

REMISE À CIEL OUVERT DU RUISSEAU DE CUBES ET ECHANGE AUTOUR DE LA PHOTOGRAMMETRIE EN COURS D'EAU



Pêche aux cas pratiques
21 décembre 2017 à Châteauneuf-les-Bains (63)



COMPTE-RENDU



Avec le soutien de :



Etablissement public du ministère
chargé du développement durable

Organisée par :



ASSOCIATION
RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE

ASSOCIATION RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE
7 RUE ALPHONSE TERRAY > 38000 GRENOBLE
04 76 48 98 08 > ARRAA@ARRAA.ORG
WWW.ARRAA.ORG

La pêche en elle-même :

Couvert sur un linéaire de 150 m au niveau de la commune de Châteauneuf-les-Bains (63), le ruisseau de Cubes a fait l'objet de travaux de remise à ciel ouvert fin 2013 - début 2014.

Le 21 décembre 2017, la Communauté de Communes de Communes Saint-Pourçain, Sioule, Limagne a proposé une pêche aux cas pratiques aux adhérents de l'Association Rivière Rhône Alpes Auvergne pour présenter son retour d'expérience sur ces travaux. Cette visite a également été l'occasion d'échanger sur les méthodes de photogrammétrie et leur application à l'étude des cours d'eau avec le bureau d'étude Véodis-3D et GEOLAB CNRS.

Une présentation en salle et une visite de terrain ont permis aux 19 participants de découvrir le site de remise à ciel ouvert et d'acquérir des connaissances sur la photogrammétrie.

Participants :

NOM	ORGANISME	CP	VILLE
Martin BE	ARRA ²	63000	CLERMONT-FERRAND
Clément BILLARD	SIGAL	15500	MASSIAC
Céline BOISSON	EP Loire	03450	EBREUIL
Jean-Michel CHAPAT	SIAV Couze Pavin et SIVU Couze Chambon	63710	SAINT-NECTAIRE
Benjamin FAYE	CC Ambert Livradois Forez	63600	AMBERT
Aurélien GESELL	Ambert Livradois Forez CC	63600	AMBERT
Mélanie GOETTMANN	SMAD des Combrailles	63390	SAINT GERVAIS D'AUVERGNE
David GOUTALAND	Cerema	63000	CLERMONT-FERRAND
Aurélien GRANDPIERRE	Agglo Pays d'Issoire	63500	ISSOIRE
Borbála HORTOBÁGYI	GEOLAB	63000	CLERMONT-FERRAND
Lise HUMBERT	AQUABIO	63800	COURNON d'AUVERGNE
Vincent JORDAN	CC Saint-Pourçain, Sioule, Limagne	03450	EBREUIL
Nicolas LAFARGE	SIGAL	15500	MASSIAC
Bruno LE CHEVILLIER	AFB SD 63	63370	LEMPDES
Stéphane MANEVAL	CLERMONT METROPOLE	63000	CLERMONT-FERRAND
Aurélien MATHEVON	SMVVA	63450	SAINT-SATURNIN
Stéphane PETIT	VEODIS-3D	63400	CHAMALIERES
Céline WAROT	AELB	63370	LEMPDES
Karim ZMANTAR	AQUABIO	63800	COURNON D'AUVERGNE

Les Pêches aux cas pratiques de l'ARRA² ?

Un bon moyen de partager son expérience et ses connaissances !

Ces rencontres sont destinées à faciliter les échanges d'expériences et le partage de connaissances entre professionnels des milieux aquatiques et de l'eau. L'ARRA² offre la possibilité aux collectivités locales de valoriser leurs actions en proposant des visites de terrain (réalisations, chantiers, projets) ou réunions aux autres membres du réseau. L'objectif est de diffuser les bonnes pratiques et d'échanger avec ses pairs autour des projets locaux.

Venez retrouver [les pêches organisées](#) sur notre site !

Si vous aussi vous souhaitez proposer une visite de terrain ou une rencontre aux membres du réseau, n'hésitez pas à nous contacter à arraa@arraa.org.

