



Université de Toulouse

MASTER 2 GEOMATIQUE

« **ScIences Géomatiques en environneMent et Aménagement** » (**SIGMA**)

<http://sigma.univ-toulouse.fr>

RAPPORT DE STAGE

Mise en place du logiciel SIRS au sein du SMBVA

DAUVERGNE Julie

Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Agly

Maître de stage : Nicoleau Frédéric
Enseignant-référent : Sheeren David

Septembre 2020



Résumé

Le 1er janvier 2020, le Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Agly (SMBVA) reprend la gestion des digues de l'Agly au département des Pyrénées-Orientales. Rapidement la volonté de mettre en place un logiciel qui puisse faciliter la gestion des digues et l'implémentation d'une base de données est formulée. Le choix se porta sur le logiciel SIRS, ainsi que sur son application mobile. Le logiciel se compose d'une partie gestion de base de données et d'une partie cartographie. Les objectifs de ce stage sont de livrer une base de données, mais également une application mobile fonctionnelle. Durant ce stage, il aura fallu vérifier et récolter les différentes données importantes pour la gestion des digues, tels que les différents ouvrages traversants, les voies d'accès et les échelles limnimétriques. Les désordres survenus depuis le début de l'année, et notamment lors de la crue du 20 janvier 2020, ont été ajoutés à la base de données. De plus, pour ajouter des éléments au cours d'eau, il a été nécessaire de créer le lit de l'Agly, ainsi que des bornes hectométriques. Afin que l'application fonctionne, il aura fallu transférer la base de données sur le serveur de France Dignes, ce qui permet une synchronisation entre l'ordinateur et la tablette. Pour finir, les informations relatives aux digues ont été ajoutées au logiciel SIRS et l'application est fonctionnelle.

Abstract

The SMBVA has taken over the management of the Agly dam at Pyrénées-Orientales department on January 1, 2020, it wanted to implement a management tool. The SIRS software and its mobile application will facilitate the management of the dam and the implementation of the database. The software is composed of a database management part and a mapping part. The objectives of this internship are to deliver a database and a functional mobile application. During this internship it was necessary to verify and collect the different data, this data are important for the management of dam. This data are crossing work, access roads, limnimetric scales. The disorders that have occurred since the beginning of the year and in particular during the flood of January 20, 2020 have been added to the database. To attribute elements to the stream, it was necessary to create the Agly streambed and the hectometric markers. For the application to work, the database had to be transferred to the France Dignes server, which allows synchronization between the computer and the tablet. Finally, the information relating to the dam has been added to the SIRS software and the application is functional.

Remerciements

En tout premier lieu, ma reconnaissance va au SMBVA pour son accueil chaleureux. Et plus particulièrement, à mon maître de stage, M. Nicoleau, chargé de mission système endiguement au sein du SMBVA, pour son implication, sa transmission de savoirs dans le domaine des systèmes d'endiguement et de la gestion des digues, mais surtout pour la liberté d'action qu'il a bien voulu m'accorder. Un remerciement tout particulier à Caroline, technicienne rivière, pour son implication et les réponses qu'elle a pu m'apporter, notamment dans la gestion de la végétation des digues. Le garde-digues, M. Negrier, pour m'avoir accompagnée lors de mes visites sur les digues.

J'aimerais aussi saluer les efforts de M. Perrin (chargé de mission à France Dignes) qui a eu l'amabilité de répondre à mes questions et de me fournir les explications nécessaires, mais également ceux de M. Martzluff (Département des Pyrénées-Orientales, Direction des Infrastructures et Déplacements, Bureau Information Géographique, Cartographique Comptages) qui a eu l'amabilité de répondre à mes questions et de communiquer mes demandes d'information au sein du Département.

Mes remerciements s'adressent aussi à M. Sheeren pour son encadrement et ses réponses à mes questions diverses et variées. J'en profite aussi pour remercier toute l'équipe pédagogique pour cette année à la fois difficile et fabuleuse.

Enfin, une mention toute particulière à Caroline, Charlotte, Lucie et Coralie pour leur bonne humeur au travail, les randonnées, les dépannages (merci Coralie!), la découverte de marchés gourmands et les baignades dans les gorges!!!

Sommaire

Liste des abréviations	8
Introduction	9
1 Présentation	10
1.1 Le Territoire	10
1.2 Le SMBVA	17
1.3 Les objectifs du stage	19
2 Les digues	19
2.1 Morphologie des digues	19
2.2 La réglementation	21
2.3 La classification des digues	21
2.4 Les différents types de crue	22
2.5 Les différents types de rupture de digue	22
2.6 INERIS	24
2.7 Les digues de l'Agly	24
2.8 SIRS une aide aux gestionnaires de digues	28
3 Mise en place du logiciel SIRS V2 comme aide à la gestion des digues de l'Agly	29
3.1 Installation du logiciel	29
3.2 Paramétrage de la base de données	30
3.3 Les données	32
3.4 Utilisation du logiciel	36
4 Approfondissement : Analyse des modules complémentaires	39
4.1 Module cartographique	39
4.2 Module de gestion du lit de la rivière	39
4.3 Module réglementaire	41
4.4 Module dossier d'ouvrages	42
4.5 Module QGIS	42
4.6 Module de l'application mobile	42
4.7 Les autres modules testés mais non utilisés	43
5 Devenir du SIRS au sein du SMBVA	43
5.1 Maintien de la base de données	43
5.2 Perspectives d'amélioration	43
6 Bilan personnel	44
6.1 Les échanges au sein du SMBVA	44
6.2 Formation de perfectionnement au SIRS	47
6.3 Organisation	47
6.4 Retour d'expérience	48

Conclusion	50
Bibliographie	51
Annexes	55

Liste des figures

1	Le massif des Corbières (© Julie.D)	11
2	Le Fenouillèdes (© Julie.D)	11
3	La plaine du Roussillon (© Julie.D)	12
4	Les principaux cours d'eau du bassin versant de l'Agly	14
5	Graphique montrant les débits moyens mensuels de l'Agly au lieu-dit du Mas-de-Jau entre Estagel et Cases-de-Pène (Source : SMBVA)	15
6	Zones inondables sur le bassin versant de l'Agly (Source : SMBVA)	16
7	Schéma du lit mineur et du lit majeur d'une rivière lors d'une crue (Source : tpe-inondations)	16
8	Programme des travaux de restauration sur le Bassin versant de l'Agly (Source : SMBVA)	18
9	Profil schématique de l'endiguement de l'Agly de la RD900 à la mer (© Département des Pyrénées-Orientales)	19
10	Carte des digues de l'Agly	20
11	Schéma d'une surverse (Source : DIREN Languedoc Roussillon)	23
12	Schéma du phénomène de renard (Source : DIREN Languedoc Roussillon)	23
13	Échelle de crue sur la rive gauche de la digue de l'Agly (© Julie.D)	25
14	Caméra et échelle de crue sur la rive gauche de la digue de l'Agly (© Julie.D)	25
15	Localisation des désordres	26
16	Borne marquée au sol en rive gauche et borne en bois en rive droite (© Julie.D)	26
17	Embâcle dans le cours d'eau de l'Agly (© Julie.D)	27
18	Schémas du système d'endiguement	30
19	Schéma des différents côtés et positions des digues de l'Agly	31
20	Diagramme de Flow : décalage de point le long d'une ligne (méthode 1)	34
21	Diagramme de Flow : décalage de point le long d'une ligne (méthode 2)	34
22	Passages sauvages sur la rive droite de la digue de l'Agly (© Julie.D)	36
23	Ligne d'eau de la crue du 20 janvier 2020	37
24	Hydrogramme de la crue du 20 janvier 2020 au niveau du pont de la RD900	37
25	Diagramme de Flow : création du lit de l'Agly et des bornes le long des digues	40
26	Campagne de jaugeage été 2020 dans le bassin versant de l'Agly (ici : Verdoule) (© SMBVA)	45
27	Campagne de jaugeage été 2020 dans le bassin versant de l'Agly (ici : l'Agly entre les digues) (© SMBVA)	45
28	Suivi de chantier abattage des arbres sur les digues de l'Agly suite à la crue du 20 janvier 2020 (© SMBVA)	46
29	Diagramme de Gantt	47
1	Carte des différents syndicats des bassins versants dans les Pyrénées-Orientales	56
2	Légende fiche de relevé oct. 2015, partie 1 (Département des Pyrénées-Orientales)	57

3	Légende fiche de relevé oct. 2015, partie 2 (Département des Pyrénées-Orientales)	58
4	MCD des désordres	59
5	Partie du fichier Excel du SMBVA contenant les différents désordres observés lors de la crue du 20 janvier 2020 (© SMBVA)	60
6	Carte des différents ouvrages traversants les digues de l'Agly Maritime : Carte 1	61
7	Carte des différents ouvrages traversants les digues de l'Agly Maritime : Carte 2	62
8	Carte des accès aux digues de l'Agly Maritime : Carte 1	63
9	Carte des accès aux digues de l'Agly Maritime : Carte 2	64
10	Carte des accès aux digues de l'Agly Maritime : Carte 3	65
11	Carte des accès aux digues de l'Agly Maritime : Carte 4	66
12	Carte des désordres le long de la voie verte	67
13	Carte des différents profils en travers sur les digues de l'Agly	68

Liste des abréviations

EISH Évènements Importants pour la Sécurité Hydraulique

GEMA Gestion de l'Eau et des Milieux Aquatiques

GEMAPI GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations

INERIS Institut National de l'Environnement Industriel et des Risque

PI Prévention des Inondations

SMBVA Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Agly

VTA Visite Technique Approfondie

Introduction

Les digues sont des constructions mises en place pour contenir l'eau. Elles forment une solution dans la prévention des inondations. Elles sont réglementées par le décret 2015-526 du 12 mai 2015 ([Legifrance](#)). Les inondations font parties des risques naturels, elles correspondent à une submersion plus ou moins rapide d'une zone, elles sont provoquées par des pluies importantes [1].

Les digues étaient déjà utilisées par les Égyptiens [2], mais aussi par les Romains [3], pour se protéger des inondations. Les problèmes liés aux inondations sont présents partout à l'échelle du globe, une étude a été menée au Vietnam sur les risques liés aux inondations [4]. A Toulouse une stratégie a été étudiée pour la gestion des risques d'inondation [5]. En France, un habitant sur quatre habite en zone inondable ; entre 1999 et 2006, environ 100 000 logements ont été construits en zone inondable [6]. Les inondations font de nombreuses victimes, les inondations de 1999, 2002 et 2003 en région méditerranéenne ont fait au total 66 victimes [7].

Dès 1999, le ministère chargé de l'environnement lance un recensement des digues de protection contre les inondations. Les conclusions de cette étude sont alarmantes car les constructions sont anciennes (certaines datent du Moyen-Âge), peu entretenues et édifiées par étapes. De plus, les gestionnaires des digues ne sont souvent pas identifiés. Pour l'estuaire de la Gironde, les gestionnaires des digues ne sont connus que dans 43 % des cas [8]. En 2013, la France comptait 7000 km de digues, sur la totalité seulement 3000 km étaient en bon état [9].

Se rajoutent aux problèmes de gestion des digues, les problèmes de gestion des milieux naturels, car la végétation peut fragiliser les digues et les rendre plus vulnérable à la rupture. Cependant, un compromis peut être trouvé en limitant la végétation ligneuse aux berges [10], puisque la végétation a un impact social important qui doit être pris en compte. Des sentiers sont créés sur les digues, la végétation leur donne un aspect sauvage [11].

Dans le département des Pyrénées-Orientales, dès le Moyen-âge, l'on commence à fixer les berges de la Têt. En effet, plusieurs écrits de cette période attestent de la destruction de monuments [12]. Les Pyrénées-Orientales ont toujours connu beaucoup de crues ([Les services de l'État](#)), l'épisode pluvieux de novembre 1999 a causé des inondations catastrophiques [13]. A l'échelle du bassin de l'Agly, près de 50% de la population (34 000 sur 67 000 habitants) est exposée au risque d'inondation, dont la plupart en plaine de la Salanque d'après une étude effectuée en 2016 [14].

Dans un premier temps, nous allons présenter la structure d'accueil et le territoire, puis nous définirons ce que sont des digues de protection contre les inondations. Dans un second temps, nous parlerons de la mise en place du logiciel SIRS au sein de la structure d'accueil et de son devenir. Nous finirons ce rapport sur un bilan personnel.

1 Présentation

1.1 Le Territoire

D'une superficie de 1050 km², le bassin versant de l'Agly est présent sur deux départements l'Aude et les Pyrénées-Orientales. Il recouvre 62 communes en tout ou partie.

Le Syndicat est constitué des Établissements Publics de Coopération Intercommunale et des communes ci-après désignés :

- **Perpignan Méditerranée Métropole** : représentant les communes de Baixas, Calce, Cases de Pène, Cassagnes, Espira de l'Agly, Estagel, Montner, Opoul-Périllos, Peyrestortes, Rivesaltes, Saint-Laurent-de-la-Salanque, Tautavel, Torreilles, Vingrau.

- **Communauté de Communes Salanque Méditerranée** : représentant les communes de Clairac et Pia.

- **Communauté de Communes Agly Fenouillèdes** : représentant les communes de Ansignan, Caramany, Caudiès de Fenouillèdes, Felluns, Fenouillet, Fosse, Lansac, Latour de France, Lesquerde, Maury, Pézilla de Conflent, Planèzes, Prats de Sournia, Prugnanes, Rabouillet, Rasiguères, Saint-Arnac, Saint-Martin, Saint-Paul-de-Fenouillet, Trilla, Vira et Le Vivier.

- **Communauté de Communes Conflent Canigou** : représentant les communes de Campoussy, Sournia et Trévillach.

- **Communauté de Communes du Pays de Couiza** : représentant les communes de Camps sur l'Agly et Cubières sur Cinoble.

- **Syndicat Intercommunal du Bassin du Verdoube** : représentant les communes de Cucugnan, Dernacueillette, Duilhac sous Peyrepertuse, Maisons, Massac, Montgaillard, Padern, Palairac, Paziols, Rouffiac-des-Corbières, Soulatgé et Tuchan.

1.1.1 Sa situation

Le bassin versant est séparé en trois secteurs qui se démarquent : Les Corbières, Le Fenouillèdes et La plaine du Roussillon.

Le massif des Corbières (Fig. 1) constitue la partie nord du bassin versant de l'Agly. Il est composé de collines principalement calcaires ne dépassant pas 500 m d'altitude qui se caractérise par des milieux naturels ouverts (garrigue) et de la viticulture.



FIGURE 1 – Le massif des Corbières (© Julie.D)

Le Fenouillèdes (Fig. 2) occupe la partie amont du bassin versant de l'Agly. Il se situe dans des altitudes comprises entre 300 m et 1 400 m. Marqué par une géologie complexe et des paysages très variés entre plaine et coteaux viticoles.



FIGURE 2 – Le Fenouillèdes (© Julie.D)

La plaine du Roussillon (Fig. 3), située sur la partie orientale du bassin versant jusqu'à l'embouchure de l'Agly, est partagée entre vignoble, arboriculture et maraîchage. La majeure partie de la population et des activités (tourisme, entreprise) du bassin versant de l'Agly est concentrée dans la plaine. Elle présente donc un risque important dans le cas où des inondations provoquées par le débordement de l'Agly devaient survenir.

