

Génération de données de géométrie filaire 1D pour un modèle hydraulique à surface libre du fleuve Lez à partir de données multiples 3D



PFE présenté par : **Sébastien GUILLO**
Société d'accueil : **UMR G-Eau**
Cemagref Montpellier
Directeur de PFE : **Pierre-Olivier MALATERRE**
Correcteurs : **Gilbert FERHAT**
Agnès HERRMANN



1. Contexte et objectifs

Le fleuve côtier Lez prend sa source au Nord de la commune de St-Clément-de-Rivière située dans le département de l'Hérault. Il débouche en mer au niveau de Palavas-les-Flots après un parcours de vingt-huit kilomètres et demi.

Son alimentation est issue d'une source karstique¹, ainsi qu'à l'aide d'affluents naturels (Lirou, Terrieux, Lironde, etc.) et d'apports urbains peu connus. Sa source est exploitée par la ville de Montpellier depuis 1981 pour l'alimentation en eau potable de la population. La gestion de cette ressource est active : l'eau est pompée directement en amont de la source, au sein du massif calcaire. Le bassin du Lez est soumis aux caractéristiques du climat méditerranéen. Il subit de grandes périodes sèches entrecoupées de brèves périodes de pluies violentes. L'urbanisation constante de ce dernier n'est pas sans conséquence sur la sécurité des biens et des personnes lors des périodes de crues importantes. Par ailleurs, les étiages importants ont des conséquences sur la qualité des milieux, sur l'approvisionnement en eau potable de l'agglomération de Montpellier et de ses autres usages (agriculture, loisirs).



Figure 1 : Carte de situation du fleuve Lez

Le Lez est un système complexe mal connu, siège d'enjeux liés à la gestion de la ressource, la préservation de la qualité de l'eau, l'anticipation des évolutions climatiques qui risquent d'accentuer les épisodes de sécheresse et la réponse à la demande croissante de disposer de ressources et de milieux de qualité.

C'est dans cet esprit et autour de ces différentes problématiques que le projet Lez prend son sens. Obtenir une modélisation fiable et qui permet de simuler tous les scénarios possibles (crue, étiage, en régimes permanent puis transitoire) est nécessaire. Le regroupement de données disponibles, des relevés de terrain, une amélioration et un affinage du modèle existant, un calage précis par rapport aux relevés et la mise en place des différents scénarios permettent d'atteindre les objectifs fixés de manière pérenne.

¹ karstique : adjectif, issu du nom commun karst qui est défini comme une région de calcaires et dolomites ayant une topographie souterraine particulière due à la dissolution de certaines parties du sous-sol et au cheminement des eaux dans les galeries naturelles ainsi formées.

La donnée topographique est, entre autres, une des bases de cette modélisation. Le projet de fin d'étude devrait permettre l'amélioration future du modèle existant. Ainsi, plusieurs objectifs sont fixés dans le cadre de ce projet :

- recueillir les données existantes et les mettre en cohérence
- extraire les informations nécessaires à partir des modèles numériques de terrain existants
- effectuer le relevé de certaines zones particulières par des méthodes topographiques conventionnelles (tachéométrie, GPS différentiel)
- évaluer la possibilité d'utilisation d'un scanner LASER terrestre pour recueillir des données dans le contexte particulier du fleuve Lez en effectuant des relevés sur le terrain et en travaillant sur les données
- proposer une méthodologie pour extraire les informations nécessaires (sections, seuil lit mineur/moyen) et les intégrer au modèle filaire 1D de SIC, logiciel de modélisation créé au sein de l'unité de recherche.

2. Données de base

Les données disponibles au départ de l'étude sont de sources diverses. Elles sont issues de différents travaux dont les objectifs n'étaient pas forcément l'étude du Lez, mais concernent toutefois tout ou partie du fleuve.