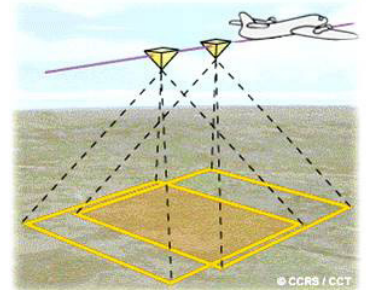
LA PHOTOGRAMMÉTRIE APPLIQUÉE AUX COURS D'EAU

» BORBÁLA HORTOBÁGYI (GEOLAB CNRS) & STÉPHANE PETIT (VÉODIS-3D)

DÉFINITION

La photogrammétrie est une technique consistant à reconstituer un objet, une scène ou un paysage en utilisant la **parallaxe** obtenue entre des **images acquises selon des points de vue différents**.

Il est possible d'utiliser la photogrammétrie à partir d'images aériennes ou terrestres.



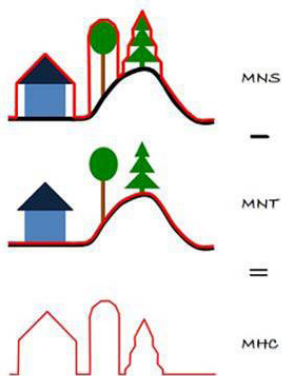
Photogrammétrie aérienne

LE MATÉRIEL

Le matériel nécessaire pour mettre en œuvre cette méthode est constitué :

- d'un **appareil photo** (de sa qualité dépend la précision de la méthode) ;
- de **matériel de mesure topographique** (GPS, station totale) ;
- d'un **logiciel de photogrammétrie** (approche plus ou moins experte en fonction du logiciel).

PRINCIPE DES MODÈLES 3D



Obtention du Modèle de Hauteur du Couvert

La photogrammétrie construit un **modèle numérique de surface**, qui comprend l'altitude de tous les objets se trouvant sur la zone d'étude.

Les logiciels sont ensuite capables de filtrer les objets pour obtenir uniquement l'altitude de la surface du sol (**modèle numérique de terrain**).

Par soustraction de ces deux modèles, il est par exemple possible d'obtenir la hauteur de la végétation de la zone étudiée (cf. schéma ci-contre).

PHOTOGRAMMÉTRIE \neq LiDAR

La photogrammétrie ne permet pas d'obtenir d'informations sur les éléments n'apparaissant pas à l'image, contrairement au LiDAR. Pour obtenir une modélisation d'une berge très végétalisée par exemple, il faudra multiplier les prises de vues et le temps de traitement en sera d'autant plus long. Cet élément est à prendre en compte en amont, suivant les caractéristiques de la zone à étudier et les résultats attendus.

LES DIFFÉRENTES MÉTHODES

Il existe deux méthodes de photogrammétrie différentes : la **stéréophotogrammétrie** et la **photogrammétrie multi-images** (ou SfM).

» LA STÉRÉOPHOTOGRAMMÉTRIE

Il s'agit d'un procédé basé sur la **stéréoscopie**. La reconstitution s'effectue à partir d'**images décalées latéralement avec un recouvrement d'au moins 60 %**, sans faire varier l'angle d'incidence.

Avantage

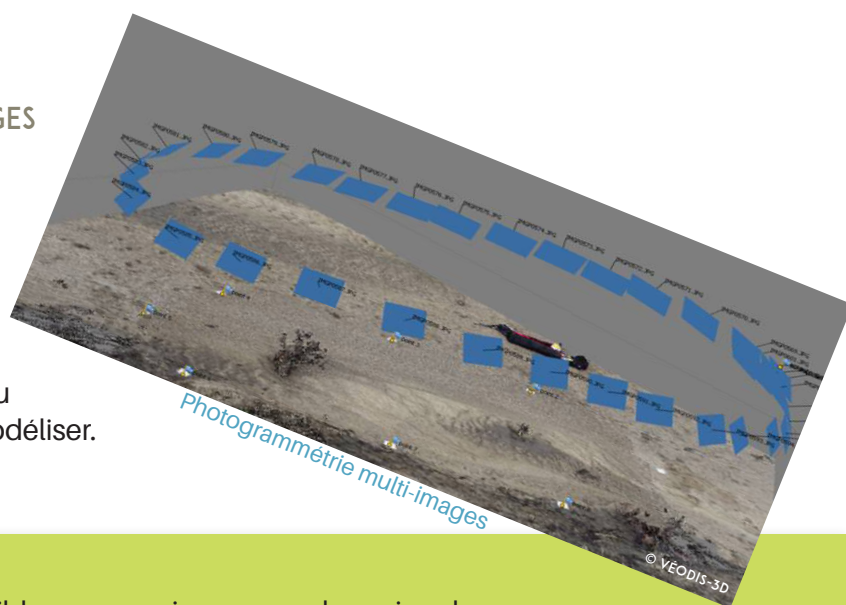
Ce procédé possède comme principal avantage de pouvoir traiter d'anciennes photographies aériennes.