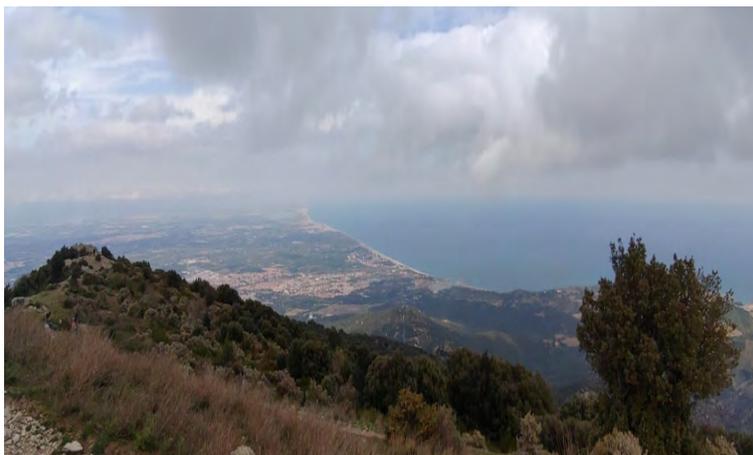


FIGURE 3 – La plaine du Roussillon (© Julie.D)

1.1.2 Les différents cours d'eau

L'Agly est le fleuve principal du bassin versant et présente de nombreux enjeux. Il prend sa source au col du Linas au pied du pic de Bugarach et termine sa course en se jetant dans la mer Méditerranée, entre les communes du Barcarès et de Torreilles. Il parcourt en tout 81,7 km. L'Agly est retenu au plan d'eau du barrage de Caramany long de 7 km, pour ensuite rejoindre la plaine du Roussillon, où il est endigué de Rivesaltes à la mer. Ces principaux affluents sont : le ruisseau de Cubières, la Boulzane, la Désix, le Trémoine, le ruisseau de Cassagnes, la Pesquitte, le Maury, la Grave, le Verdoble, le Roboul et la Llobère.

Le Verdoble est l'affluent majeur de l'Agly. Son bassin versant d'une superficie de 321 km² représente presque un tiers du bassin versant de l'Agly. Il parcourt 46,7 km entre la commune de Soulatgé et Estagel où il se jette dans l'Agly. Ces principaux affluents sont : Le Rec de Riben, le ruisseau de Cucugnan, le Torgan, le ruisseau de la Coume, le Tarrasac et le ruisseau de Vingrau.

La Boulzane est un cours d'eau de 33,9 km possédant un bassin versant de 166 km² qui prend sa source à Montfort-sur-Boulzane près du pic du Dourmidou et se jette dans l'Agly à Saint-Paul-de-Fenouillet. Le principal affluent est le ruisseau du Saint-Jaume, mais elle est aussi alimentée par le ruisseau de Caudiès et le ruisseau de Prugnanes.

La Désix prend sa source sur les hauteurs de la commune de Rabouillet, parcourt 32,3 km en récoltant les eaux d'environ 160 km² avant de se jeter dans l'Agly sur la commune d'Ansignan, juste en amont du plan d'eau de Caramany. Ces principaux affluents sont : la Matassa, la Rapane et la Ferrere.

Le Maury prend sa source à Saint-Paul-de-Fenouillet avant de se jeter dans l'Agly sur la commune d'Estagel. Son affluent est le Ruisseau de la Devèze.

Le Torgan est un affluent du Verdoble long de 19,4 km. Il rejoint le Verdoble au

village de Padern. Son affluent est la Valette.

Le Tarrasac est un cours d'eau qui prend sa source dans les Corbières au col du Barrou. Il parcourt 11,7 km avant de se jeter dans le Verdoble. Ses deux affluents sont le Ruisseau de Nouvelle et la rivière du Mas de Ségure (Fig. 4).

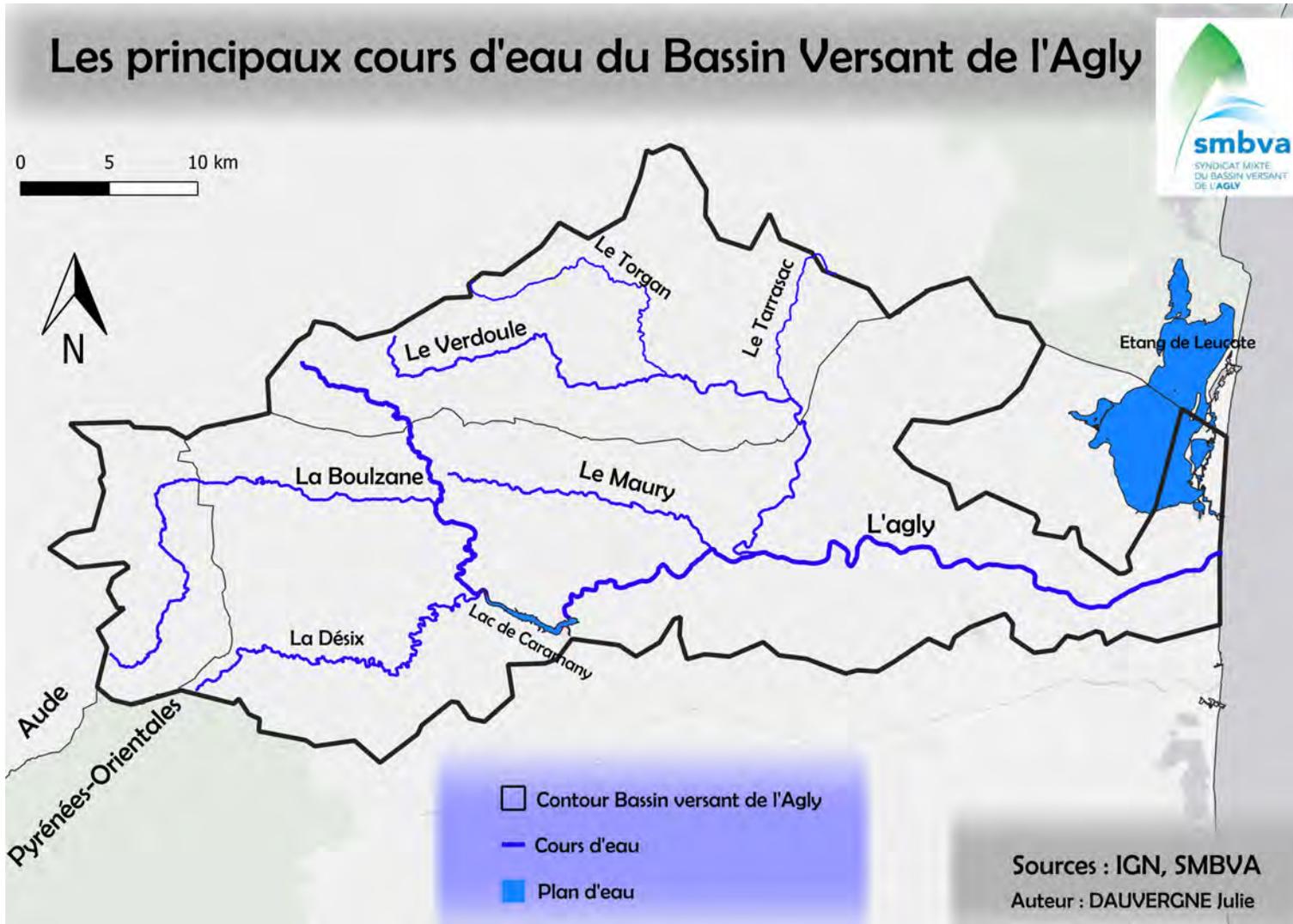


FIGURE 4 – Les principaux cours d'eau du bassin versant de l'Agly

1.1.3 Le régime hydrologique

Le régime hydrologique correspond à l'ensemble des variations de l'état et des caractéristiques d'une formation aquatique qui se répète régulièrement dans le temps et dans l'espace, cela passe par des variations cycliques. En lien avec le climat méditerranéen, les régimes hydrologiques de l'Agly et de ses affluents sont caractérisés par des fluctuations saisonnières importantes. Son régime hydrologique est de type « pluvial méditerranéen ». Les pluies d'automne et de printemps provoquent des crues de grande ampleur, tandis que les sécheresses estivales peuvent se traduire par des assèchements prolongés (Fig. 5). Le barrage de Caramany sur l'Agly, mis en place en 1994, est là pour minimiser l'étiage en été et aider à réguler le débit lors d'épisodes de pluies intenses.

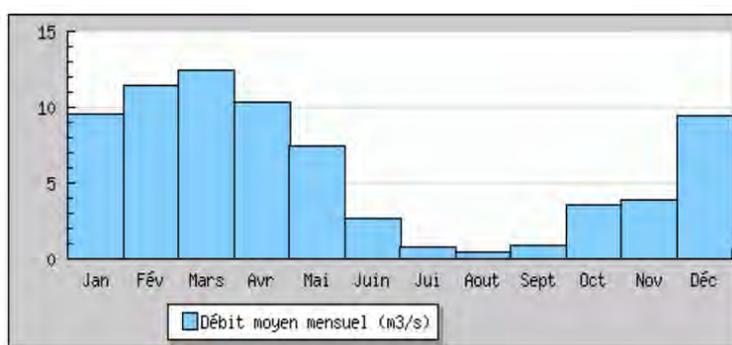


FIGURE 5 – Graphique montrant les débits moyens mensuels de l'Agly au lieu-dit du Mas-de-Jau entre Estagel et Cases-de-Pène (Source : SMBVA)

1.1.4 Les risques d'inondation

Le bassin de l'Agly est soumis à différents types d'inondation présentés ci-dessous. Ces inondations sont le résultat de pluies intensives et violentes, phénomène appelé « épisode méditerranéen ». Une majeure partie du territoire est soumise à ces risques d'inondation (Fig. 6). Or, les enjeux sont importants puisque le bassin versant est habité par 65 000 personnes, dont 80 % résident sur les 14 communes situées dans la partie avale. La densité de population est très variable, la moyenne est de 13 hab/km² sur le secteur amont du bassin versant et de 149 hab/km² dans le secteur de la plaine du Roussillon.

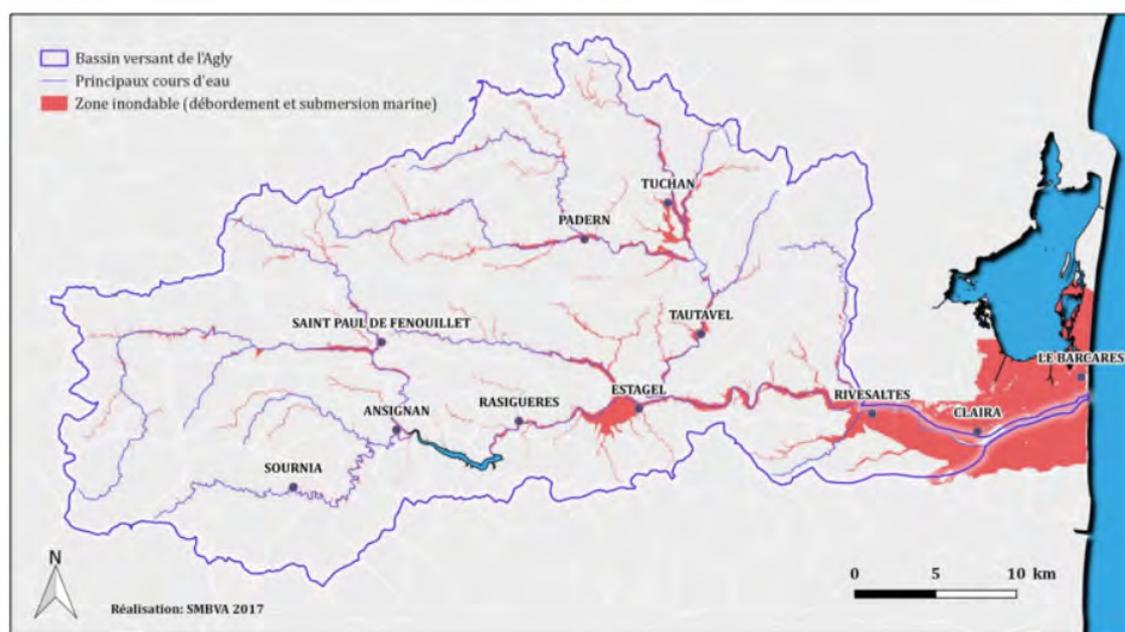


FIGURE 6 – Zones inondables sur le bassin versant de l’Agly (Source : SMBVA)

Plusieurs types d’inondation peuvent être provoqués par le débordement des cours d’eau non protégés par des digues. A partir du moment où, les cours d’eau principaux sortent de leur lit mineur, l’on parle de "**L’inondation de plaine par débordement de cours d’eau**" (Fig. 7). Sachant que le lit mineur représente la superficie occupée en permanence par le cours d’eau, tandis que le lit majeur est délimité par la plus grande crue qu’a connue le cours d’eau.

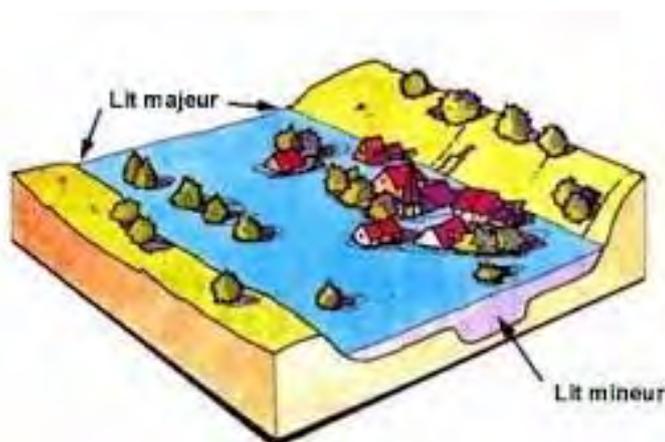


FIGURE 7 – Schéma du lit mineur et du lit majeur d’une rivière lors d’une crue (Source : tpe-inondations)

Dans des zones à fortes pentes et lors d’événements pluvieux intenses, les petits cours d’eau et torrents peuvent monter et sortir de leur lit très rapidement, on nomme alors cela "**Les crues torrentielles**". Elles sont très dangereuses du fait de leur rapidité et de leur imprévisibilité. Elles concernent surtout la partie amont du bassin versant jusqu’à Rivesaltes.

Il existe un autre cas lié au phénomène de l'imperméabilisation des sols par les aménagements de l'homme (urbanisation, agriculture), "**Le ruissellement pluvial**". Lors des fortes pluies, l'eau ne peut plus s'infiltrer ce qui provoque des écoulements importants et rapides. Le danger peut venir aussi de la mer, c'est ce que l'on appelle la "**La submersion marine**". La partie littorale du bassin va être soumise à la montée des eaux des étangs et de la Méditerranée. Ce phénomène est généralement lié à l'apparition de tempêtes (dépression atmosphérique, vent d'est et houle). Les digues sont là pour protéger des inondations, cependant, elles peuvent rompre, c'est ce que l'on appelle la "**Rupture de digue**". La population de la Salanque est protégée des inondations par les digues, mais elle est soumise à un risque important de rupture de digue.

1.2 Le SMBVA

Le [Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Agly \(SMBVA\)](#) a été créé le 1 janvier 2015. Il est chargé de tout le bassin versant de l'Agly, c'est un appui technique aux collectivités pour la gestion locale des cours d'eau. Le département est couvert par trois autres syndicats : le Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Têt ([SMBVT](#)), le Syndicat Mixte du Bassin Versant du Réart ([SMBVR](#)) et le Syndicat Mixte du Bassin Versant du Tech-Albères ([SMIGATA](#)) (Annexe 1). Le SMBVA est le second bassin versant des Pyrénées-Orientales, par rapport à sa superficie, après le Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Têt.

