

# GEOVISUALISATION 3D DU PATRIMOINE ENGLOUTI DES GORGES DE LA LOIRE

Stage réalisé par Pierre Niogret, dans le cadre Master 1 Géonum, au laboratoire EVS UMR 5600 CNRS, Université Jean Monnet - Saint-Étienne

Directeurs de mémoire : Michel Depeyre / Pierre-Olivier Mazagol / Michel Rautenberg

*Mots clés* : Patrimoine, barrage, SIG, Géovisualisation 3D

À l'échelle mondiale, les premières traces de barrages ont été découvertes en Mésopotamie et datent de 6000 années BP (Wang et al., 2014). Toutefois, c'est surtout à partir du XX<sup>ème</sup> siècle et l'exploitation de la « houille blanche » que le nombre de ces ouvrages a augmenté de manière considérable, à l'échelle mondiale (Flaminio, 2018). Dans le cas des barrages-réservoirs, le remplissage de la retenue d'eau en arrière des ouvrages a souvent donné lieu à l'ennoiement de vastes zones de vallées fluviales et à l'engloutissement des paysages et des vestiges des sociétés qui y vivaient. Aujourd'hui, rien qu'en France, on dénombre 44 vallées englouties (Guerit, 2019). Les travaux de recherches portant sur ces vallées « sacrifiées » se sont avant tout focalisés sur les conséquences socio-culturelles, économiques et environnementales (e.g. Bodon, 1998 ; Faure, 2008 ; Jackson et Sleight, 2000). De manière assez paradoxale, l'approche patrimoniale de ces paysages engloutis n'est que très rarement mise en avant dans ces études. Celles-ci ne s'appuient en général pas sur les technologies SIG, alors que ces dernières offriraient la possibilité d'archiver et de renseigner les différents éléments constitutifs de ce patrimoine. Et à notre connaissance, les techniques de géo-visualisation 3D, couramment utilisées en aménagement du territoire (e.g. Jacquinod, 2014), n'ont pas été appliquées

alors qu'elles constitueraient un outil performant pour recouvrer de manière virtuelle ces paysages. Ces outils permettraient une certaine réversibilité des conséquences de ces grands barrages, au profit des populations impactées. Dans ce contexte, le LabEx IMU a financé un stage de Master sur la mise en place d'une Géovisualisation 3D d'un patrimoine englouti.

Le terrain d'étude du stage se situe dans les Gorges de la Loire, à l'ouest et au sud-ouest de la ville de Saint-Étienne (Figure 1). En effet, en 1957, la mise en eau du barrage réservoir de Grangent a profondément modifié le paysage de la vallée entre Aurec-sur-Loire et Saint-Just-Saint-Rambert. Avant sa construction, on y trouvait des villages, des fermes, des usines, des routes, une voie de chemin de fer avec ses infrastructures (ponts, tunnels), un canal... Autant d'éléments paysagers qui résumaient l'histoire d'une région industrielle jusqu'aux années 1950. Par ailleurs, les habitants de villes comme Saint-Étienne aimaient venir se détendre en bord de Loire, dans des bals musettes et des guinguettes. Nous avons



Figure 1: Carte de localisation du terrain d'étude

donc là, une vallée occupée et utilisée depuis des siècles, une vallée qui tient encore une place dans la mémoire collective (Peyrot, 2006).

Au cours des années 1950, dans le contexte de reconstruction et de croissance économique des « Trente glorieuses », la modernité a initié une transformation radicale de cet espace, avec la construction du barrage. Dès lors, le lieu a changé de signification : les anciennes activités ont été détruites et un lac de plusieurs kilomètres de long a envahi la vallée de la Loire. De fait, le paysage a changé aussi, symbolisant d'une certaine façon l'empreinte de la modernité de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, remplaçant le vieux paysage de l'industrialisation. De paysage de travail, il est devenu paysage de détente et de tourisme, comptant un port de plaisance, une base nautique et une plage. Le barrage matérialise donc une modernité qui a fait table rase. Cependant, lors des vidanges décennales, le niveau du lac baisse sensiblement et le passé se laisse entrevoir au gré de l'émergence des ruines et autres vestiges. Le site initial réapparaît alors partiellement et avec lui, la mémoire engloutie refait surface.

À ces occasions, les stéphanois viennent parcourir les lieux, emprunter les ponts, montrant par la même le réel intérêt qu'ils portent à ce patrimoine dont ils ont été privés. Mais une autre modernité technique, notamment l'usage des SIG, de la 3D..., permet de reconstituer ce paysage englouti, de renverser les destructions de la Modernité par le biais de leur reconstitution numérique. Ainsi, par le travail pluridisciplinaire (histoire, géographie, informatique, sociologie...), il est possible de revenir en arrière. Et ceci a d'autant plus d'intérêt que les vidanges totales de ces barrages, pour des raisons de sécurité des ouvrages, se feront de plus en plus rares à l'avenir, réduisant ainsi la possibilité d'accéder à ce patrimoine.