Inconvénients

La stéréophotogrammétrie est peu flexible, il est nécessaire de paramétrer la calibration de l'appareil photo et les prises de vues doivent être rigoureuses (alignement, recouvrement, cadence, inclinaison, etc.). C'est également une méthode coûteuse en temps car chaque image doit être géoréférencée.

» LA PHOTOGRAMMÉTRIE MULTI-IMAGES

Cette méthode se base sur la **corrélation d'une banque de photographies convergentes sur l'objet à modéliser**. Les images prises n'ont pas besoin d'être alignées les unes par rapport aux autres. Il peut s'agir de photos aériennes ou terrestres, prises tout autour de l'objet à modéliser.



Avantages

La photogrammétrie multi-images est flexible en ce qui concerne les prise de vues (pas de calibration de caméra, orientation indifférente...). Elle est également peu coûteuse en temps et l'utilisation de plusieurs vecteurs est possible (avion, ULM, drone, canne, main...).

Inconvénients

Cette méthode nécessite le traitement d'un gros volume d'images pour obtenir des résultats précis. Le temps consacré dépend donc de la quantité et de la qualité des photos, ainsi que des performances de l'ordinateur utilisé pour le traitement des images.

LES LOGICIELS

Le tableau ci-dessous présente les **principaux logiciels de photogrammétrie**. Aujourd'hui, la photogrammétrie multi-images, plus facile d'utilisation, est préférée à la stéréophotogrammétrie.

Type de méthodes	Logiciels	Avantages	Inconvénients	Produit
Stéréo	Erdas Imagine Photogrammetry	Précision Exploitation anciennes photo	Chronophage Coûteux Protocole rigoureux Demande de l'apprentissage	Orthophoto Nuages de points
Stéréo	MicMac (IGN)	Précision Gratuit	Lignes de commandes Protocole rigoureux Demande de l'apprentissage	Orthophoto Nuages de points
Autre logiciel stéréo	E-photo	Gratuit	Payant	
	Autodesk Recap			
Multi-Images	Agisoft Photoscan	Précision Facile d'utilisation Résultats rapides	Gros volumes de données Pas édition du nuage de points Payant	Orthophoto Nuages de points
Autres logiciels multi-images	Pix4D	Gratuit	Payant	
	Visual SfM			

Logiciels de photogrammétrie

Erdas est le logiciel incontournable en stéréophotogrammétrie. Il permet une grande précision dans la construction des modèles ainsi que l'exploitation de photos anciennes. Cependant, ce logiciel est coûteux (environ 15 à 20 000 € pour une licence) et chronophage dans sa mise en œuvre.

Pour la méthode multi-images, **Photoscan** est le logiciel le plus répandu. Il permet d'obtenir des modèles précis avec une bonne facilité d'utilisation. Ce logiciel est payant (environ 4 500€) et il est impossible de modifier le nuage de points obtenu à l'issue du traitement des images.

LA PHOTOGRAMMÉTRIE À DIFFÉRENTES ÉCHELLES

La photogrammétrie permet de **travailler à différentes échelles d'espace et de temps**. Pour chaque cas, il est nécessaire d'adapter la méthodologie employée.

» ÉCHELLE LARGE

Pour un travail à large échelle (corridor par exemple), la stéréophotogrammétrie à l'aide d'images IGN ou aériennes peut être utilisée.

La modélisation d'un long linéaire de cours d'eau peut également être obtenue par photogrammétrie multi-images, à l'aide d'un opérateur prenant des images à 360° tout le long du cours d'eau.



