapot, responsable du Service Informatique. Travailler au sein de cette structure fut un réel plaisir.

# Conclusion

Ce stage de fin de Master 2 a montré l'intérêt de mutualiser le travail entre le service SIG et le service « Eau et Assainissement » du Grand Narbonne. Il est désormais possible de générer automatiquement le rapport annuel de suivi des captages prioritaires. Cependant, ce document ne représente qu'une partie de l'intérêt de cette étude : toutes les données étant désormais enregistrées dans une base de données relationnelle, de nouvelles possibilités sont désormais ouvertes pour des études ultérieures.

Afin de capitaliser l'expérience acquise durant cette mission, ce travail de mutualisation devrait être généralisé à d'autres services : le rapport réalisé pour le service « Eau et Assainissement » étant complexe et traitant de nombreux cas (cartes thématiques, tableaux, graphiques, etc...), une adaptation à d'autres contextes devrait être facilement réalisable.

Néanmoins, pour pérenniser ce travail, une bonne organisation de la base de données est nécessaire ainsi qu'un suivi permanent de ses mises à jours. L'exactitude et l'exhaustivité des données sont en effet primordiaux à la génération correcte d'un rapport, et une rigueur dans la maintenance de la base est donc indispensable au succès de cette méthode de travail.

Pour terminer, il faut préciser que l'intégralité du travail réalisé durant ce stage a été faite avec des outils open source. Cela prouve l'efficacité de ces technologies et leur parfaite adéquation au travail demandé dans un EPCI.

# Bibliographie


Ouvrages :

AHAMMAD Shamsuddin, *Ireport 3.7, Packt Publishing Limited*, 2010, 236p.

BEGUIN Michèle, PUMAIN Denise, *La représentation des données géographiques. Statistique et cartographie, Armand Colin,* 1994, 192 p.

BERTIN Jacques, *Sémiologie graphique. Les diagrammes - les réseaux- les cartes, EHEESS*, 2005 (première édition 1967), 431 p.

COUTARD Marie, KLIPFEL Jean-Pascal, BLANC Samuel, sous la direction de JEGOU Laurent, ingénieur cartographe, *Recherche de solutions applicatives open source autour de MapServer, Projet DESS SIGMA*, 2005, 40p.

DASPET Eric, PIERRE DE GEYER Cyril avec la contribution de HARDY Frédéric, *PHP 5 avancé, Eyrolles* , 2012, 870p.

Sous la direction de DENEGRE Jean, *Sémiologie et conception cartographique, Lavoisier*, 2005, 274p.

WEGER Gérald, *Cartographie volume 1 Sémiologie Graphique et Conception Cartographique, École Nationale des Sciences Géographiques*, 1999, 141p.

Documents disponibles sur internet :

Directive n° 2000/60/CE du 23/10/00 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau :
http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/995

Guide méthodologique d'avril 2013 : « Protection d'aire d'alimentation de captage en eau potable » du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie :
http://agriculture.gouv.fr/Guide-methodologique-Protection-d

Documents de synthèse sur la loi Grenelle 2 du Grenelle de l'environnement :
http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/userfiles/memento_maires.pdf
http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Grenelle_Loi-2.pdf

Initiation à JasperReports - iReport / Présentation des concepts généraux :
http://jpg.developpez.com/bi/tutoriels/jasperreports/initiation/

Sites internet principaux:

Forum georezo : http://georezo.net/forum/

Site internet de PostgreSQL/Postgis : http://www.postgresql.org/ et http://postgis.net/

Site internet de Mapserver (partie en français) : http://mapserver.org/fr/

Communauté JasperReports sur le forum Developpez.com, référence en France pour les développeurs :
www.developpez.net/forums/f355/logiciels/solutions-d-entreprise/business-intelligence/jasper/

Site internet du ministère du développement durable : http://www.developpement-durable.gouv.fr/

## Résumé

Le service « Eau et Assainissement » du Grand Narbonne Communauté d'Agglomération, dans le cadre de sa mission de contrôle de la qualité de l'eau des captages, s'est rapproché du service SIG pour l'édition automatisée du bilan annuel de suivi.

La première étape a été de recenser et trier l'ensemble des données mises à disposition par le service « Eau et Assainissement ». Une base de données a ensuite été structurée en concertation avec les services concernés. La seconde étape a consisté à créer un modèle de bilan en utilisant le logiciel iReport, outil de reporting permettant la génération automatique de rapports à partir de données stockées dans la base. Le serveur cartographique « Mapserver » a été utilisé afin de produire des cartes dynamiques, qui seront insérées automatiquement dans le bilan.

La chaîne de traitement mise en place est fonctionnelle et permet de générer automatiquement le bilan annuel de suivi des captages prioritaires. Quelques améliorations sont toutefois envisagées, comme notamment l'intégration dans la base de données des textes complémentaires du service « Eau et Assainissement » afin d'éviter une retouche du rapport après sa génération.

Ce projet met l'accent sur l'utilité d'un rapprochement entre services et met aussi en avant l'importance d'une maintenance efficace de la base données, le travail réalisé reposant sur l'exactitude de ses données.



## Summary

The « water and sewage treatment » service of the Grand Narbonne Communauté d'Agglomération, within the framework of its mission of control of the abstraction of drinking water quality, has reached out to the GIS department for automated publishing of the annual report tracking.

The first step was to list and classify the whole data provided by the « water and sewage treatment » service. A database was then created in cooperation with the services involved. The second step was to create a template review sheet using the iReport software, a reporting tool which automatically generates reports based on the database elements. The map server « Mapserver » was used in order to make dynamic maps, which will be automatically put in the assessment sheet.

The implemented processing chain is operational and allows to automatically generate annual reviews of the priority abstraction annual tracking report. Some improvements are nevertheless considered, such as the integration in the database of complementary texts from the "water and sewage treatment" service, to prevent editing the report after its generation.

This project enhances the utility of the development of closer ties between some services. It also highlights the importance of maintaining the database efficiently, the work based on the permanent accuracy of the data.