1.2.1 Ses missions

Les missions du SMBVA sont le portage et l'animation d'outils de gestion du Bassin Versant, ainsi que le soutien technique et administratif aux porteurs de projets du Bassin Versant dans la mise en oeuvre de ces outils de gestion.

La majorité des propriétaires fonciers ne réalisant pas l'entretien de leurs berges, le SMBVA prend en charge l'entretien des cours d'eau afin de réduire le risque d'inondation et de préserver les milieux aquatiques. Pour la réalisation de ces travaux d'entretien, un document a été établi "Travaux de Restauration des Milieux Aquatiques du Bassin Versant de l'Agly". Ce document détaille les actions à effectuer entre 2017 et 2021. Au total, le linéaire traité sera de 117 km de cours d'eau et 30 hectares d'atterrissements sont concernés (Fig. 8).



FIGURE 8 – Programme des travaux de restauration sur le Bassin versant de l’Agly (Source : SMBVA)

Le SMBVA a repris la gestion des digues de l’Agly, en janvier 2020, au département des Pyrénées-Orientales. Cette mission comprend la surveillance, l’entretien et la réparation des ouvrages existants, ainsi que la mise en œuvre des opérations réglementaires. Elle intègre également l’étude, la définition et la réalisation des ouvrages de protection. Le Syndicat décide également de travailler avec un nouvel outil, le logiciel SIRS. Leur volonté est de l’utiliser rapidement, afin d’acquérir promptement les réflexes d’utilisation qui ne peuvent qu’améliorer la praticité, l’efficacité et la fonctionnalité du logiciel pour en faire le seul outil cartographique et de gestion.

Il a aussi pour tâche le suivi de la qualité de l’eau. De manière générale, l’eau est de bonne qualité, hormis les contaminations en produits phytosanitaires. En effet, bien que tous les suivis montrent une baisse de leurs différentes concentrations, les pesticides sont détectés à des teneurs supérieures aux normes environnementales sur la majeure partie du bassin versant et constituent la principale problématique liée à la qualité de l’eau. Le SMBVA a pour charge de sensibiliser la population et de mettre en place un plan d’action. Il a aussi pour mission de faire des suivis hydrologiques, afin de respecter le "Plan de Gestion de la Ressource en Eau" (PGRE) qui vise à optimiser le partage de la ressource pour en assurer une gestion équilibrée et durable. Ce plan d’action est appliqué depuis 2018 au sein du SMBVA.

1.3 Les objectifs du stage

Nous avons vu que le bassin versant de l'Agly était soumis à une forte pression. La protection de la population contre les inondations est un enjeu majeur pour le SMBVA. Ce dernier, venant tout juste d'hériter de la gestion des digues protégeant la population dans la plaine du Roussillon, a décidé de mettre en place le logiciel SIRS afin de simplifier la gestion de celles-ci. L'objectif de mon stage est ainsi de mettre en place le logiciel, c'est à dire, l'installer, le prendre en main, rentrer les données, mettre en place l'application mobile et, enfin, former les futures utilisateurs.

2 Les digues

2.1 Morphologie des digues

Les digues peuvent être construites en remblais ou entièrement bétonnées. Les digues de l'Agly sont construites en remblais et consolidées avec des enrochements de pierre ou de béton. Les déversoirs forment les "trous" les moins hauts d'une digue. Ils sont là pour évacuer l'eau dans les zones sans risque, afin de préserver les zones à risques. Le profil de la digue de l'Agly est présenté avec la figure suivante (Fig. 9).

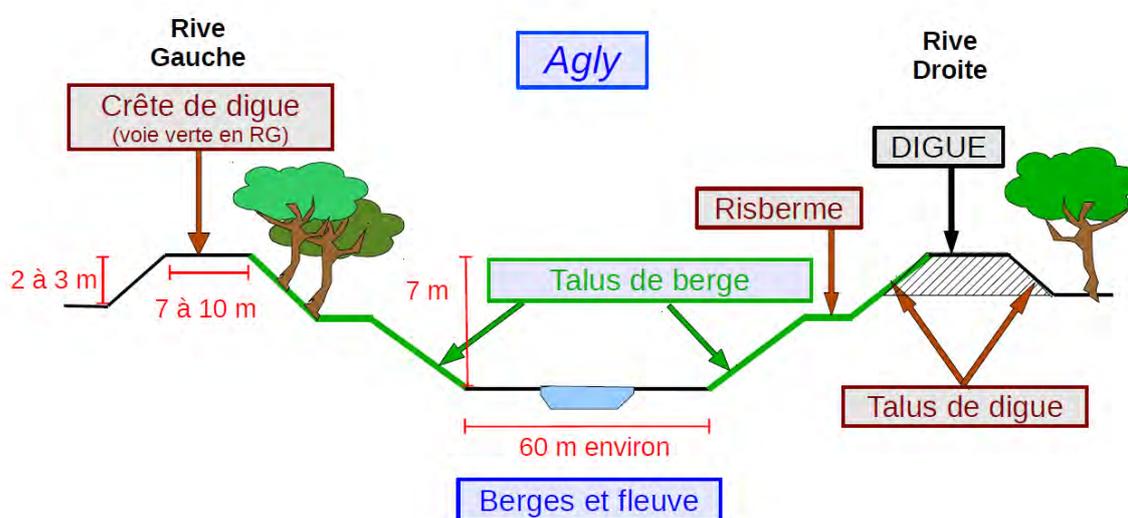


FIGURE 9 – Profil schématique de l'endiguement de l'Agly de la RD900 à la mer
 (© Département des Pyrénées-Orientales)

Les digues de l'Agly sont longues de 13 kilomètres. Elles commencent sous le pont de la RD900 et continuent jusqu'à la mer de part et d'autre de l'Agly. Sur la crête de la digue rive gauche, une piste cyclable a été aménagée tout le long. Sur la rive droite une piste est présente, mais celle-ci est réservée aux gestionnaires. Des bornes sont disposées tous les 100 mètres, afin de faciliter le repérage des différents réseaux ou désordres (Fig. 10).

Les digues de l'Agly maritime



FIGURE 10 – Carte des digues de l'Agly

2.2 La réglementation

La GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (**GEMAPI**) est une compétence qui a été transférée au SMBVA par les communautés de communes. Cette compétence est composée de la gestion des milieux aquatiques (Gestion de l'Eau et des Milieux Aquatiques (**GEMA**)) et de la prévention des inondations (Prévention des Inondations (**PI**)). La PI est composée de deux parties ; la première étant la surveillance, l'entretien et la réhabilitation des digues. Les autorités compétentes doivent définir des zones de protection des inondations au moyen de digues, des systèmes d'endiguement associé et le niveau de protection du système d'endiguement. La réglementation (le décret n° 2015-526 du 12 mai 2015, dit "décret digues") impose que les digues soient réorganisées en "système d'endiguement". Un système d'endiguement va regrouper tous les ouvrages classés (Section 2.3) et tous les ouvrages collaboratifs qui ont un impact direct sur l'efficacité et le bon fonctionnement du système d'endiguement (ouvrage de régulation, remblais routier, ferroviaire...). La seconde est la création et la gestion des aménagements hydrauliques les plus divers fonctionnant sur le principe général du prélèvement d'une partie du cours d'eau en crue aux fins de stockage provisoire dans un « réservoir » prévu à cet effet.

Avant 2018, les missions, relatives à cette compétence (**GEMAPI**), étaient généralement morcelées entre diverses collectivités territoriales et leurs groupements, et non-uniformément développées sur les territoires exposés au risque d'inondation et/ou de submersion marine. Les missions n'étaient souvent que facultatives. Cette organisation engendrait un manque de lisibilité à l'échelle d'un bassin versant et une incohérence des actions sur le territoire. Il existe désormais une autorité publique unique chargée de ces questions, laquelle peut toutefois transférer cette compétence à des syndicats ou à d'autres groupements. Cette autorité définit des périmètres de protection et prend en charge les ouvrages correspondants.

2.3 La classification des digues

Il existe cinq grands types de digues :

- Digue de protection contre les inondations ou submersions (fluviale, marine, estuarienne, torrentielle etc.),
- Digue de rivière canalisée,
- Digue de canal (Hydroélectricité, navigation, irrigation...),
- Digue portuaire,
- Digue de barrage, d'étang etc.

Selon le [décret 2015-526](#) du 12 mai 2015, les digues de protection sont réparties en quatre classes : A, B, C et D, en fonction de la hauteur de l'ouvrage et de la population protégée. Les caractéristiques sont les suivantes :

A : population protégée supérieure à 50 000 et hauteur de l'ouvrage supérieure à 1 m ;

B : population protégée comprise entre 1 000 et 50 000 et hauteur de l'ouvrage supérieure à 1 m ;

C : population protégée comprise entre 10 et 1 000 et hauteur de l'ouvrage supérieure à 1 m ;

D : population protégée inférieure à 10 ou/et hauteur de l'ouvrage inférieure à 1 m.

Les digues de l'Agly sont des digues de protection contre les inondations, elles sont classées A.

2.4 Les différents types de crue

Les crues sont des phénomènes naturels causés par la pluie, la fonte des neiges ou la concomitance des deux. Lors d'épisodes de crues en France, le débit normal d'un cours d'eau peut être décuplé en quelques heures (crues torrentielles de type « cévénoles ») ou en quelques jours (crues de plaine ou fluviales) sur les principaux fleuves ([CFBR](#)). Le débit de l'eau est exprimé en m^3 par seconde. A Rivesaltes, le débit moyen de l'Agly est de $7 m^3/s$, mais lors des crues il peut dépasser $2 000 m^3/s$. Lorsque l'on associe aux crues une notion de périodicité, l'on parle généralement de crue décennale, trentennale, cinquantiennale, centennale. Plus la période entre les crues est importante (*de facto* rareté des crues), plus les débits sont importants ([Géorisques](#)).

2.5 Les différents types de rupture de digue

Les deux principaux mécanismes de rupture sont la surverse et l'érosion interne digue. La surverse se produit quand un peu d'eau déborde, ce qui entraîne la destruction de la digue par érosion régressive (Fig. 11).

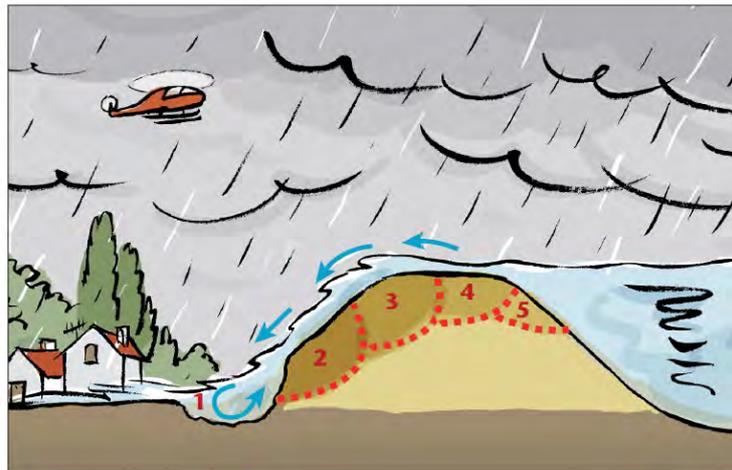


FIGURE 11 – Schéma d'une surverse (Source : DIREN Languedoc Roussillon)

L'érosion interne ou "phénomène de renard" est favorisée par la présence de terriers dans la digue. L'eau va traverser la digue pour ensuite éroder la digue par l'extérieur (Fig. 12). Un autre type de rupture similaire existe, ce sont les *sand-boils* qui sont dûs à la nature du sol. L'eau va passer sous la digue pour passer de l'autre côté, cela peut entraîner l'affaissement de la digue.

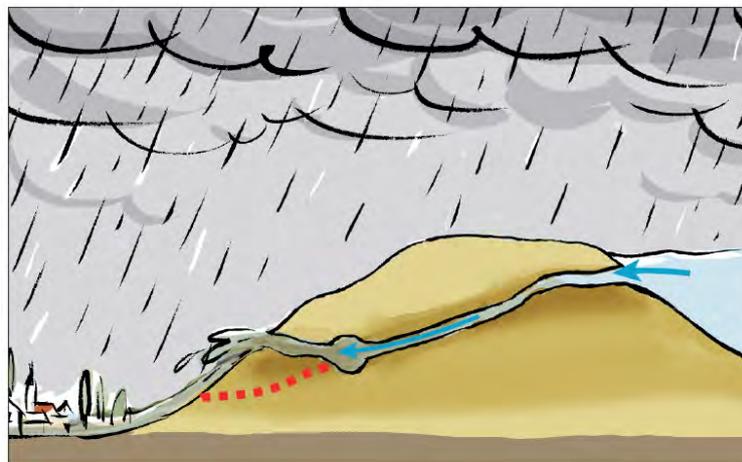


FIGURE 12 – Schéma du phénomène de renard (Source : DIREN Languedoc Roussillon)

Il existe d'autres cas de rupture plus rares :

- l'érosion externe et affouillement (qui peut-être attribué au cours d'eau). L'érosion se produit à la base de la digue côté fleuve,
- le glissement du talus de la digue qui intervient quand une partie du talus est emportée par la crue (érosion externe) ou par la décrue (érosion interne),
- la rupture par soulèvement hydraulique de la fondation. L'érosion est alors interne [15] et crée un effet de vague quand la crue est à son maximum. La digue se rompt ou crée une fosse d'érosion en aval d'une brèche [7].

2.6 INERIS

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risque (INERIS) est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) créé en 1990. Il a pour mission de contribuer à la prévention des risques causés par les activités économiques, la sécurité des personnes, la sécurité des biens et sur l'environnement.

L'ensemble des réseaux et canalisations sont référencés sur le site [construire sans détruire](#). Les graves accidents survenus fin 2007 et début 2008, à Bondy, Niort, Noisy-le-Sec et Lyon sur les réseaux de distribution de gaz, ont rappelé l'importance des enjeux de sécurité lorsque des travaux sont entrepris. En plus de trouver des informations sur les réseaux et canalisations, les digues sont également mentionnées. Effectivement, des travaux à proximité de celles-ci pourraient fragiliser leurs fondations.

Le site permet alors aux exécutants de travaux de localiser sur une carte le lieu où les travaux doivent se dérouler. Le site indique l'ensemble des différents prestataires des réseaux, et envoie un formulaire CERFA à la ou les structure(s) concernée(s). Les gestionnaires ont obligation de réponse. Les digues étant depuis peu sous la responsabilité du SMBVA, il a fallu créer un compte exploitant et transmettre un fichier *.shp d'une zone tampon de 50 m autour de la digue. Ainsi, nous seront informés de tous travaux situés dans une zone de 50 mètres autour des digues.

2.7 Les digues de l'Agly

2.7.1 L'histoire des digues de l'Agly

Les digues de l'Agly ont été construites dans les années 1970 pour protéger la Salanque des débordements fréquents. Malheureusement, ces digues connaissent de nombreux dysfonctionnements principalement liés à leur conception. Les ruptures passées en témoignent (Saint-Laurent en 1999, Pia en 2013). La rupture entraîne la formation d'une onde de submersion, dont la vitesse et la hauteur représentent un danger mortel.

