



HAL
open science

Optimisation du suivi opérationnel de l'acquisition, de la gestion et du transfert des données topographiques de grands projets en zones géographiques variées

Jasper Vos

► To cite this version:

Jasper Vos. Optimisation du suivi opérationnel de l'acquisition, de la gestion et du transfert des données topographiques de grands projets en zones géographiques variées. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2018. dumas-02096092

HAL Id: dumas-02096092

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02096092>

Submitted on 11 Apr 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS
ECOLE SUPERIEURE DES GEOMETRES ET TOPOGRAPHES

MEMOIRE

présenté en vue d'obtenir

le DIPLOME D'INGENIEUR CNAM

SPECIALITE : Géomètre et Topographe

par

Jasper VOS

Optimisation du suivi opérationnel de l'acquisition, de la gestion et du
transfert des données topographiques de grands projets en zones
géographiques variées

Soutenu le 25 septembre 2018

JURY

PRESIDENT : Monsieur Laurent MOREL

Directeur de l'ESGT

**MEMBRES : Monsieur Jean-Louis CARME
Monsieur José CALI
Monsieur Jérôme VERDUN
Monsieur Mohamed BOUCHTAT
Monsieur Stéphane DURAND**

**Maître de stage
Professeur référent
Rapporteur**

Remerciements

En premier lieu je remercie mes maîtres de stage Monsieur Jean-Louis Carme et Monsieur Xavier Wanner, respectivement directeur technique et ingénieur recherche et développement, pour leur encadrement toujours bienveillant et constructif, leurs conseils avisés, et pour avoir pris le temps de partager leurs connaissances. Leur aide m'a été très précieuse pour mener à bien mes recherches.

Je tiens à remercier vivement Monsieur Sylvain Lacombe, directeur général de Fugro GEOID pour m'avoir accueilli au sein de cette société.

Je remercie également Monsieur José Cali, mon professeur référent, pour m'avoir conseillé et guidé dans mon travail et m'avoir aidé à trouver des solutions. Il a su me rediriger lorsque je risquais de m'égarer mais il a également su me conforter dans mes avancées.

Par avance, je remercie Monsieur Laurent Morel, président du jury et tous les membres du jury qui prendront le temps d'étudier mon travail et assisteront prochainement à ma soutenance orale.

J'exprime toute ma reconnaissance à l'ensemble des employés de Fugro GEOID pour leur accueil chaleureux et leur sympathie en toute circonstance au cours de ce stage. Leur savoir-faire et compétences m'ont apporté une grande aide dans mes recherches et ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Enfin, mes remerciements affectueux s'adressent à mon père Machiel Vos, sa femme Marianne Claus, ma sœur Anne Vos et tous mes amis pour m'avoir toujours soutenu tout au long de mes études et sans qui je n'aurai jamais pu concrétiser le projet de devenir Ingénieur Géomètre-Topographe.

Liste des abréviations

BDD : Base De Données

COR : Carte d'Observation des Risques

COT : Carte d'Observation Technique

CSV : Comma-Separated Values

ERM : Evaluation des Risques par Mission

ESGT : Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes

FME : Fugro Middle East

FTP : File Transfer Protocol

GNSS : Global Navigation Satellite System

Go : Giga Octet

GPS : Global Positioning System

GSM : Global System for Mobile Communications

HSE : Hygiène Sécurité Environnement

HTML : HyperText Markup Language

IP : Internet Protocol

LIDAR : Light Detection And Ranging

Mo : Méga Octet

NAS : Network Attached Storage

ODBC : Open DataBase Connectivity

ODK : Open Data Kit

OpCo : Operating Company

PDF : Portable Document Format

PPK : Post Processed Kinematic

RINEX : Receiver Independent Exchange Format

RN : Repère de Nivellement

RTK : Real Time Kinematic

SFT : Secure File Transfer

SGBD : Système de gestion de BDD

SIG : Système d'Information Géographique

SMS : Short Message Service

SQL : Structured Query Language

TFE : Travail de Fin d'Etudes

URL : Uniform Ressource Locator

USB : Universal Serial Bus

VBA : Virtual Basic for Applications

WiFi : Wireless Fidelity

XML : eXtensible Markup Language

Glossaire

BDD : Outil organisé sous forme de tableaux, aussi appelés tables, permettant de stocker des données et des informations en lien avec un sujet particulier.

Bluetooth : Technologie sans fil de réseau personnel qui permet une connexion à d'autres appareils.

Cartographie : Réalisation de cartes géographiques et l'étude de celles-ci.

Interface graphique : Manière d'affichage d'un logiciel sur l'écran de l'utilisateur.

IP : Numéro d'identification attribué à chaque branchement à un réseau informatique.

Macro : En informatique, instruction complexe, définissant des opérations composées à partir des instructions du répertoire de base d'un ordinateur. (Source : dictionnaire Larousse)

Métadonnée : Donnée qui contextualise une autre donnée.

Nivellement géométrique : Mesure de différence d'altitude à partir de visées horizontales.

Open source (*Code source ouvert en français*) : S'applique à des logiciels dont la licence respecte des possibilités de libre redistribution, de création de travaux dérivés et d'accès au code source.

Réseau géodésique : Un réseau géodésique est un ensemble de points matériels dont les coordonnées ont été déterminées. (Source : <https://geodesie.ign.fr>)

Serveur informatique : Ordinateur puissant conçu pour fournir des informations et des logiciels à d'autres ordinateurs qui sont reliés via un réseau.

SIG : Système d'information conçu pour recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous les types de données spatiales et géographiques. (Source : Wikipédia)

URL : Nommage uniforme d'une ressource identifiée par son emplacement.

Table des matières

Remerciements	2
Liste des abréviations	3
Glossaire	5
Table des matières	6
Introduction	8
I LES REGLES DE L'ART CHEZ FUGRO GEOID.....	11
I.1 PHASES D'UN CHANTIER TYPE CHEZ FUGRO GEOID.....	11
I.1.1 Phase préparatoire d'une mission	11
I.1.2 Phase d'intervention sur site	13
I.1.3 Phase de traitement et de validation.....	13
I.2 RECUEIL DE DONNEES	14
I.2.1 Spécifications techniques.....	14
I.2.2 Données brutes.....	14
I.2.3 Métadonnées	15
I.2.4 Autres données.....	16
I.2.4.1 Données liées à la santé, la sécurité, l'environnement et la technique	16
I.2.4.2 Données liées à la logistique	16
I.2.5 Exemples de métadonnées par type de chantier	17
I.3 MOYENS D'ACQUISITION EXISTANTS DES DONNEES ET DES METADONNEES	17
I.3.1 Instruments de mesure et autres capteurs.....	17
I.3.2 Méthode courante pour l'acquisition des métadonnées : carnet et crayon.....	18
I.4 GESTION DES DONNEES ET DES METADONNEES	18
I.4.1 Stockage des données	18
I.4.2 Echange de données.....	19
I.4.3 Exploitation des données	21
II D'UNE STRUCTURE STATIQUE DECENTRALISEE VERS UNE STRUCTURE DYNAMIQUE INTEGREE DE LA GESTION DES DONNEES	22
II.1 NECESSITE DE LA STRUCTURE DYNAMIQUE INTEGREE.....	22
II.2 SUIVI D'ACQUISITION NUMERIQUE DES METADONNEES	23
II.2.1 Choix du nouveau support d'acquisition	23
II.2.2 Choix du logiciel d'acquisition	23
II.2.3 Fonctionnement de la suite d'applications ODK	24
II.2.3.1 Création des formulaires avec XLSForm convertir et ODK Validate	25
II.2.3.2 Remplissage des formulaires sur site avec ODK Collect	26
II.2.3.3 Export et import des formulaires complétés à l'aide de ODK Briefcase.....	26
II.2.3.4 Gestion des formulaires avec ODK Aggregate	27
II.2.4 Utilisation des applications ODK en fonction des conditions sur site	28
II.2.4.1 Utilisation des applications ODK en cas d'accès à internet	28
II.2.4.2 Utilisation des applications ODK sans accès à internet.....	29
II.2.4.3 Utilisation des applications ODK avec accès partiel à internet	29
II.3 GESTION DES DONNEES ET DES METADONNEES	30
II.3.1 Optimisation des échanges de données	30
II.3.1.1 Outils d'échange adaptés à chaque type de transfert de données	30
II.3.1.2 Mise en place de protocoles de transfert de données.....	31
II.3.2 Stockage des métadonnées acquises avec ODK	32

II.3.2.1	Choix du support d'installation d'ODK Aggregate	32
II.3.2.2	Stockage sous forme de BDD	32
II.3.2.3	Outils permettant un stockage dans une BDD	32
II.3.2.4	Stockage automatique sur serveur local avec ODK Aggregate et Apache Tomcat... ..	33
II.4	TRAITEMENT ET VISUALISATION DES METADONNEES ET DES DONNEES	34
II.4.1	Traitement des métadonnées	34
II.4.2	Visualisation spatiale des métadonnées	37
II.4.2.1	Visualisation spatiale des métadonnées avec accès internet	37
II.4.2.2	Visualisation spatiale des métadonnées sans accès internet	40
II.4.3	Traitement des données en tout lieu	40
III	APPLICATION DES TRAVAUX DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT A DIFFERENTS CHANTIERS ...	42
III.1	ETABLISSEMENT D'UN RESEAU GEODESIQUE NATIONAL SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE EN OUGANDA.....	42
III.1.1	Contexte et présentation des phases du chantier	42
III.1.2	Application des travaux de recherche et développement à la phase 2 du chantier : Reconnaissance sur le terrain	43
III.1.2.1	Création des formulaires d'acquisition	44
III.1.2.2	Acquisition des métadonnées sur site	44
III.1.2.3	Export et transfert des métadonnées acquises	45
III.1.2.4	Création des fiches de reconnaissance en format PDF	45
III.1.3	Application des travaux de recherche et développement à la phase 3 du chantier : Construction des bornes géodésiques	46
III.1.3.1	Création des formulaires d'acquisition	46
III.1.3.2	Mise en place d'une BDD avec ODK Aggregate	47
III.1.3.3	Visualisation des métadonnées pour un contrôle d'avancement et de qualité	47
III.1.4	Problèmes rencontrés et solutions apportées	49
III.2	DETERMINATION D'UN MODELE DE GEOÏDE DANS L'EMIRAT D'ABOU DHABI ET ETABLISSEMENT D'UN RESEAU GEODESIQUE DE PREMIER ORDRE.....	50
III.2.1	Contexte et présentation des phases du chantier	50
III.2.2	Méthodes d'acquisition de données	51
III.2.2.1	Gravimétrie absolue	51
III.2.2.2	Gravimétrie relative et mesures GNSS	52
III.2.2.3	Nivellement géométrique	53
III.2.3	Gestion des équipes	53
III.2.4	Acquisition des métadonnées par la méthode numérique	53
III.2.4.1	Création du formulaire	53
III.2.4.2	Acquisition avec ODK Collect par les équipes sur le terrain	54
III.2.4.3	Gestion des formulaires complétés.....	54
III.2.4.4	Problèmes rencontrés et solutions apportées	55
III.2.5	Traitement des données à distance	56
III.2.5.1	Traitement des données GNSS	56
III.2.5.2	Traitement des données de gravimétrie	57
III.2.6	Contrôles de qualité	57
	Conclusion et perspectives	59
	Bibliographie	61
	Table des annexes	63
	Liste des figures.....	119
	RESUME	120
	SUMMARY	120

Introduction

L'entreprise Fugro GEOID réalise des travaux très divers, souvent de grande envergure et, qui se situent dans le monde entier. Tout au long de ces travaux un important volume de données est acquis, stocké, échangé, traité, visualisé et archivé en permanence. Le spectre des activités et la diversité des contextes au sein de cette société sont particulièrement larges. Cette société n'est pas comparable aux cabinets de géomètre-expert et les bureaux d'études qui utilisent fréquemment le même matériel et les mêmes techniques. En effet, chez Fugro GEOID, les travaux peuvent varier entre la géodésie terrestre et spatiale, l'hydrographie, l'auscultation, la télédétection par LiDAR, la photogrammétrie, la lasergrammétrie, la gravimétrie et le positionnement en temps réel, la bathymétrie et la géophysique marine et la métrologie terrestre et sous-marine. Pour chacun de ces types de travaux un matériel ou une configuration différente est utilisée et de ce fait les données sont généralement acquises, gérées et échangées de manière unique. Lors de ces manipulations de données, les équipes sont souvent confrontées à une multitude de difficultés au cours des différentes phases des chantiers.

Fugro GEOID accorde beaucoup d'importance au contrôle de qualité et pas seulement à la fin de la phase d'acquisition d'un chantier, même si c'est certainement là l'étape de plus cruciale du contrôle. Le contrôle de qualité est effectué tout au long des travaux et est davantage fréquent pour les chantiers de grande envergure. Il a lieu pendant la phase d'acquisition pour vérifier qu'elle se déroule correctement et dans ce cas le contrôle est appelé le contrôle de marche mais également après un prétraitement et à la fin des traitements finaux des données. Le contrôle de qualité est réalisé à intervalle régulier et aux différentes étapes afin d'appréhender tout type de problème d'acquisition, de prétraitement ou de traitement pour pouvoir le résoudre le plus rapidement possible et éviter une perte de temps. Cependant, pour pouvoir assurer un contrôle efficace de la qualité des données et des résultats, les méthodes de gestion et de transfert des données en amont doivent être très fluides, fiables et efficaces.

Sur le terrain une partie des données est acquise avec un instrument de mesure qui fournit ce que l'on appelle « les données brutes ». Un dispositif complémentaire collecte les métadonnées qui vont permettre de contextualiser les données brutes. Dans un grand nombre de configurations, les formulaires papiers sont utilisés en sus des carnets

électroniques (pour une station totale ou certains récepteurs GPS, les métadonnées comme : nom du point ; hauteur d'antenne ; méthode de mesure ; etc. sont également entrés dans le contrôleur). Le formulaire sert alors de copie des métadonnées. Fugro GEOID fonctionne actuellement avec des formulaires papier à remplir pour la collecte des métadonnées. Ces formulaires, même remplis avec une grande rigueur, sont une source d'erreurs. Effectivement, au moment de l'exploitation des données et des métadonnées, une mauvaise interprétation et/ou retranscription d'un formulaire de terrain entraîne rapidement une information manquante ou erronée. De plus, la retranscription d'un formulaire en papier vers un format numérique est fastidieuse, surtout lorsque la quantité de métadonnées est importante.

Pour la plupart des chantiers les acteurs sont multiples et localisés à des lieux très variés sur la planète. L'échange des données est alors une problématique complexe. Le moyen de transport des données est délicat à définir en fonction du type de chantier, de la quantité, de la nature des données et de la couverture du réseau internet. Dans des zones non ou peu couvertes par un réseau internet les transferts ne peuvent pas se faire de manière régulière. Par conséquent, le support technique destinataire des données ne peut pas contrôler la qualité des données de façon suffisamment constante et valider ou non les acquisitions sur le terrain. Même si une couverture internet est présente et de bonne qualité, un autre problème que le transfert peut se produire : la sécurité des données. Le moyen d'échange doit donc être sécurisé pour garantir la confidentialité des données transférées.

L'objectif de ce travail de fin d'études (TFE) est de permettre de dynamiser toute la structure de gestion de données depuis l'acquisition jusqu'à la visualisation en définissant des outils adaptés pour avoir une meilleure évaluation de la qualité des données et permettre un contrôle de qualité optimal.

Trois aspects spécifiques de la problématique seront approfondis. D'abord, une approche numérique de l'acquisition des métadonnées sera proposée pour s'adapter à tout type de travaux et de contextes. Ensuite, cette étude va prédéfinir les moyens utilisés pour l'échange de données en fonction de la nature et de la quantité des données mais aussi la qualité du réseau téléphonique et internet. Puis, cette recherche présentera des possibilités pour arriver à une structure de Base De Données (BDD) qui permettra le stockage des métadonnées de façon automatique et la visualisation de celles-ci avec différents outils.

Ce mémoire va se présenter en trois parties. En premier lieu, l'état de l'art va décrire la façon de gérer un chantier par Fugro GEOID, définir les données concernées par les différents chantiers, lister les moyens d'acquisition existants, présenter la gestion, le traitement et la visualisation des données. Dans une deuxième partie, sont présentés une nouvelle méthode d'acquisition de métadonnées choisie, une gestion et visualisation des métadonnées fluide pour arriver à une structure dynamique et un suivi du contrôle de qualité amélioré. En dernier lieu, les résultats de la méthodologie et de la recherche sont présentés pour deux chantiers en cours chez Fugro GEOID afin de mettre en évidence l'efficacité de l'optimisation recherchée sur toute la chaîne projet : de l'acquisition jusqu'à la visualisation des données.

I Les règles de l'art chez Fugro GEOID

I.1 Phases d'un chantier type chez Fugro GEOID

Comme toute société, Fugro GEOID a son propre fonctionnement pour mener un chantier. La gestion est divisée en phases qui peuvent changer et/ou évoluer en fonction du chantier.

I.1.1 Phase préparatoire d'une mission

Cette phase se réalise principalement au bureau par le chef de projet et le chef de mission.

Le chef de projet réunit les informations suivantes :

- Dernier cahier des charges (y compris données du projet)
- Lieu et condition d'intervention (accès, autorisation, logistique...)
- Géodésie du projet avec éléments de contrôle
- Matériel et personnel affecté

Le chef de mission doit s'assurer que les informations transmises par le chef de projet sont suffisantes, que les données géodésiques sont exploitables et que le matériel est testé et en état de marche. Durant cette phase la question de sous-traitance peut se poser lorsque le nombre d'employés au sein de la société n'est pas suffisant pour assurer la quantité de travail ou que la main d'œuvre des techniciens sur site est moins couteuse.

Le chef de mission est chargé d'établir une structure informatique qui se traduit par la mise en place d'une arborescence du répertoire de stockage de données, des moyens numériques d'échange de données et de la communication à distance.

Avant l'intervention sur site il faut mettre en place un répertoire structuré pour ranger et stocker les données. Une bonne réflexion sur l'organisation des données avant même d'aller sur site permettra de limiter le désordre au niveau des données et qui peut entraîner une perte de celles-ci. Il est essentiel d'avoir des données rangées correctement avec des noms de fichiers et de dossiers qui reflètent une certaine logique de temps et d'importance. Cependant cette structure doit rester flexible pour pouvoir s'adapter aux possibles changements durant le chantier.

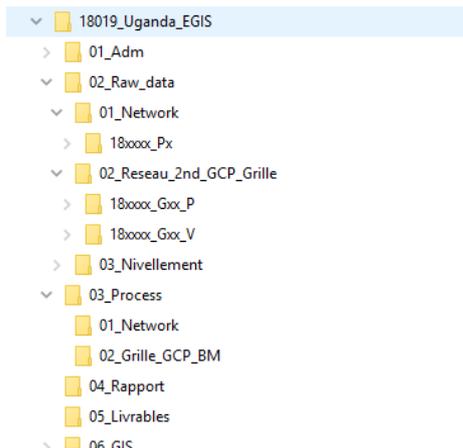


Figure 1 : Structure type d'un rangement de données chez Fugro GEOID

La structure du dossier principal présentée par la figure 1 ci-contre est composée du nom de l'affaire et d'un titre descriptif du chantier. Les sous dossiers sont numérotés et contiennent des données différentes concernant le chantier. Pour garder une flexibilité de la structure, un nouveau dossier, avec une numérotation qui s'enchaîne, peut-être créé.

Les moyens d'échange de données sont prédéfinis en fonction de la taille et la quantité des données mais également en fonction de la qualité de la couverture du réseau internet sur site. Il en va de même pour la communication entre l'équipe sur site et l'équipe support. L'équipement permettant la communication est également choisi en fonction de la couverture de réseau internet / « Global System for Mobile communications » (GSM) sur le site.

Pour la plupart des chantiers réalisés par Fugro GEOID, et systématiquement lorsqu'il s'agit de chantiers complexes et/ou d'envergure, un Système d'Information Géographique (SIG) projet est mis en place permettant de gérer des données pour suivre l'évolution du projet et éventuellement de se repérer géographiquement pendant une période de reconnaissance et d'acquisition par exemple. C'est aussi un outil qui va aider à la gestion des équipes terrain et à la classification des zones distinctes.

Dans cette phase préparatoire il peut y avoir une partie sur site pour faire une reconnaissance du terrain. C'est-à-dire qu'une ou plusieurs équipes sont envoyées sur site pour identifier les caractéristiques techniques (ex : Bornes géodésiques) et/ou logistiques (ex : Zone inaccessible) nécessaires à la réalisation de la mission. Cette phase de reconnaissance est le plus souvent indispensable pour anticiper le déroulement de la mission et pour établir un planning prévisionnel. En outre, elle permet d'avoir des données en amont ainsi qu'un SIG et d'aboutir à une structure informatique plus performante et complète.