Donnée	Date	Caractéristiques	Observations
Modèle Numérique de Surface LiDAR	2001	Pas de 1 m Format raster GRID (ArcGIS)	Pas d'exploitation directe envisageable pour l'extraction de la géométrie
Modèle numérique de terrain (MNT) LiDAR	2001	Pas de 1 m Format raster GRID (ArcGIS)	Utilisation envisageable pour des sections du lit mineur/moyen et du lit majeur Ne couvre pas l'intégralité du Lez, mais une toute petite partie allant de Lavalette à Montferrier-sur-Lez
MNT IGN	2001	Pas de 5 m Format raster GRID (ArcGIS)	Utilisation envisageable pour des sections du lit majeur
MNT IGN	2001	Pas de 50 m Format raster GRID (ArcGIS)	Utilisation envisageable pour des sections du lit majeur
MNT 34	2007	Pas de 30 m Format raster GRID (ArcGIS)	Idem
MNT ASTER	2001	Pas de 30 m Format raster GRID (ArcGIS)	Ne permet pas d'avoir une définition géométrique correcte, même pour le lit majeur, sur une échelle aussi locale que celle du Lez
MNT SRTM	2001	Pas de 75 m Format raster GRID (ArcGIS)	Idem
Profils en travers BRL	2009	Format dessin DXF (AutoCAD) et fichier listing TXT pour abscisse/cote	Ne couvrent pas le Lez à proprement parler mais plutôt ses affluents
Profils en travers du Lez	2003, 2008 et 2011	Format dessin DWG (AutoCAD) et XLS (MS Excel) pour abscisse/cote	Géométrie lit mineur sur des profils ponctuels
Topographie Lit Majeur	1996	Format SHP (ArcGIS) et XLS (MS Excel)	Profils en travers du lit majeur sur l'ensemble du Lez
Plan topographique Lavalette	2009	Format DWG (AutoCAD)	Permet d'obtenir des profils en travers du lit majeur de manière très locale
Plan de recollement DOE	2011	Format DWG (AutoCAD)	Plans topographiques et profils en travers (de la Languedocienne jusqu'aux étangs)
Relevé des seuils	2009	Format XLS (MS Excel)	Ensemble des seuils du Lez relevés par GPS différentiel

Tableau 1 : Données de base

L'exogénéité de ces données vis-à-vis de l'unité mixte de recherche induit une mise en cohérence pour permettre leur exploitation. Cette dernière s'effectue au niveau des systèmes de coordonnées utilisés. En effet, pour une partie des données, le système de coordonnées dans lequel elles sont exprimées est inconnu. Un travail de recherche a ainsi été réalisé pour permettre d'unifier toutes ces données sous ArcGIS.

3. Exploitation des données et évaluation des nouvelles méthodes d'acquisition

L'exploitation de ces données conduit à l'extraction des informations géométriques nécessaires à la modélisation hydraulique du fleuve, à savoir les sections du lit mineur-moyen et celles du lit majeur.

3.1 Extraction de la ligne d'écoulement du fleuve Lez

La détermination de la ligne d'écoulement du fleuve à partir des différents MNT disponibles constitue un premier travail avant l'extraction des données de type géométrique pour la modélisation hydraulique. Les étapes permettant de réaliser cette extraction sont les suivantes :

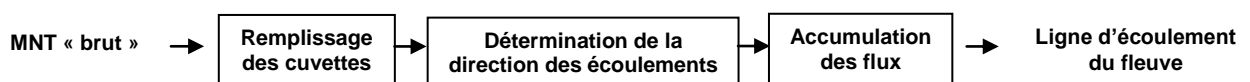


Figure 2 : Schéma simplifié de l'extraction de la ligne d'écoulement du fleuve

Plusieurs tests sont effectués, à l'aide de différents outils sur ArcGIS (inclus ou additionnels), sur les différents MNT afin de déterminer avec quel MNT et quel outil cette extraction va être réalisée. Le MNT IGN 5 m (cf. Tableau 1) est ainsi choisi pour son pas, son étendue et sa précision altimétrique (données de base au centimètre). L'outil ArcHydro tools est choisi pour l'optimisation de ces fonctions de traitements compte tenu de la zone d'étude qui représente plus d'une dizaine de kilomètres carré. Avec un MNT au pas de 5 m, une seule étape du traitement peut s'avérer très longue (~ 1h). D'où le choix d'un outil optimisé pour ce type de traitements. La donnée « cours d'eau » contenue dans la BD Carthage (IGN) est utilisée pour valider l'extraction de la ligne d'écoulement du fleuve Lez. Cette ligne d'écoulement va pouvoir servir de base de positionnement des sections le long du fleuve Lez, et permettre ainsi l'unification des sections et seuils déjà existants.

3.2 Sections du lit mineur-moyen et du lit majeur à partir des MNT

Pour affiner le modèle hydraulique existant, la nécessité de densifier les sections du lit mineur-moyen et du lit majeur se fait ressentir. Une nouvelle fois, plusieurs tests sont réalisés à l'aide des différents MNT. Il apparaît très rapidement que les MNT pour lesquels le pas est supérieur à quelques mètres ne permettront pas l'extraction de sections du lit mineur-moyen, le lit du fleuve Lez étant de l'ordre de quelques dizaines de mètres (environ 20 m). Certains d'entre eux sont toutefois utiles à l'extraction de sections du lit majeur. A l'issue de ces tests d'extraction, seul le MNT LiDAR au pas de 1 m semble être cohérent avec la finalité souhaitée. Dans le but de valider les profils extraits, un relevé terrain par les méthodes conventionnelles de tachéométrie combinée à un rattachement à l'aide du GPS différentiel est réalisé. Ainsi, dans les zones où la végétation est peu à moyennement dense, le LiDAR aéroporté permet effectivement d'avoir une détermination correcte des sections, comparativement aux relevés locaux effectués.