Aux XIII^e et XIV^e siècles, l'on commence à aménager les abords du fleuve pour limiter l'impact des débordements dans une plaine agricole. Au XV^e siècle, les premiers travaux de rectification à l'échelle du tronçon sont ordonnés par les rois d'Aragon, puis de Majorque. Depuis ces travaux « d'emmottements », la correction et l'entretien du lit ont été répétés tout au long des siècles (crues récurrentes). Les plus importants de ces travaux ont été réalisés de 1974 à 1976 avec la reconstruction complète des digues ; tracé, tel que nous le connaissons aujourd'hui. En 2013, les travaux de sécurisation des digues ont été finis.

2.7.2 La gestion actuelle des digues

Une échelle de crue (ou échelle limnimétrique) (Fig. 13) a été placée sous le pont de la D900 pour observer le niveau de l'eau. Pour une meilleure surveillance, une caméra filme en permanence l'échelle de crue (Fig. 14). Les digues de l'Agly ont également été dotées d'échelle limnimétrique sous les trois autres ponts.



FIGURE 13 – Échelle de crue sur la rive gauche de la digue de l’Agly (© Julie.D)



FIGURE 14 – Caméra et échelle de crue sur la rive gauche de a digue de l’Agly (© Julie.D)

Le garde-digues fait remonter les anomalies constatées. Elles sont alors localisées au moyen de bornes : à combien de mètres en aval d’une borne l’anomalie se situe-t-elle (Fig. 15).

Localisation d'un désordre

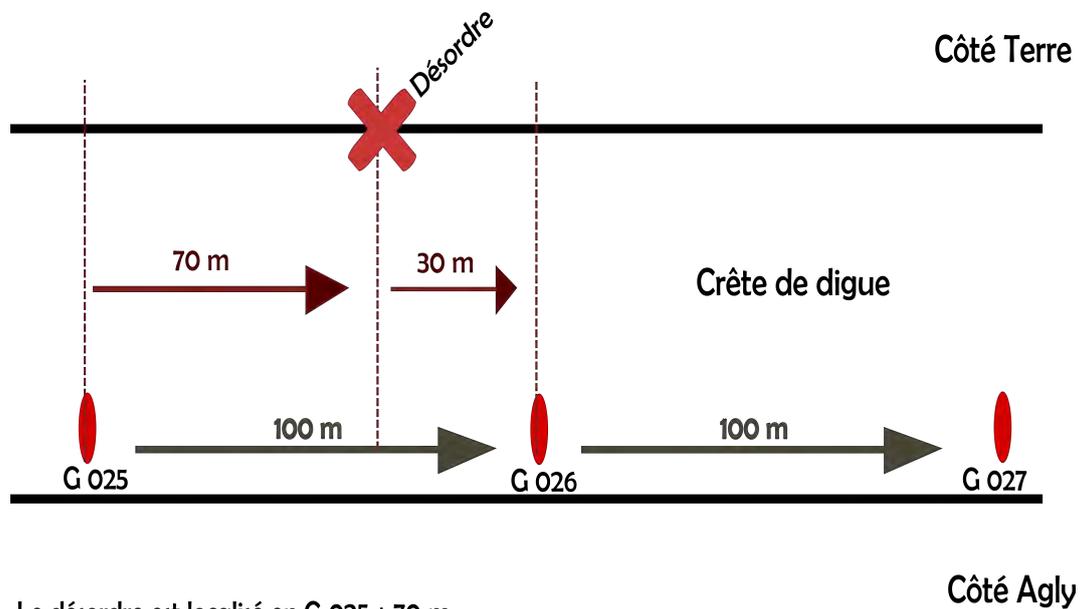


FIGURE 15 – Localisation des désordres

Les bornes sont placées tous les 100 mètres. Il s'agit soit d'un marquage au sol, soit d'une borne en bois (Fig. 16).



FIGURE 16 – Borne marquée au sol en rive gauche et borne en bois en rive droite
(© Julie.D)

Une partie du travail consiste à relever les désordres qui ont eu lieu à la suite d'évènements pluvieux ; nous appelons "désordre" tous les éléments mettant en péril la digue. Le département des Pyrénées-Orientales a mis en place une fiche pour relever les désordres observés sur les digues de l'Agly (Annexe 2 et 3). Les désordres sont localisés sur la digue, mais ils peuvent aussi être localisés dans le cours d'eau. Parmi les désordres pouvant survenir dans un cours d'eau figure les embâcles. Il s'agit d'amas de végétation qui se bloquent et font obstacle au passage de l'eau au moment des crues, ce qui peut entraîner une surverse aux endroits concernés (Fig. 17).



FIGURE 17 – Embâcle dans le cours d'eau de l'Agly (© Julie.D)

La Visite Technique Approfondie (VTA) est réalisée tous les ans par le SMBVA, mais aussi après chaque crue. Elles consistent à relever toutes les anomalies. Les profils en travers sont réalisés par un bureau d'études. Ils permettent de suivre le profil du cours d'eau tout au long de l'année, mais aussi après les crues. Un registre est envoyé à l'état et contient toutes les visites, réunions en rapport avec les digues.

Certains désordres relèvent des Évènements Importants pour la Sécurité Hydraulique (EISH), notamment, lorsqu'il s'agit d'une anomalie entraînée par une action d'exploitation ou un comportement intrinsèque aux ouvrages hydrauliques. Ils induisent une atteinte à la sécurité des personnes (mise en difficulté, mise en danger ou accident) et des dégâts sur des biens. Le délai de déclaration de l'EISH dépend du niveau de classification : immédiatement pour les EISH rouges, dans les meilleurs délais pour les EISH oranges et jusqu'à un mois pour les EISH jaunes.

2.7.3 Projet de sécurisation des digues de l'Agly

Le projet était porté initialement par le département des Pyrénées-Orientales. Le but était de concevoir un projet pérenne et durable de sécurisation. Plusieurs études ont mis en avant que la capacité du couloir endigué (en m^3/s) était inférieure aux données issues

du dimensionnement initial des digues. Une analyse comparative multicritères de toutes les solutions a été menée. Aujourd'hui la solution qui est privilégiée est la création d'une nouvelle digue sur chaque rive décalée de 30 mètres par rapport à l'actuelle, sauf au niveau des points durs comme les ponts. Un déversoir de sécurité est aussi prévu rive droite en amont du couloir endigué. Les travaux devront prendre environ 10 ans.

2.8 SIRS une aide aux gestionnaires de digues

Suites à plusieurs crues survenues à la fin des années 90, le Syndicat Mixte interrégional d'Aménagement des Dignes du Delta du Rhône et de la Mer (SYMADREM) et l'AD Isère ont financé le développement d'un outil permettant la gestion des digues. Ce logiciel est appelé SIRS Dignes (Système d'Information à Références Spatiales). Face à plusieurs demandes d'amélioration, le SYMADREM a lancé un appel d'offre afin de développer une version 2 du logiciel SIRS Dignes. Il révèle que les principaux points à améliorer sont : l'ergonomie, les contrôles de saisies, la gestion des droits, l'évolutivité du logiciel et la maintenabilité. C'est l'entreprise [Géomatys](#) qui s'est vu confier le développement de l'application.

Le SIRS Dignes V1 était basé sur l'utilisation d'ArcView et du Runtime Access. Il se présentait sous la forme d'une barre d'outils intégrée à ArcMap, mais proposait également un accès « autonome » avec une interface spécifique indépendante des produits ESRI. L'application assurait l'accès et la manipulation des données contenues dans une base de données géographique structurée. Le format propriétaire d'ESRI, la géodatabase personnelle, était utilisé. Ce format permettait de stocker les données géographiques et descriptives dans une même base sous un format Access (*.mdb).

L'application SIRS V2 permet de gérer l'intégralité du système d'endiguement. La grande évolution c'est l'intégration d'une interface graphique. Le logiciel permet de centraliser toutes les informations. L'arborescence du logiciel est la suivante : un système d'endiguement contient une ou plusieurs digue(s), qui elles sont composées de tronçons, qui se placent sur la rive droite ou gauche de la digue. Tous les éléments, tels que les désordres, vont être placés sur ces tronçons.

Le système de gestion de base de données est CouchDB (Annexe 4). C'est un système de gestion de données capable de gérer des bases de données ayant évolué indépendamment, cela permet une utilisation hors connexion. Elle ne s'appuie pas sur du SQL pour utiliser des requêtes SQL. Les données sont exportées vers une base H2 qui est embarquée directement dans les dépendances du logiciel.

Le mercredi 15 juillet une nouvelle version du logiciel SIRS V2 est sortie, ainsi qu'un module QGIS, qui permet de créer des couches vectorielles à partir d'objets provenant d'une base de données CouchDB. Cette nouvelle version permet un affichage plus rapide des différents thèmes, une création d'objets depuis la partie cartographique, une prestation global.

3 Mise en place du logiciel SIRS V2 comme aide à la gestion des digues de l'Agly

Pour rappel le SMBVA a hérité de la gestion des digues de l'Agly du département des Pyrénées-Orientales au 1^{er} janvier 2020. Le département avait la gestion de ces digues depuis juin 2007.

3.1 Installation du logiciel

3.1.1 En local

Pour débiter mon stage tout est installé sur mon ordinateur. Pour télécharger le logiciel, dans un premier temps, un compte doit être créé ([ici](#)). Une fois le compte validé le logiciel peut-être téléchargé, puis installé. Il est composé de CouchBD 2.3.1 qui est un service de base de données et du logiciel SIRS 2.22 (puis 2.25). Il est composé d'une partie centrale et de modules (module cartographie, module végétation, module berge, module lit, module dossier d'ouvrage, module dépendance, module réglementaire, module AOT/COT, synchronisation mobile). Différents manuels d'utilisateur rédigés par l'entreprise vont pouvoir être téléchargés¹. Un guide d'utilisateur du logiciel est joint avec le rapport, afin d'expliquer les différentes manipulations à effectuer sur le logiciel durant le stage. Il correspond au besoin du SMBVA. Des vidéos des différentes manipulations ont aussi été créées.

Une fois la nouvelle version sortie en juillet, il a fallu copier la base de données pour avoir une sauvegarde en cas de problème de compatibilité. Puis, désinstaller le logiciel SIRS 2.22 et ré-installer la nouvelle version (SIRS 2.25). Ouvrir notre base de données et vérifier que rien n'avait été modifié.

Dans un premier temps, j'ai créé une base de données dans laquelle j'ai rentré toutes les informations. Ce n'est qu'en août que j'ai recréé une base de données "propre".

Fin août, la base de données est copiée sur le serveur de France digues, ce qui a permis une installation rapide de la base de données sur l'ordinateur de mon maître de stage (via l'onglet "Base distante"). Les données (photos, documents ...) ont été mises sur le serveur du SMBVA et le chemin du répertoire racine a été modifié sur le logiciel SIRS (Section [3.2.2](#)).

3.1.2 Sur le serveur de France Dignes

Lors de la formation de perfectionnement, je me suis rendue compte qu'un grand nombre de participants avait leur base de données hébergée sur le serveur de France Dignes. J'ai envoyé un mail au chargé de mission de France Dignes (le 23/07/2020) afin de savoir si l'on pouvait accéder à ce service. Nous avons convenu d'un rendez-vous, le

1. Disponible au téléchargement uniquement après inscription

25 août, afin de passer notre base de données sur leur serveur. Il aura fallu, dans un premier temps, tester la connexion au serveur. Elle se fit sans souci depuis l'ordinateur de mon maître de stage et le mien. Le 25 août, la base a été copiée sur le serveur de France digues. Une fois cette étape effectuée depuis le logiciel SIRS, il faut procéder à une première connexion depuis l'onglet "Base distante". Cette étape réalisée, une copie de la base peut se faire sur l'ordinateur en local, mais avec une synchronisation. Pour les autres connexions, il faut se connecter sur "Base locale" en faisant attention à ce que la synchronisation soit bien activée (flèches vertes à côté de la base). Lorsque cette opération a été réalisée, j'ai copié tous les dossiers et documents relatif au SIRS sur le serveur interne au SMBVA. Cependant, celui-ci ne permet pas une connexion à distance.

3.2 Paramétrage de la base de données

3.2.1 Importation des tronçons de digues et des bornes

L'architecture du logiciel est la suivante : un système d'endiguement (les digues de l'Agly) contient les deux digues (digue rive droite et digue rive gauche) et chacune d'elles contient un tronçon (ou plusieurs). Cette architecture dépend du schéma utilisé dans l'Étude De Danger (Fig. 18). Afin de savoir où se trouve la rive gauche, il faut se placer dans le sens du courant (dos à l'amont). Pour importer des *.shp ou des images raster, nous devons d'abord télécharger le module cartographie.

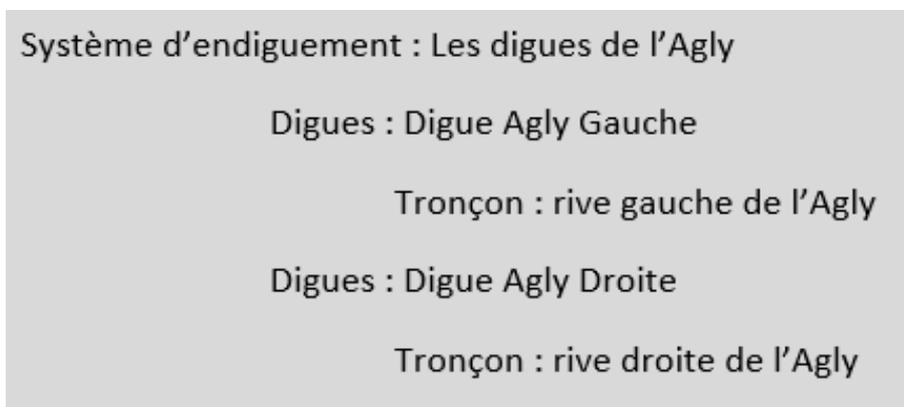


FIGURE 18 – Schémas du système d'endiguement

Dans le SIRS il est possible de convertir la géométrie (ici les *.shp) en tronçon. Pour les digues, sur QGIS 3.4.12, elles ont été séparées (sélection par attribut) par rapport aux rives (rive droite et rive gauche) et enregistrées séparément dans une nouvelle couche. Ce qui nous donne un *.shp par rive. Par la suite, je me suis rendue compte que si la table attributaire était bien remplie, il était possible de sélectionner séparément chacun des côtés avant de les convertir dans le SIRS. Chacune des rives a été convertie en un tronçon et rattaché à une digue et positionnée (gauche ou droite). Le logiciel SIRS permet d'importer des bornes via un *.shp ; nous devons d'abord sélectionner un tronçon, puis l'autre.

Une fois ces étapes effectuées, nous pouvons ajouter les différents types ouvrages : réseaux, voiries et désordres. Chacun d'eux sera rattaché à un tronçon et positionné par

rapport à une borne ou via des coordonnées GPS. Dans les deux cas, les deux systèmes de localisation vont être calculés automatiquement. Le logiciel a des propositions de champs pré-remplis : source, catégorie, type, mais aussi le côté et sa position sur la digue (Fig. 19).