Ce constat, valable sur de nombreux sites dans le monde entier, justifie la mise en place d'un travail méthodologique donnant des pistes quant à la reproductibilité de la démarche de reconstitution de ces patrimoines engloutis.

Les objectifs principaux de ce stage sont donc la constitution d'une base de données géo-historiques, son intégration au sein d'un SIG 3D, la mise en place d'une géovisualisation 3D du territoire d'études avant la construction du barrage et sa mise en eau et enfin, une réflexion quant à la mise en œuvre d'une valorisation de ce patrimoine à partir de la maquette 3D.

Pour la réalisation de ce stage, le choix de tester les outils ESRI (ArcGIS Pro couplé à ArcGIS Online et ArcGIS Story Map) a été fait dès le départ, l'Université de Lyon bénéficiant d'une licence campus.

Le mémoire de Sébastien Peyrot (2006) s'est avéré une source d'informations quasiment exhaustive

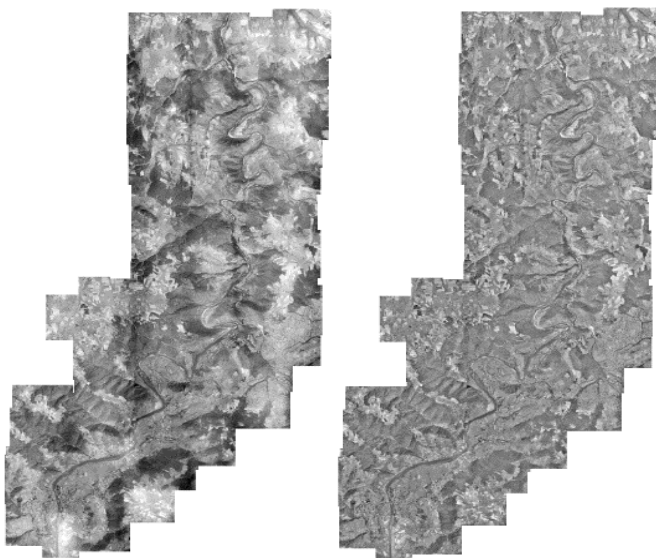


Figure 2 : Géoréférencement et homogénéisation des photographies aériennes anciennes

quant à différentes activités exercées et ouvrages d'art sur le terrain d'études avant la création du barrage et sa mise en eau. Un travail de recherches complémentaire a permis d'amender l'inventaire et de le repérer systématiquement dans l'espace. Avant de créer des couches spatialement référencées de cet inventaire, une couche servant de base à la digitalisation a été créée. Ainsi, les photographies aériennes de 1955 ont été téléchargées à partir des serveurs de l'IGN (leur qualité étant bien meilleure que celles de 1953 déjà orthorectifiées par l'IGN). Les premières ont été géoréférencées le plus précisément possible en se servant, notamment, des secondes, puis intégrées dans une

mosaïque « raster », puis améliorées par un équilibrage des couleurs et la création de lignes de raccords permettant de réduire de manière plus que satisfaisante les différences de teintes et contrastes entre les photographies (Figure 2). Toutes ces manipulations sont réalisées dans une géodatabase ESRI créées spécifiquement pour le projet. Mieux encore, ces photographies aériennes ont été ensuite colorisées en utilisant des outils en cours de développement par le LIRIS, dans le cadre du projet IMU GOURAMIC, et basés sur des méthodes d'apprentissage non supervisé (Ratajczak *et al.*, 2019) (Figure 3). Ceci permet d'assurer par la suite un excellent réalisme à la