I.1.2 Phase d'intervention sur site

Cette phase démarre avec l'acquisition des données brutes et des métadonnées. En fonction du type de chantier les équipes peuvent être plus ou moins nombreuses avec un matériel plus ou moins conséquent (antennes « Global Positionning System » (GPS), tachéomètres, trépieds, etc.)

Après ou pendant la phase d'acquisition sur un chantier complexe, un prétraitement a lieu sur site ou au bureau en fonction des besoins pour valider l'acquisition, ce qui est indispensable avant de terminer la phase en cours. En effet, ce prétraitement pour valider les acquisitions doit se réaliser avant la démobilisation des équipes pour pouvoir faire éventuellement des reprises des mesures sur site. Le prétraitement permet d'avoir un contrôle de qualité en cours de marche.

I.1.3 Phase de traitement et de validation

C'est lors de cette étape du chantier que toutes les données sont traitées pour obtenir un résultat final. Le traitement de toutes les données peut se réaliser sur le site ou n'importe où dans le monde dans un bureau Fugro ou un bureau de chantier créé pour le projet.

A l'issue du traitement global des données il y a une étape de validation des résultats. C'est à ce moment que le chef de mission va vérifier la qualité du travail et contrôler la conformité avec le cahier des charges. Le contrôle de qualité est une étape critique qui peut se faire de plusieurs manières. Un contrôle de qualité peut être interne ou externe et avoir lieu à différentes étapes d'un chantier. Les contrôles de qualité internes se basent sur la qualité du traitement réalisé et donc ce sont des statistiques qui vont définir entre autres des résidus, des valeurs d'incertitudes et des écart-types. Lorsque le contrôle de qualité est effectué avec des données externes à celles du projet pour comparer les résultats du traitement on parle de contrôle de qualité externe.

Quand tous les résultats sont validés et approuvés, un rapport est rédigé pour rendre des comptes au client des travaux effectués et des résultats.

Pour un projet complexe ce rapport comporte en général :

- La présentation du contexte ;
- Le cahier des charges ;
- Les données fournies avant et au début de la mission ;

- Les méthodologies d'acquisition, des prétraitements et traitements et des contrôles de qualité ;
- Les résultats finaux ;
- Dans certains cas les annexes comportant les feuilles de calcul présentant les résultats obtenus.

Une fois le rapport terminé, il est remis au client avec les résultats. Le travail va alors pouvoir être facturé au client et tout le dossier contenant les données et les résultats sont archivés sur un serveur.

Mais avant tout envoi au client, l'opération doit être vérifiée et la fiche d'exécution chantier validée par le chef de mission et le chef de projet.

I.2 Recueil de données

Cette partie va permettre de définir toutes les données qui peuvent être rencontrées au sein de Fugro GEOID. Ces données sont classées en quatre grandes catégories qui sont les spécifications techniques des différents instruments de mesure, les données brutes, les métadonnées et les autres données. (Partie rédigée à l'aide de la leçon de Serge Abiteboul, 2012).

I.2.1 Spécifications techniques

Un instrument de mesure a toujours des caractéristiques techniques qui permettent de connaître par exemple les décalages, les constantes, les focales pour la photographie, les précisions intrinsèques de l'appareil et les méthodes de mesure. Ce sont les informations qui décrivent le comportement d'un instrument ou d'un produit indiqué par le fabricant. Par conséquent, ce sont des données qui se distinguent des métadonnées et qui sont indispensables pour mener à bien les différents traitements réalisés.

I.2.2 Données brutes

Les données brutes sont toutes les données acquises avec un instrument de mesure et qui n'ont pas encore été soumises à un quelconque traitement ou manipulation. Dans le domaine des géosciences et plus précisément de la géodésie, gravimétrie, topographie, bathymétrie, hydrographie, photogrammétrie et télédétection par « Light Detection And Ranging » (LiDAR), les données brutes sont acquises avec des appareils sophistiqués, étalonnés, révisés, contrôlés et en général certifiés. Cependant, ce n'est pas parce que les

appareils sont fiables que les mesures le sont pour autant. Une donnée brute non contextualisée ne peut pas être exploitée.

I.2.3 Métadonnées

Littéralement, une métadonnée est une donnée sur une donnée (Patrick Peccatte, Soft Expérience, 2007) mais plus précisément c'est une information qui décrit un contenu qui peut être un objet concret ou abstrait. Il s'agit donc de l'information qui permet de contextualiser les données brutes. Les métadonnées sont nécessaires dans la plupart des cas pour pouvoir traiter les données brutes. Lorsqu'un levé terrestre est réalisé avec un tachéomètre il y a forcément des métadonnées comme par exemple la hauteur de station, la hauteur de prisme, le nom de ou des opérateur(s), la matérialisation du point de station, la température, un croquis, une photo, etc. Toutes ces métadonnées permettent de traiter les données brutes au bureau même si une partie d'entre elles peuvent être enregistrées dans l'appareil de mesure directement.

Les photos et les croquis font partie des métadonnées car ils peuvent être utiles également aux différents traitements et contrôles de qualité. Une erreur de lecture sur un ruban de mesure n'est jamais exclue lorsqu'on mesure une hauteur de station ou toute autre cote géométrique. Dans ce cas, comme le montre la figure 2, une photo du ruban au moment de la lecture sur celui-ci permet d'avoir un contrôle. Un croquis de situation par exemple est aussi très utile pour pouvoir retrouver, dans le futur, le point qui avait été stationné.



Figure 2 : Photographie d'une mesure de hauteur d'antenne à l'aide d'un ruban

Les métadonnées ont une importance considérable pour mener à bien les traitements des données et même si parfois l'information paraît évidente il est quand même important de renseigner la fiche d'acquisition correspondante, de sorte que les données soient traitées correctement. Beaucoup de problèmes rencontrés lors des traitements de données sont dus à un manque de métadonnées.

Par contre, même si les métadonnées sont acquises correctement et sont susceptibles de servir aux différents calculs ou traitements, elles peuvent être inutilisables. Par exemple, l'écriture à la main de ces données est illisible lors d'un traitement ou elles ne sont pas correctement rangées. En effet, le stockage doit permettre de faire le lien avec les

données brutes. Les données (méta et brutes) doivent être stockées dans des répertoires ou BDD qui sont en lien et/ou les noms des fichiers font le lien entre celles-ci.

I.2.4 Autres données

Certaines données ne servent pas forcément à un traitement. Ce ne sont pas des métadonnées servant à traiter des données brutes. Dans ces autres données on trouvera par exemple les données liées à la sécurité et celles liées la gestion logistique d'un chantier.

I.2.4.1 Données liées à la santé, la sécurité, l'environnement et la technique

Fugro GEOID est soucieux de la santé, la sécurité et l'environnement sur chaque chantier. Un briefing d'Hygiène, Sécurité et Environnement (HSE) est réalisé avant chaque départ d'employés. Ce briefing sert à prévenir les employés des types de dangers sur le chantier et des fonctionnements, des règles et des coutumes dans les pays de destination mais aussi des règles imposées par Fugro. Les employés de Fugro GEOID partent sur site avec des documents appelés Carte d'Observation des Risques (COR¹), Carte d'Observation Technique (COT²), Evaluation des Risques par Mission (ERM³) et rapport d'incident⁴ qui sont à remplir en cas de risque ou de problème technique identifié sur le chantier. Les informations remplies dans ces documents sont donc des données acquises sur site et permettent la mise à jour des documents d'évaluation des risques et des problèmes techniques éventuels pour le type de chantier en question. Ces documents sont également utilisés pour faire évoluer les documents uniques des risques et des techniques.

I.2.4.2 Données liées à la logistique

Pour les chantiers complexes et de grande envergure il y a forcément une partie logistique conséquente. Une bonne gestion de la logistique contribue à la qualité et la productivité du chantier. Il s'agit entre autres de mobiliser les équipements, les moyens humains, de prévoir les déplacements et hébergements et de définir les plannings d'avancement et de prévision. Des informations sur le site sont nécessaires pour établir

¹ Annexe 1 : Formulaire de carte d'observation des risques

² Annexe 2 : Formulaire de carte d'observation technique

³ Annexe 3 : Formulaire d'évaluation des risques par mission

⁴ Annexe 4 : Formulaire de rapport d'incident

toute la partie logistique d'un chantier. Ces informations sont convertibles en données qui permettront un aperçu de l'avancement du chantier, et ainsi prévoir la logistique en conséquence.

Par exemple des métadonnées permettent de référencer toutes les équipes et l'avancement relatif des travaux à celles-ci. Si cet avancement se traduit par la couverture d'une zone il est possible de visualiser les données sur un SIG afin de faire apparaître la progression sur un fond de carte. Actuellement la transcription de ces métadonnées pour obtenir un SIG n'est pas optimisée car l'acquisition de celles-ci se réalise sur formulaire papier. Ces métadonnées peuvent aussi servir à réaliser l'inventaire du matériel nécessaire à chaque équipe et à l'adapter en fonction des besoins.

I.2.5 Exemples de métadonnées par type de chantier

Pour chaque type de mission il y a des données différentes. Pour un levé par « Global Navigation Satellite System » (GNSS) les métadonnées seront bien différentes que celles d'un levé terrestre avec un tachéomètre. Bien évidemment certaines données comme le nom du projet, la référence du projet, le nom de l'opérateur, la date et l'heure sont des métadonnées non indiquées dans le tableau ci-après car elles reviennent toujours pour chaque type de chantier. Le tableau ci-dessous (figure 3) contient un échantillon des métadonnées acquises en fonction du type de levé.

Méthode d'acquisition de données brutes	Lasergrammétrie	Tachéométrie	Téledétection par LiDAR	Gravimétrie	GNSS	Nivellement
Métadonnées en lien avec les données brutes	<ul style="list-style-type: none"> -Type d'appareil -Paramètres scanner -Heure de début/fin -Croquis orienté -Types de cibles 	<ul style="list-style-type: none"> -Type d'appareil -Type de prisme, cible -Photos ruban pour hauteur d'appareil -Références visées -Croquis -Constante de prisme -Hauteur de prisme 	<ul style="list-style-type: none"> -Ligne de vol -Hauteur de vol -Densité pts/m² -Taille pixel -Hauteur pt au sol pour pivot statique -Couverture -Calcul trajectoire PPP ou stations au sol 	<ul style="list-style-type: none"> -Type de gravimètre -Valeur écart type au moment de la mesure -Valeur gravimétrique -Nombre de sessions -Durée de session -Heure de début et fin de session -T° extérieure -T° intérieure -Type de sol -Météo 	<ul style="list-style-type: none"> -Méthode de levé (PPK, RTK...) -Nature station (Pivot/Mobile) -Support (Canne/Trépied) -Hauteur canne -Nom du point -Type d'antenne -Photo du ruban -Photo du site / de la station -Croquis 	<ul style="list-style-type: none"> -Type d'appareil -Précisions -Points RN utilisés -Altitude points connus -Méthode utilisée (Simple, doubles aller/retour...) -Croquis -Photos Repère de Nivellement (RN) -Longueurs des portées

Figure 3 : Tableau contenant un échantillon de métadonnées en fonction du type de travail réalisé

I.3 Moyens d'acquisition existants des données et des métadonnées

I.3.1 Instruments de mesure et autres capteurs

Pour chaque type de travaux, un instrument spécifique permet de réaliser les mesures de données brutes. Parfois cet instrument de mesure peut également enregistrer des métadonnées mais lorsque c'est le cas elles ne sont pas toujours complètes. Par

exemple un croquis de terrain ne peut pas être réalisé sur un tachéomètre. Pour les métadonnées il existe des méthodes complémentaires pour qu'elles soient acquises de la façon la plus complète possible.

I.3.2 Méthode courante pour l'acquisition des métadonnées : carnet et crayon

La méthode d'acquisition de métadonnées sur support papier fonctionne sur le terrain mais elle est laborieuse. Elle fonctionne car il est possible de créer des formulaires spécifiques pour chaque type de chantier et le remplissage à la main est rapide. Sur support papier, réaliser un croquis, l'annoter et le corriger est simple et difficile à remplacer.

Cependant le rangement et surtout l'échange de ces formulaires, croquis et carnets deviennent très vite un problème car les formulaires papier sont volumineux physiquement alors que la quantité de données réellement contenue n'est pas excessive. Au moment de l'acquisition, le support papier n'est pas très pratique. Par exemple lors de mauvaises conditions météorologiques (vent, pluie), le papier se dégrade fortement. La conversion des données acquises sur support papier vers une BDD numérique est fastidieuse. En effet, retranscrire un grand nombre de données sur support numérique peut entraîner rapidement des erreurs surtout lorsque le travail devient répétitif. De plus, au bout d'un certain temps de remplissage lors de la phase d'acquisition, il y a un risque que seules les données les plus importantes soient saisies et les autres négligées ou oubliées.

I.4 Gestion des données et des métadonnées

La gestion des données comprend l'échange, le stockage et la compatibilité de celles-ci. Une bonne gestion des données acquises mène à un traitement et un résultat de qualité.

I.4.1 Stockage des données

À ne pas confondre avec l'archivage, le stockage des données est provisoire et peut se faire sur différents supports et dans différents lieux, cela dépend principalement de la nature, de la quantité, de la confidentialité des données et de la connexion internet.

Sur un chantier de Fugro GEOID, les données peuvent être stockées dans un premier temps sur un disque local (« Network Attached Storage » (NAS) ou disque dur pc) et/ou externe durant l'acquisition ou le prétraitement. Lorsque les données acquises et éventuellement prétraitées ne sont pas très volumineuses alors il est possible de les copier sur le serveur situé au siège par différents moyens de transfert ou de connexion. C'est très important de garder toujours une copie des données pour éviter les pertes. Le disque local

par exemple peut cesser de fonctionner à tout moment et dans ce cas une copie réalisée sur un autre support s'avère indispensable pour récupérer les données. Lorsque les données sont volumineuses ou que le chantier dure très longtemps et qu'il n'est pas possible de transférer les données par internet, une copie sur disque dur portable peut être ramenée ou envoyée au siège par un opérateur.

Au siège de Fugro GEOID, les données des chantiers en cours sont stockées sur un serveur de stockage en réseau local (NAS). C'est un lieu de stockage provisoire sur lequel la quantité de données évolue. Une copie de ce serveur de stockage local est faite fréquemment sur bande et disques durs externes au cas où une panne arrive et dans ce cas on ne parle plus de stockage mais d'archivage des données. Également lorsque les chantiers sont terminés, les dossiers de données sont archivés sur bande.

I.4.2 Echange de données

L'échange de données se fait dans toutes les directions, depuis les sites aux bureaux Fugro GEOID ou filiales Fugro, entre filiales Fugro ou encore depuis les bureaux Fugro jusqu'aux sites. Ces échanges ne se font pas toujours par le même moyen. Il faut tenir compte de la sécurisation des données, éviter toute perte et choisir le bon moyen de transfert en fonction de la taille des données.

Fugro GEOID utilise les moyens d'échange existants suivants :

- Secure File Transfer (SFT) par Accellion

Accellion est une société privée qui propose des solutions de « cloud » privé pour permettre le partage sécurisé de fichiers. Les utilisateurs peuvent, sur cette plate-forme, accéder, partager et modifier du contenu depuis tout type d'appareil tout en assurant une sécurité. Avec Accellion il est possible de transférer des fichiers de taille maximale de 100Go et de demander un accusé de réception pour les destinataires. C'est une solution payante de partage de données (Source : site internet officiel d'Accellion).

- Aspera

C'est un logiciel payant de transfert de fichiers à très haute vitesse. C'est-à-dire que le transfert de fichiers se réalise par débit optimal et ne dépend pas de la distance de transmission, de la taille des fichiers ou de l'état du réseau. En d'autres termes, Aspera permet d'utiliser la totalité de la bande passante pour transférer les données de toutes les

tailles en mettant les autres utilisations de la bande passante en pause. Au sein de Fugro GEOID ce moyen est utilisé pour des travaux de collaboration et non pour l'échange avec des personnes extérieures comme les clients (Source : site internet officiel d'Aspera).

- File Transfer Protocol (FTP)

C'est un protocole de communication destiné au partage de fichiers sur un réseau et est gratuit. Un serveur FTP doit être mis en place pour pouvoir passer par ce moyen d'échange. C'est un moyen qui permet de copier, supprimer ou modifier des fichiers vers un autre

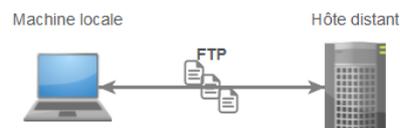


Figure 4 : Schéma simplifié du fonctionnement d'un FTP

ordinateur/serveur du réseau comme le montre la figure 4. Pour avoir accès à un serveur FTP il faut utiliser un logiciel avec ligne de commande ou interface graphique et qui sont aujourd'hui souvent inclus dans les distributions Windows et Linux. L'accès au serveur à distance par FTP peut également se faire par un navigateur web.

- Messagerie électronique

La transmission de données par e-mail est possible mais limitée en quantité de données et pas forcément sécurisée. En effet la quantité maximale pour le serveur mail de Fugro est de 35 Mo. Cependant un e-mail est peu coûteux et peut demander l'accusation de réception (Source : Site officiel Microsoft Office).

- Pulse Connect Secure

C'est un service qui se concentre sur l'accès sécurisé depuis n'importe quel appareil aux applications et services d'entreprise dans des centres de données et cloud. Autrement dit, Pulse permet d'accéder à un serveur en passant par internet via une connexion cryptée. C'est un moyen qui permet de copier et coller des données du serveur à distance. Ce moyen n'a pas comme première fonction l'échange de données mais plutôt un accès sécurisé à un serveur à distance (Source : Site internet officiel de Pulse Secure)

- Le support physique

Lorsqu'une connexion internet n'est pas disponible ou faible et que la quantité de données est grande et /ou le transfert urgent, le seul moyen pour transmettre les données est par un disque dur portable ou clef « Universal Serial Bus » USB. Le disque dur a pour

avantage de stocker beaucoup plus de données par rapport à une clef USB (mémoire flash) mais l'inconvénient est qu'il est bien plus fragile. En effet, les données voyagent et il existe un risque de pertes de celles-ci. Une copie est toujours faite sur un autre support mais renvoyer les données est une perte de temps conséquente. La sécurité des données est garantie car les supports physiques sont toujours cryptés.

Un tableau de comparaison des supports⁵ se trouve en annexe 5. Il permet d'évaluer la qualité de chaque moyen de transfert pour le coût, la sécurité, les volumes de données, la rapidité des échanges de données et leur fonctionnement en mode hors ligne ou non.

I.4.3 Exploitation des données

Après le stockage et l'échange arrive l'exploitation des données qui comprend toutes les manipulations de celles-ci. La concordance des données brutes et de leurs métadonnées associées est primordiale pour l'exploitation. Par exemple la gravimétrie relative est accompagnée de mesures GPS (deux instruments différents) mais les deux ne permettent pas toujours d'enregistrer des métadonnées en temps réel. En effet certains capteurs comme le model R7 de Trimble peut fonctionner sans son carnet de terrain et de ce fait les métadonnées ne peuvent pas être saisies directement.

Fugro GEOID possède une grande variété de logiciels parmi lesquels il y a des logiciels commerciaux, scientifiques ou développés en interne. Beaucoup de ces logiciels ne permettent pas d'importer depuis un instrument les données et métadonnées simultanément.

⁵ Annexe 5 : Tableau de comparaison des supports d'échange de données

II D'une structure statique décentralisée vers une structure dynamique intégrée de la gestion des données

II.1 Nécessité de la structure dynamique intégrée

Les méthodes décrites dans le chapitre précédent présentent un certain nombre d'inconvénients que l'on s'attachera à réduire via les méthodes proposées ci-après. En effet chacune de ces méthodes peut être améliorée pour éviter les pertes de temps et gagner en qualité de résultat.

Une dynamisation de l'acquisition et de la gestion des métadonnées est surtout recherchée pour son application à des chantiers de grande envergure, qui se situent dans des zones reculées et qui sont de taille géographique importante. Plus le chantier est conséquent, plus l'échange des données est difficile et lent. Les métadonnées doivent toutes être réunies dans un lieu défini pour qu'une ou plusieurs personnes peuvent vérifier si les métadonnées ont été acquises dans leur intégralité, s'il n'en manque pas et si elles sont compatibles avec les données brutes des instruments de mesure. Avec l'acquisition actuelle des métadonnées, sur formulaire papier, l'échange des métadonnées devient rapidement un problème. Il faut les retranscrire ou scanner les fiches pour ensuite transférer les données. Un certain temps est donc perdu pour cette partie d'échange et peut durer un ou plusieurs jours. Par conséquent, lorsqu'une mauvaise méthode d'acquisition est faite sur le terrain, ceux qui vérifient ces données ne le sauront que plusieurs jours plus tard (le temps de recevoir les métadonnées). C'est-à-dire que le temps de s'apercevoir de l'erreur d'acquisition, cette même erreur a été faite encore pendant quelques jours sur le terrain. Cela fait qu'il y a un besoin de reprises de métadonnées, ce qui entraîne une perte de temps.