Modélisation de 500 mètres de cours d'eau par photogrammétrie multi-images

© VÉODIS-3D

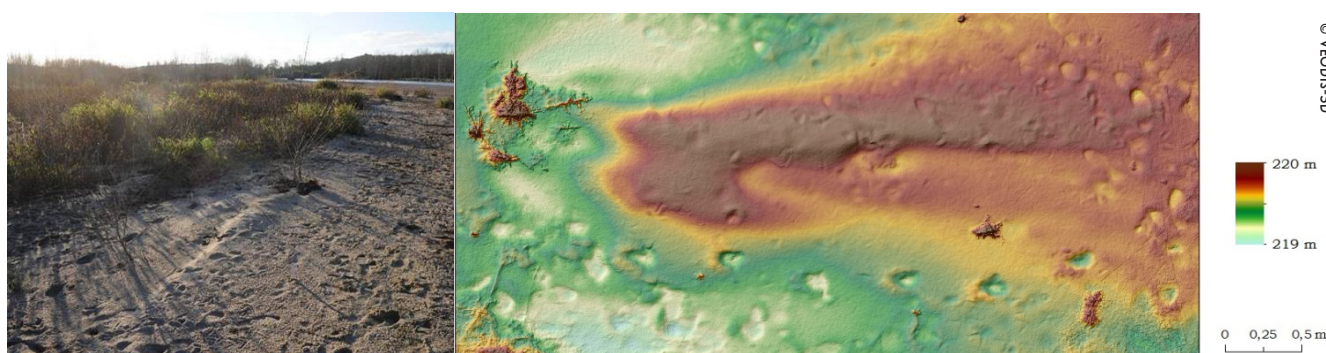
» ÉCHELLE MOYENNE

Pour un travail à l'échelle moyenne (méandre par exemple), la stéréophotogrammétrie à l'aide de photos IGN est encore utilisable. Elle permet par exemple de suivre l'évolution de la végétation à partir d'images prises sur plusieurs années.

La méthode multi-images à l'aide d'un drone est également adaptée à cette échelle de travail.

» ÉCHELLE FINE

À une échelle fine, la photogrammétrie multi-images est la plus appropriée. Il est possible de modéliser un arbre immergé et sa trainée sédimentaire (cf. image ci-dessous).



Modélisation d'une trainée sédimentaire d'arbre immergé

CONCLUSION

Avant de se lancer dans un projet de photogrammétrie, il est nécessaire de :

- **Définir au préalable les objectifs** de l'étude : photo ou modèle 3D d'illustration, ortho-photo pour réaliser des mesures (avec quelle précision souhaitée?), études diachroniques, suivi de travaux (à quelle échelle spatiale et temporelle?),....
- **Adapter les outils** (appareils photos, vecteurs) aux échelles spatiales et temporelles de l'étude ;
- **Instrumenter le site** et utiliser des outils complémentaires adaptés à la précision souhaitée (GPS, station totale) ;
- Apporter une **grande rigueur** à l'ensemble de la chaîne : choix de l'appareil, choix du vecteur, méthode d'acquisition et de traitement (attention à l'effet opérateur). En photogrammétrie, plus on fait de traitement, plus on rajoute de biais ;
- Prendre en compte la **difficulté liée à une mesure indirecte** dans un environnement changeant ;
- Se demander si l'**outil permet bien de répondre à la problématique**.

La précision des données issues de la photogrammétrie dépend de 7 facteurs :

1. La **résolution du capteur** CCD : le nombre et la taille des pixels du capteur ;
2. La **longueur de la focale** (18 mm, 20 mm, 35 mm, 60 mm) : résolution de l'image (taille du pixel équivalent terrain) ;
3. La **distance (hauteur) à l'objet** lors de la prise de vue : résolution de l'image (équivalent terrain de la taille du pixel) ;
4. Le rapport entre la distance des points médians des deux photos (la base) et la hauteur des prises de vues (H) : **BH ratio** ;
5. La **qualité des paramètres** de calibration des objectifs : permet de corriger les distorsions optiques des objectifs (paramètres intrinsèques) ;
6. Le **nombre, l'espacement** et la **qualité des points** de contrôle sur le terrain ;
7. La **qualité de la photo**.