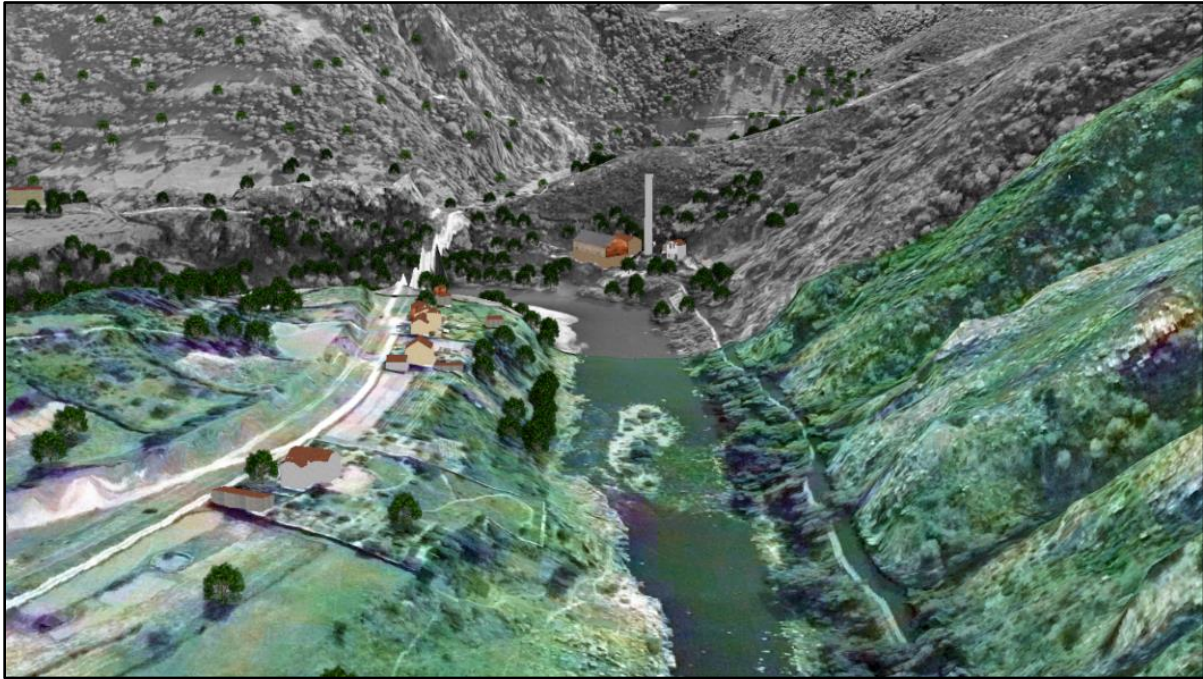


Figure 3 : Colorisation des photographies aériennes anciennes en noir et blanc

géovisualisation 3D du territoire. A partir de ces photographies aériennes de 1955, différentes couches d'informations géographiques ont été créées et systématiquement renseignées, selon différentes thématiques (bâtiments, ouvrages d'art, voies de communication...). La majorité des bâtiments hors zones englouties est directement récupérée dans la BD TOPO de l'IGN. Cependant, cette donnée présente beaucoup d'imprécisions, notamment quant à la hauteur réelle des bâtiments. Toujours pour un meilleur réalisme, ces données sont corrigées manuellement dans une zone prédéfinie au voisinage des Gorges. De même, la BD ALTI de l'IGN (modèle numérique de terrain) figure la surface du barrage, et ne permet donc pas la prise en compte du relief subaquatique. Pour ce faire, nous intégrons la bathymétrie, donnée fournie par EDF.

Ainsi, nous disposons, d'un relief, très proche de celui d'époque, sur lequel sont drapées des images anciennes colorisées, ainsi que des données 3D concernant bâtiments, ouvrages d'art et voies de communication. Il est alors possible de construire une géovisualisation 3D de ce territoire avant la mise en eau. Pour les bâtiments, cela passe par la conversion d'entités « polygones » d'emprise au sol en entités « multipatch » que l'on peut modéliser de manière plus ou moins complexe (*e.g.* toits, cheminées...) aux faces desquelles il est possible d'associer des textures. L'objectif est ici de rendre compte le plus fidèlement possible de la forme et de la diversité des bâtiments de l'époque. Par ailleurs, ouvrage d'art, bâtiments très complexe (château) peuvent être modélisés sous forme d'objets 3D dans des logiciels spécialisés (*e.g.* Sketchup Pro). Une géovisualisation 3D des Gorges de la Loire est ainsi créée de telle sorte qu'il est possible de naviguer en son sein, mais aussi d'interroger les différents éléments qui la composent (Figure 4).

Cette maquette numérique 3D est, en elle-même, un outil d'archivage et de (re)découverte de ce patrimoine disparu. Mais, de par sa dépendance à un logiciel professionnel, de surcroît propriétaire, elle n'est pas l'outil idéal pour une diffusion grand public. La diffusion de la géovisualisation 3D doit donc passer par d'autres médias. Plusieurs méthodes sont donc testées allant de la simple exportation de clips vidéos depuis le logiciel SIG à la diffusion Web via ArcGis Online (puissant outil Web de création de cartes, d'analyse de données, de collaboration et de partage). Enfin, l'outil ESRI de « story mapping » a également été testé.