Le but de cette partie de recherche est de trouver une solution pour vérifier rapidement les métadonnées acquises tout en étant compatibles avec les données brutes et apporter un possible visuel de ces dernières. Pour arriver à un résultat concluant, cette recherche va se servir des outils que Fugro GEOID utilise actuellement et intégrer également de nouveaux outils et supports existants. En connectant tous ces outils ensemble, une dynamique sera mise en place depuis l'acquisition jusqu'au contrôle de qualité des données en un temps optimal.

II.2 Suivi d'acquisition numérique des métadonnées

II.2.1 Choix du nouveau support d'acquisition

Aujourd'hui les appareils tablettes, ordinateurs portables, autres appareils numériques portables et plus particulièrement les smartphones permettent d'acquérir une grande quantité de données très variées à travers différents outils et capteurs intégrés. Les smartphones sont de plus en plus accessibles et utilisés par la population dans le monde entier.

Comme le montre le tableau de comparaison entre la méthode d'acquisition « papier et crayon » et la méthode numérique⁶, les principaux avantages de la méthode d'acquisition numérique sont :

- La réduction du volume physique de stockage
- La qualité et la complétude des métadonnées
- La résistance aux différentes conditions météorologiques (avec des accessoires supplémentaires)
- L'assurance de l'intégralité des données sur un seul support (enregistrement de coordonnées GPS approximatives, prise ou chargement de photos)
- La versatilité de communication des données (par «Wireless Fidelity » (WiFi), Bluetooth ou réseau internet)

II.2.2 Choix du logiciel d'acquisition

Un logiciel installé sur le support numérique va permettre d'enregistrer les données acquises avec les capteurs de l'appareil numérique. Il existe actuellement plusieurs applications sur support numérique portable pour acquérir des métadonnées. L'application recherchée doit être utilisable pour la plus grande partie des travaux réalisés par Fugro GEOID.

Afin d'affiner les recherches d'applications qui pourraient être utilisées pour les différents types de travaux, certains critères devront être respectés au mieux comme :

⁶ Annexe 6 : Tableau de comparaison entre la méthode d'acquisition « papier et crayon » et la méthode numérique

- Le formulaire d'acquisition créé avec le logiciel doit être personnalisable avec des champs obligatoires ;
- Un appui cartographique est requis (position et si possible navigation) ;
- La prise de photos doit être possible (et en option l'orientation des photos) ;
- L'application doit être utilisable normalement hors couverture réseau ;
- La synchronisation avec une BDD et exploitation dans un SIG ;
- Un téléchargement et une utilisation gratuite de l'application ;
- Solution de stockage des données gérée en interne ;
- L'application doit fonctionner sur tout type de smartphone ou tablette ou au moins sur Android ;
- Les données doivent être cryptées (en option) ;
- La communication éventuelle de certaines données par « Short Message Service » (SMS) (en option).

Le tableau comparatif des applications⁷ permet de comprendre le choix de l'application pour la suite des recherches. En plus de répondre à quasiment tous les critères définis au préalable pour s'adapter aux travaux réalisés chez Fugro GEOID, OpenDataKit (ODK) a l'avantage de ne pas seulement servir d'application pour la collecte de métadonnées mais il y a également beaucoup d'applications annexes qui permettent de gérer les données.

II.2.3 Fonctionnement de la suite d'applications ODK

ODK est une suite de logiciels libres qui permettent de créer, échanger, compléter des formulaires et également stocker les données acquises. Pour cette étude les applications ODK vont servir pour les métadonnées et non pour les autres données comme les données brutes. La figure 5 montre toutes les communications possibles entre les applications ODK. Les ellipses de couleur orange sont les applications ODK et les cases rectangulaires sont les différents fichiers en entrée ou en sortie d'une application. La phase de création d'un formulaire vierge comprend l'application ODK XLSForm et l'application ODK Validate, la

⁷ Annexe 7 : Tableau comparatif des logiciels d'acquisition de métadonnées pour appareils numériques portables

phase d'acquisition est réalisée avec l'application ODK Collect et la phase de gestion des formulaires complétés est gérée par les applications ODK Aggregate et ODK Briefcase.

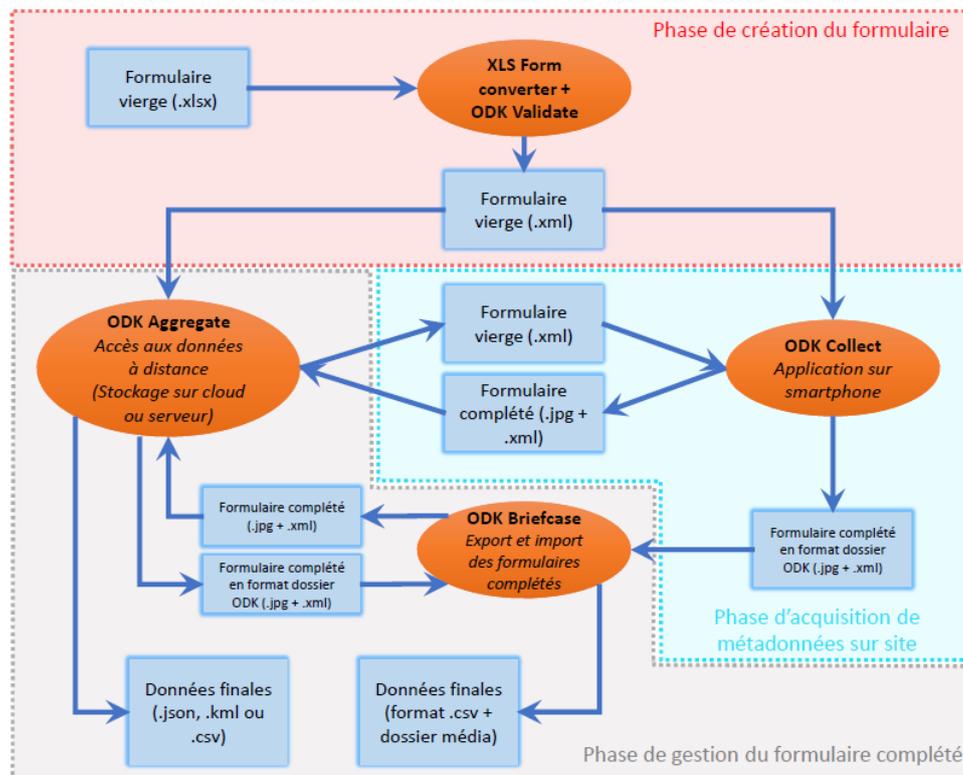


Figure 5 : Schéma de principe de connexion entre applications ODK

II.2.3.1 Création des formulaires avec XLSForm convertir et ODK Validate

La phase de création de formulaires est la partie la plus délicate car il faut être très rigoureux et penser au rendu que le formulaire aura une fois chargé sur l'application de collecte de données ODK Collect.

Pour créer un formulaire il faut passer par plusieurs étapes :

- Déterminer quelles sont les métadonnées à acquérir ;
- Définir l'ordre dans laquelle les métadonnées seront acquises et par conséquent les champs du formulaire d'acquisition ;
- (Réaliser un schéma avant de se lancer dans l'écriture du formulaire) ;
- Créer un fichier Excel avec minimum deux feuilles (« survey » et « choices ») et maximum quatre (« survey », « choices », « cascades » et « settings ») ;

- Charger le fichier Excel dans l'application XLSForm (qui intègre aussi ODK Validate). Il faut corriger le formulaire si ODK Validate détecte des erreurs et recommencer la conversion.

Une procédure en annexe 8⁸ détaille chaque étape de la création d'un formulaire numérique d'acquisition de métadonnées.

II.2.3.2 Remplissage des formulaires sur site avec ODK Collect

ODK Collect est une application qui se télécharge gratuitement depuis Google Play Store sur le smartphone et qui va servir de support pour l'acquisition de données. Cette application a besoin d'un formulaire vierge en entrée sous format .xml pour pouvoir fonctionner. Il n'est pas possible d'acquérir des données tant que l'application n'a pas de formulaire vierge en entrée. La phase acquisition se passe en trois étapes qui sont les suivantes :

- Import du formulaire ;
- Remplissage du formulaire ;
- Export du formulaire complété.

Une procédure pour l'utilisation de l'application est détaillée dans l'annexe 9⁹.

II.2.3.3 Export et import des formulaires complétés à l'aide de ODK Briefcase

L'application ODK Briefcase est un logiciel qui s'installe sur un ordinateur. Elle sert à importer et transférer les formulaires complétés et exporter les données acquises dans plusieurs formats. C'est cette application qui va être utilisée principalement en cas d'impossibilité d'accès à internet.

Une procédure en annexe 10¹⁰ détaille l'utilisation concrète de l'application ODK Briefcase.

⁸ Annexe 8 : Procédure de création de formulaire numérique d'acquisition

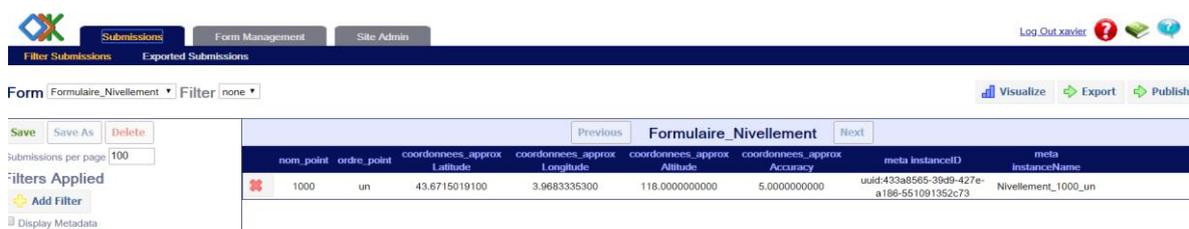
⁹ Annexe 9 : Procédure d'utilisation de l'application de collecte de données ODK Collect

¹⁰ Annexe 10 : Procédure de d'utilisation de l'application ODK Briefcase

II.2.3.4 Gestion des formulaires avec ODK Aggregate

La dernière application faisant partie d'ODK est très utile concernant la gestion des formulaires et des données qu'elles contiennent. ODK Aggregate est une application Java open source qui est conçu pour stocker, analyser et présenter les données acquises avec des formulaires. Elle peut être hébergé sur Google App Engine qui est une plateforme de conception et d'hébergement web basée sur les serveurs appartenant à Google, Amazon Web Services qui propose des services de « cloud computing » pour les entreprises et particuliers ou sur son propre serveur local. Dans ODK Aggregate il faut créer un compte en tant qu'administrateur et il est possible d'ajouter d'autres identifiants et leur donner différents rôles. Le premier rôle permet la collecte de données, le deuxième la visualisation des données sur ODK Aggregate, le troisième la gestion des formulaires sur ODK Aggregate et le quatrième est l'administration d'ODK Aggregate. Un utilisateur peut avoir plusieurs rôles, il suffit que l'administrateur les lui attribue.

Comme vu dans les précédentes parties II.2.3.2 et II.2.3.3, ODK Aggregate peut recevoir des formulaires complétés depuis ODK Collect et ODK Briefcase en se connectant avec des identifiants. Pour que ces imports fonctionnent, il faut que le formulaire vierge ait déjà été chargé au préalable sur ODK Aggregate. Une fois les formulaires importés depuis les autres applications il est possible de visualiser les données acquises et ce depuis n'importe quel ordinateur dans le monde entier à condition d'avoir une connexion internet (figure 6). Une ligne est égale à une soumission de formulaire complété.



The screenshot shows the ODK Aggregate web interface. At the top, there are navigation tabs for 'Submissions', 'Form Management', and 'Site Admin'. Below this, there are options to 'Filter Submissions' and 'Exported Submissions'. The main content area displays a table for the form 'Formulaire_Nivellement'. The table has columns for 'nom_point', 'ordre_point', 'coordonnees_approx' (Latitude, Longitude, Altitude), 'coordonnees_approx' (Accuracy), 'meta InstanceID', and 'meta InstanceName'. A single row of data is visible, representing a submission with a point ID of 1000 and coordinates (43.6715019100, 3.9683335300, 118.0000000000) and an accuracy of 5.0000000000.

nom_point	ordre_point	coordonnees_approx Latitude	coordonnees_approx Longitude	coordonnees_approx Altitude	coordonnees_approx Accuracy	meta InstanceID	meta InstanceName
1000	un	43.6715019100	3.9683335300	118.0000000000	5.0000000000	uuid:433a8565-39d9-427e-a186-551091352c73	Nivellement_1000_un

Figure 6 : Interface ODK Aggregate pour visualiser les données acquises par le formulaire

Dans cette interface proposée par ODK Aggregate il est possible de mettre des filtres pour ne visualiser qu'une partie des données et également réaliser des statistiques sur les données. Les fichiers multimédias acquises dans le formulaire sont également consultables.

Par l'interface ODK Aggregate il est possible d'importer un nouveau formulaire vierge stocké localement et suite à cet import le formulaire peut être téléchargé par les utilisateurs d'ODK Collect qui en ont les droits.

Les formats d'export possibles avec ODK Aggregate sont .json, .kml ou .csv.

II.2.4 Utilisation des applications ODK en fonction des conditions sur site

Une des grandes qualités des applications ODK est que les phases de création, d'acquisition et de gestion des formulaires et des données qu'ils contiennent peuvent être réalisées avec ou sans connexion ou couverture du réseau Internet (figure 7). Cependant, il faut adapter la façon d'utiliser les outils ODK en conséquence de la situation.

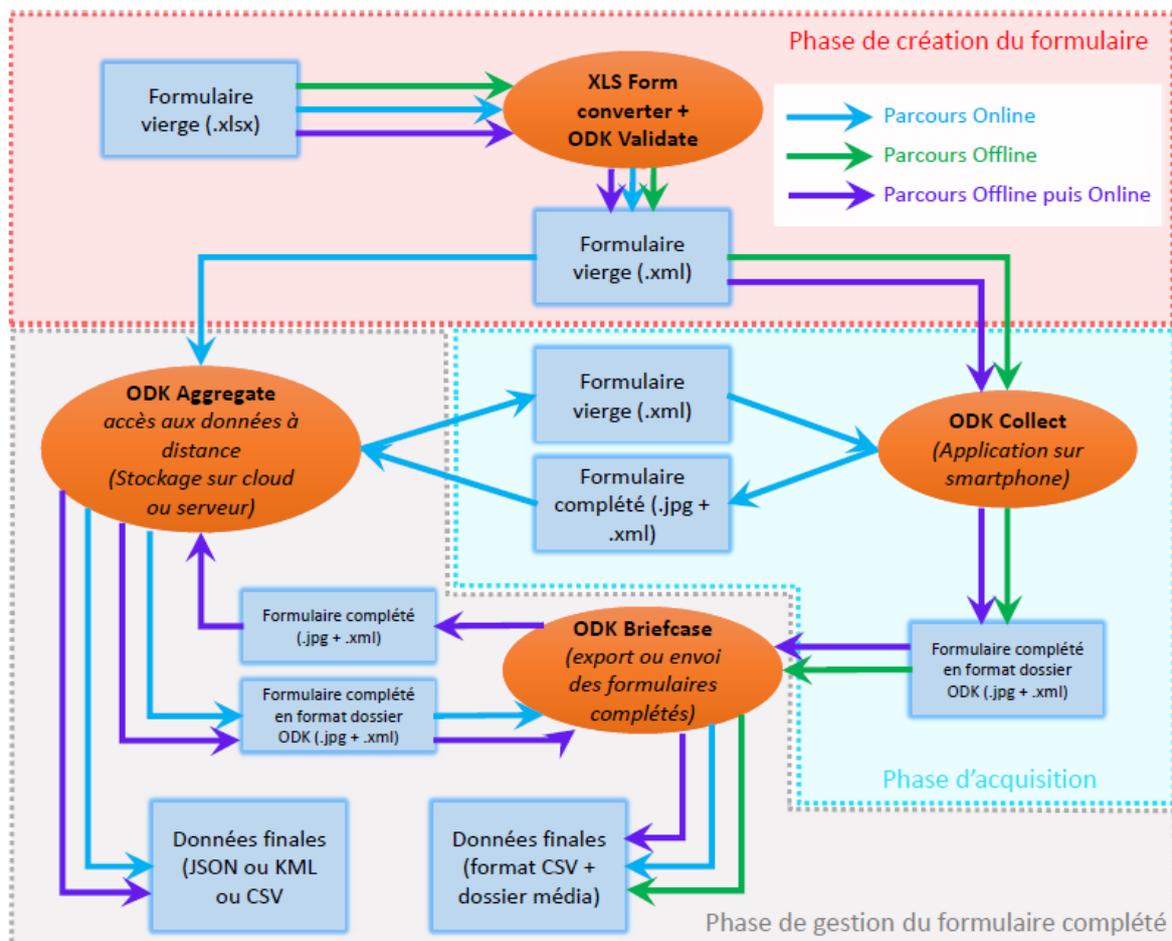


Figure 7 : Schéma d'interopérabilité des applications ODK dans des conditions de couverture internet différentes

II.2.4.1 Utilisation des applications ODK en cas d'accès à internet

Avec un accès internet les connexions entre les phases sont très fluides et fonctionnent à distance sans difficulté. Dans ce cas il est considéré que les utilisateurs qui collectent les données à l'aide des smartphones et ODK Collect ont une couverture internet (WiFi ou réseau téléphonique) mais également les personnes qui gèrent les formulaires complétés suite à la phase d'acquisition.

En référence aux sous parties du II.2.3 et à la figure 7 les différentes étapes lorsqu'une couverture internet est toujours présente sont :

- Créer un formulaire sur Excel ;

- Transformer le formulaire .xlsx en formulaire .xml avec XLSForm convertir ;
- Charger le formulaire sur le serveur à l'aide d'ODK Aggregate ;
- Connecter ODK Collect au serveur avec les identifiants Aggregate et télécharger le formulaire vierge ;
- Compléter le formulaire et l'envoyer au serveur par l'intermédiaire d'ODK Aggregate ;
- Exporter les données (2 possibilités) :
 - Export avec ODK Briefcase en connectant avec ODK Aggregate (surtout pour exporter des données multimédia) ;
 - Export avec ODK Aggregate (n'exporte pas les données multimédia lors de l'export en .csv).

II.2.4.2 Utilisation des applications ODK sans accès à internet

Lorsque la zone où se situe le chantier n'est pas ou très mal couverte par un réseau internet les applications ODK permettent tout de même de réaliser toutes les étapes de création, d'acquisition et de gestion des formulaires. Chez Fugro GEOID c'est exactement la méthode hors ligne qui était recherchée pour l'acquisition des métadonnées dans des zones reculées qui sont rarement couvertes par un réseau internet stable.

Les étapes pour aboutir à des fichiers de données acquises en faisant référence aux sous-parties du II.2.3 et à la figure 7 sont les suivantes :

- Créer un formulaire sur Excel ;
- Transformer le formulaire .xlsx en formulaire .xml avec XLSForm convertir ;
- Copier et coller manuellement le formulaire vierge dans le smartphone de l'utilisateur ;
- Compléter le formulaire avec ODK Collect ;
- Décharger les données sur un ordinateur par câble ;
- Charger les formulaires dans ODK Briefcase ;
- Exporter les données en format .csv et un dossier contenant les fichiers multimédias.

II.2.4.3 Utilisation des applications ODK avec accès partiel à internet

Dans cette étude le cas de la couverture partielle du réseau internet a été pris en compte car c'est celui qui se rapproche le plus de la réalité de la plupart des chantiers gérés par Fugro GEOID. En réalité, ce qui est appelé « accès partiel à internet » signifie que

l'utilisateur n'a pas de connexion internet pour transmettre ses données directement à ODK Aggregate et qu'il doit, par conséquent, télécharger les formulaires complétés et les fichiers multimédia sur un ordinateur pour un stockage local provisoire. On appelle cela un stockage provisoire car l'utilisateur va pouvoir transférer les données dès qu'il peut se connecter de nouveau à internet. C'est en général le cas lorsque les chantiers se trouvent dans des zones reculées de certains pays ou le réseau électrique n'est pas stable et tout simplement le réseau internet défaillant. Dans ces situations l'utilisateur transfère les données sur ODK Aggregate une fois la connexion internet rétablie.