APPLICATION DE LA PHOTOGRAMMÉTRIE DANS LE CADRE DU CONTRAT TERRITORIAL SIOULE ET AFFLUENTS

» VINCENT JOURDAN (COMMUNAUTÉ DE COMMUNES SAINT POURÇAIN SIOULE LIMAGNE)

CONTEXTE

Le bassin versant de la Sioule, affluent de l'Allier, s'étend sur 2 500 km². Il regroupe 3 départements, 6 EPCI, 160 communes et 65 000 habitants.

L'animation du Contrat Territorial Sioule et Affluents est portée par la Communauté de Communes Saint Pourçain Sioule Limagne. 16 maitres d'ouvrages se répartissent les travaux sur l'ensemble du bassin versant.

Ce contrat possède de nombreuses opérations de restauration intéressantes en terme de suivi hydro morphologique (remise à ciel ouvert de cours d'eau, effacement de digue d'étang...). Cependant, hormis un suivi topographique et photographique, peu de temps et de moyens sont disponibles pour effectuer des suivis post-travaux complets.

Valoriser ces données en dehors des partenaires techniques, auprès des élus et de la population locale par exemple, est également complexe. Cette problématique a amené l'animateur du contrat vers la recherche d'une méthode permettant d'obtenir un support précis pour suivre l'évolution d'un site, tout en restant valorisable auprès du grand public et rapide dans sa mise en œuvre.

Les recherches se sont portées sur une méthode de prise de vues adaptée aux sites de petite taille (inférieurs à 200 mètres linéaires pour les cours d'eau et environ 5000 m² pour les étangs et plans d'eau).



Bassin Versant de la Sioule

PREMIÈRE PISTE : PRISES DE VUE AÉRIENNE

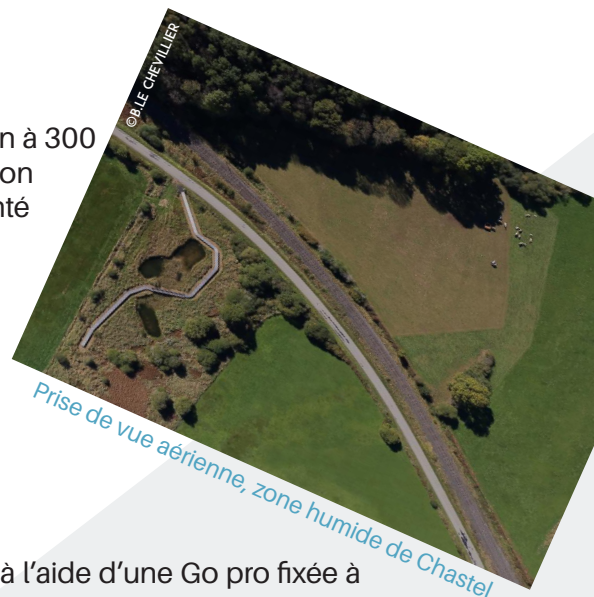
L'Association Pélican Jaune réalise des prises de vues par avion à 300 mètres d'altitude. Cette méthode permet d'obtenir une résolution de 5 cm par pixel. Un exemple sur une zone humide est présenté ci-dessous.

Ces prises de vues sont intéressantes pour un suivi à large échelle (morphologie générale, faciès, végétation, etc.) mais peu adaptées aux petits milieux, souvent fermés par la végétation.

SECONDE PISTE : PRISES DE VUES TERRESTRES

Les essais suivants ont consistés à réaliser des prises de vues à l'aide d'une Go pro fixée à 45° au sommet d'une mire.

Cette méthode permet d'obtenir des images de bonne qualité. Cependant, leur assemblage dans un SIG s'est révélé trop imprécis et chronophage (environ 300 à 400 photos à traiter pour 100 mètres de cours d'eau).



TROISIÈME PISTE : LA PHOTOGRAMMÉTRIE

Des tests ont ensuite été réalisés à l'aide du logiciel de photogrammétrie Photoscan. Quelques heures de calcul sur un ordinateur ont permis d'obtenir un rendu très satisfaisant.

La méthode de prise de vue est identique à celle présentée précédemment (Go pro fixée à 45° au sommet d'une mire). Des cibles géoréférencées doivent également être placées sur le site étudié pour permettre de correctement recaler les images entre elles et obtenir un modèle le plus précis possible.