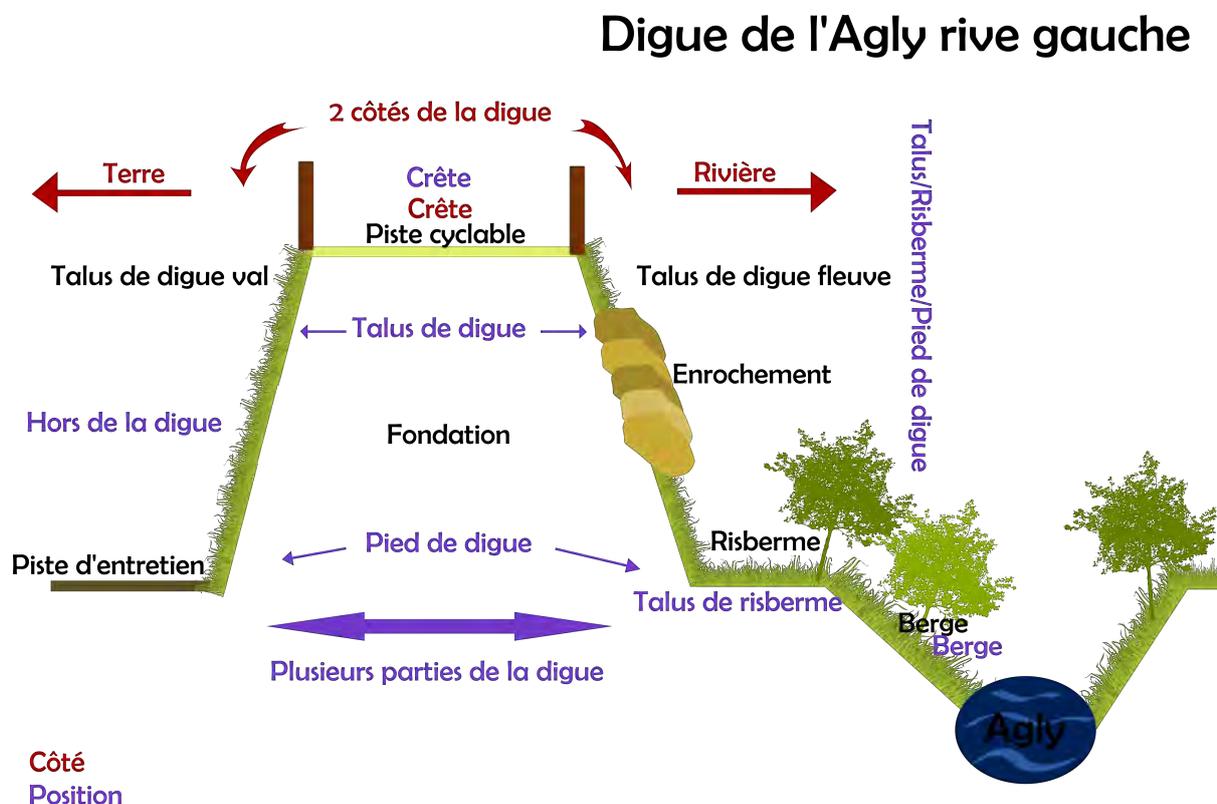


FIGURE 19 – Schéma des différents côtés et positions des digues de l'Agly

3.2.2 Réglage des paramètres de la base de données

Les désignations vont permettre une recherche rapide dans la base de données. Pour un ajout automatique de celles-ci, il faut sélectionner l'implémentation automatique. Elle va s'appliquer à toutes les désignations. Pour le reste, les paramètres par défaut seront laissés. Pour le chemin du répertoire par défaut (répertoire racine de tous les documents) et des autres documents, indiquer les noms des chemins des différents répertoires. Pour exemple, le chemin complet de ma photo est :

D : \STAGE\SIRS\photo\passage_sauvage\nomdelaphoto

Le chemin du répertoire racine par défaut :

D : \STAGE\SIRS.

Le chemin du répertoire photographie :

D : \STAGE\SIRS\photo.

Le chemin pour la photo à rentrer dans l'onglet photo sera alors :

passage_sauvage\nomdelaphoto.

L'avantage de cette hiérarchisation est qu'elle permet de changer la place des fichiers et de ne changer que le chemin du répertoire racine.

3.2.3 Les profils utilisateurs

Les rôles disponibles dans l'application sont les suivants [16] :

Administrateur : peut tout voir et tout modifier. C'est le seul utilisateur à avoir accès à l'onglet "administration" qui permet de gérer les utilisateurs et d'accéder aux panneaux synoptiques des documents à valider, des désignations par "id lisibles".

Utilisateur : N'a pas accès à l'administration, mais peut tout voir et tout modifier, à l'exception de ce qui relève de la géométrie des tronçons et des systèmes de repérage.

Invité : Peut voir la même chose que l'utilisateur, mais ne peut rien modifier.

Externe : Ne peut rien modifier, à l'exception des éléments qu'il aura ajouté (il en sera l'auteur) avant leur validation.

Au sein du SMBVA deux personnes souhaitent utiliser le logiciel ; j'ai créé deux profils administrateurs et un profil externe pour l'utilisation de l'application sur le terrain.

3.2.4 Choix des fonds de cartes

Les Scan25 disponibles au SMBVA dataient de 2008. J'ai contacté OpenIG afin d'avoir accès à des scans actuels et de pouvoir mettre des flux wms dans le logiciel pour qu'ils soient mis à jour tous les ans. Je suis en attente de leur retour. J'ai mis des orthophotos de 2018 des digues de l'Agly dans les dossiers, mais elles ne peuvent pas être ajoutées dans le contexte cartographique car les données sont trop lourdes.

3.3 Les données

3.3.1 Les données du département des Pyrénées-Orientales

Les fichiers autocad concernaient les différents profils en travers. Pour les ouvrir, il est possible d'utiliser QGIS ou Autodesk DWG TrueView (2018). QGIS permet de connaître leur localisation sur une carte et de l'exporter en *.shp, tandis que Autodesk DWG permet de visualiser les différents profils. Les profils en travers permettent de suivre l'évolution du cours d'eau, ils sont réalisés par un géomètre tous les deux ans. Les informations concernant ces profils peuvent être ensuite rentrées dans le SIRS. Les profils en travers ont été réalisés le 09 mars 2020 et le 12 février 2020 après la crue 20 janvier.

Les fichiers OpenDocument (ODT) , datant de 2011, concernaient tout ce qui était réseau et voirie, cela ne permettait pas d'avoir des coordonnées GPS. C'est pourquoi je suis allée sur le terrain pour vérifier et localiser les différents passages et ouvrages traversants (Section : [3.3.2](#)).

Les *.shp des tronçons de la digue de l'Agly, mais également de toutes les bornes. Les tronçons de digue ont été tracés à partir d'orthophoto par le département des Pyrénées-Orientales (Résolution : 20 cm, Précision planimétrique : 50 cm). Les points des bornes ont été créés tous les 100 mètres au milieu de la rivière pour être ensuite re-projetés sur chaque rive (toujours par le département). Ce type de fichier peut être pris en charge directement par SIRS. Le document des bornes du département avait une borne manquante (G025) ; j'ai dû contacter le département afin qu'il me renvoie le fichier complet.

3.3.2 Vérification et récolte de données via QField

La crue du 20 janvier 2020 , suite à cette crue une visite a été réalisée afin de relever tous les désordres qui ont été causés. Un fichier Excel (Annexe 5) a été créé à la suite de cette visite. J'ai assisté à une seconde visite afin de vérifier que tout avait bien été relevé et que rien n'avait bougé. Malheureusement, je n'ai pas eu le temps de préparer cette visite, puisqu'elle a été réalisée durant la première semaine de mon stage. J'ai néanmoins observé comment les désordres étaient relevés et visité les digues. Ensuite, j'ai été chargée de rajouter tous les désordres au logiciel SIRS.

Le logiciel permet de décaler les éléments par rapport à une borne. Dans un premier temps, j'ai pu caler le désordre uniquement sur la borne. Ce n'est qu'ensuite que j'ai réussi dans le SIRS à le décaler par rapport à la borne. Lorsque que j'ai importé des coordonnées X et Y depuis un *.shp de QGIS et que le logiciel a calculé le décalage par rapport à la borne, j'ai approfondi. L'erreur venait du fait que l'on ne peut pas rentrer directement la valeur, mais que l'on doit passer par les flèches en premier : sélectionner amont/aval et finir par la borne et ne pas oublier de cliquer sur "Calculer le SCR". J'ai regardé sur QGIS comment on pouvait décaler les désordres le long d'une ligne pour ensuite calculer les coordonnées X et Y (Fig. [20](#) et Fig.[21](#)).

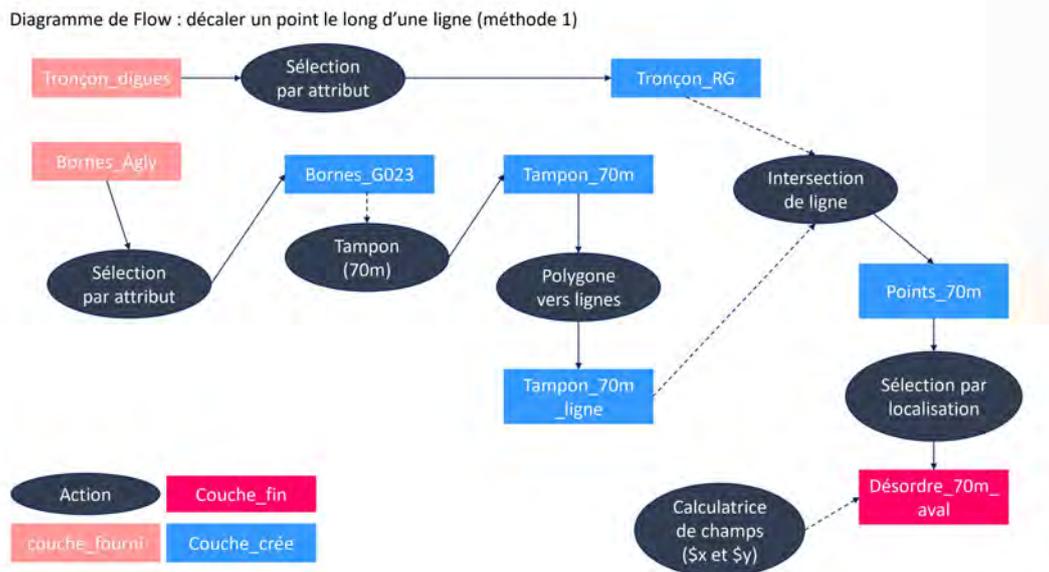


FIGURE 20 – Diagramme de Flow : décalage de point le long d'une ligne (méthode 1)

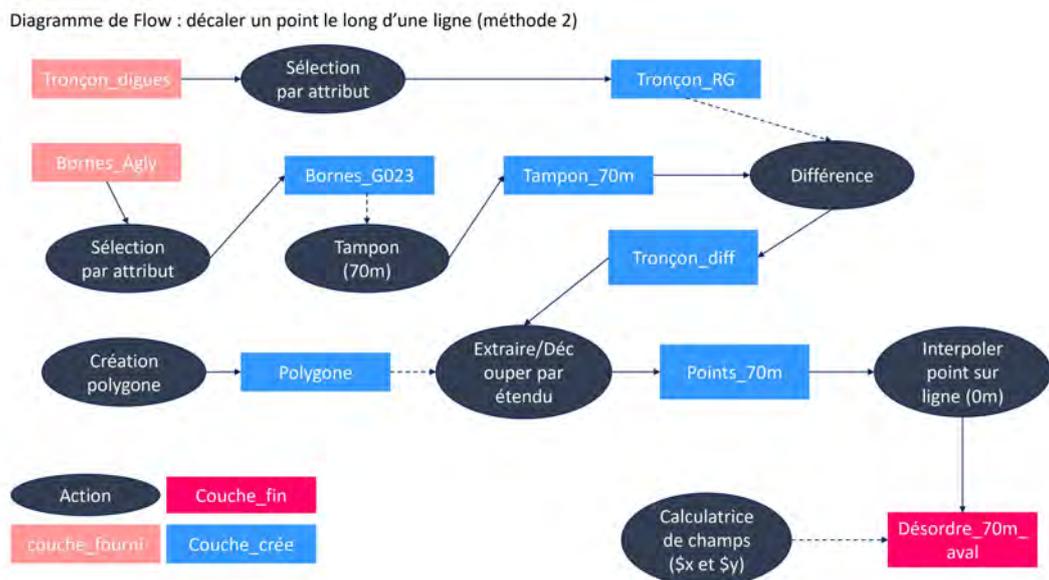


FIGURE 21 – Diagramme de Flow : décalage de point le long d'une ligne (méthode 2)

L'application SIRS V2 mobile n'étant pas encore utilisable ; nous ne possédons ni de serveur avec une connexion à distance, ni de tablette capable de lire les applications en 64 bit. La solution a été d'utiliser QField. Pour chaque sortie, j'utilise le même fond de carte (scan 25), tronçon des digues, bornes (avec les étiquettes de leurs noms). Pour chaque projet, je crée une nouvelle couche avec un formulaire.

Les ouvrages traversants sont des réseaux d'eau, de gaz, d'électricité ou de communication. Tous les endroits où sont implantés ces réseaux sont considérés comme "une zone de faiblesse dans la digue". Une convention "d'occupation temporaire du domaine

public" est signée avec les différents gestionnaires de ces réseaux.

Les archives du département m'ont permis d'avoir une idée de combien il y avait d'ouvrages et leur localisation. Dans les conventions, la position est notée par rapport aux bornes uniquement : "à proximité de la borne hectométrique des digues n° : 10". Une grille de suivi des différents ouvrages détaille les fichiers présents dans tous les dossiers. Ce fichier comportait des localisations plus précises (Borne 10 plus 25 mètres). Les conventions décrivent l'ouvrage traversant (vocation, taille du tuyaux ..). J'ai commencé par rentrer tous les ouvrages traversants, dans le logiciel, par rapport à leurs bornes, afin de le prendre en main. Ensuite, j'ai préparé la sortie sur le terrain qui avait pour objectif de vérifier les informations ; et, j'ai créé une couche de point pour ajouter les différents ouvrages. Pour les ouvrages souterrains, j'ai demandé confirmation. Une fois les ouvrages relevés, j'ai créé une nouvelle carte en suivant la norme des codes couleurs des réseaux NF P 98-332 (Annexe 6,7). Par la suite, tout a été rentré dans la base de données finale du SIRS.

Cette sortie est réalisée en même temps que celle du relevé des voiries. J'ai donc créé un projet, mais avec deux couches différentes à remplir.

Voiries et accès , une carte des différents accès a été fournie par le département, mais en version *.ODG datant de 2011. Avec le garde-digues, nous avons relevé tous les accès : ceux réservés aux gestionnaires pour la réalisation des travaux, les accès voitures et les accès piétons/vélos. Afin de remplir au mieux le QField, j'ai regardé toutes les informations que l'on pouvait remplir dans le logiciel SIRS.

Une carte des différents accès a été produite en suivant le style de celles produites par le département (Annexe 8,9,10 et 11). Par la suite, tout a été rentré dans la base de données finale du SIRS.

Les passages sauvages sont des entrées sur la digues non référencées, par lesquelles des engins motorisés et des piétons accèdent aux digues et qui fragilisent la structure. Ils sont placés dans la catégorie désordre dans le SIRS.

Durant une matinée, nous avons relevé tous les passages sauvages de la rive droite (Fig. 22). SIRS permet d'ajouter des coordonnées depuis un *.shp, la manipulation doit être faite pour chaque point et donc chaque désordre. Nous avons la possibilité, ensuite, dans les observations d'ajouter les photos prises sur le terrain. De cette manière, tous les passages ont pu être ajoutés dans la base de données final du SIRS, ce qui permet de les visualiser sur la carte.