Les étapes pour aboutir à des fichiers de données acquises en faisant référence aux sous-parties du II.2.3 et à la figure 7 sont les suivantes :

- Les premières étapes sont exactement les mêmes que celles énoncées dans le cas de l'utilisation des applications ODK sans couverture internet ;
- Téléchargement des formulaires à ODK Aggregate à l'aide de l'application ODK Briefcase lorsqu'une couverture internet existe ;
- Exporter les données se fait de deux manières comme dans la partie II.2.4.1.

II.3 Gestion des données et des métadonnées

II.3.1 Optimisation des échanges de données

II.3.1.1 Outils d'échange adaptés à chaque type de transfert de données

Comme vu dans la partie I.4.2 et l'annexe 5 de ce rapport, Fugro GEOID utilise plusieurs différents moyens pour échanger des données. Cependant il n'y pas une réelle définition claire de ces moyens en fonction des types ou la taille des données ou la situation géographique des lieux entre lesquelles les échanges se réalisent. En effet, les trois facteurs les plus importants pour les transferts de données chez Fugro GEOID sont l'accès internet, la sécurité des données et le volume de données.

Certains outils peuvent se substituer à d'autres mais ce ne sont pas forcément les plus rapides, les plus pratiques dans différentes conditions d'un chantier. Afin de s'adapter au mieux aux différentes conditions un tableau de recommandation¹¹ d'utilisation de ces outils a été créé et auquel il est facile de se référer en cas de volonté d'un certain échange.

¹¹ Annexe 11 : Tableau de recommandations de l'utilisation des moyens de transfert de données

Mais ce tableau indique seulement quel moyen choisir en fonction de la couverture internet et du volume des données. D'autres facteurs sont à prendre en compte. Aspera est utilisé seulement au sein de Fugro par exemple alors que SFT est plus particulièrement utilisé pour les échanges avec les clients ou personnes extérieures à Fugro.

Le FTP est utilisé pour tout type d'échange avec des clients, des partenaires ou d'autres Compagnies Opératrices (OpCo) de Fugro. Pour partager des données avec un FTP il faut créer un dossier et lui configurer un nom d'utilisateur et un mot de passe. Il faut ensuite communiquer ce nom d'utilisateur, le mot de passe et l'adresse « Internet Protocol » (IP) du serveur pour que la personne puisse accéder aux données et les récupérer. L'avantage est que les données sont physiquement sur un serveur Fugro GEOID contrairement à tous les autres moyens d'échange.

Le moyen de transfert Aspera est utilisé fréquemment pour le cas où des données vont être échangées régulièrement entre les mêmes personnes. Pour utiliser ce moyen il faut demander l'ouverture d'un accès à Fugro global. Ce moyen est plutôt utilisé pour la durée de vie d'une affaire conséquente avec un gros volume de données.

Le SFT par Accellion utilise un Applet Java à partir d'un téléchargement de données de plus d'un gigaoctet. Avec ce moyen de transfert il est possible de créer un propre dossier dans lequel des données sont stockées et rendus disponibles aux personnes souhaitées en entrant leur adresse de messagerie électronique.

II.3.1.2 Mise en place de protocoles de transfert de données

En plus d'un tableau qui permet de faire le bon choix du moyen de transfert et des autres indications du paragraphe précédent, une procédure pour certains moyens d'échange de données facilite les transferts de données et entraîne un gain de temps. Des procédures ont été créées pour les moyens d'échange SFT Accellion, Aspera, FTP et Pulse Connect Secure. Un exemple de procédure pour l'utilisation du moyen d'échange FTP de Fugro GEOID se trouve en annexe 12¹².

¹² Annexe 12 : Procédure de mise en place et d'utilisation du FTP de Fugro GEOID

II.3.2 Stockage des métadonnées acquises avec ODK

II.3.2.1 Choix du support d'installation d'ODK Aggregate

Le lieu et la façon de stocker les métadonnées acquises avec ODK Collect dépendent de la façon dont ODK Aggregate est installé. Il existe plusieurs possibilités qui sont l'installation d'ODK Aggregate avec App Engine Google, l'installation avec Apache Tomcat sur un serveur local ou l'installation par utilisation des services cloud EC2 d'Amazon. L'installation avec App Engine Google ou les service cloud EC2 d'Amazon sont payants. App Engine Google n'est payant qu'au bout d'un certain nombre de soumissions de formulaires complétés contrairement au service d'Amazon qui est payant pour n'importe quelle quantité de soumissions. Ces deux possibilités ont donc été écartées pour cette étude. D'autant plus que Fugro GEOID possède son propre serveur local et, par conséquent, le stockage est géré personnellement et est peu onéreux. Comme vu tout au long de cette étude, Fugro GEOID souhaite garder la main sur les données et qu'elles soient stockées sur ses propres supports. ODK Aggregate sera donc installé sur le serveur local situé dans les bâtiments du siège de Fugro GEOID.

II.3.2.2 Stockage sous forme de BDD

En installant ODK Aggregate sur le système qui gère le serveur de Fugro GEOID les données seront stockées en BDD.

Un stockage d'informations en BDD a de nombreux avantages par rapport au stockage de fichiers (Denis Boigelot, 2006). Avec une BDD il est possible de retrouver rapidement et facilement des informations contrairement à la recherche souvent laborieuse dans différents fichiers. Le stockage est (quasi) illimité en BDD. Cette forme de stockage est bien moins volumineuse que celle des fichiers. Avec des informations stockées en BDD c'est beaucoup plus aisé de relier les informations et de les représenter ou de réaliser des statistiques. Un stockage en BDD est le moyen le plus sécurisé (Cecilia Pastorino, 2017). En plus d'être un réel atout pour le stockage, une BDD donne la possibilité (en utilisant parfois un langage informatique) de traiter et/ou visualiser et gérer les données par une multitude de logiciels.

II.3.2.3 Outils permettant un stockage dans une BDD

Plusieurs outils permettent un stockage en BDD aussi appelés systèmes de gestion de BDD (SGBD) (Selma Khouri, 2014). Ce sont des logiciels qui, par une certaine

architecture, stockent, manipulent, partagent et gèrent des informations dans une BDD. Ces logiciels récupèrent des informations pour les convertir en BDD. Des logiciels autres que les SGBD qui permettent d'avoir une interface utilisateur pourront se connecter à la BDD grâce au SGBD pour traiter et visualiser des informations.

Parmi les SGBD il y en a qui font partie des systèmes propriétaires comme Oracle Database, Microsoft SQL Server et DB2, ceux qui font partie des systèmes libres comme MySQL, PostgreSQL, MariaDB, Firebird et Ingres.

ODK Aggregate supporte au choix les deux formats de BDD : MySQL et PostgreSQL. Ce sont également les systèmes « open source » les plus répandus. Chacun de ces systèmes n'a pas tout à fait le même niveau de compétences. PostgreSQL, à l'aide de l'extension spatiale PostGIS gère plus efficacement les données géographiques que MySQL. De plus MySQL peut difficilement gérer un grand nombre de questions par formulaire d'acquisition (environ 200, source : <https://docs.opendatakit.org>) alors que PostgreSQL n'a pas de limite. Cette comparaison permet de faire le choix judicieux du système PostgreSQL pour la gestion de la BDD car des données géographiques sont acquises et le nombre de questions ne doit pas avoir une telle limite.

La figure 8 est un schéma simplifié du fonctionnement d'un SGBD. C'est un système qui permet de faire le lien entre les utilisateurs et la BDD en s'appuyant sur un langage informatique.

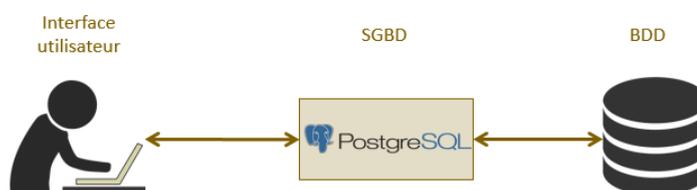


Figure 8 : Schéma simplifié de fonctionnement d'un SGBD

II.3.2.4 Stockage automatique sur serveur local avec ODK Aggregate et Apache Tomcat

ODK Aggregate a besoin d'un serveur d'applications pour pouvoir fonctionner sur une BDD stockée sur un serveur local. Apache Tomcat est un serveur d'applications Java qui permet de répondre à des requêtes d'utilisateurs qui font la demande sous forme d'une « Uniforme Resource Locator » (URL) pour accéder à la BDD (Dylan Price, 2012). Apache Tomcat répond à cette requête par un message « HyperText Markup Language » (HTML) après avoir effectué un certain nombre d'opérations. En effet Apache Tomcat sert à établir le lien d'une requête de l'utilisateur à la BDD car il peut comprendre la requête de

l'utilisateur. En d'autres termes et pour simplifier un fonctionnement plutôt complexe, l'utilisateur demande à se connecter à la BDD en passant par internet en entrant l'URL correspondant. Apache Tomcat déchiffre cette requête et connecte l'utilisateur à ODK Aggregate et qui contacte la BDD. L'utilisateur peut travailler sur la BDD avec différents logiciels et pour l'exemple de la figure 9 ci-contre l'utilisateur obtient l'interface d'ODK Aggregate.

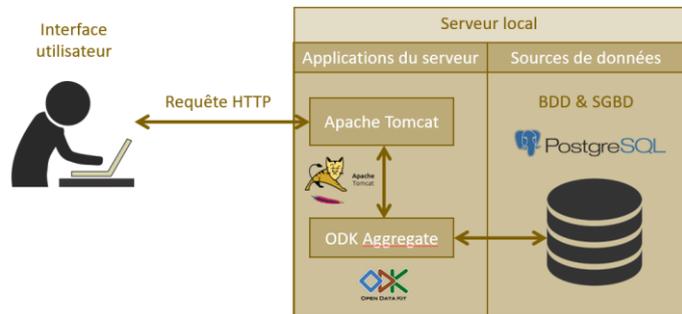


Figure 9 : Traitement d'une requête par un utilisateur l'accès à la BDD

Toute cette structure a de grands avantages concernant le stockage par rapport au stockage manuel de fichiers de données. Comme vu dans les paragraphes précédents, lorsque ODK Collect transfère les formulaires complétés à ODK Aggregate, les données sont directement et automatiquement stockées dans la BDD qui se trouve physiquement sur le serveur local situé à Montpellier. Il n'y a plus aucune étape intermédiaire entre la collecte de données et le stockage lorsqu'un réseau internet est disponible sur site. Quand le transfert des formulaires complétés est réalisé avec ODK Briefcase à ODK Aggregate ils sont également stockés de façon automatique sur le serveur local.

Comme vu plus loin dans ce mémoire, le seul avantage n'est pas seulement un stockage automatique des données mais également la possibilité de les gérer, traiter et visualiser de n'importe quel endroit dans le monde à condition d'avoir une connexion internet.

II.4 Traitement et visualisation des métadonnées et des données

II.4.1 Traitement des métadonnées

Grâce à un stockage sous forme de BDD et SGBD PostgreSQL pour la gérer il est possible de se connecter à la BDD avec plusieurs logiciels afin de réaliser des traitements sur les données. Des langages de programmation tels que Python, C++ ou Java ou des interfaces graphiques telles que Excel, ArcGIS ou Qgis permettent d'accéder aux données pour y travailler.

Dans cette partie seront traitées les métadonnées pour une visualisation dans des tableaux ou d'autres formats de rangement tandis que la visualisation spatiale de ces

métadonnées sera abordée dans la partie suivante. L’outil Excel permet un accès facile et rapide aux données et est adapté pour une première manipulation des métadonnées. ODK Aggregate est également un logiciel qui peut servir pour certains traitements et visualisations simples des métadonnées.

Le traitement des données avec ODK Aggregate :

Parmi les applications d’ODK, l’application ODK Aggregate sert, en outre des transferts de formulaires et intermédiaire avec la BDD, d’interface graphique pour visualiser les métadonnées.

➤ Visualisation générale des données :

Dans l’interface de départ sur ODK Aggregate les soumissions de formulaires sont visualisables et il est possible d’appliquer des filtres (Figure 10 ci-dessous) pour ne visualiser qu’une partie des données. Dans l’exemple de la figure 10 le filtre permet de n’afficher que les points d’ordre « un ». Il est possible d’enregistrer un filtre pour pouvoir le réutiliser plus tard.



Figure 10 : Exemple d’application d’un filtre sur ODK Aggregate

➤ Statistiques sur les données

Une fonctionnalité d’ODK Aggregate permet de faire des statistiques visuelles sur les données soit avec un diagramme circulaire soit avec un histogramme comme sur les deux exemples de la figure 11 ci-dessous.

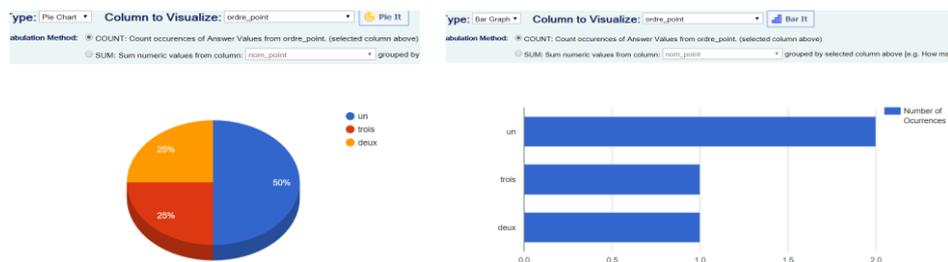


Figure 11 : Statistiques sur les données avec ODK Aggregate

ODK Aggregate possède ces quelques options pour une visualisation des données en temps réel et depuis n'importe quel poste dans le monde entier à condition d'avoir une connexion internet. Cela peut donc être très pratique lorsqu'une personne souhaite rapidement suivre l'évolution d'un chantier sans avoir aucun logiciel à disposition et également pour effectuer un certain contrôle de qualité.

Le traitement des données avec Excel

Une connexion à une BDD est possible avec Excel suite à quelques manipulations. Ces manipulations sont les suivantes :

- Installer un « Open DataBase Connectivity » (ODBC) en PostgreSQL sur l'ordinateur (un ODBC permet de manipuler une ou plusieurs bases de données qui sont à disposition) en renseignant le nom de la BDD, l'adresse IP du serveur, le port, le nom d'utilisateur et le mot de passe.
- Ouvrir Excel et ouvrir la BDD depuis ODBC

La figure 12 ci-dessous montre le visuel sur Excel lorsque les données de la BDD sont chargées.

IS_COMPLETE	SUBMISSION_DATE	MARKED_AS_COMPLETE_DATE	COORDONNEES_APPROX_LNG	NOM_POINT	COORDONNEES_APPROX_ACC	COORDONNEES_APPROX_LAT	ORDRE_POINT	META_INSTANCE_NAME	COORDONNEES_APPROX_ALT	META_INS
	16/08/2018 12:45	16/08/2018 12:45	3.9683353	1000	5	43.67150191	un	Nivellement_1000_un	118	uuid:433a8
	20/08/2018 15:52	20/08/2018 15:52	3.96842976	1001	7	43.6713765	un	Nivellement_1001_un	146	uuid:ffff2e
	20/08/2018 15:52	20/08/2018 15:52	3.96843865	1002	14	43.67141729	trois	Nivellement_1002_trois	145	uuid:6f373
	20/08/2018 15:52	20/08/2018 15:52	3.96845719	1003	13	43.67144338	deux	Nivellement_1003_deux	143	uuid:9d7b6

Figure 12 : Chargement des données de la BDD sur Excel

De cette manière il est possible d'accéder aux données depuis n'importe quel lieu dans le monde avec une connexion internet mais il existe aussi le moyen d'export sous format .csv des données avec ODK Briefcase comme vu dans les paragraphes précédents et d'ouvrir ensuite ce fichier .csv sur Excel.

Les données chargées sur Excel peuvent ensuite être traitées avec une macro créée à l'aide de « Visual Basic for Applications » (VBA). VBA est une implémentation de Microsoft Visual Basic qui peut être appelée par une macro. Pour Fugro GEOID cette manipulation des données peut s'avérer efficace pour remplir des fiches terrain qui sont exportées en format .pdf par exemple.

II.4.2 Visualisation spatiale des métadonnées

Afin que les métadonnées soient visibles géographiquement, elles doivent contenir des coordonnées et donc un point GPS approximatif à l'aide des capteurs de l'appareil numérique utilisé sur site doit être mesuré ou un point peut être créé sur une carte.

Plusieurs possibilités ont été envisagées ici pour visualiser spatialement des métadonnées acquises avec des formulaires. La première méthode est de visualiser spatialement les métadonnées avec accès à internet avec Qgis et Google Earth et la seconde est une visualisation des métadonnées sans accès internet avec Qgis.

II.4.2.1 Visualisation spatiale des métadonnées avec accès internet

Avec une connexion à internet, la visualisation des métadonnées est beaucoup plus simple et efficace. Deux possibilités ont été envisagées pour avoir une visualisation des métadonnées. La première est d'utiliser Qgis 3.0 et la seconde se fait avec Google Earth.

Utilisation de Qgis 3.0 pour une visualisation interactive

Avec Qgis 3.0 la visualisation est bien plus dynamique car il est possible de se connecter à la BDD et d'afficher tous les points de façon automatique sur un fond de carte mais aussi plus complexe à mettre en place. Cette méthode permet d'accéder directement à la BDD et exploite donc toujours la dernière version du contenu de données dans la BDD.

La méthode qui a été développée s'appuie sur un script python pour effectuer toutes les tâches pour charger des fonds de carte et les points stockés dans la BDD.

Le langage utilisé sur une console Qgis est un langage python développé pour un environnement Qgis. C'est un langage plus couramment appelé PyQgis. Ce dernier comporte une large bibliothèque de commandes pour réaliser toutes les tâches qui sont possibles de réaliser manuellement avec Qgis. Un exemple de code PyQgis pour visualiser des métadonnées permet de charger des fonds de carte, de se connecter à la BDD, de récupérer les données souhaitées sous forme de table, de les transformer en couche de points et d'afficher des étiquettes avec les numéros de points.

En faisant référence à l'annexe 13 (Exemple de code PyQgis pour visualiser des métadonnées de façon interactive¹³) les différentes étapes du script sont les suivants :

- Etape 1 : Chargement des bibliothèques de PyQgis nécessaires au script
- Etape 2 : Définition des noms de table et nom de la couche de points en sortie et du champ pour les étiquettes
- Etape 3 : Chargement de fond de carte en demandant quelle(s) carte(s) l'utilisateur souhaite charger de préférence
- Etape 4 : Connection à la BDD qui contient les métadonnées acquises avec les formulaires en fournissant l'adresse IP, le port, le nom de la BDD, le nom de l'utilisateur et le mot de passe.
- Etape 5 : Choix des données à charger en les mettant sous forme de table
- Etape 6 : Création d'une couche de points avec les métadonnées chargées depuis la BDD
- Etape 7 : Ajout des étiquettes pour afficher les noms des points

Bien évidemment ce script peut évoluer en le complétant pour effectuer d'autres requêtes et arriver à des visuels améliorés.

Le résultat de ces sept étapes écrites dans le script PyQgis est visible sur la figure 13 ci-dessous. Trois différentes cartes ont été chargées en fonction des choix de l'utilisateur.



Figure 13 : Chargement des points sur Qgis avec une connexion à la BDD

¹³ Annexe 13 : Exemple de code PyQgis pour visualiser des métadonnées de façon interactive

Une table avec les métadonnées a été chargée ainsi qu'une couche comprenant tous les points et l'affichage de ces points sur la carte est optimisée en ajoutant des étiquettes avec leur nom.

Cette méthode est la plus rapide pour visualiser les métadonnées qui ont été acquises sur le terrain. Effectivement, si l'utilisateur qui effectue la collecte de données avec ODK Collect sur le terrain a un accès direct à internet il peut transférer les données dans la minute qui suit l'acquisition et les données sont stockées sur la BDD du serveur Fugro GEOID. Cela veut dire qu'une minute après l'acquisition des métadonnées sur le terrain il est déjà possible de visualiser celles-ci sur le logiciel Qgis en lançant le script PyQgis et de réaliser différentes requêtes. La mise en place de cette dynamique a un intérêt majeur. C'est que les données sont centralisées, une unique version de celles-ci est disponible partout, tout le temps pour tout le monde (avec des identifiants) et il n'y a pas d'ambiguïté sur la source des données. Lorsqu'un chef de projet souhaite visualiser l'avancée des travaux en fin de journée par exemple il peut le faire facilement. Etant donné la situation des chantiers de Fugro GEOID dans le monde entier, cette méthode est très efficace pour un contrôle de qualité. Il est également possible d'automatiser des scripts journaliers pour un contrôle de qualité des métadonnées, de générer des alertes quand il manque des informations ou que des valeurs aberrantes ont été saisies.