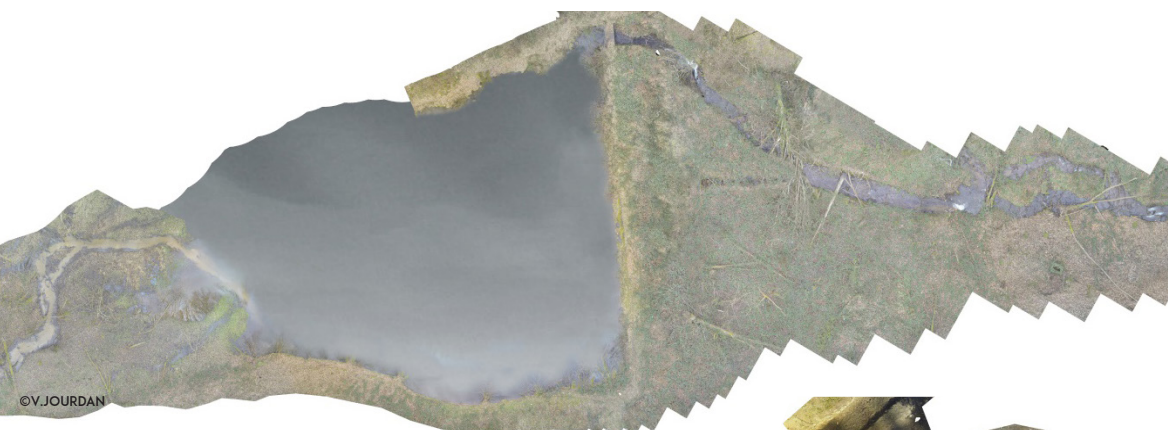
» EXEMPLE D'APPLICATION : PROJET D'EFFACEMENT DE DIGUE D'ÉTANG SUR LA COMMUNE DE YOUX

Sur ce site très encaissé d'une superficie de 5 500m² possédant une digue de 8 mètres de haut, les relevés topographiques se sont avérés complexes. L'utilisation de la photogrammétrie a donc facilité le travail de terrain et la phase projet : par rapport à une simple topographie, la photogrammétrie a apporté une meilleure vue d'ensemble et des données très fines en termes de topographie.

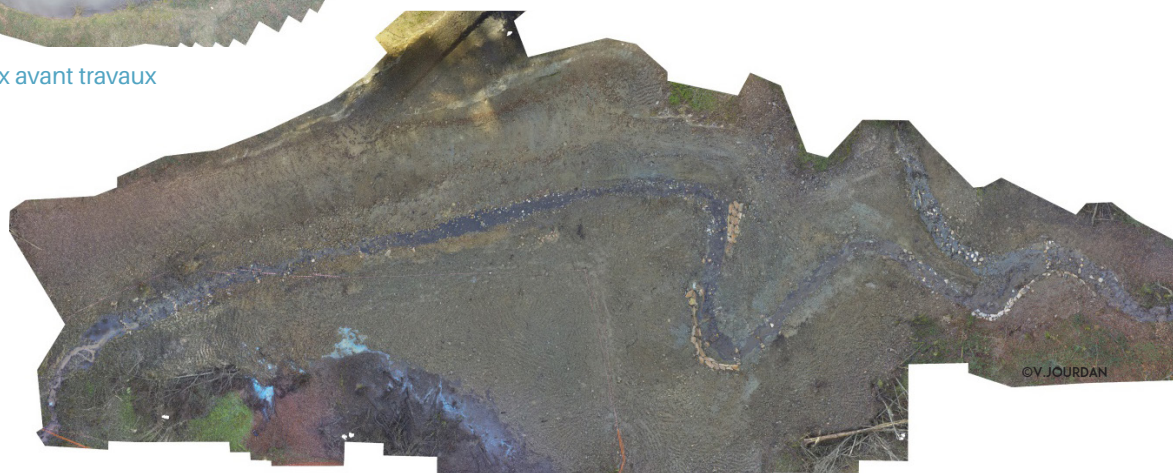
Sur le terrain, les actions menées ont été le placement de cibles géoréférencées et la prise de photos sur l'ensemble du site.