FIGURE 22 – Passages sauvages sur la rive droite de la digue de l'Agly (© Julie.D)

Voie verte est sous la gestion des différentes communautés de communes. Pour faire remonter les problèmes, surtout des barrières cassées, une carte a été produite (Annexe 12). Elle donne une idée générale de l'état de la voie verte. Les réparations les plus urgentes se trouvent à la fin des digues ; les barrières qui séparent le parking des digues étant cassées, les voitures viennent se garer sur les digues.

3.3.3 Autres données

Les ponts, les coordonnées GPS des ponts vont permettre de les ajouter en tant qu'ouvrage de franchissement des digues. Ils seront des points localisés dans le SIRS, sur chaque côté des digues. Pour extraire les coordonnées, j'ai utilisé les données de l'IGN (Route_500 de 2018 et Tronçon de route) et le tronçon des digues. La première étape est de sélectionner par localisation les routes qui coupent les digues (4 ponts). Ensuite, avec l'outil "Intersection de ligne", l'on extrait les points de rencontre entre les routes et les digues.

Les échelles limnimétriques sont localisées sous les ponts de la rive gauche (4 en tout). Pour les rentrer dans le SIRS, l'on va se servir de la même localisation que pour les ponts. Elles servent, lors des crues, à observer le niveau de l'Agly. Elles vont être liées à la ligne d'eau et aux points de montée des eaux (Section : 3.4.2).

3.4 Utilisation du logiciel

3.4.1 Structure des digues

Il est possible de rentrer la structure des digues dans le logiciel. Cela nous permet, par exemple, de savoir où se trouve les enrochements qui servent à consolider la digue. Les différents types de structure sont : crête, ouvrage de revanche, talus de digue, sommet de risberme, talus de risberme, pied de digue, fondation, épi et déversoir. Or, nous ne disposons d'aucun document relevant ces informations. Les informations suivantes n'ont pas été rentrées dans le logiciel ; elles pourront être ajoutées ultérieurement.

3.4.2 Mesure d'évènement hydraulique

Dans un premier temps, l'on doit créer un évènement hydraulique qui se trouve dans les thèmes non localisés. Il faudra dire si c'est une crue ou une simulation hydraulique. Il est également possible de choisir la fréquence de la crue, car comme vu précédemment, les crues sont cycliques. Pour la crue de janvier 2020, c'est une crue décennale. Une fois les différentes informations (débit, date) rentrées, l'on peut rajouter les informations de l'évènement météo liées à la crue (date, pression, vitesse et orientation du vent). Nous ne disposons pas de ces informations, nous n'avons donc pas pu les ajouter.

Ligne d'eau , ce sont les points les plus hauts (en m) relevés aux différentes échelles limnimétriques durant l'évènement hydraulique (Fig. 23). Lors des crues, ce sont les services techniques des différentes mairies qui se chargent de réaliser les relevés. Le résultat est transmis sous forme d'un tableau excel. Après avoir calculé la hauteur maximum pour chaque point, j'ai rajouté ces points dans le SIRS. Pour leur localisation, j'ai utilisé les coordonnées des ponts et je les ai liées aux échelles limnimétriques.

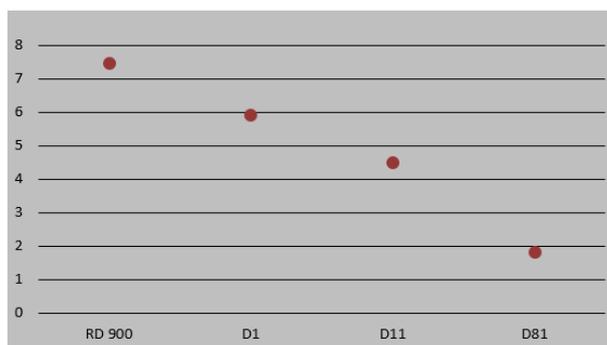


FIGURE 23 – Ligne d'eau de la crue du 20 janvier 2020

Montée des eaux correspond à tous les points relevés durant la crue (Fig. 24). Il faut noter que la capacité des digues de l'Agly est de 6,80 m avec une marge de 50 cm environ. Les différents points relevés sont rajoutés dans le SIRS. Nous avons quatre localisations et plusieurs mesures pour ces mêmes localisations.

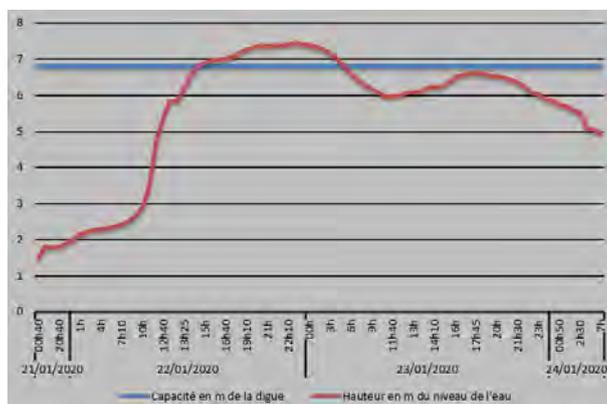


FIGURE 24 – Hydrogramme de la crue du 20 janvier 2020 au niveau du pont de la RD900

3.4.3 Saisie d'une VTA

Les VTA sont **obligatoires** tous les 3 ans sur les digues de classe A. Le département des Pyrénées-Orientales réalisait une VTA tous les ans ; le SMBVA a décidé de continuer. En plus de la VTA réalisée tous les ans après chaque crue, une VTA est réalisée. Aucun agrément particuliers est demandé pour cette tâche, c'est pourquoi le SMBVA les réalise lui-même. Par contre, si un désordre est détecté, il faut faire appel à un bureau d'étude agréé pour concevoir les travaux à réaliser et suivre la réalisation des travaux.

Dans le SIRS nous n'aurons pas à lier un marché ou un financeur à notre VTA. Il suffira de créer une prestation par tronçon et ensuite lier les différents désordres qui auront préalablement été rentrés. Il y a la possibilité de copier les éléments vers d'autres tronçons ou sur le même tronçon ce qui va faciliter la saisie des données. De plus, si une crue a lieu juste après une VTA et qu'aucun travaux n'a pu être réalisé ; il suffit de copier la VTA, changer la date et lier uniquement les nouveaux désordres.

3.4.4 Les marchés

Plusieurs marchés sont passés entre le SMBVA et des entreprises pour la gestion de la végétation sur les digues ou dans le lit de l'Agly, mais aussi pour les réparations des désordres. Ces différents marchés vont être rentrés dans le SIRS, afin de pouvoir être liés à une prestation (qui elle est localisée) ou à des désordres. Tous les désordres traités (réparés) ont été liés aux marchés correspondants. Dans notre cas, quatre marchés sont en cours sur les digues de l'Agly.

3.4.5 Les requêtes

J'ai fait une demande au sein du SMBVA pour savoir quels types de filtre pourraient leur être utiles, en plus d'un filtrage par date et par type de désordre. Le Syndicat n'a pas pu définir les besoins futurs.

Requête simple , elles vont permettre de filtrer les données des différents éléments. Il suffit de choisir la colonne, la condition et le type. Elles permettent de filtrer sur toute la base de données, via la désignation ou bien via du texte. Le souci, c'est qu'il faut connaître par coeur la désignation que l'on cherche ; et, la recherche par texte ne correspond pas toujours à la recherche souhaitée.

Requête CQL de la partie cartographie fonction via un éditeur CQL (Contextual QueryLanguage), c'est-à-dire un langage commun à l'ensemble du logiciel qui va utiliser les signes classiques, les catégories du SIRS et des chiffres (codes). Ces codes sont des identifiants uniques de chaque élément dans chaque catégorie. Une liste des références et des identifiants est disponible directement dans le logiciel SIRS. L'exemple mis dans le manuel est un filtre sur le type de désordre et de la date.

Pour filtrer sur la carte, on doit cliquer sur  , puis effacer ; ce qui permet d'afficher toutes les données. Choisir une des propriétés proposées par l'onglet qui va être

égale à un identifiant. Ce qui donne pour filtre des surverses directes : **typeDesordreId = 'RefTypeDesordre :22'**.

Requête SQL permet de filtrer sur la totalité de la base de données et de créer des requêtes pré-enregistrées qui vont servir dans la génération de document (Section : 4.3.1). Il est aussi possible d'afficher le résultat de la requête sur la carte.

L'onglet pour la recherche SQL a été simplifié au maximum, cependant les références ne s'affichent pas. Il faut donc finir d'écrire la requête SQL ; ce qui pose problème pour des personnes n'ayant pas utilisé le langage SQL.

Sélection de la végétation dangereuse :

```
SELECT * FROM "Desordre" WHERE "typeDesordreId" IN  
(SELECT "id" FROM "RefTypeDesordre" WHERE "designation" = ' 8')
```

Sélection de tous les désordres :

```
SELECT * FROM "Desordre"
```

Pour les différentes catégories des désordres :

```
SELECT * FROM "Desordre" WHERE "categorieDesordreId" IN  
(SELECT "id" FROM "RefCategorieDesordre" WHERE  
"id" = ' RefCategorieDesordre : 1').
```

Pour le reste des catégories, il suffit de remplacer le chiffre 1 par la référence (de 1 à 7).

4 Approfondissement : Analyse des modules complémentaires

4.1 Module cartographique

Le module cartographie permet d'ajouter des fichiers de type vectoriel (*.shp, *.csv, *.dwg, *.dxf) ou bien image (image géoréférencée, wms, wmts, tms, ewc/jpeg-2000). Ce module a permis d'ajouter les scan25, les orthophotos, les tronçons des digues, cours d'eau de l'Agly et les bornes.

4.2 Module de gestion du lit de la rivière

4.2.1 Création et importation des fichiers

Le lit de l'Agly qui avait servi à créer les bornes de l'Agly n'étant pas disponibles au département, nous avons fait le choix de télécharger la "BD TOPO! Hydrographie

par territoire édition Juin 2020". Afin d'extraire uniquement le tronçon compris entre les digues, plusieurs tests ont été réalisés sur QGIS. Dans un premier temps, il a fallu sélectionner par expression le tronçon de l'Agly, via la couche "cours d'eau". La version qui a fonctionné est présentée dans la Fig.25.

Les manipulations qui n'ont pas fonctionné sont avec l'outil Gdal "Découper des vecteurs selon une emprise" (Rive droite) et "Zone de tampon uni-latéral". Dans les deux cas, il manquait une partie. Dans un premier temps, les différentes manipulations ont été réalisées sur l'édition 2019. Pour la base de données finale, c'est la version 2020 qui est utilisée.

Les bornes n'étant pas créées non plus, j'ai testé deux méthodes. La méthode retenue est présentée dans la Fig.25. Nous ne voulions pas ajouter les bornes déjà existantes pour les rives de l'Agly, car elles ne sont pas toujours en face. De plus, si l'on ajoute les bornes des deux rives, cela risque de créer des confusions sur le terrain. La méthode qui n'a pas été retenue est "Point le long d'une géométrie"; le paramétrage est de commencer au début et de les créer tous les 100 mètres. Nous avons pu observer une grande différence entre les deux méthodes s'agissant du placement des points pour les bornes .

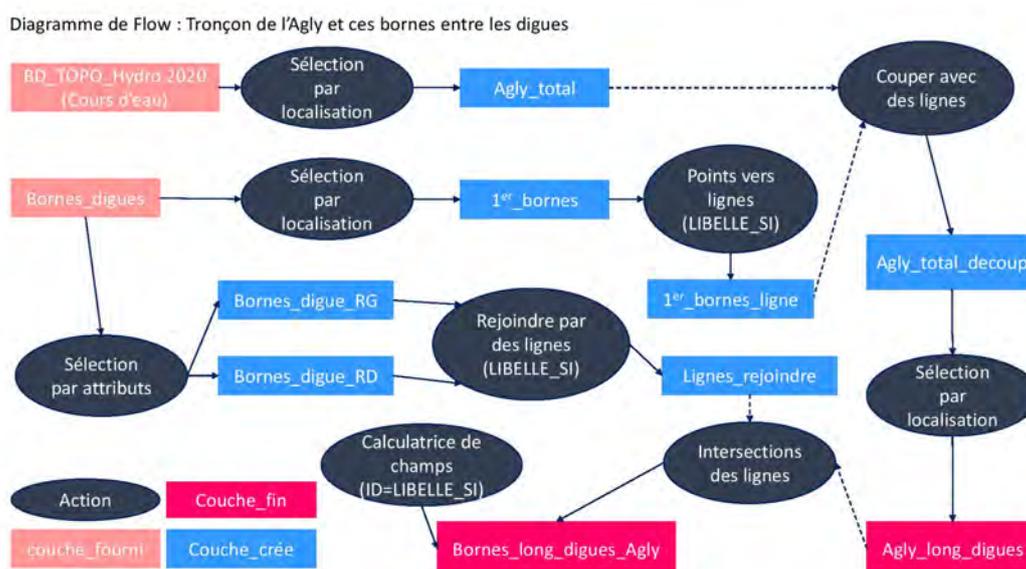


FIGURE 25 – Diagramme de Flow : création du lit de l'Agly et des bornes le long des digues

4.2.2 Description du lit

Un nouvel onglet apparaît dans la partie cartographie qui permet de tracer et modifier le lit, de créer et modifier des bornes. Dans notre cas, tous les traitements seront faits préalablement sur QGIS. Aucune donnée n'est disponible sur le lit de l'Agly, mais une fois l'application mobile mise en place il sera possible de rentrer les données. De plus, un passage de drone est prévu, ce qui permettra d'avoir une idée plus précise du lit. Seuls les ouvrages traversants qui passent sous le lit de l'Agly vont être ajoutés à la base finale (Section 3.3.2).

4.3 Module réglementaire

4.3.1 Génération de rapport

Grâce à ce module, il est possible de générer des rapports automatiquement en filtrant sur la base de données. J'ai créé différents modèles et j'ai détaillé les manipulations à effectuer dans le SIRS pour créer de nouveau rapport dans le manuel utilisateur. Il faut noter que la génération de tableau a un rendu illisible, c'est pour cela que l'on génère uniquement des fiches.

D'abord, on va créer un document *.odt vide. Puis, à partir du logiciel, nous devons créer un modèle de fiche où l'on va filtrer les informations intéressantes à faire apparaître sur le rapport. Ensuite, pour créer un rapport, il y a la possibilité de choisir la fiche créée au préalable, sur laquelle l'on applique un filtre que l'on aura enregistré au préalable également (Section : 3.4.5). Sélectionner obligatoirement un tronçon et choisir une date si on le souhaite. Enfin, générer le rapport. Il est possible aussi d'insérer des liens vers les documents pour avoir une page de garde ou autre déjà pré-enregistré.

J'ai créé le même nombre de rapport que de nombre de requête, c'est à dire 9. Il faudra les sélectionner, choisir la date, le titre du document, le tronçon et générer le rapport. Chacun des rapports est composé d'une page de garde et d'une fiche sur laquelle on va appliquer un filtre et sélectionner uniquement la dernière photo. Les informations filtrées sont : borne de début, borne de fin, côté, commentaire, type, source, tronçon, désignation, date de début, date de fin, position, en amont borne de début, en amont borne de fin, distance borne de début et distance borne de fin.