Utilisation de Google Earth pour la visualisation des métadonnées acquises

C'est la méthode la plus simple des deux qui permet d'afficher des points sur Google Earth avec toutes les métadonnées associées. Pour ce faire il faut exporter les métadonnées des formulaires avec ODK Aggregate en format .kml en précisant sur quel champ il faut baser les noms des points. Les coordonnées sont reconnues directement lors de l'export avec ODK

Aggregate. La dernière étape est d'ouvrir Google Earth et de charger le fichier « keyhole markup language » (KML) pour avoir une visualisation comme sur l'exemple de la figure 14 ci-contre.

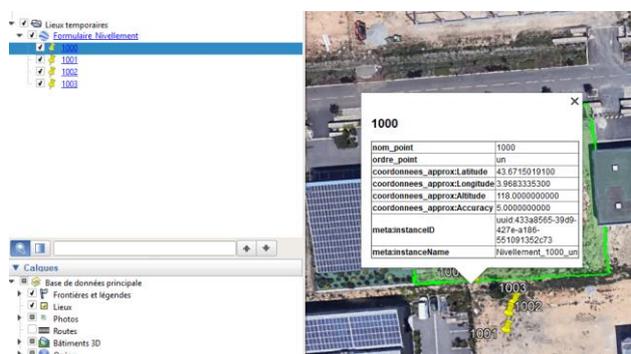


Figure 14 : Chargement des points sur Google Earth

Google Earth est un logiciel connu par une grande partie des personnes et c'est pour cette raison que l'export en fichier .kml avec ODK Aggregate est intéressant. En effet, le fichier

en format.kml est léger et peut être facilement échangé par messagerie électronique pour montrer l'avancée du chantier à une autre personne ou même au client.

II.4.2.2 Visualisation spatiale des métadonnées sans accès internet

Lorsqu'aucune connexion internet n'est possible et qu'une visualisation spatiale est souhaité tout en ayant la possibilité de réaliser des requêtes sur les métadonnées le logiciel Qgis va pouvoir être mis en œuvre. Le version Qgis 3.0 Girona a été utilisée pour la visualisation des données.

D'une part il faut avoir le fichier de métadonnées .csv exporté avec ODK Briefcase (cf partie II.2.3.3) et d'autre part un fond de carte souhaité en format raster ou vecteur tout en sélectionnant la même projection. Une fois les points chargés sur Qgis, un étiquetage sur un champ ou encore une symbolisation (en fonction de l'ordre du point sur l'exemple de la figure 15 ci-dessous) est possible pour améliorer le visuel.

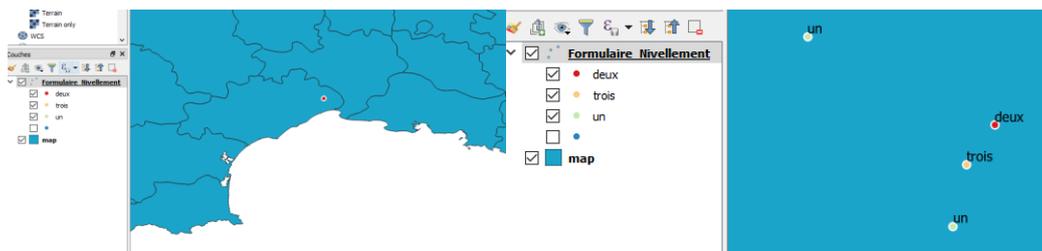


Figure 15 : Exemple de chargement de données sans connexion internet

II.4.3 Traitement des données en tout lieu

Les recherches effectuées pour ce TFE concernant les applications ODK pour la collecte et la gestion des métadonnées, les possibilités pour traiter et visualiser les métadonnées acquises et la mise en place des recommandations d'utilisation des différents moyens d'échange de données, les traitements des données deviennent possibles en tout lieu. Bien sûr il faut s'adapter aux conditions de couverture internet ou non et de sa qualité.

Lors de chantier de grande envergure mené par la société Fugro GEOID, le traitement des données peut durer très longtemps (plusieurs mois voire un an ou plus). Par conséquent, c'est rare qu'une seule personne fasse le traitement de toutes les données du chantier. Le traitement peut alors être réalisé par différentes personnes parmi les employés de Fugro GEOID. Pour garantir toutes les étapes de calcul une procédure est très importante. Cette procédure, rédigée en français et en anglais, est améliorée tout au long d'un chantier avec des versions successives et doit prendre en compte tous les aspects liés à la bonne réalisation du traitement. Si un changement doit avoir lieu dans la procédure de

traitement alors il faut en informer la personne qui a rédigé cette procédure et elle doit valider le changement proposé.

En plus de la procédure de traitement il faut aussi faire un changement de main (« hand over » en anglais) entre la personne qui traitait les données et la personne qui prend le relais. Ce changement de main peut se faire sous forme de documents ou par communication entre les deux personnes concernées. Une communication par un certain moyen tel que « Skype », « Team Viewer », messagerie électronique ou téléphone permet de montrer concrètement les étapes à réaliser pour un traitement et assurer un bon relais entre les personnes. Il faut également transmettre la liste des interlocuteurs en lien avec le traitement des données et prévenir ces interlocuteurs et autres acteurs du chantier pour avertir du changement à venir.

III Application des travaux de recherche et développement à différents chantiers

La recherche réalisée pour ce TFE a pu être mise en application sur des chantiers en cours et de grande envergure dirigés par Fugro GEOID.

III.1 Etablissement d'un réseau géodésique national sur l'ensemble du territoire en Ouganda

III.1.1 Contexte et présentation des phases du chantier

L'Ouganda est un pays d'Afrique situé sur le plateau Est-africain et sa superficie est de 241 550 km² soit l'équivalent du Royaume-Uni. Fugro GEOID a été mandatée, en partenariat avec IGN France International (Joint Venture), pour réaliser l'ensemble du canevas géodésique d'ordre Zéro (CORS), Premier ordre et Second Ordre. Fugro GEOID intervient plus particulièrement sur :

- Le calcul du réseau géodésique d'ordre Zéro – CORS (utilisation des logiciels GAMIT-GLOBK et BERNESE)
- La reconnaissance des sites et la matérialisation des bornes géodésiques de 1er et 2nd Ordres.
- L'observation, le calcul et la compensation de l'ensemble du réseau (Ordres Zéro, Un et Deux)
- L'observation de bornes géodésiques historiques et le calcul de paramètres de transformation géodésiques entre le référentiel historique Arc 1960 et le nouveau référentiel (réalisation récente de l'ITRS).
- L'observation de repères de nivellement et le calcul d'un modèle de géoïde géométrique.

La partie du chantier sur laquelle Fugro GEOID intervient est le design du nouveau réseau géodésique, la reconnaissance du pays, la construction des nouvelles bornes géodésiques et la mesure de celles-ci. Cette partie a été divisée en plusieurs phases qui sont les suivantes :

- Phase 1 : Elaboration d'une conception de réseau géodésique pour le pays
- Phase 2 : Reconnaissance sur le terrain
- Phase 3 : Construction des bornes géodésiques

- Phase 4 : Observations GNSS des nouvelles bornes géodésiques, bornes géodésiques historiques, et repères de nivellement.
- Phase 5 : Traitement des observations GNSS
- Phase 6 : Elaboration de la carte du nouveau réseau et fiches signalétiques correspondantes.
- Phase 7 : Livraison des travaux réalisés (bornes géodésiques, carte, fiches, rapports)

Les phases 2 et 3 se sont déroulées pendant la période du TFE et plusieurs recherches ont pu être appliquées à ces phases. Pendant toutes ces phases et entre celles-ci des contrôles de qualité sont réalisés pour valider des étapes. Les recherches de ce TFE vont donc être mises en situation réelle sur ce chantier pour apporter une certaine dynamique depuis l'acquisition jusqu'au contrôle de l'avancement et de la qualité des phases en cours ou réalisées.

III.1.2 Application des travaux de recherche et développement à la phase 2 du chantier : Reconnaissance sur le terrain

Cette phase sert à reconnaître les différents lieux qui ont été grossièrement prédéfinis avec la phase de conception du réseau géodésique. C'est pendant cette phase de reconnaissance que les lieux vont être choisis plus précisément pour y construire les nouvelles bornes géodésiques. Les métadonnées qui sont acquises tout au long de cette phase sont des données logistiques (accès, heure d'ouverture du site, réseau téléphonique accessible, force du réseau téléphonique, contact sur place, numéro de téléphone du contact, etc.), des données de situation (zone dégagée pour les mesures GPS, masque, type de masque, bâtiments à proximité, type de bâtiment, etc.) et bien d'autres données spécifiques. Autant dire qu'il y a beaucoup d'informations à collecter lors de cette phase. Le début de l'acquisition des métadonnées lors de la reconnaissance a été réalisée par la méthode ancienne avec des formulaires de terrain papier et un crayon et les photos étaient prises avec un appareil photo. Cependant, cette méthode n'a pas résisté aux possibles oublis de renseignements de certaines informations. Toutes les informations acquises lors de cette phase de reconnaissance sont contractuellement demandées par le client et de ce fait aucun oubli n'est permis. C'est pour cette raison que l'ancienne méthode d'acquisition de données a été remplacée par la méthode numérique avec les applications ODK.

III.1.2.1 Création des formulaires d'acquisition

Les formulaires numériques créés pour l'acquisition des métadonnées lors de la phase de reconnaissance sont des formulaires qui comprennent beaucoup de questions car le nombre d'informations est très important pour chaque lieu de reconnaissance. Le formulaire a été créé avec le logiciel Excel et contient quatre feuilles qui sont « survey »¹⁴, « choices »¹⁵, « cascades »¹⁶ et « settings »¹⁷. La feuille « choices » est la feuille qui contient les réponses (visible en annexe 14b) aux questions à réponses multiples et aux questions à réponse unique. La feuille « cascades » sert de feuille de référence lors d'une question de type « cascading_select ». Cette fonction (visible en annexe 14a) permet de faire appel à la feuille « cascades » sur un nom défini et de choisir parmi toute la liste qui est dans « cascades » (visible en annexe 14c). Concrètement cette feuille sert pour choisir un district en Ouganda. La feuille « settings » sert pour nommer le formulaire complété à la fin de l'acquisition en prenant des parties qui sont des réponses à des questions (visible en annexe 14d). Deux autres petites particularités/astuces ont été ajoutées à ce formulaire. La première est de rendre la plupart des champs obligatoires à remplir en mettant dans la colonne « required » le mot « yes » pour définir une obligation de réponse à la question. La deuxième particularité est que certains groupes de questions ne s'affichent seulement si la réponse à une question est 'oui'.

III.1.2.2 Acquisition des métadonnées sur site

Des smartphones ont été achetés pour réaliser l'acquisition numérique des métadonnées. Le choix du smartphone a été fait avec le chef de projet et l'ingénieur informatique de Fugro GEOID. La marque du smartphone choisi est « Huawei » et la version est Y6. Ce smartphone a un écran de 14cm x 7cm qui se montre très pratique pour visualiser les questions des formulaires d'acquisition. Les paramètres ont été prédéfinis

¹⁴ Annexe 14a : Extrait de la feuille « survey » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda

¹⁵ Annexe 14b : Feuille « choices » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda

¹⁶ Annexe 14c : Feuille « cascades » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda

¹⁷ Annexe 14d : Feuille « settings » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda

pour avoir le moins de liberté possible et, par conséquent, limiter les erreurs et mauvaises manipulations.

Une fois le formulaire créé il a été transformé en fichier XML à l'aide de l'application XLSForm. Il a été copié manuellement dans les téléphones des utilisateurs qui réalisent la reconnaissance de terrain. Ils ont juste eu à remplir le formulaire numérique en suivant les différentes étapes.

III.1.2.3 Export et transfert des métadonnées acquises

Sachant que l'application ODK Aggregate n'était pas encore mise en place pour cette phase du chantier les données ont été exportées à l'aide d'ODK Briefcase et stockées localement sur l'ordinateur du chef de mission. Chacun des utilisateurs sur site a donné son téléphone après quelques jours de reconnaissance au chef de mission pour qu'il récupère tous les formulaires complétés et photos liées. Les formulaires complétés en format .xml sont ensuite transformés en fichiers .csv lisibles avec le logiciel Excel.

Un dossier contenant tous les formulaires complétés sous format .csv et les photos est ensuite copié sur le serveur de Fugro GEOID en se connectant à Pulse Connect Secure. La connexion avec Pulse Connect Secure permet d'accéder à quasi-toutes les données sur le serveur de Fugro GEOID tout en étant dans des conditions sécurisées.

III.1.2.4 Création des fiches de reconnaissance en format PDF

Pour justifier le travail réalisé et pour rendre des comptes au client de la phase de reconnaissance, des fiches de reconnaissance sont créées et ensuite transmises au client. Pour réaliser ces fiches finales avec les informations contenues dans les fichiers « Comma-Separated Values » (CSV) et les dossiers de photos le logiciel Excel a été utilisé avec une macro écrite en langage VBA pour récupérer les différentes photos et les positionner sur les emplacements prévus de la fiche. Cette macro a été créée par l'ingénieur de recherche et développement de Fugro GEOID. Le fichier Excel qui permet de créer les fiches de reconnaissance automatiquement contient quatre feuilles différentes. Avec cette méthode les exports des fiches finales de reconnaissance sont faits en format .xlsx et .pdf.

Le résultat de la fiche finale de reconnaissance¹⁸ rendue au client et qui est réalisée par une acquisition numérique, un traitement et une gestion nouvelle des informations acquises est visuellement beaucoup plus claire en comparaison à la fiche de reconnaissance réalisée par la méthode ancienne¹⁹. Les écritures sont toutes identiques sur la nouvelle fiche et les infos ne peuvent pas être manquantes car lors de l'acquisition le remplissage de toutes les infos est obligatoire pour finaliser le formulaire sur site.

III.1.3 Application des travaux de recherche et développement à la phase 3 du chantier : Construction des bornes géodésiques

Cette phase est mise en marche après validation de la phase de reconnaissance. C'est lors de cette phase que toutes les bornes géodésiques vont être construites. Les informations acquises pour la construction des bornes sont principalement liées aux différentes étapes de la construction. Une étape de préparation comprend la réalisation des fondations, l'étape suivante est la réalisation de la borne en béton et la dernière étape est dite de finition pour enlever les coffrages et reboucher le trou creusé. Les recherches sur les outils temps réel ont pu être mis en œuvre pour cette phase.

III.1.3.1 Création des formulaires d'acquisition

Pour cette phase la création des formulaires est quasiment identique à celle de la phase de reconnaissance. Pour l'acquisition de toutes les informations pendant cette phase deux formulaires ont été créés. Le premier servant à l'acquisition de toutes les informations pendant la construction des bornes et le second formulaire permet de collecter toutes les informations sur la borne géodésique construite pour la création d'une fiche signalétique de site géodésique. Pour une borne construite il y a donc deux formulaires à remplir.

Le formulaire de construction a cependant une petite subtilité. Lors du remplissage du formulaire une question à sélection unique apparaît (figure 16) et demande à l'utilisateur de choisir parmi les trois étapes « Preparation », « Production » ou « Finishing ». En fonction de la réponse le formulaire dirige

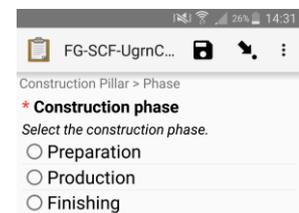


Figure 16 : Capture d'écran lors de l'acquisition avec ODK

¹⁸ Annexe 15 : Fiche de reconnaissance générée par la méthode nouvelle

¹⁹ Annexe 16 : Fiche de reconnaissance générée par la méthode ancienne

l'utilisateur vers un groupe de questions en rapport avec la réponse choisie. Le formulaire est paramétré pour que le nom du formulaire rempli en fin de saisie comprenne le nom du point et le nom de l'étape de la phase construction de façon automatique. Les formulaires sont chargés ensuite manuellement dans les smartphones.

III.1.3.2 Mise en place d'une BDD avec ODK Aggregate

La BDD mise en place pour la partie recherches de ce TFE (cf partie II.3.2) a été utilisée pour la phase construction de ce chantier en utilisant ODK Aggregate. Cela permet aux utilisateurs qui remplissent les formulaires sur site de les transférer directement au serveur Fugro GEOID en utilisant un nom d'utilisateur et un mot de passe lorsqu'il bénéficie d'une connexion internet fiable. Par conséquent les utilisateurs ne sont plus obligés de se présenter au chef de chantier quotidiennement pour exporter les formulaires complétés. La BDD est donc alimentée automatiquement et les informations sont stockées dans un environnement sécurisé. De plus, cela permet de vérifier la quantité de données et de les visualiser quasi-instantanément.

III.1.3.3 Visualisation des métadonnées pour un contrôle d'avancement et de qualité

Le contrôle de qualité sur cette phase se traduit par le contrôle de l'intégralité des informations acquises sur site par les utilisateurs. En effet il peut arriver qu'un utilisateur oublie de transférer un formulaire par ODK Aggregate. Une stratégie simple a été mise en place pour vérifier si tous les formulaires ont été transférés par les utilisateurs sur site. Elle consiste à ce que chaque chef d'équipe (qui est en possession d'un smartphone pour l'acquisition) transmette un rapport d'avancement journalier sous forme de tableau Excel²⁰. Sur ce rapport est écrit pour chaque point son état d'avancement et si oui ou non les formulaires ont été transférés au serveur. La personne qui vérifie les données au siège de Fugro GEOID se connecte à la BDD avec Excel (cf partie II.4.1) ou ODK Aggregate et regarde la concordance entre les formulaires reçus sur le serveur et le rapport d'avancement journalier reçu par le chef d'équipe sur place. Si un formulaire est manquant alors il est mis au courant très rapidement. Etant donné la rapidité de transfert des données

²⁰ Annexe 17 : Rapport journalier d'avancement de la phase de construction pour la région South-west

acquises sur site au serveur dans la BDD il est évident que la vérification des données soit également très rapide.

La visualisation spatiale va être utile pour voir l'avancement du chantier et dans ce cas c'est la visualisation spatiale de l'avancement de la construction des bornes géodésiques. Elle peut se faire de deux façons (cf partie II.4.2.1), soit avec Google Earth soit avec Qgis.

Une visualisation de l'avancement de la phase construction est très simple. Il suffit de faire un export depuis ODK Aggregate en format .kml des formulaires d'acquisition et d'ouvrir le fichier dans Google Earth²¹. Cependant Google Earth ne permet pas de faire des requêtes sur les données et est donc un peu limité. L'avantage d'un fichier en format .kml est qu'il est léger et facile à envoyer par e-mail à toutes les personnes concernées par le projet. C'est un visuel sur l'avancement du projet qui reste simple mais significatif pour n'importe quelle personne liée au projet.

L'autre moyen est de visualiser les données sur Qgis (cf partie II.4.2.2) et cela permet de réaliser des requêtes sur les données pour pouvoir en apprendre d'avantage et de vérifier les informations acquises. C'est un réel atout pour visualiser rapidement et interactivement les travaux réalisés sur site. Qgis est connecté à la BDD qui contient les informations acquises pendant la phase de construction. Avec un script PyQgis sur console Python lié à Qgis ces informations peuvent être chargées (cf partie II.4.2.2). Le script créé pour la visualisation de cette phase du chantier²² s'exécute en plusieurs étapes en demandant une entrée de la part de l'utilisateur :

- Demande à l'utilisateur de définir un nom pour la couche de points créée (image de gauche de la figure 17) ;
- Demande à l'utilisateur les fonds de carte à charger (image de droite de la figure 17) ;
- Connexion à la BDD ;
- Création de la table concernée par les formulaires d'acquisition « monumentation » (celle qui contient les coordonnées les points) avec les données de la BDD ;

²¹ Annexe 18 : Visualisation de l'avancée de la phase de construction des bornes géodésiques

²² Annexe 19 : Script PyQgis pour la visualisation des métadonnées de la phase construction du chantier en Ouganda

- Création de la table concernée par les formulaires d'acquisition « construction » (celle qui contient les trois étapes de la construction) avec les données de la BDD ;
- Insertion du ou des fond(s) de carte choisis par l'utilisateur ;
- Création d'une couche de points dans Qgis pour les données des formulaires « monumentation » ;
- Connexion entre les tables « monumentation » et « construction » sur le champ nom du point et ajout de la couche de points dans Qgis ;
- Création des étiquettes pour les points ;
- Colorisation des points en fonction de la région.