Les cibles ont été implantées sur l'ensemble du site ainsi que sur sa périphérie, sur des zones stables pour pouvoir assurer un suivi sur plusieurs années. Leur mise en place a représenté environ 2 heures de travail.

Une photo est prise tous les 3-4 mètres sur plusieurs passages (dans le lit du cours d'eau, sur les berges, etc.). Cela représente environ 3 à 4 heures de travail. Pour comparaison dans le cas d'un site plus petit (cours d'eau 2-3 mètres de large sur 100 mètres de long) les prises de vue sont beaucoup plus rapides : environ 1h30.



Vue d'ensemble de l'Étang de Youx avant travaux



Vue d'ensemble de l'Étang de Youx après travaux

Sur ce type de site, fermé par la végétation, les branches basses constituent une difficulté supplémentaire pour la prise de vues. Il est nécessaire de les éviter au maximum (sinon le logiciel aura du mal à trouver des points de concordance entre les photos). Sur ce site, les branches inférieures à 5 mètres de haut ont dû être coupées (environ 2 heures de travail). La luminosité sur le site est également importante. Pour un bon rendu, il faut éviter les ombres au maximum.

Ici les photos ont été prises sur l'emprise du futur projet et sa périphérie. Sur des sites plus petits, seules les zones importantes peuvent être ciblées (lit du cours d'eau et berges par exemple). Néanmoins, des déformations peuvent apparaître à la périphérie du nuage de points obtenu, il est donc judicieux de sélectionner une emprise la plus large possible.

La précision topographique obtenue sur ce site est d'environ 2-3 centimètres. Environ 700 photos ont été prises et trois jours de traitement informatique ont été nécessaires pour créer le nuage de point.

» AUTRE EXEMPLE D'APPLICATION : EFFACEMENT DE DIGUE D'ÉTANG SUR LA COMMUNE DE SAINT GERMAIN

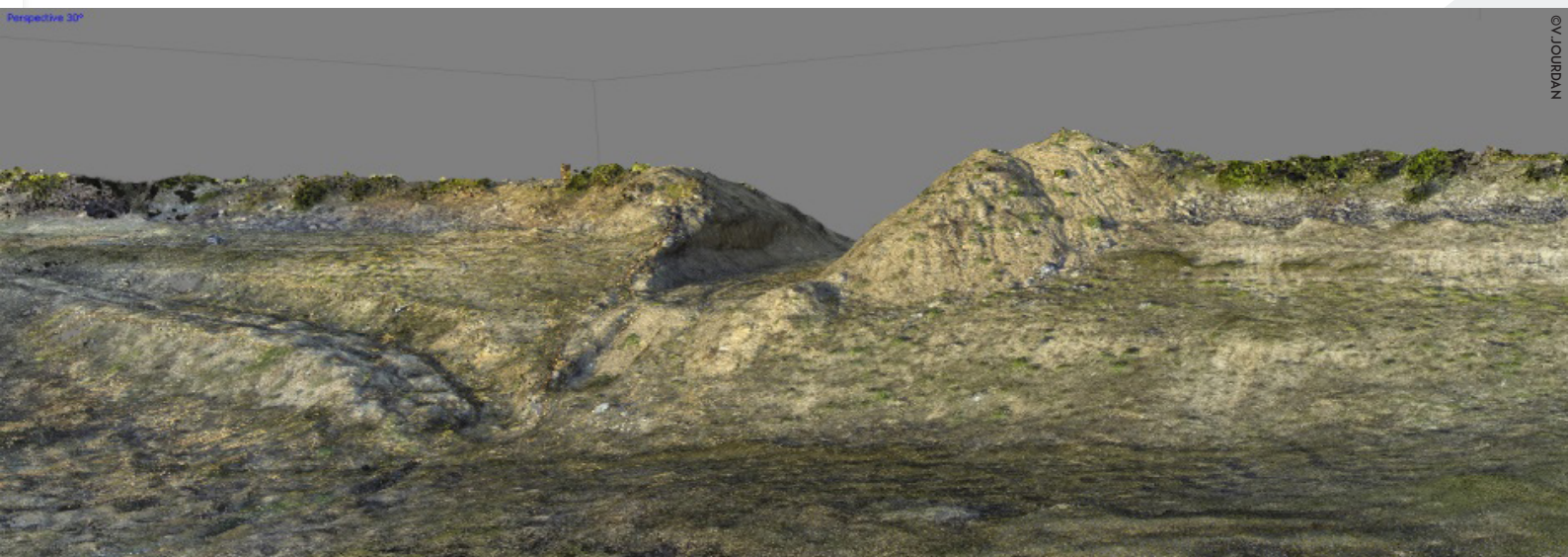
Il s'agit ici d'un étang vidé en 2014 suite à la création d'une brèche dans la partie centrale de la digue lors de la vidange. L'objectif des futurs travaux est de terminer la suppression de cette digue, puis recréer un lit de cours d'eau dans l'emprise de la retenue.