4.3.2 Suivi d'état

Ce module permet de mettre les obligations réglementaires sur un calendrier et de mettre des rappels. Les digues sont soumises a de nombreuses réglementations et visites, dont certaines d'entre elles ont lieu tous les 10 ans. D'ailleurs, le logiciel planifie une obligation sur maximum 10 ans. Les VTA ont lieu tous les ans ; la prochaine doit être réalisée en novembre 2020. Je suis passée par l'onglet planification afin de les planifier sur les dix prochaines années, avec un rappel un mois avant. Les études de danger, quant à elles, ont lieu tous les 10 ans ; la prochaine aura lieu en janvier 2029 et le rappel se fera 6 mois avant. Elles servent à identifier les fragilités du système d'endiguement et les conséquences de ces potentielles défaillances. Le diagnostic de sécurité est réalisé, lui aussi, tous les 10 ans ; le prochain aura lieu en octobre 2025, un rappel est installé 6 mois avant. Il consiste en un examen visuel de la digue et des ouvrages englobés, après entretien de la végétation, si nécessaire. Le diagnostic permet l'identification des irrégularités visibles de la crête de la digue ; il définit une liste des examens complémentaires à effectuer rapidement pour s'assurer de la sécurité de l'ouvrage ; enfin, il décrit les actions à entreprendre pour remédier aux insuffisances constatées.

4.4 Module dossier d'ouvrages

Deux options apparaissent : Gestion des documents et Documents dynamiques. La partie gestion de document est la même que la gestion de document du module réglementaire. L'avantage de ce module est que l'on peut produire un document sur tout le système d'endiguement, pour cela il faut passer par l'onglet document dynamique. Il est également possible de rajouter des documents dans l'architecture du logiciel. Les documents créés sont enregistrés dans le SIRS, ce qui n'est pas le cas du module réglementaire.

4.5 Module QGIS

Le module QGIS est sorti mi-juillet. Il faut installer cette extension depuis un *.zip sur QGIS ; sur le SIRS aucune manipulation n'est à faire. Une fois le module installé sur QGIS, l'onglet suivant apparaît  dans QGIS. Il est conseillé de se connecter à la base en local. Une fois la connexion effectuée, nous pouvons choisir à quelle base de données l'on souhaite se connecter, ainsi que les données que l'on souhaite exporter. J'ai pu réaliser des essais d'exportation de la base de données. Malheureusement, ce module est sorti alors que mon travail était déjà fini, je n'ai pas pu l'utiliser pour faire les différentes cartes. Cependant, je pense que ce module peut être très utile pour faire des cartes plus travaillées et qu'il permet de partager la donnée au sein du même service à des personnes peu familières au logiciel SIRS. On note que l'on peut uniquement importer la donnée depuis CouchBD vers QGIS, l'inverse ne fonctionne pas.

L'extension a été installée sur l'ordinateur de mon maître de stage.

4.6 Module de l'application mobile

L'application mobile n'a pu être mise en place, seulement, qu'au cours de ma dernière semaine de stage, car ce n'est que mardi 25 août que j'ai pu installer la base de données sur le serveur de France Dignes (fonctionne à distance). Sur la tablette (Samsung galaxie S5e achetée par le SMBVA), l'application SIRS doit être téléchargée, ainsi que l'application Crosswalk, afin que cette première fonctionne. Il faut aussi télécharger une nouvelle application photo (open caméra) pour pouvoir prendre des photos inférieures à 1,2 Mo ; et, la mettre par défaut pour l'application SIRS. Une fois cette manipulation effectuée j'ai pu connecter la tablette à leur serveur, via l'application mobile de SIRS. Jeudi 27 août, je suis allée sur les digues de l'Agly pour contrôler son fonctionnement. L'application marchait, mais la synchronisation ne fonctionnait pas. J'ai contacté France digues et nous avons constaté que le problème venait du nouveau protocole mis en place de leur côté. Je suis donc repassée par l'ancien protocole et cela a fonctionné instantanément.

Une fois la synchronisation faite, le profil utilisateur de la tablette étant externe, l'administrateur doit valider tous les points pour qu'ils puissent être définitivement ajoutés à la base de données. La dernière étape est l'importation de photos. Il faut pour cela passer par le module mobile sur le logiciel, afin d'aller chercher les photos (pour qu'elles s'affichent).

4.7 Les autres modules testés mais non utilisés

D'autres modules complémentaires sont disponibles, mais nous avons fait le choix de ne pas les utiliser. Pour le module berge, j'ai essayé de l'utiliser, mais il n'apportait que peu d'éléments nouveaux comparé au module par défaut où l'on peut déjà placer les éléments sur les berges. Nous n'avons aucune donnée cartographique concernant les berges. Nous avons alors essayé de décaler le tracé des digues, mais c'était faux. Les digues de l'Agly n'ont pas toujours des berges bien définies.

Le module dépendance va permettre la gestion des ouvrages, des emplacements annexes au tracé de la digue mais essentiel à sa bonne gestion. Il n'est plus linéaire, mais permet de créer des géométries. Pour l'instant, le module par défaut permet de rentrer les voiries. Ce dont nous avons besoin pour transmettre ces informations aux entreprises réalisant les travaux.

Le module AOT/COT va permettre le suivi des conventions et des autorisations, de consulter les documents associés à un objet. Néanmoins, les autorisations/conventions ne sont pas encore renouvelées et le module par défaut permet déjà de relier des documents à un élément.

Pour le module végétation se référer à la section [5.2.2](#).

5 Devenir du SIRS au sein du SMBVA

5.1 Maintien de la base de données

Afin que mon travail puisse servir au SMBVA, j'ai créé un guide utilisateur (Voir document annexe) et des vidéos pour que les futurs utilisateurs puissent continuer à agrémenter la base de données. J'ai aussi mené plusieurs formations à destination des futurs utilisateurs du SMBVA. La base étant hébergée sur le serveur de France Dignes, une aide pour la gestion de la base de données peut-être plus facilement apportée (prise de contrôle à distance); sauvegarde automatique de la base sur leur serveur.

Pour que la base continue à servir, il faut poursuivre son alimentation permanente. D'autre part, l'application mobile devrait aider à l'implémentation de celle-ci.

Si la base de données continue à perdurer au sein du SMBVA, il y aura un archivage et un suivi de tout ce qui a pu être en lien avec les digues de l'Agly, depuis la reprise des digues par le département.

5.2 Perspectives d'amélioration

Pour la suite, il faudrait pouvoir rentrer des données précises sur le lit de l'Agly, afin de pouvoir référencer les différents îlots et obtenir une meilleure idée de son cheminement entre les digues. Nous pourrions aussi rentrer les différentes informations relatives aux structures des digues. Il faudrait rajouter des requêtes pré-enregistrées afin de pouvoir générer facilement des documents.

5.2.1 Profils en travers

Les profils en travers sont réalisés tous les deux ans pour avoir un suivi du lit. Ils sont réalisés par une entreprise externe qui répond au marché public. Afin de pouvoir leur donner une idée de la localisation des profils en travers, j'ai réalisé une carte des différents profils (Annexe 13). Pour avoir accès aux profils, on les ouvre via Autodesk pour la visualisation. Je les ai ouverts via QGIS pour pouvoir les sélectionner et créer la carte.

Les profils en travers peuvent être ajoutés sur le logiciel SIRS. Cependant, par manque de temps, cela n'a pas pu être réalisé. De plus, le logiciel ne permet pas de rentrer tous les points et ils sont localisés uniquement sur les digues. Le module lit ne permet pas de rentrer des profils en travers. Théoriquement, l'on crée les seize profils en travers, pour ensuite rajouter à chaque nouveau relevé l'organisme et les conditions de la levée. Puis, on rajoutera : "côté pied de digue" (terre et rivière), "côté sommet de risberme" (terre et rivière), "côte de la crête" et, enfin, la "largeur de la crête".

5.2.2 Module végétation

Le module végétation permet de gérer les parcelles de végétation et les traitements associés. Pour les digues de l'Agly, un plan de gestion sur quatre ans est mis en place afin de passer au moins tous les quatre ans sur la totalité des digues. J'ai à plusieurs reprises essayé de mettre en place ce module. Il est possible de créer des endroits végétalisés, un plan de gestion et de rentrer les exploitations. Le plan de gestion permet de savoir à quelle somme s'élève le montant des travaux d'entretien sur un an. Après avoir contacté le chargé de missions de France Dignes, j'ai pu comprendre que les soucis que je rencontrais étaient courants. Lors de la mise à jour du logiciel, les problèmes n'étant pas réglés, nous avons fait le choix de ne pas continuer. Les problèmes rencontrés sont les suivants : lors de la création des espaces végétalisés, rien ne se passe, c'est seulement après la fermeture et l'ouverture du logiciel que l'on peut les visualiser ; lors de la création du plan de gestion et du paramétrage des actions, nous n'avons pas accès à la liste déroulante. Il faut enregistrer et le faire depuis le tableau et non depuis la fiche.

6 Bilan personnel

6.1 Les échanges au sein du SMBVA

6.1.1 Relevé de jaugeage

Le jaugeage consiste à mesurer la vitesse moyenne d'écoulement. Il est réalisé, chaque année durant l'été, sur tout le bassin versant de l'Agly. Certains points de jaugeage sont relevés tous les ans en plus d'un secteur de jaugeage. Ces relevés vont permettre d'avoir des données. Venant d'arriver dans le SMBVA, en mars 2020, la chargée de mission gestion de la ressource en eau voulait mettre en place un SIG propre de tous les points de jaugeage et des photos des points correspondant ; les cartes n'étant pas toujours justes. Le but étant de faciliter la transmission de l'information et d'avoir une idée précise des différents lieux

de jaugeage pas toujours faciles d'accès. La mise en place de QField permet de relever les points de jaugeage directement sur le terrain, même en hors-connexion, et d'avoir accès aux données directement sur le terrain. Nous avons passé une après-midi à réfléchir sur le formulaire.

Durant une journée, j'ai pu suivre mes collègues du Syndicat et participer aux campagnes de jaugeage. Il a été question de procéder à des relevés de débit sur six stations (Fig.26). La première station se trouvait entre les digues au niveau du pont de la D11 (Fig.27).



FIGURE 26 – Campagne de jaugeage été 2020 dans le bassin versant de l'Agly (ici : Verdoule) (© SMBVA)



FIGURE 27 – Campagne de jaugeage été 2020 dans le bassin versant de l'Agly (ici : l'Agly entre les digues) (© SMBVA)

6.1.2 Suivi de chantier

Lors de la crue du 20 janvier, plusieurs arbres ont été arrachés ou bien déstabilisés. Ils vont être marqués par le garde-digues et l'entreprise en charge des travaux sur les digues et le lit de l'Agly pour quatre ans va intervenir. Je me suis rendue avec la technicienne rivière sur les digues pour voir l'avancement des travaux de la rive gauche (Fig.28). Pour chaque localisation, un nombre d'arbre est donné ; il faut vérifier qu'il ne reste pas d'arbre pouvant encore fragiliser la structure ou partir à la prochaine crue.



FIGURE 28 – Suivi de chantier abattage des arbres sur les digues de l'Agly suite à la crue du 20 janvier 2020 (© SMBVA)

6.1.3 Formation QGIS

Mon maître de stage m'a demandé une après-midi de formation sur QGIS. Le but était surtout de pouvoir créer une carte assez rapidement et de visualiser les données. Les couches utilisées sont : les tronçons des digues, les bornes et les scan25. Nous avons dans un premier temps ajouté une couche (vecteur, raster) et créé une couche vecteur (pour les désordres). Ensuite, depuis la table attributaire, nous avons vu comment sélectionner une donnée depuis la calculatrice de champs et ajouter un champs. Nous avons utilisé la sélection par localisation et vu comment exporter la donnée sélectionnée. Pour la visualisation et la mise en page, nous avons ajouté des étiquettes, vu la symbologie catégorisé, ajouté l'extension QuickMapService et fait une mise en page. Pour finir, nous avons mesuré une longueur via l'outil .

6.1.4 Formation SIRS

Mi-juillet, j'ai fait une formation de 5 heures avec les deux futures utilisateurs du logiciel SIRS. Nous avons vu comment ajouter un module complémentaire, créer et se connecter à une base de données. J'ai choisi de leur montrer comment on crée la base (import de fichier *.shp pour créer un tronçon et raster, création d'un système d'endiguement et d'une digue, import des bornes), afin de mieux comprendre l'architecture du logiciel. Ensuite, nous avons ajouté un gestionnaire, créé un désordre et créé un ouvrage traversant. Ils ont pu chacun manipuler. Pour finir, nous avons vu comment filtrer et nous avons identifié les éléments dont ils auraient besoin : la création d'une VTA et des documents.

J'ai présenté le module QGIS, car certains sont plus à l'aise pour travailler sur QGIS pour filtrer la donnée et réaliser la mise en page. Il faut noter que l'impression de la carte, directement depuis le SIRS, ne donne pas une mise en page très "belle", même si toutes les informations sont présentes (légende filtrée, échelle et flèche nord) ; le fichier de sortie s'ouvre avec word.

6.2 Formation de perfectionnement au SIRS

J'ai pu suivre une formation de perfectionnement au logiciel SIRS pendant une matinée (3h). Cette formation a été suivie via Framataalk par environ 15 utilisateurs. Dans un premier temps, nous avons assisté à la démonstration des nouvelles fonctionnalités du logiciel SIRS. Ensuite, nous avons eu l'explication de l'installation du module sur QGIS que j'avais eu le temps de tester la veille. Pour finir, nous avons surtout vu les nouvelles fonctionnalités de l'application mobile.

6.3 Organisation

J'ai créé un diagramme de Gantt pour expliquer l'organisation générale de mon stage (Fig. 29). La partie grisée correspond à la période de confinement. Pendant cette période, j'ai fait des comptes rendus deux fois par semaine et correspondu deux fois par téléphone. Une nouvelle version du logiciel est sortie en juillet ; c'est pour ça qu'il y a deux phases d'installation. J'ai d'abord pris en main le logiciel et testé ses fonctionnalités, notamment celles dont le SMBVA aurait besoin. Ce n'est qu'à partir d'août que j'ai mis en place la version définitive de la base de données et des fichiers rattachés au SIRS. Je l'ai ensuite transférée sur le serveur de France Dignes et connectée à l'ordinateur de mon maître de stage.