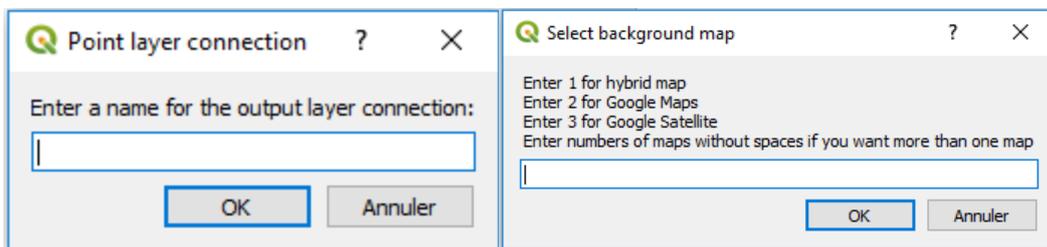


Figure 17 : Fenêtres qui demandent des informations en entrée à l'utilisateur

Avec ce script toutes les données contenues dans la BDD du serveur Fugro GEOID sont chargées pour la phase construction des bornes géodésiques du chantier en Ouganda²³. Il est possible de réaliser différentes requêtes sur les données dans Qgis et de vérifier toutes les informations que les couches contiennent. A chaque nouvelle exécution du script python la carte sur Qgis est mise à jour avec les nouvelles données. Cela signifie qu'une personne sur site qui transfère ses formulaires complétés depuis le site en Ouganda sont visibles sur Qgis instantanément et ce depuis n'importe quel lieu dans le monde à condition d'avoir une connexion internet.

III.1.4 Problèmes rencontrés et solutions apportées

Le changement entre l'ancienne méthode d'acquisition des métadonnées avec formulaires papier et la nouvelle méthode numérique a demandé un certain temps d'adaptation pour les équipes de terrain comme pour les personnes qui exploitent les

²³ Annexe 20 : Visualisation interactive de l'avancée de la phase de construction des bornes géodésiques sur Qgis

métadonnées dans les locaux de Fugro GEOID. Certes c'est une nouvelle méthode qui a été testée pendant les recherches mais la mettre en place concrètement implique toujours certains doutes sur le réel fonctionnement. En effet un problème majeur a été détecté lors de la phase de reconnaissance. Les formulaires créés étaient bien trop longs. Les fichiers CSV exportés étaient trop lourds pour pouvoir être ouverts sur Excel. La réaction a été très rapide pour régler le problème et le formulaire d'acquisition a été raccourci pour éviter les pertes de données. Une limite de champs au nombre de 200 par formulaire a été mise en place pour ne pas retrouver ce problème sur d'autres travaux.

Lors de la mise en place de la nouvelle méthode d'acquisition et le stockage automatique sur le serveur local de Fugro GEOID un autre problème a été rencontré. Fugro GEOID a déménagé dans des nouveaux locaux pendant la mise en place de la nouvelle méthode d'acquisition. De ce fait les formulaires n'ont pas pu être transférés sur le serveur chaque jour. Le serveur était hors fonctionnement pendant trois jours et les données ont été gardées par les équipes terrain pour les transférer dès que le serveur a fonctionné à nouveau. En attendant que le serveur soit remis en marche, les données ont été stockées localement sur un ordinateur pour garder une copie. Un stockage temporaire pouvait également être fait avec l'application ODK Briefcase si nécessaire.

III.2 Détermination d'un modèle de géoïde dans l'émirat d'Abou Dhabi et établissement d'un réseau géodésique de premier ordre

III.2.1 Contexte et présentation des phases du chantier

Les Emirats Arabes Unis constituent un pays de la péninsule Arabique, divisé en sept émirats autonomes. Le plus important au plan de la superficie ou de l'économie est l'Emirat d'Abou Dhabi (Emirat en orange sur la figure 18 ci-contre). Cet émirat a une taille d'environ 67 000km² soit l'équivalent de l'Irlande et est majoritairement occupé par un désert.



Figure 18 : Carte des Emirats Arabes Unis

Le projet, qui couvre la totalité de l'Emirat, est constitué de deux phases :

- -Phase I : C'est la phase de réalisation du réseau géodésique de 1er ordre, comprenant reconnaissance, construction des bornes géodésiques, observations GNSS, calcul, compensation et géoréférencement du réseau, contrôles de qualité.
- Phase II : C'est la phase d'observation de points de gravité et détermination d'un modèle de géoïde, comprenant reconnaissance, observations gravimétriques et GNSS (4 stations de gravimétrie absolue et plus d'environ 12000 points de gravimétrie relative), calcul et compensation du réseau, calcul de modèles de géoïde gravimétrique et hybride, contrôles de qualité. Fugro GEOID a été mandatée pour réaliser ce projet, en partenariat avec sa compagnie sœur Fugro Middle East.

Ce TFE est intervenu pendant la Phase II qui comprend différentes étapes :

- Etape 1 : Préparation du chantier
- Etape 2 : Reconnaissance sur site
- Etape 3 : Acquisition de données GNSS, gravimétriques absolues, relatives et données de nivellement
- Etape 4 : Traitement des données gravimétriques et GNSS
- Etape 5 : Calcul du modèle de géoïde

Etant donné l'envergure du projet, beaucoup de personnels et de matériels ont été mobilisés pour les différentes phases. La quantité de données acquise et gérée pour ce projet est considérable. Les étapes 3 et 4 se sont déroulées en partie pendant le TFE ainsi les recherches réalisées pour ce TFE ont pu être mis à profits pour ces phases du projet.

III.2.2 Méthodes d'acquisition de données

Pour ce projet la phase d'acquisition comprend beaucoup de mesures bien différentes ainsi qu'un matériel changeant en fonction du type de mesures réalisées. En effet des mesures gravimétriques absolues et relatives, des mesures GPS et un nivellement de précision ont été effectués.

III.2.2.1 Gravimétrie absolue

Les mesures de gravimétrie absolue ont été réalisées par un ingénieur de recherche du CNRS à l'aide d'un gravimètre absolu FG 5 construit par Micro-g LaCoste.

Le principe du gravimètre FG5 est de mesurer un objet en chute libre à l'aide d'un interféromètre pour détecter les franges d'interférence (Sylvain Bonvalot, 2010). Cet instrument mesure la gravité absolue en un point à une certaine hauteur (environ 1.2m par rapport au sol où est installé l'instrument). Quatre points ont été mesurés aux extrémités et au centre de l'émirat d'Abou Dhabi pendant 24h. Ces points permettent de contraindre et rattacher l'ensemble du réseau de gravimétrie relative. (Partie rédigée à l'aide de l'article de Z Jiang et al. En 2012)

III.2.2.2 Gravimétrie relative et mesures GNSS

La gravimétrie relative a servi à couvrir l'émirat entier avec des mesures gravimétriques relatives. Un maillage de 1km par 1km a été défini sur la totalité de l'émirat avec parfois un maillage de 2km par 2km pour des zones non urbanisées (souvent des espaces de désert). A chaque nœud de ce maillage une mesure de gravimétrie est réalisée ainsi qu'une mesure GNSS sur exactement ce même point. La gravimétrie relative fonctionne en réalisant des cheminements fermés (boucles). C'est-à-dire que le dernier point mesuré est exactement le même que le premier point mesuré. Cela permet de calculer la fermeture de boucle pour pouvoir corriger les mesures de la dérive du gravimètre. Il y a deux sortes de boucles : des boucles journalières et les boucles géodésiques. Les boucles journalières sont des boucles gravimétriques permettant de corriger les mesures de gravité de la dérive et comptent entre cinq à vingt points par boucle en fonction de la difficulté du terrain. Les boucles géodésiques sont des grandes boucles qui comprennent plusieurs boucles journalières. Beaucoup de points sont mesurés plusieurs fois par plusieurs équipes pour refermer leur boucle journalière ou géodésique. Ce point est appelé « node point » et peut être une borne géodésique, un repère de nivellement, ou un point matérialisé (marquage sur affleurement rocheux ou dalle en béton etc.). Au final tout le réseau de gravimétrie relative est constitué de boucles géodésiques reliées entre elles.

La gravimétrie relative n'a pas seulement été utilisée pour couvrir l'émirat de mesures gravimétriques mais également pour déterminer le gradient vertical des points de gravimétrie absolue. Une mesure au sol et deux mesures à deux positions plus élevées sont réalisées (connaissant les différences de hauteur) pour pouvoir calculer le gradient vertical. Ce dernier permet de déterminer la valeur de gravité absolue au niveau du sol et non à 1.2m. Afin de rattacher le réseau de gravimétrie relative aux quatre points de gravité absolue, des boucles sont réalisées entre le point de gravité absolue et le point du réseau de

gravimétrie relative à l'aide d'un gravimètre relatif. Les gravimètres relatifs utilisés sont les modèles CG5 et CG6 construit par Scintrex.

III.2.2.3 Nivellement géométrique

Les points de gravimétrie absolues ont été mesurés à l'intérieur de bâtiments pour garder une température constante d'environ 20°C et pour que les mesures ne soient pas biaisées par la température (très élevée aux Emirats Arabes Unis), le vent ou tout autre source de bruit. Pour que l'ingénieur de recherche CNRS puisse traiter les données de gravimétrie absolue il a eu besoin de l'altitude des points. Le nivellement a donc servi à déterminer l'altitude des points de gravimétrie absolue en réalisant des cheminements aller-retour entre ces points et des repères de nivellement à proximité et les points de gravimétrie absolue.

III.2.3 Gestion des équipes

Chaque équipe terrain est composée d'un chauffeur et d'un topographe de FME. Sachant qu'il y a quatre gravimètres relatifs il y a également quatre équipes de terrain et parfois une cinquième équipe de nuit. Le chef de mission reste dans un bureau sur site pour gérer les équipes et leur donner chaque jour les boucles journalières à faire.

III.2.4 Acquisition des métadonnées par la méthode numérique

III.2.4.1 Création du formulaire

Les métadonnées acquises lors des mesures GNSS et de gravimétrie relative ne sont pas très nombreuses. Au départ ces métadonnées étaient acquises à l'aide d'un formulaire papier. Sachant que le nombre de points à mesurer pour déterminer le modèle de GEOID est d'environ 12 000 points les formulaires papier sont rapidement devenus un problème pour le stockage et les possibles pertes de formulaires. De plus, chaque topographe a une écriture différente, parfois plus ou moins lisible et l'oubli d'une information peut vite arriver. Lorsqu'il fallait récupérer une information dans le formulaire au bureau c'était assez laborieux et long.

La nouvelle méthode d'acquisition permet d'avoir l'intégralité des métadonnées en rendant les champs obligatoires mais également de prendre une photo de l'installation du gravimètre et du capteur GPS au moment des mesures.

La photo de l'installation est très importante car il est arrivé quelques fois que les équipes ne mesurent pas de la même manière un même point « node point ». Comme ces points sont souvent des bornes géodésiques elles ont une base béton et un pilier circulaire qui ressort de cette base béton. L'erreur commise par les équipes est donc de mesurer parfois sur le pilier en béton ou à la base de ce pilier. Avec la méthode ancienne d'acquisition de métadonnées il était difficile de savoir exactement où les mesures avaient été réalisées. La méthode nouvelle d'acquisition de métadonnées a résolu ce problème en ayant la possibilité d'intégrer une photo de l'installation (figure 19).



Figure 19 : Exemple de photos de stationnement des instruments sur un point

Le formulaire numérique d'acquisition a été créé avec Excel et transformé en format .xml grâce à l'application XLSForm.

III.2.4.2 Acquisition avec ODK Collect par les équipes sur le terrain

Les formulaires ont été copiés manuellement dans les smartphones des techniciens géomètres de chaque équipe. Dans un premier temps les équipes ont continué à remplir les anciens formulaires papier et en même temps les formulaires numériques pour se faire la main à la nouvelle méthode et ne pas prendre le risque de perdre potentiellement des métadonnées. Au bout de quelques jours de fonctionnement avec la nouvelle méthode d'acquisition des métadonnées, le formulaire papier n'a plus été utilisé.

III.2.4.3 Gestion des formulaires complétés

Le chef de mission qui est sur site est chargé de récupérer manuellement les formulaires complétés par les équipes de terrain. Il stocke les formulaires sous format .xml et le dossier multimédia dans un serveur local. Lors de ce chantier les travaux de recherches et développements effectués dans le cadre de ce TFE n'avaient pas encore été finalisés et il n'y avait pas encore de BDD disponible pour stocker les métadonnées acquises sur le serveur de Fugro GEOID sous forme de BDD. Les formulaires ont pu être exportés par l'intermédiaire de l'application ODK Briefcase pour obtenir des fichiers CSV contenant toutes les métadonnées acquises. Les métadonnées acquises pour cette phase de

chantier servent à contrôler les données lors du traitement des données GPS et gravimétriques.

III.2.4.4 Problèmes rencontrés et solutions apportées

Lors des essais de l'application ODK Collect sur site par les équipes de terrain plusieurs problèmes ont été constatés. Pour se repérer dans le désert et trouver le lieu de chaque point à mesurer les équipes de terrain utilisent leur smartphone avec l'application Orux Maps. Cette application fonctionne donc quasiment toute la journée et utilise le capteur GPS du smartphone. Par conséquent, la batterie du smartphone se vide assez rapidement. En rajoutant l'acquisition des métadonnées de façon numérique le déchargement de la batterie est encore plus rapide. Le problème qui survient de temps en temps est donc que les équipes se retrouvent sans batterie sur le téléphone et aucun moyen de le recharger car ils se déplacent parfois avec un buggy au milieu du désert. Lorsqu'ils se déplacent en voiture ils peuvent recharger le téléphone avec la prise allume cigare. Pour pallier ce problème certaines équipes terrain se sont équipées de batteries externes pour recharger le téléphone en cas de nécessité.

Un autre problème est l'espace physique limité des smartphones. Les formulaires d'acquisition ne sont pas très volumineux en taille de stockages, même lorsqu'ils sont complétés mais les photos prises lors de l'acquisition sont volumineuses. Et lorsqu'une équipe fait une boucle de 20 points avec deux photos par point le volume de stockage devient rapidement conséquent. Pour réduire le volume des photos une solution a été trouvée. Un paramètre sur l'application ODK Collect permet de choisir la taille des photos (figure 20) et en réduisant la taille au minimum, la qualité de la photo est quand même suffisante pour qu'elle puisse être exploitée en tant que métadonnée.

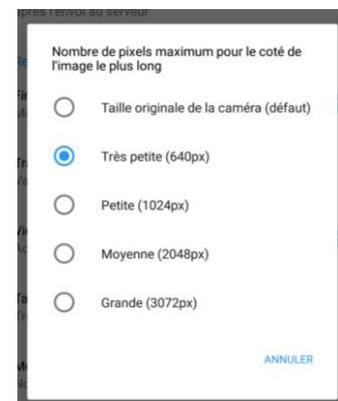


Figure 20 : Choix de la qualité des photos avec ODK Collect

III.2.5 Traitement des données à distance

Avec la quantité de données acquises durant cette phase du chantier les traitements sont conséquents. Au départ de cette phase une personne était présente sur site avec le chef de chantier pour traiter les données au fur et à mesure mais une personne à l'étranger engendre des frais et ce n'est donc pas une situation très profitable surtout que les traitements des données au fur et à mesure ne remplissent pas un planning à temps plein. La décision a alors été prise de faire certains traitements de données à distance. Une arborescence de dossiers (figure 21) a été construite en coopération avec le chef de mission qui sert uniquement pour le traitement à distance des données. Cette arborescence comprend tous les dossiers utiles pour le traitement des données de gravimétrie et des données de GNSS. Il contient des fichiers modèles déjà entièrement paramétrés et les procédures de traitement. Pour l'échange de données il y a un dossier nommé « 02_Received_data » ou le chef de mission copie des données nécessaires au traitement et un dossier « 03_Output_Data » ou sont copiées les résultats des traitements pour que le chef de mission puisse facilement les retrouver et les récupérer. Le but étant de ne jamais avoir de fichiers ou dossiers qui restent stockés dans les dossiers « 02_Received_data » et « 03_Output_Data ».

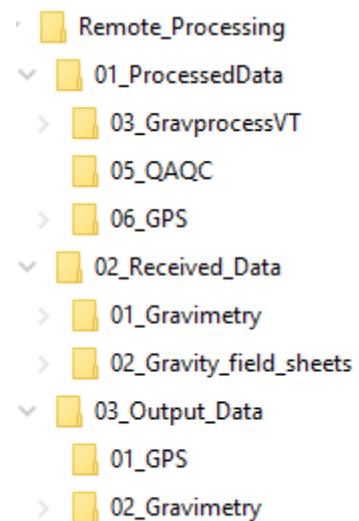


Figure 21 : Arborescence des dossiers pour des traitements à distance

III.2.5.1 Traitement des données GNSS

Sur site les points sont mesurés par la méthode « Real Time Kinematik » (RTK) lorsqu'une couverture réseau est présente et sinon la méthode « Post Processed Kinematic » (PPK) est utilisée. Les données brutes sont ensuite envoyées aux bureaux de FME pour extraire les coordonnées et les précisions. Du côté de Fugro GEOID, tous les points sont recalculés par la méthode PPK. Pour calculer la station pivot qui sert de base à chaque équipe il faut avoir les fichiers « Receiver INdependent EXchange format » (RINEX) des stations GPS permanentes que la municipalité d'Abou Dhabi fournit. Ces fichiers sont très lourds car ils comprennent des mesures GPS sur 24h de temps avec une fréquence d'échantillonnage d'une seconde. Les fichiers RINEX de la station pivot de chaque équipe ainsi que ceux du capteur GPS mobile sont fournis par FME. Ces données sont mises à disposition sur un serveur Fugro en utilisant SFT Accellion pour partager les

données dans des dossiers auxquels il est possible d'accéder lorsqu'on en a les droits par la personne qui partage les données. Il est donc évident qu'il faut avoir une connexion internet fiable et forte pour pouvoir télécharger les gros volumes de données depuis SFT Accellion.

Afin que chaque personne réalise le traitement en respectant les étapes avec les mêmes paramètres une procédure de traitement a été créée.

Avec cette procédure détaillée, une connexion internet suffisante et un moyen de transfert de données fiable (SFT Accellion) les données ont pu être traitées par un ingénieur situé au Mozambique et moi-même depuis New Castle Upon Tyne (UK), Jacou (34) et Castries (34). Le fichier final est un fichier Excel qui comprend les coordonnées obtenues par méthode RTK et les coordonnées obtenues par la méthode PPK. Ce fichier est ensuite déposé sur le serveur Fugro GEOID dans le dossier « 03_Output_Data » (figure 21) pour que le chef de chantier puisse le récupérer ou l'envoyer directement par messagerie électronique.

III.2.5.2 Traitement des données de gravimétrie

Comme pour le traitement GNSS à distance, le traitement des données de gravimétrie peut se faire à distance. Les données sont beaucoup moins volumineuses et grâce à Pulse Secure Connection, le chef de mission peut copier les dossiers de données sur le serveur Fugro GEOID dans le dossier « 02_Received_Data ». La personne en charge du traitement peut ensuite, par le même moyen de connexion au serveur, récupérer les données et les traiter depuis n'importe quel lieu dans le monde. Une procédure de traitement de données de gravimétrie a également été créée afin que toute personne de Fugro GEOID puisse avoir la possibilité de traiter les données.

Une fois les données traitées elles sont remises sur le serveur Fugro GEOID dans le dossier « 03_Output_Data » (figure 21) pour que le chef de mission puisse les récupérer.

III.2.6 Contrôles de qualité

Les contrôles de qualité sont nombreux pour ce chantier. Ils s'effectuent à plusieurs moments différents des phases du chantier. Comme vu dans la partie II.2.5.1 un contrôle de qualité est de calculer les coordonnées des points par une méthode différente et comparer les coordonnées obtenues par les deux méthodes. Un autre contrôle de qualité est effectué sur les données journalières. Ce contrôle s'effectue sur les données de gravimétrie

relative. Chaque boucle journalière est calculée et permet d'avoir les dérives des différentes boucles. Le contrôle dans ce cas est de vérifier que la dérive horaire ne soit pas élevée, donc très différente de la dérive nominale. En effet une dérive horaire excessive peut être dû à un choc du gravimètre ou à un défaut de l'instrument.

La où intervient cette recherche de TFE c'est pour vérifier les métadonnées acquises sur les formulaires numériques. Par exemple un mauvais nommage d'un point dans un instrument est rapidement vérifiable avec ce qui a été collecté comme métadonnées en parallèle. L'autre avantage d'utiliser cette nouvelle méthode d'acquisition des métadonnées pour renforcer le contrôle de qualité est de vérifier la façon de mesurer un point avec le gravimètre et le capteur GPS. Pour un même point pris par plusieurs équipes (node point) il pouvait être mesuré de beaucoup de manières différentes. Les photos acquises à l'aide de l'application de collecte de données ODK Collect a permis un réel contrôle de valeur bien plus fiable que les croquis de terrain.

Conclusion et perspectives

Une analyse de certains modes de fonctionnement d'une société telle que Fugro GEOID qui mène des chantiers dans le monde entier et qui sont fréquemment de grande envergure est très intéressante. Certes les moyens d'échange existants, les méthodes d'acquisition de données et les différentes méthodes de stockage, de traitement et de visualisation des données et plus exactement des métadonnées fonctionnent correctement. Néanmoins, ces moyens et méthodes ont pu être étudiés de près pour introduire une structure dynamique, fluide et optimisée sur certains points. La recherche d'une solution qui fonctionne dans tous les contextes est nécessairement un processus adaptatif, que seule une mise en œuvre sur de nombreux projets peut permettre.