Etang de Saint Germain

Cet ouvrage mesure 80 mètres de long et 7 mètres de haut. Un volume conséquent de terre sera donc remanié durant les travaux. La photogrammétrie a notamment été utilisée ici pour générer un modèle 3D. L'ensemble du projet pourra ainsi être travaillé dans un logiciel de modélisation 3D qui permettra une meilleure visualisation des travaux. Les maîtres d'ouvrage (collectivités, etc.) ont souvent beaucoup de mal à se projeter à partir d'un plan de masse et de vues en coupe. Ce modèle facilitera également le calcul du volume de la digue et de terrassement en phase travaux.

La méthode utilisée a été la même que celle présentée dans l'exemple précédent, l'absence de végétation haute (arbres, arbustes) a cependant rendu le travail plus facile. L'utilisation d'un drone pour les prises de vue aurait également été plus adaptée pour gagner en rapidité.



Modèle 3D de la digue de l'Étang de Saint Germain

REMISE À CIEL OUVERT DU RUISSEAU DE CUBES

» VINCENT JOURDAN (COMMUNAUTÉ DE COMMUNES SAINT POURÇAIN SIOULE LIMAGNE)

Le ruisseau de cubes, affluent de la Sioule, était busé sur un linéaire de 150 mètres au niveau de la commune de Châteauneuf-les-Bains (63). La présence d'un radier béton sur la partie aval ainsi qu'une chute infranchissable en sortie impactait fortement la continuité écologique sur ce tronçon.

Les travaux de remise à ciel ouvert ont consistés à court-circuiter à mi-parcours le tunnel puis aménager un nouveau lit à ciel ouvert dans des parcelles communales (anciennes prairies de fauche).

» VIDÉO DE PRÉSENTATION DES TRAVAUX : <http://bit.ly/2DZQXv6>

» FICHE RETOUR D'EXPÉRIENCE : <http://bit.ly/2EnZqWQ>

ÉVOLUTION POST TRAVAUX

Suite à une forte crue en 2016, la mise en vitesse à la sortie de la partie couverte a créé une zone d'érosion sur la berge et le lit du cours d'eau s'est abaissé de 50 centimètres sur la partie amont du nouveau lit. Un enrochement a dû être mis en place pour stopper l'érosion de la berge.

En 2018, l'aménagement de 6 seuils de fond sur la partie amont est prévu pour rattraper la pente et rendre à nouveau franchissable l'entrée du tunnel. La portion aval s'est quant à elle bien végétalisée et n'a pas presque pas bougé.



Zone d'érosion du lit

L'Association Rivière Rhône Alpes Auvergne est un réseau d'acteurs pour la gestion globale des milieux aquatiques et de l'eau qui rassemble plus de 1 300 professionnels afin de favoriser les échanges et mutualiser les expériences.

Pour répondre aux besoins de ses adhérents, l'ARRA² propose à ses adhérents d'organiser des rencontres destinées à faciliter les échanges d'expériences et le partage de connaissances entre professionnels des milieux aquatiques et de l'eau : les Pêches aux cas pratiques.

Ce compte rendu propose une synthèse de la Pêche organisée par la Communauté de Communes Saint-Pourçain, Sioule, Limagne le 21 décembre 2017 à Châteauneuf-les-Bains (63).



ASSOCIATION
RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE

ASSOCIATION RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE
7 RUE ALPHONSE TERRAY > 38000 GRENOBLE
04 76 48 98 08 - ARRAA@ARRAA.ORG
WWW.ARRAA.ORG