Plusieurs obstacles sont néanmoins présents quant à l'utilisation d'un tel MNT comme donnée source. Tout d'abord le pas, même s'il semble rapproché, ne permet pas la détermination correcte des berges dans le cas où elles sont très abruptes. L'étendue de ce MNT est aussi très restreinte (de Montferrier-sur-Lez jusqu'à La Valette), et il n'était pas destiné à l'origine à l'étude du Lez, ce qui explique le manque notable d'informations à l'Ouest du fleuve. Ensuite, lorsque la végétation devient très dense, comme c'est le cas dans la zone amont du Lez (depuis sa source jusqu'à la zone de La Valette environ), la détermination des profils est perturbée par cette végétation, d'autant plus lorsqu'il s'agit de buissons épineux ou très touffus, où même le deuxième écho du LiDAR utilisé ne permet pas d'atteindre le sol naturel. Ainsi, les écarts en altitude par rapport au sol réel peuvent être de l'ordre de quelques mètres. Il semble donc nécessaire, dans une certaine mesure, de compléter les zones où l'extraction à l'aide du MNT est difficile par des relevés classiques. Enfin, la date d'acquisition du MNT est déterminante puisque la zone du Lez évolue très rapidement fonction de l'urbanisation. La date de ces données est de 2001, et de nombreux travaux ont déjà eu lieu depuis. L'actualisation des données est donc un point à ne pas négliger afin de tenir le modèle hydraulique à jour.

3.3 Evaluation de l'utilisation de nouvelles techniques de relevés

L'équipe de l'UMR TETIS (Maison de la Télédétection, Montpellier) a récemment fait l'acquisition d'un scanner LASER terrestre 3D (Riegl VZ-400). Le projet a permis de réaliser des relevés avec ce matériel de dernière génération sur des zones tests afin d'évaluer la possibilité d'utilisation d'un tel outil en vue de l'extraction des sections du lit mineur-moyen.



Figure 3 : Nuage de points 3D brut



Figure 4 : Profil extrait après traitements

Plusieurs conclusions se dégagent suite au relevé et au traitement des données acquises. Au niveau du temps d'acquisition et de traitement, il peut être considéré comme rapide (1h30 sur le terrain pour un relevé 360° avec une définition d'un point tous les 2 cm à 10 m, 1h au bureau pour le traitement et l'extraction d'un profil ou plusieurs profils d'une même zone), ce qui représente un avantage certain pour le relevé d'un linéaire aussi important comme peut l'être le fleuve Lez. De plus, le relevé à l'aide d'un tel matériel permet, dans une plus grande mesure comparativement au MNT LiDAR, à la détermination plus fine de la limite entre lit mineur et lit moyen, limite qui a son influence dans la modélisation hydraulique, puisque le relevé au scanner 3D inclut la végétation présente sur les berges.

En plus de ces essais, un relevé à l'aide d'un RADAR panoramique 2D de l'équipe du Cemagref de Clermont-Ferrand était programmé mais n'a pu être réalisé pendant la période de ce projet. Néanmoins, la perspective d'utilisation d'un tel matériel ne se referme pas puisqu'il semblerait pouvoir être utile dans la détermination de cette limite entre lit mineur et lit moyen, donnant des résultats à quelques dizaines de centimètres près et permettant de couvrir rapidement une zone vaste grâce à son appareillage sur un véhicule.

4. Conclusion et perspectives

L'étude des données existantes, leur mise en cohérence et utilisation à plus ou moins grande mesure ont conduit à remplir un des objectifs du projet, à savoir évaluer la possibilité d'utilisation de telles données pour l'extraction de données géométriques nécessaires à la modélisation hydraulique. Mettre en avant les nouvelles techniques de mesures comme l'utilisation du scanner 3D a permis, en plus d'atteindre un objectif initial du projet, d'ouvrir des perspectives quant à l'apport d'un tel matériel dans les études d'un fleuve aux caractéristiques bien particulières, passant d'une zone naturelle à une zone pleinement urbanisée.

Une des perspectives principales de ce projet peut consister, à l'aide de la méthodologie proposée, en la mise en place d'un outil propre à l'unité de recherche et permettant, à partir d'un MNT brut, de réaliser l'ensemble des opérations de traitement et d'extraction des sections du lit mineur-moyen et majeur. Cet outil aura pour objectif final l'exportation de ces données dans un format XML compréhensible par SIC, permettant ainsi de disposer d'une grande partie de la géométrie du fleuve, hors ouvrages particuliers (vannes, seuils par exemple). La modélisation hydraulique en serait optimisée dans le sens où sa mise à jour serait plus aisée à réaliser et où la densité des sections serait plus importante, ce qui implique que le modèle obtenu sera plus fidèle à la réalité. Le modèle hydraulique réalisera donc au mieux sa tâche de simulation.