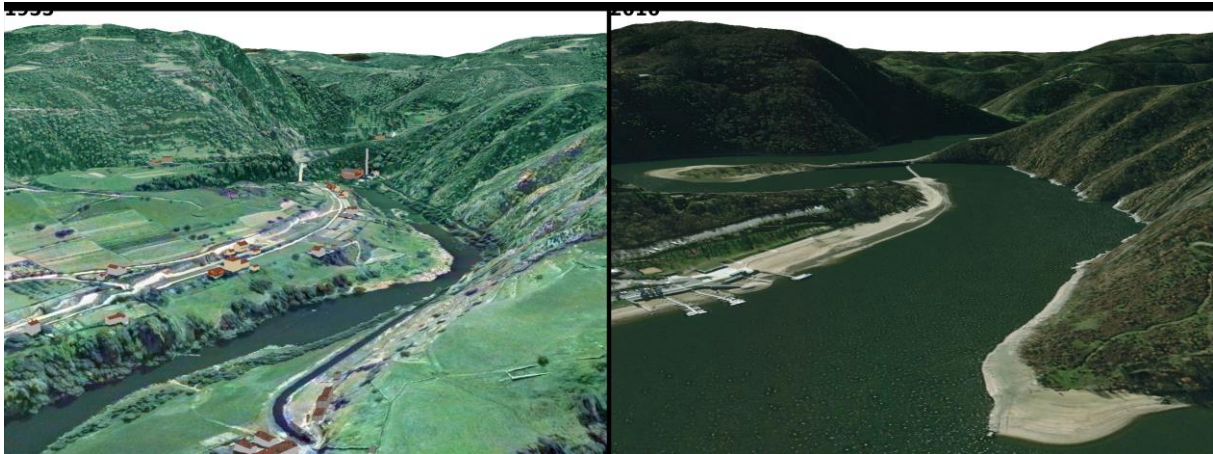


Figure 4 : Mise en comparaison du paysage ancien reconstitué avec le paysage actuel

Ces différents rendus ont été présentés aux partenaires locaux et acteurs de terrains, suscitant d'ores et déjà l'intérêt de la ville de Saint-Étienne et de Saint-Étienne Métropole pour une intégration dans leur centre d'interprétation de l'Architecture et du Patrimoine, mais également du SMAGL (Syndicat Mixte d'Aménagement des Gorges de la Loire) pour son futur centre d'interprétation des Gorges de la Loire.

Au-delà même de son aspect d'ores et déjà opérationnel, la méthodologie présentée dans le cadre de ce stage ainsi que les résultats obtenus constituent la première étape d'un projet bien plus ambitieux. Nombreuses sont les perspectives qui en découlent. Par exemple, une étude sur les usages, les représentations, la perception de ces paysages disparus en comparaison avec ce qu'ils sont devenus est souhaitable. Par ailleurs, l'ajout de dimensions supplémentaires dans la modélisation, notamment le son, serait une plus-value indiscutable tant un paysage peut-être marqué par les ambiances sonores. Ces deux directions seront prospectées à l'avenir, ainsi qu'un travail sur la reproductibilité, notamment en explorant des solutions open source gratuites.

Ainsi, un tel projet associé aux outils présentés, et plus largement aux nouvelles technologies, participent ainsi à la révélation et à la constitution d'un patrimoine disparu.

Notez que les travaux réalisés au cours de ce stage seront présentés à *SIG 2019, la conférence francophone Esri*, à Paris, en octobre 2019 et au colloque international interdisciplinaire *Patrimoines et territoires* à Roanne en novembre 2019.

Bodon V. (1998), La défense des intérêts locaux face à l'intérêt général. La cohésion villageoise à l'épreuve de l'aménagement des barrages de Tignes et de Serre-Ponçon, *Ruralia*, 28.

- Faure A (2008), Des normes sociales pour les déplacements de population causés par les grands barrages. France, XX<sup>e</sup> siècle, *Revue de Géographie Alpine*, 96-1, 15-28
- Flaminio S. (2018), (Se) représenter les barrages : (a)ménagement, concessions et controverses. Thèse de doctorat, École Normale Supérieure de Lyon, 486 p.
- Guérit G. (2019), La France des villages engloutis, Nouvelles Editions Sutton
- Jackson S., Sleigh A. (2000), Resettlement for China's Three Gorges Dam: socio-economic impact and institutional tensions, *Communist and Post-Communist Studies*, 33-2, 223-241
- Jacquino F. (2014). Production, pratique et usages des géovisualisations 3D dans l'aménagement du territoire. Thèse en Géographie et Aménagement du Territoire, Université de Saint-Etienne.
- Peyrot S. (2006). De Saint-Paul-en-Cornillon à Grangent : le patrimoine englouti. Mémoire de Master 1 Territoires, Patrimoines et Environnement, Université de Saint-Etienne.
- Ratajczak, R., C. F. Crispim-Junior, E. Faure, B. Fervers, L. Tougne. « Toward an Unsupervised Colorization Framework for Historical Land Use Classification ». IGARSS 2019 (to appear).
- Wang, P., Dong, S., Lassoie, J. (2013). The large dam dilemma: an exploration of the impacts of hydro projects on people and the environment in China. Springer Science & Business