Pour améliorer la phase d'acquisition de métadonnées, une solution numérique a été élaborée pour remplacer les formulaires papiers. Plusieurs possibilités ont été étudiées pour trouver une solution numérique adéquate et celle retenue est la solution optimale pour s'adapter aux chantiers menés par Fugro GEOID. Cette solution qui se traduit par l'utilisation des applications ODK, d'un smartphone, d'un serveur local et de différents logiciels et d'applications a permis de répondre aux améliorations souhaitées.

Concernant les transferts de données, les moyens n'ont pas changé mais en revanche des recommandations d'utilisation des différents moyens ont pu être mises en place en fonction des conditions et des données. En ce qui concerne les métadonnées, acquises avec la nouvelle méthode numérique et la mise en place d'une BDD connectée sur le serveur de Fugro GEOID, le transfert est devenu très fluide et efficace. Les métadonnées ne subissent plus de gestion manuelle pour le transfert et le stockage car cette partie a pu être entièrement automatisée et sécurisée.

L'exploitation des métadonnées grâce à un stockage en BDD s'est avérée performante en s'appuyant sur différents logiciels. La possibilité de visualiser les métadonnées quasi-instantanément, après l'acquisition de celles-ci sur site, et ce depuis n'importe quel endroit dans le monde est un réel avantage pour le contrôle de qualité. C'est une issue qui permet non seulement de vérifier l'avancée des travaux mais également la qualité des données acquises.

Un réel avantage de ce travail de recherche était de pouvoir le mettre à profit sur des cas concrets. Les méthodes ont pu être mises en pratique sur deux chantiers de grande envergure et pour lesquels cette étude était parfaitement calibrée. C'est parce que les

recherches ont été appliquées à ces chantiers bien réels que la méthode a encore pu être perfectionnée. Les commentaires faits par les utilisateurs ont été très bénéfiques pour continuer à améliorer les méthodes développées. Les chantiers en cours à Abou Dhabi et en Ouganda qui ont été cités dans ce mémoire continuent à utiliser les moyens d'acquisitions et de transfert des métadonnées.

Malgré une belle avancée pour l'acquisition et la gestion des données, ce travail de recherche n'est pas sans suite. L'application de la nouvelle méthode d'acquisition des métadonnées à la gestion de la logistique et de la sécurité est une perspective concrète. La transmission de certaines données par SMS qui n'a pas pu aboutir dans cette étude et l'utilisation d'autres logiciels pouvant traiter et visualiser les métadonnées de la BDD sont aussi des perspectives à portée de main.

Professionnellement, ce travail de fin d'études a été très enrichissant sur beaucoup d'aspects. J'ai pu comprendre que le métier de géomètre-topographe propose un panel d'activités bien plus large que ce que j'imaginai et que ce métier est en constante évolution. En plus d'avoir acquis beaucoup de nouvelles connaissances j'ai également pu mettre à profit mes connaissances acquises tout au long de mon cursus scolaire et particulièrement les cours de l'ESGT dans les domaines du SIG, de la gestion des bases de données et toutes les pratiques de terrain.

Néanmoins j'ai aussi rencontré des difficultés lors de ce stage. La première a été de comprendre concrètement dans quelle direction je devais m'orienter car le sujet m'a paru assez vaste. C'est en discutant avec certaines personnes de Fugro GEOID que j'ai pu comprendre plus clairement comment me diriger pour répondre aux problématiques. La deuxième difficulté a été de mettre à niveau mes connaissances en informatique pour arriver à des solutions. Enfin j'ai eu quelques obstacles de gestion du temps. Tout en essayant de m'organiser du mieux possible j'ai eu parfois un manque de répartition du temps de travail sur les différentes recherches entreprises.

En prenant du recul, ces problématiques m'ont fait évoluer et se sont montrées formatrices car j'ai dû persévérer et repousser des limites pour arriver à un résultat final de qualité et profitable pour la suite.

D'une vision plus personnelle, l'expérience vécue au sein de la société Fugro GEOID a été unique. Les employés ont su m'accompagner, me guider et me rassurer pour réaliser ce TFE. J'ai pu comprendre que Fugro GEOID n'est pas seulement une société qui effectue un travail de qualité au niveau international mais qu'elle est également une société humainement riche et continuellement à la recherche de l'innovation.

Bibliographie

Abiteboul, Serge « Sciences des données : de la logique du premier ordre à la Toile : Leçon inaugurale prononcée le jeudi 8 mars 2012. Chaire d'Informatique et sciences numériques ». In Sciences des données : de la logique du premier ordre à la Toile : Leçon inaugurale prononcée le jeudi 8 mars 2012. Leçons inaugurales. Paris: Collège de France, 2013. <http://books.openedition.org/cdf/529>.

Boigelot Denis. « Base de données » Article publié le 22 Août 2006

EpiCollect « Carnet de Terrain Électronique », 22 janvier 2015. <http://carnet-terrain-electronique.fr/epicollect/>. (Consulté le 17/07/2018)

Geopaparazzi and gvSIG mobile « state of the art - gvSIG Mobile - Videos - Portal gvSIG ». (Consulté le 20/07/2018). http://www.gvsig.com/en/products/gvsig-mobile/videos/-/asset_publisher/ji7PHM7ONhYb/content/geopaparazzi-and-gvsig-mobile-state-of-the-a-1.

Métadonnées EduChapter. eduscol, le site des professionnels de l'éducation (Consulté le 13/07/2018)
<http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/archives/metadata/metadonnees>.

Open Data Kit Documents <https://docs.opendatakit.org> (Consulté le 15/07/2018)

Pastorino, Cecilia. « Cinq conseils pour assurer la sécurité de vos bases de données ». WeLiveSecurity, 30 novembre 2017. (Consulté le 10/08/2018)
<https://www.welivesecurity.com/fr/2017/11/30/conseils-securite-bases-de-donnees/>.

Patrick Peccatte « Métadonnées: une initiation ». (Consulté le 13/07/2018).
<http://peccatte.karefil.com/Software/Metadata.htm#Meta>.

Price, Dylan. « A Synchronization Protocol for ODK Tables and ODK Aggregate », Thèse publiée en juin 2012

Qu'est-ce que la collecte de données ? Prim à bord, 5 juillet 2017. (Consulté le 12/07/2018) <https://primabord.eduscol.education.fr/qu-est-ce-que-la-collecte-de-donnees>.

Qu'est-ce qu'une donnée ? Ecole des Données (Consulté le 13/07/2018). <https://ecoledesdonnees.org/handbook/cours/quest-ce-quune-donnee/>.

Selma Khouri, « Cycle de vie sémantique de conception de systèmes de stockage et manipulation de données », thèse publiée le 10 janvier 2014, P.19-20-27.

SFT Accellion Secure « Accellion_Secure_Collaboration_Guide_fr.pdf » (Consulté le 13/07/2018) :

https://sft.fugro.com/courier/1000@/Accellion_Secure_Collaboration_Guide_fr.pdf

Sylvain Bonvalot. « Mesures et traitement de gravimétrie terrestre », Présentation Ecole d'été 2010 du GRGS.

Tanguy LARHER, Katia MILBEAU. Les métadonnées. « Par la dynamique conjointe des spécialistes d'Internet et des professionnels de la documentation, le Web fait évoluer ses langages de description et d'échange de données vers un formalisme plus structuré et plus adapté à la recherche. » Document PDF (Consulté 07/07/2018)

Web-based Participatory GIS with data collection on the field: a prototype architecture Document PDF par des auteurs gardés anonymes

Web sémantique Futura. (Consulté le 13/07/2018. <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-web-semantique-3993/>).

Z Jiang et al. « The 8th International Comparison of Absolute Gravimeters 2009: the first Key Comparison (CCM.G-K1) in the field of absolute gravimetry », 2012, Metrologia

Table des annexes

Annexe 1 Formulaire de carte d'observation des risques.....	64
Annexe 2 Formulaire de carte d'observation technique.....	65
Annexe 3 Formulaire d'évaluation des risques par mission.....	66
Annexe 4 Formulaire de rapport d'incident	67
Annexe 5 Tableau de comparaison des supports d'échange de données	69
Annexe 6 Tableau de comparaison entre la méthode d'acquisition « papier et crayon » et la méthode numérique	71
Annexe 7 Tableau comparatif des logiciels d'acquisition de métadonnées pour appareils numériques portables.....	72
Annexe 8 Procédure de création d'un formulaire numérique d'acquisition de métadonnées	73
Annexe 9 Procédure d'utilisation de l'application de collecte de données ODK Collect.....	82
Annexe 10 Procédure d'utilisation de l'application ODK Briefcase	84
Annexe 11 Tableau de recommandations de l'utilisation des moyens de transfert de données.....	85
Annexe 12 Procédure de mise en place et d'utilisation du FTP de Fugro GEOID	86
Annexe 13 Exemple de code PyQgis pour visualiser des métadonnées de façon interactive	90
Annexe 14a Extrait de la feuille « survey » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda	92
Annexe 14b Feuille « choices » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda.....	103
Annexe 14c Feuille « cascades » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda.....	106
Annexe 14d Feuille « settings » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda.....	109
Annexe 15 Fiche de reconnaissance générée par la méthode nouvelle.....	110
Annexe 16 Fiche de reconnaissance générée par la méthode ancienne	111
Annexe 17 Rapport journalier d'avancement de la phase de construction pour la région South-west	112
Annexe 18 Visualisation de l'avancée de la phase de construction des bornes géodésiques avec Google Earth.....	113
Annexe 19 Script PyQgis pour la visualisation des métadonnées de la phase construction du chantier en Ouganda	114
Annexe 20 Visualisation interactive de l'avancée de la phase de construction des bornes géodésiques avec Qgis.....	118

Annexe 1

Formulaire de carte d'observation des risques

Carte d'Observation des Risques


Cette carte doit être remplie par le personnel Fugro, les sous-traitants ou les visiteurs pour constater les situations suivantes:

Action dangereuse:
Une action qui pourrait entraîner un accident corporel, matériel ou environnemental.

Condition de travail dangereuse:
Une situation physique ou une utilisation d'équipement qui pourrait mener à un accident corporel, matériel ou environnemental

Action de sécurité:
Une action exceptionnelle montrant un comportement exemplaire de sécurité et un engagement personnel.

Suggestion:
Une suggestion d'amélioration d'une procédure qui pourrait améliorer la santé et la sécurité du personnel, l'environnement ou l'équipement.

Prenez le temps pour la sécurité

Faire un Rapport HSE dans Fugro IMPACT


Action Dangereuse	Condition de travail Dangereuse	Action de Sécurité	Suggestion
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Site : _____

Date/heure* _____

N° d'Affaire: _____

Type de travail _____

Coordinateur COR:*
(Directeur de Projet) _____

Votre Nom: _____

Lieu d'observation: _____
(ex: Site de construction, berge Champ, etc.)

Observation:* _____

Travail arrêté par: collègue chef de projet autre

Action immédiate prise: _____

Suggestion pour les actions complémentaires: _____

IMPACT Nr: _____

*A remplir D357 Date: 27 Janvier 2011

Annexe 3

Formulaire d'évaluation des risques par mission

FUGRO GEOID SAS



Fiche d'Evaluation des Risques par Mission (ERM)

à rendre au retour de mission.

A) A remplir par le **Directeur de Projet** avant le départ

Directeur de Projet:	Client:	N° affaire :
Nom de la personne :	Type de travaux, Lieu	Date de début :

<p>DOCUMENT UNIQUE</p> <p><i>Afficher le Document Unique. Utiliser le filtre pour sélectionner les risques concernant la mission.</i></p> <p><i>Expliquer ces risques au personnel qui part en mission.</i></p> <p><i>Il doit signaler tout nouveau risque rencontré sur le terrain.</i></p>	<p>Liste PPE nécessaire à la mission</p> <ul style="list-style-type: none"> - Casque - Chaussures sécurité - Combinaison - Gants - Bouchons d'oreilles - Casque anti-bruit - Masque anti-poussière - Lunettes de sécurité - Harnais de sécurité à fournir par le client - Gilet Sauvetage Autres à préciser : 	<p>Suivre les Exigences HSE du Client</p> <p>OUI / NON</p> <p>Si Oui, Quels documents sont fournis par le client avec version :</p>	<p>Recommandations (REC)</p> <p>REC 01 - Sécurité au Volant REC 02 - Protection zones REC 03 - Situations Particulières de Travail REC 04 - Gestion des Sous-Traitants REC 05 - Gestion des Changements REC 06 - Manutention REC 07 – Gestion Produits Dangereux REC 08 – Protection de l'Environnement REC 09 – PPE REC 10- Trousse de secours</p>
---	---	--	---

B) A remplir par la **personne qui part en mission** quand elle est sur place.

1) NOUVEAU RISQUE ET COMMENTAIRES SUR LE DOCUMENT UNIQUE

Si vous faites une activité qui n'est pas comprise dans l'analyse des risques donné pour la mission, vous devez évaluer ce nouveau risque (utilisez la procédure P62 Document Unique) **avant de commencer ce travail.** Selon le contexte, si nécessaire, vous devez faire une nouvelle évaluation d'un risque déjà identifié sur le DU.

Nouveau Risque (NR) Ou Document Unique (DU)	Activité	Action de Prévention	Commentaire	Efficace O/N

Si une évaluation des risques a déjà été faite sur place, merci de joindre une copie signée.

COR (Carte d'Observation des Risques) remplie O / N



2) COMMENTAIRES SUR RECOMMANDATIONS (REC)

Mis en place ? OUI / NON	Si NON pour quelle(s) raison(s) :
Efficace ? OUI / NON	Commentaires :

3) COMMENTAIRES SUR LES SOUS-TRAITANTS

Est-ce que vous avez des sous-traitants sous votre responsabilité ? OUI / NON

Si OUI : Briefing HSE fait O / N Date :

Faire signer la feuille de réunion (D347) par les sous-traitants présents lors briefing HSE et remettre la copie signée au Directeur de Projet.

Efficacité des sous-traitants :

4) AUTRES COMMENTAIRES SUR HSE DE LA MISSION

.....
.....
.....

DATE DE RETOUR DE LA FEUILLE REMPLIE :

SIGNATURE :

Annexe 4

Formulaire de rapport d'incident

FUGRO GEOID SAS

RAPPORT D'INCIDENT



Rapport d'incident No. :

(A compléter par le Coordinateur HSE)

ACCIDENT (Cocher la case adéquate)

Nature de l'incident	Blessure liée au travail
<input type="checkbox"/> Evité de justesse (cat 3)	<input type="checkbox"/> Accident mortel (cat 1)
<input type="checkbox"/> Travail perturbé (cat 2)	<input type="checkbox"/> Handicap (cat 1)
<input type="checkbox"/> Matériel endommagé / Perte (cat 2)	<input type="checkbox"/> Arrêt de travail (cat 2)
<input type="checkbox"/> Accident environnemental (cat 2)	<input type="checkbox"/> Premier secours (cat 3)
<input type="checkbox"/> Accident de voiture (cat 3)	<input type="checkbox"/> Traitement médical (cat 2)
<input type="checkbox"/> Collision en bateau (cat 2)	
<input type="checkbox"/> Incident des relations Industrielles (cat 2)	

Affaire No. :

Heure, date, lieu :

Résumé de l'incident :

Evénements ayant conduit à l'incident :

Evénements consécutifs à l'incident :

Témoins :

Premier secours dispensés par :

Traitement médical par :

Séjour à l'hôpital :

Description des formulaires joints :

Rapport fait au Chef de Mission :


ANALYSES (Cocher la ou les cases correspondantes)

Facteurs qui ont conduit ou qui peuvent conduire à l'accident.

Circonstances	Actions	Organisation
<input type="checkbox"/> protection insuffisante des outils	<input type="checkbox"/> non autorisé à agir	<input type="checkbox"/> instructions insuffisantes
<input type="checkbox"/> sécurisation du lieu insuffisante	<input type="checkbox"/> pas d'autorisation de travail	<input type="checkbox"/> personnel très peu qualifié
<input type="checkbox"/> équipement défectueux	<input type="checkbox"/> alarme sécurité éteinte	<input type="checkbox"/> aucune préparation travail
<input type="checkbox"/> construction douteuse	<input type="checkbox"/> utilisation outils inadaptés	<input type="checkbox"/> mauvaise méthode travail
<input type="checkbox"/> installation dangereuse	<input type="checkbox"/> utilisation dangereuse outils	<input type="checkbox"/> maintenance insuffisante
<input type="checkbox"/> éclairage insuffisant	<input type="checkbox"/> chargement/levage escabeau	<input type="checkbox"/> charge de travail élevée
<input type="checkbox"/> ventilation insuffisante	<input type="checkbox"/> mauvaise posture debout	<input type="checkbox"/> équipe réduite
<input type="checkbox"/> vêtement dangereux/inadéquats	<input type="checkbox"/> travail zone dangereuse	<input type="checkbox"/> communication insuffisante
<input type="checkbox"/> manque propreté & rangement	<input type="checkbox"/> distraction, inattention	<input type="checkbox"/> matériel incomplet
<input type="checkbox"/> pollution sonore	<input type="checkbox"/> non utilisation PPE	<input type="checkbox"/> cubage incorrect
<input type="checkbox"/> haute / basse température	<input type="checkbox"/> planning incorrect activités	<input type="checkbox"/> étiquetage incorrect
<input type="checkbox"/> temps pluvieux	<input type="checkbox"/> conflit des salariés	<input type="checkbox"/> problème du personnel
<input type="checkbox"/> problème de relation industrielle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> problème de communautés

Informations complémentaires :

Nom de l'auteur : _____ Signature : _____ Date : _____

ACTION CORRECTIVE / PREVENTIVE ACTION PROPOSE

Coûts estimés de la non-conformité :

Action à mettre en place :

Actions à entreprendre par :

Date envisagée de la fin d'action : _____ CC: _____

Suivi par : _____ Signature : _____ Date : _____

SUIVI DE L'ACTION (A compléter par le Coordinateur HSE)

Remarques:

Nom : _____ Signature : _____ Date : _____

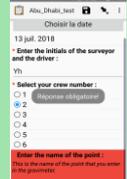
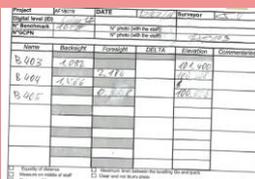
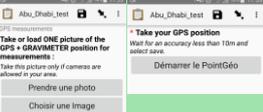
Annexe 5

Tableau de comparaison des supports d'échange de données

Moyen / support	SFT (Accellion)	Aspera	FTP	Mail	Pulse Connect Sécuré	Support physique
Coût	-	--	++	++	-	--
Sécurité	++	++	++	-	++	--
Volume de données	+	++	+	--	+	+
Rapidité	+	++	+	+	+	--
Fonctionnement sans accès internet	--	--	-	--	--	++

Annexe 6

Tableau de comparaison entre la méthode d'acquisition « papier et crayon » et la méthode numérique

Méthode "papier et crayon"	Thème	Méthode numérique
 <ul style="list-style-type: none"> -Dossier -Armoire de stockage / archivage 	Stockage physique	<ul style="list-style-type: none"> -Disque local (pc) -Disque externe / USB -Serveur 
 <ul style="list-style-type: none"> -Informations manquantes -Illisibilité (écriture, ratures) 	Complétude des données	<ul style="list-style-type: none"> -Renseignement obligatoire -Modifications flexibles -Lisibilité parfaite 
 <ul style="list-style-type: none"> -Dégradation du papier 	Résistance aux conditions météorologiques	<ul style="list-style-type: none"> -Robustesse du support -Accessoires de protection 
 <ul style="list-style-type: none"> -Recours à plusieurs moyens pour différentes données (photo, point GPS..) 	Intégralité des métadonnées	<ul style="list-style-type: none"> -Toutes options intégrées dans le formulaire 
 <ul style="list-style-type: none"> -Transport physique - Scannage des formulaires 	Rapidité d'échange des données	<ul style="list-style-type: none"> -Echange direct sur site (couverture réseau internet, WiFi) 

Annexe 7

Tableau comparatif des logiciels d'acquisition de métadonnées pour appareils numériques portables

Application	 OpenDataKit	 KoBoCollect	 ORUX maps	 Locus Maps	 QField	 CyberTracker	 EpiCollect	 GéoPaparazzi	 gvSIG MOBILE	 Kizeo Forms
Gratuité de téléchargement et d'utilisation	+	+	+	+	+	+	+	+	+	--
Formulaires personnalisables	++	++	--	--	+	-	-	+	+	-
Création des formulaires Offline	++	++	-	-	+	-	--	+	+	--
Cartographie	++ (GéoODK Collect)	-	++	++	++	+	-	++	++	-
Possibilité d'utilisation Offline à 100%	++	++	++	++	++	+	+	++	++	+
Communication de données par SMS	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-
Synchronisation avec une base de données	++	+	-	-	++	+	-	+	++	-
Possession des données	++	++	++	++	++	++	--	++	++	--
Fonctionnement sur tout type de support numérique portable	++	++	++	++	++	+	+	++	++	+
Exploitation des données dans un SIG	++	++	++	+	++	++	-	++	++	-
Champs obligatoires durant l'acquisition	++	++	--	--	-	--	--	+	+	--
Cryptage des données	+	-	--	--	+	--	--	-	-	--
Enregistrement de la localisation	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Adaptation au domaine de la topographie	++	++	--	--	+	-	-	+	+	-
Options supplémentaires	-Possibilité de connexion à des API		-Enregistrement du tracé		-Très compatible avec les SIG (Qgis, Arcgis,...) -Requêtes possibles sur l'application	-Utilisable par les analphabètes		-Envoi de SMS d'urgence		
Total	24	18	5	3	19	6	-9	19	19	-12
Classement	1	3	5	6	2	4	7	2	2	8

Annexe 8

Procédure de création d'un formulaire numérique d'acquisition de métadonnées

Procédure de création de formulaire numérique d'acquisition

Pour créer un formulaire d'acquisition de données terrain il faut utiliser Excel et procéder par étapes.