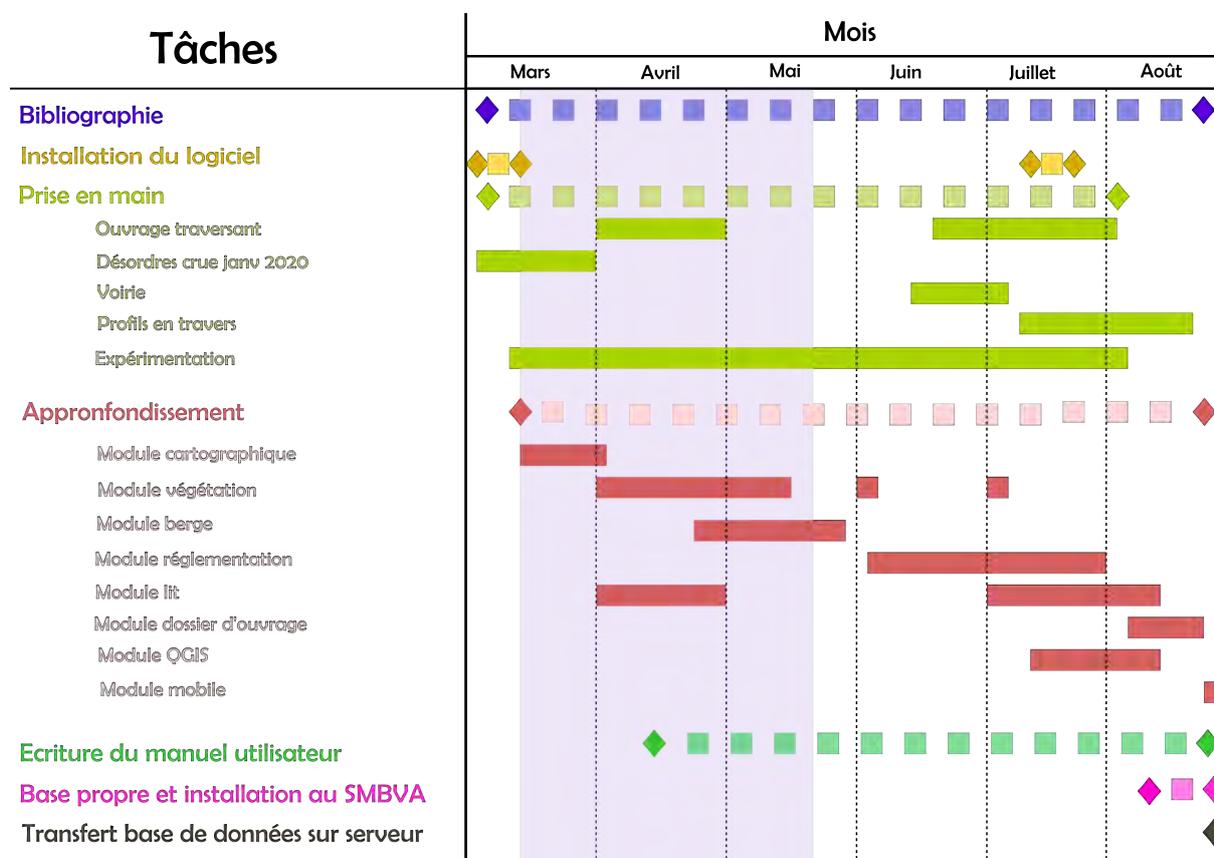


FIGURE 29 – Diagramme de Gantt

6.4 Retour d'expérience

QField m'a permis de relever les points GPS des différents ouvrages durant mon stage. N'ayant pas accès à une tablette, ni à un serveur, cela a été un moyen rapide et efficace pour relever la position des informations et d'une photo. La localisation n'avait pas besoin d'être très précise car le logiciel (SIRS) les rattachait automatiquement aux tronçons. De plus, il offre la possibilité d'importer des coordonnées directement depuis un *.shp. De ce fait, l'intégration des données relevées sur le terrain a été très rapide. Il y a eu, néanmoins, quelques soucis concernant le fonctionnement. En effet, une fois le point ajouté, le formulaire ne s'ouvrait pas. Il fallait re-cliquer sur le point et le modifier pour que le formulaire s'ouvre.

SIRS est un logiciel accessible qui se base toujours sur le même schéma. Le fait que les champs soient prédéfinis permet un remplissage rapide et unique, même si plusieurs utilisateurs se servent de la base de données. À mon avis le module cartographie devrait être compris dans le module par défaut, même s'il est simple à installer. Il est vraiment dommage que le module végétation ne soit pas fonctionnel. Ce point permettrait à deux services ne travaillant pas sur la même thématique de pouvoir rassembler leurs données de façon simple.

L'impression des cartes/fiches par défaut du logiciel permet d'imprimer facilement des données. Cependant, le rendu n'est pas toujours satisfaisant. Il aurait été intéressant d'avoir plus d'options de mise en page depuis le SIRS, même si ce problème peut être contourné via le module QGIS. En ce qui concerne le module réglementaire, l'impression des tableaux est illisible et donc inutilisable.

La possibilité de lier les éléments entre eux est un gain de temps et facile à réaliser. Le fait que plusieurs utilisateurs puissent utiliser la même base de données en même temps et que la synchronisation se fasse est vraiment un point crucial. Le SMBVA ne possède qu'une tablette, mais pour des structures plus grandes c'est un point vraiment essentiel.

Les couleurs par défaut d'affichage des données sur la carte ne respectent pas les normes. De plus, beaucoup de données possèdent la même couleur et le même symbole. Il aurait été intéressant de catégoriser par symbole. Par exemple, définir que tous les ouvrages sont des ronds de différentes couleurs, tandis que les désordres sont représentés par des triangles. Malgré tout, cela ne règle pas le problème pour des données longitudinales, même si le début et la fin du désordre pourraient être représentés par un petit triangle, par exemple. La superposition des données (même de catégorie identique) n'est pas toujours bien visible sur la carte ; le rendu est beaucoup plus clair lors de l'export sous QGIS.

L'auto-implémentation des désignations permet de noter rapidement, par exemple, tels que les VTA correspondent aux désignations 47 à 78. Le souci est que lorsque l'on fait une erreur et que l'on supprime l'élément incriminé (sans en rajouter un) la désignation reste en mémoire.

Lorsque l'on choisit un chemin de préférence ou un contexte cartographique, il s'enregistre pour toutes les bases de données présentes dans le SIRS. Ce qui, pour nous, ne pose pas de problème ; mais, si l'on souhaite avoir plusieurs base de données, il faut à chaque utilisation rechanger le chemin des répertoires racines, ainsi que ré-ouvrir un contexte cartographique différent, ce qui de plus ne fonctionne pas toujours correctement.

Un point à approfondir serait la facilitation et l'amélioration des requêtes. La désignation, quant à elle, fonctionne bien, mais par contre avec la recherche par texte les résultats ne correspondent pas à nos attentes. L'affichage des résultats des requêtes est aussi visible sur la carte. Il faudrait choisir un unique type de requête (abandonner le CQL), afin d'éviter des références différentes pour les deux types de requêtes qui affichent le même résultat. De plus, il serait nécessaire de régler le problème d'affichage des références pour les rentrer automatiquement (car cela ne fonctionne pas toujours), c'est un réel problème pour les personnes n'ayant pas fait de SQL.

L'application mobile est intuitive, fonctionne hors connexion et permet à différents utilisateurs de l'utiliser en simultané. Le point négatif est que pour ajouter une photo à un désordre il faut re-sélectionner (pour ajouter la photo) et cela ne se fait pas lors du premier formulaire. De plus, lorsque l'on travaille en profil externe, l'administrateur doit ensuite valider les ajouts. Mais, lorsque que l'on ajoute un désordre par exemple, et que l'on souhaite joindre une photo, ce n'est pas une seule validation mais trois validations qu'il faut effectuer. Il faut valider l'ajout du désordre, valider l'ajout d'une observation et, enfin, valider l'ajout d'une photo.

Un dernier point est essentiel. L'attachement des différents éléments aux digues est un point crucial. Cependant, il n'est pas possible de rentrer des éléments rattachés aux deux digues. Pour exemple, un réseau de gaz traverse les digues et le lit de l'Agly. Actuellement, j'ai rentré un point sur chacune des digues et sur le lit de l'Agly, tandis qu'il aurait été intéressant d'avoir cet élément en tant que ligne traversant et non comme point sur ces différentes structures.

Pour conclure, c'est une application qui est assez simple d'utilisation. Cependant, quelques soucis empêchent une utilisation fluide pour des personnes non expérimentées dans le domaine des SIG et de la gestion de base de données. Les tutoriels disponibles pour ce logiciel sont vraiment bien pensés et conçus surtout ceux édités lors de la nouvelle version mais il manque un approfondissement des possibilités.

Conclusion

Le SMBVA venant de prendre la gestion des digues de l'Agly au 1^{er} janvier, il était primordial pour lui d'avoir un système de gestion de celles-ci. Pour ce faire, le Syndicat souscrivit un abonnement au logiciel SIRS, lequel était mis à disposition pour les gestionnaires de digue par France digues. Le stage avait ainsi pour mission de mettre en place ce logiciel, ainsi que l'application mobile.

La prise en main du logiciel, ainsi que la récupération et la vérification des données, ont été une part importante de ce stage. Le précédent gestionnaire ne possédait que peu d'informations géolocalisées et informations récentes. La mise en place de la base de données au propre, ainsi que son transfère sur le serveur de France Dignes, ont été des étapes primordiales et rapides à réaliser. Par ailleurs, ce n'est, uniquement, qu'à la fin de mon stage que j'ai pu mettre en place l'application mobile. En effet, l'installation de notre base de données sur le serveur de France Dignes a été tardive (le responsable n'étant pas disponible avant le 25 août) ; de même, que l'arrivée de la tablette.

Cette expérience m'a permis d'acquérir des connaissances dans le domaine de l'hydrologie, et plus particulièrement dans celui de la gestion des systèmes d'endiguements. D'autre part, aucune personne au SMBVA ne possédait des compétences en SIG ou en gestion de base de données, il m'aura donc fallu observer les méthodes de travail de l'équipe pour pouvoir les retranscrire dans le logiciel et sur le manuel utilisateur. Cela m'a permis de comprendre, comment, avec les compétences récemment acquises, je pouvais faciliter leur travail.

Les formations planifiées par France Dignes, ainsi que l'accès à notre base de données, vont aider le SMBVA à continuer d'acquérir de l'expérience dans l'utilisation de ce logiciel. L'application mobile, désormais mise en place, va permettre au « futur » garde-dignes de rentrer facilement les désordres et nouveaux points relevés, lors de ses passages sur les digues. De plus, le fait que cette base de données soit partagée entre les différents utilisateurs, un suivi des différentes actions est plus simple. C'est un logiciel créé spécifiquement pour les gestionnaires de digues, ce qui rend son utilisation aisée et efficace pour les différents utilisateurs.

Bibliographie

- [1] Jean-François Gleyze. Le risque. *Institut Géographique National Laboratoire COGIT*, janvier 2002.
- [2] Wolfgang SCHENKEL. Les systèmes d'irrigation dans l'égypte ancienne et leurs genèse. *Archéo-Nil*, page Schriften von Wolfgang Schenkel 185, 07 1994.
- [3] Cécile Allinne. Construire et reconstruire. La gestion du risque d'inondation à l'époque romaine : l'apport de l'archéologie. September 2019.
- [4] Anh Tu Ngo. Environmental assessment of flood hazard in the Ha Thanh delta river (Central Vietnam). (2014ORLE1129), February 2014.
- [5] Toulouse Métropole. StratÉgie locale de gestion du risque inondation territoire À risque important de toulouse. *COMMISSION INONDATION BASSIN ADOUR-GARONNE*, septembre 2017.
- [6] CPIE. Les inondations. *Les cahiers de l'eau*, Decembre 2014.
- [7] DIREN Languedoc Roussillon – LEDOUX Consultants. Conception graphique et illustrations J. Lucchino. Les digues protègent... mais peuvent rompre. *Plaquette*, Octobre 2009.
- [8] Rémy Tourment Patrice Mériaux and Martine Wolff. Le patrimoine de digues de protection contre les inondations en france. *Ingénieries N° Spécial*, page p. 15 à 21, 2005.
- [9] Thierry Vassail, M. Fontan, Pierre-Eric THEVENIN, and Romain BAYLE. Un nouvel outil de cartographie des digues. pages 459–466, 01 2016.
- [10] Formento Julien Vennetier Michel Mériaux Patrice Évette André Guay Christophe Zanetti Caroline, Liency Nelly. Gestion de la végétation sur digue : comment concilier gema et pi? *Sciences Eaux Territoire*, page pages 30 à 35, Fevrier 2018.
- [11] P. Meriaux, Michel Vennetier, S. Aigouy, M. Hoonakker, and M. Zylberblat. Diagnosis and management of plant growth on embankment dams and dykes. *ICOLD, 22nd Conference on Large Dams*, pages 1–20, 01 2006.
- [12] Bertrand Desailly. La défense contre les inondations en roussillon : les temps et les lieux. page 10, septembre 1999.
- [13] L.NeppeL and M.Descordes. Analyse de l'épisode pluvieux du 12 et 13 novembre 1999. Novembre 1999.
- [14] SLGRI de l'Agly. Stratégie local de gestion des risques d'inondation du bassin versant de l'agly. Septembre 2017.
- [15] SAFEGE. Études de dangers des digues domaniales de classes b de la loire et de ses affluents val d'ardoux. Novembre 2014.
- [16] Geomatys. Manuel utilisateur sirs digues v2. *sur inscription*, 2016.

Table des matières

Liste des abréviations	8
Introduction	9
1 Présentation	10
1.1 Le Territoire	10
1.1.1 Sa situation	10
1.1.2 Les différents cours d'eau	12
1.1.3 Le régime hydrologique	15
1.1.4 Les risques d'inondation	15
1.2 Le SMBVA	17
1.2.1 Ses missions	17
1.3 Les objectifs du stage	19
2 Les digues	19
2.1 Morphologie des digues	19
2.2 La réglementation	21
2.3 La classification des digues	21
2.4 Les différents types de crue	22
2.5 Les différents types de rupture de digue	22
2.6 INERIS	24
2.7 Les digues de l'Agly	24
2.7.1 L'histoire des digues de l'Agly	24
2.7.2 La gestion actuelle des digues	24
2.7.3 Projet de sécurisation des digues de l'Agly	27
2.8 SIRS une aide aux gestionnaires de digues	28
3 Mise en place du logiciel SIRS V2 comme aide à la gestion des digues de l'Agly	29
3.1 Installation du logiciel	29
3.1.1 En local	29
3.1.2 Sur le serveur de France Dignes	29
3.2 Paramétrage de la base de données	30
3.2.1 Importation des tronçons de digues et des bornes	30
3.2.2 Réglage des paramètres de la base de données	31
3.2.3 Les profils utilisateurs	32
3.2.4 Choix des fonds de cartes	32
3.3 Les données	32
3.3.1 Les données du département des Pyrénées-Orientales	32
Les fichiers autocad	32
Les fichiers OpenDocument (ODT)	33
Les *.shp	33
3.3.2 Vérification et récolte de données via QField	33

La crue du 20 janvier 2020	33
Les ouvrages traversants	34
Voiries et accès	35
Les passages sauvages	35
Voie verte	36
3.3.3 Autres données	36
Les ponts	36
Les échelles limnimétriques	36
3.4 Utilisation du logiciel	36
3.4.1 Structure des digues	36
3.4.2 Mesure d'évènement hydraulique	37
Ligne d'eau	37
Montée des eaux	37
3.4.3 Saisie d'une VTA	38
3.4.4 Les marchés	38
3.4.5 Les requêtes	38
Requête simple	38
Requête CQL	38
Requête SQL	39
4 Approfondissement : Analyse des modules complémentaires	39
4.1 Module cartographique	39
4.2 Module de gestion du lit de la rivière	39
4.2.1 Création et importation des fichiers	39
Le lit	39
Les bornes	40
4.2.2 Description du lit	40
4.3 Module réglementaire	41
4.3.1 Génération de rapport	41
4.3.2 Suivi d'état	41
4.4 Module dossier d'ouvrages	42
4.5 Module QGIS	42
4.6 Module de l'application mobile	42
4.7 Les autres modules testés mais non utilisés	43
5 Devenir du SIRS au sein du SMBVA	43
5.1 Maintien de la base de données	43
5.2 Perspectives d'amélioration	43
5.2.1 Profils en travers	44
5.2.2 Module végétation	44
6 Bilan personnel	44
6.1 Les échanges au sein du SMBVA	44
6.1.1 Relevé de jaugeage	44
6.1.2 Suivi de chantier	45

6.1.3	Formation QGIS	46
6.1.4	Formation SIRS	46
6.2	Formation de perfectionnement au SIRS	47
6.3	Organisation	47
6.4	Retour d'expérience	48
	QField	48
	SIRS	48
	Conclusion	50
	Bibliographie	51
	Annexes	55