Etape 1 : Déterminer les métadonnées qui vont être acquises :

Avant de commencer à créer un formulaire il est important de réfléchir à quelles métadonnées et informations vont être acquises sur le terrain et ne pas en oublier parce que le formulaire ne peut pas être modifié dans l'application ODK Collect. Il faut faire une liste avant de commencer la création du formulaire.

Etape 2 : Définir l'ordre d'acquisition des métadonnées :

Forcément les métadonnées seront acquises dans un certain ordre. Par exemple l'heure de fin de mesure d'un point ne peut pas être acquise avant l'heure de début de mesure. Il doit y avoir une certaine suite logique dans le remplissage des formulaires.

Etape 3 : Réaliser un schéma :

Dans certains cas un schéma peut s'avérer très pratique. Pour créer un formulaire long et complexe, le fait de réaliser un schéma au préalable aidera à écrire le formulaire en évitant des erreurs. Par exemple lorsque la suite du formulaire change en fonction de la réponse donnée à une question comme le montre la figure 7. Dans ce cas les métadonnées peuvent être différentes dans la suite du formulaire.

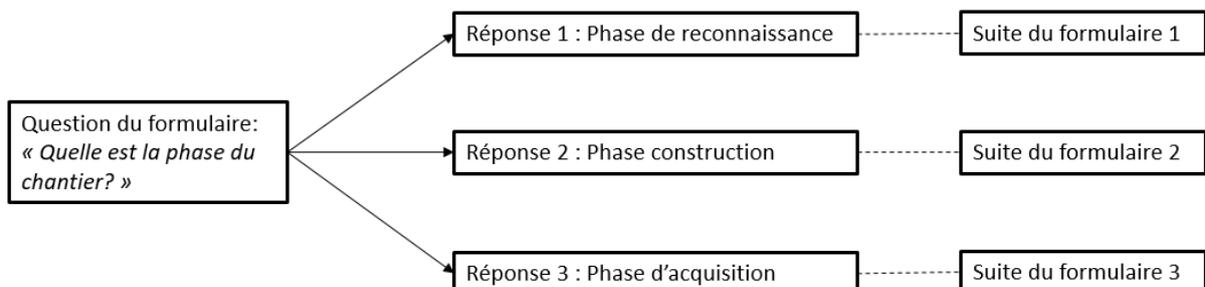


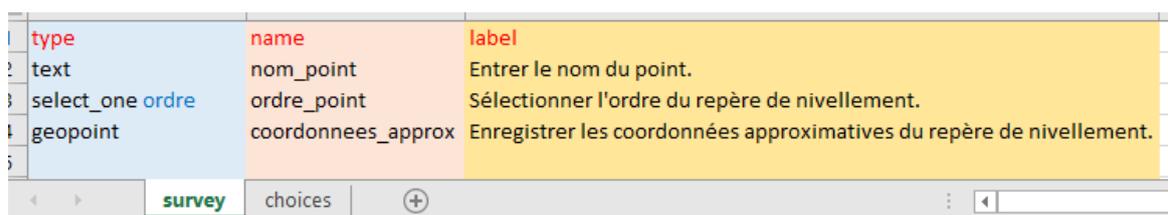
Figure 1 : Schéma sur le changement de la suite du formulaire en fonction d'une réponse

Etape 4 : Création du formulaire sur Excel

Le fichier Excel doit être composé de minimum deux et maximum quatre feuilles pour que le fichier puisse devenir un formulaire d'acquisition.

La feuille « survey » :

C'est la feuille principale du fichier. C'est sur cette feuille que les questions du formulaire sont définies. Pour que le formulaire fonctionne il faut au minimum remplir trois colonnes dans la feuille « survey ». Une première colonne intitulée « type » qui permettra à l'application de comprendre quel type d'information va être demandée. Une deuxième colonne nommée « name » définie le nom unique de la variable qui est en lien avec la question. La troisième colonne est appelée « label » et c'est ce qui est renseigné dans cette colonne qui s'affichera à l'écran de l'application ODK Collect. C'est dans cette colonne que la question est posée à la personne qui collecte les données sur site. Ensuite il existe plusieurs autres colonnes pour améliorer le formulaire et ajouter des fonctionnalités qui sont définies dans le tableau intitulé « Toutes les colonnes possibles » dans les tableaux d'aide à l'élaboration d'un formulaire d'acquisition ODK²⁴. La figure 2 illustre un exemple simple. Il y a bien deux feuilles Excel et les trois colonnes obligatoires dans la feuille « survey ».

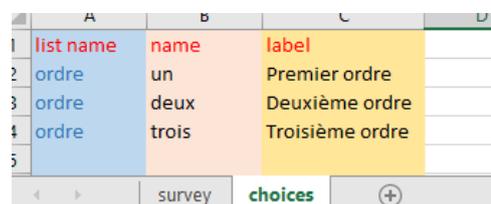


type	name	label
text	nom_point	Entrer le nom du point.
select_one ordre	ordre_point	Sélectionner l'ordre du repère de nivellement.
geopoint	coordonnees_approx	Enregistrer les coordonnées approximatives du repère de nivellement.

Figure 2 : Exemple de la feuille « survey » d'un formulaire ODK

La feuille « choices » :

Cette feuille est utilisée pour spécifier les choix de réponse pour les questions à choix multiples (select_multiple) ou les questions à choix unique (select_one). La figure 3 montre les choix pour répondre à la question sont au nombre de trois et sont connectés sur le mot ordre (en bleu sur la figure 3). Sur l'écran de l'utilisateur seront alors affichées les trois possibilités et il devra en choisir une seule.



list name	name	label
ordre	un	Premier ordre
ordre	deux	Deuxième ordre
ordre	trois	Troisième ordre

Figure 3 : Exemple de la feuille « choices » d'un formulaire ODK

Les feuilles facultatives :

Les feuilles facultatives sont les feuilles « cascades » et « settings ». La feuille « cascades » va permettre de faire une liste et de s'en servir

²⁴ Annexe 1 : Tableaux d'aide à l'élaboration d'un formulaire d'acquisition ODK

pour des questions de choix unique ou choix multiples. La feuille « settings » peut apporter une personnalisation du formulaire en définissant un thème global ou pour des solutions de cryptage des formulaires. C’est aussi dans cette feuille qu’il est possible de définir le nom du formulaire d’acquisition à la place de l’utilisateur. Cela peut éviter toute erreur possible lors du nommage des formulaires par l’utilisateur. C’est ce que montre la figure 4 ci-dessous. L’intitulé du formulaire est « Nivellement_ **nom du point** **ordre du point** » en faisant référence au nom du point et ordre du point entré et choisi par l’utilisateur sur site.

A	B	C
form_title	form_id	instance_name
Formulaire_Nivellement	formulaire_niv_01	concat('Nivellement_',\${nom_point},'_', \${ordre_point})

Figure 4 : Exemple de la mise en forme de la feuille « settings » d’un formulaire

Etape 5 : Import du fichier Excel créé au préalable dans l’application XLSForm

L’application XLSForm est téléchargeable gratuitement pour un traitement hors ligne et également disponible en version en ligne (qui évite de télécharger l’application). Dans ce cas l’application téléchargée (hors ligne) est utilisée.

Pour valider le formulaire et le transformer en formulaire lisible par l’application ODK Collect il suffit d’importer le fichier .xls où .xlsx dans XLSForm, de cocher la case « Validate converted XForm with ODK Validate » et lancer la conversion.

Si le formulaire n’est pas valide alors il y a un message d’erreur avec une explication sur cette erreur comme le montre la figure 5. Le format du formulaire en sortie est .xml.

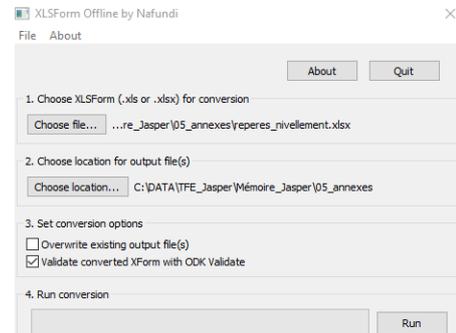


Figure 5 : Exemple d’erreur lors d’une conversion d’un formulaire

Annexe 1 (de la procédure)

Tableaux d’aide à l’élaboration d’un formulaire d’acquisition ODK

Toutes les colonnes possibles		
Nom de la colonne	Description de la colonne	Note
type	Définit le type de question	
name	ID unique (nom) de la question, est enregistré au format XML	
label::[language]	Étiquette de question ou d'un groupe qui s'affiche à l'écran	:: [langue] est facultatif
hint::[language]	Explication sur la question qui s'affiche à l'écran	:: [langue] est facultatif
constraint	Définir les valeurs autorisées pour une réponse	
constraint_message::[language]	Le message d'un utilisateur est indiqué si la réponse n'était pas valide	:: [langue] est facultatif
required	La réponse est requise pour pouvoir continuer à remplir le formulaire	Valeurs autorisées : yes, no, TRUE, FALSE, true() false() ; ou une déclaration qui est évaluée comme true ou false
required_message::[language]	Permet de personnaliser le message d'erreur s'il n'y a pas de réponse à la question	:: [langue] est facultatif
default	Une valeur par défaut qui est remplie au préalable, avant que l'utilisateur arrive à la question	
relevant	Une condition doit être remplie pour que cette question s'affiche	

read_only	Une information qui s'affiche	Valeurs autorisées : yes, no, TRUE, FALSE, true() false() ; ou une déclaration qui est évaluée comme true ou false
calculation	Uniquement valable pour les questions de calcul : une expression mathématique qui peut être référencé ailleurs	
repeat_count	Nombre de répétitions d'un groupe qui se répète	
media::image	Une image à afficher avec une question	
media::audio	Audio à inclure avec une question	
media::video	Une vidéo pour être inclus dans une question	
media::image::language		:: [langue] est facultatif
media::audio::language		:: [langue] est facultatif
media::video::language		:: [langue] est facultatif
appearance	Définit la façon dont les questions sont affichées	
instance::attribute	inclure le contenu XML personnalisé pour l'instance de données	
bind::attribute	inclure le contenu XML personnalisé à l'attribut de liaison	
body::attribute	inclure le contenu XML personnalisé dans le corps	

body::accuracyThreshold	Définir le niveau minimal de précision GPS avant d'enregistrer automatiquement les coordonnées	
-------------------------	--	--

Colonne Type		
Catégorie de questions	Nom de la question	Description de la question
Questions automatiques (qui ne demandent pas d'entrée de la part de l'utilisateur)	start	Enregistré lorsque le formulaire est chargé
	end	Enregistré lorsque le formulaire est terminé
	today	Inscrit la date à laquelle le formulaire a été chargé
	deviceid	Obtenir l'ID de l'appareil (pour les appareils Android)
	username	Obtenir le nom d'utilisateur (défini dans les paramètres ODK)
	subscriberid	Nom de l'utilisateur
	simserial	Numéro de carte SIM
	phonenumber	Numéro de téléphone

Questions basiques	select_one [choices] [or_other]	L'utilisateur peut faire un choix parmi plusieurs possibilités
	select_multiple [choices] [or_other]	L'utilisateur peut faire plusieurs choix parmi plusieurs possibilités
	text	L'utilisateur peut entrer une réponse texte
	integer	L'utilisateur peut entrer un nombre entier
	decimal	L'utilisateur peut entrer un nombre décimal
	date	L'utilisateur peut entrer une date
	time	L'utilisateur peut entrer une heure de la journée
	datetime	Utilisateur peut entrer les date et heure ensemble
	geopoint	L'utilisateur peut enregistrer une position GPS
	image	L'utilisateur peut prendre ou joindre une photo
	audio	L'utilisateur peut enregistrer ou attacher un fichier audio
	video	L'utilisateur peut enregistrer ou attacher une vidéo

	note	Afficher une note (pas de réponse possible)
	barcode	Utilisateur peut entrer un code barres en le scannant
	acknowledge	L'utilisateur est invité à confirmer ou reconnaître quelque chose
	calculate	Une expression mathématique des valeurs existantes qui peut être utilisé par d'autres questions (aucune entrée d'utilisateur)
	geotrace	L'utilisateur peut enregistrer une ligne ou polygone ou plusieurs points de geo
	geoshape	L'utilisateur peut enregistrer un polygone de multiples points de geo - le dernier point est le même que le premier point
Création de groupes	begin_group	Définit le début d'un groupe
	end_group	Définit la fin d'un groupe
	begin_repeat	Définit le début d'un groupe qui se répète
	end_repeat	Définit la fin d'un groupe qui se répète

Colonne Appearance		
catégorie	Nom de l'apparence	Description
groupe	field-list	Plusieurs questions d'un groupe sur un écran
	table-list	Afficher plusieurs selects avec une étiquette commune dans une liste de champs.
texte	numbers	Fait apparaître un clavier numérique
	url	Fait apparaître un bouton pour ouvrir le lien url
decimale	bearing	Fait apparaître un compas
image	annotate	Dessiner sur l'image
	draw	Dessiner sur l'écran
	signature	Dessiner une signature sur une ligne
geopoint, geotrace, geoshape	maps	Fait apparaître une carte Google Maps pendant l'enregistrement d'un point GPS
	placement-map	L'utilisateur pointe une position sur une carte

Annexe 9

Procédure d'utilisation de l'application de collecte de données ODK Collect

Procédure d'utilisation de l'application de collecte de données ODK Collect

Chargement du formulaire dans ODK Collect

Pour charger un formulaire vierge dans ODK Collect il y a deux solutions. La première est de la télécharger en se connectant à ODK Aggregate avec les identifiants définis au préalable. Il faut préciser cette connexion dans les paramètres de l'application. Dans le menu principal il faut ensuite aller dans « Télécharger un formulaire vierge » et sélectionner le(s) formulaire(s) que l'utilisateur souhaite remplir. Ces étapes sont illustrées sur la figure 1.

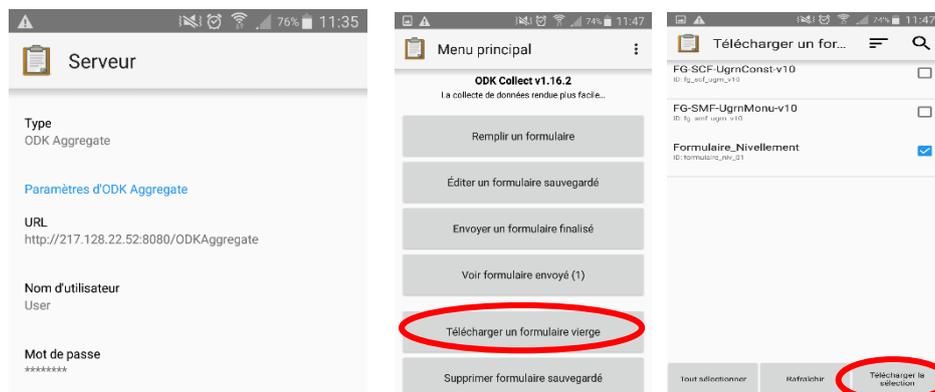


Figure 1 : Exemple de téléchargement d'un formulaire dans ODK Collect

La seconde possibilité pour charger un formulaire dans ODK Collect est de connecter le smartphone par câble à un ordinateur pour le copier et coller depuis l'ordinateur dans le répertoire odk du smartphone. C'est une méthode manuelle qui ne nécessite pas de se connecter à ODK Aggregate pour télécharger un formulaire.

Remplissage du formulaire avec ODK Collect

Il suffit d'aller dans « Remplir un formulaire » dans le menu principal d'ODK Collect et de sélectionner le formulaire que l'utilisateur souhaite compléter. Pendant la création du formulaire il est possible de rendre des champs obligatoires et dans ce cas lors du remplissage du formulaire

la réponse est obligatoire avant de passer à la question suivante. Une fois le formulaire rempli il faut l'enregistrer et l'acquisition est terminée. Un exemple est illustré en figure 2 avec les différentes étapes de l'acquisition sur la base du formulaire « Formulaire_Nivellement ».

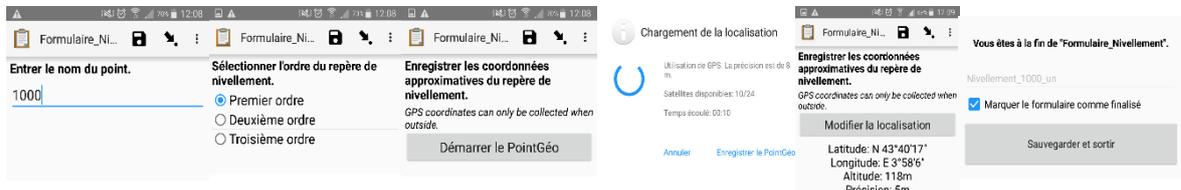


Figure 2 : Exemple de remplissage d'un formulaire avec ODK Collect

Export du formulaire complété avec ODK Collect

Comme l'import d'un formulaire vierge, l'export du formulaire complété peut se faire de deux manières. Soit en connectant le téléphone à l'ordinateur et en récupérant le dossier complet odk qui contient un sous-dossier par formulaire rempli soit en étant connecté au serveur ODK Aggregate et « Envoyer un formulaire finalisé » avec ODK Collect.

Annexe 10

Procédure d'utilisation de l'application ODK Briefcase

Import des formulaires complétés

Les formulaires complétés peuvent être importés par ODK Briefcase de deux manières différentes. La première est d'utiliser l'onglet « Pull » et de connecter ODK Briefcase au serveur de ODK Aggregate en renseignant l'URL, le nom d'utilisateur et le mot de passe reconnu par ODK Aggregate (Figure 1). Par cette méthode les données passent par internet. L'autre possibilité est de sélectionner un dossier stocké localement pour l'importer dans ODK Briefcase (Figure 2).

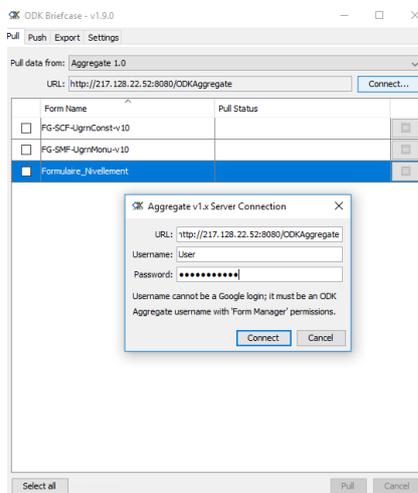


Figure 1 : Import des formulaires complétés par connexion à ODK

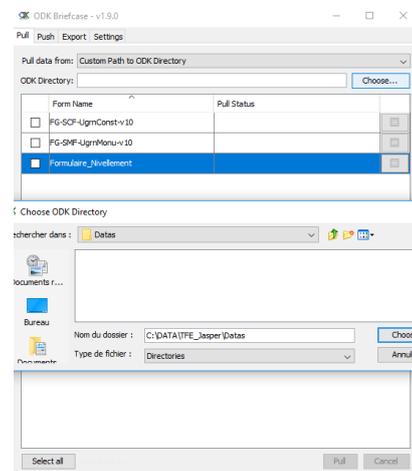


Figure 2 : Import des formulaires complétés stockés localement

Transfert des données vers ODK Aggregate

Dans l'onglet « Push » de l'application ODK Briefcase, les formulaires complétés et qui étaient stockés localement peuvent être transférés directement vers ODK Aggregate en se connectant avec les identifiants (cf paragraphe précédent).

Export des données acquises

Avec ODK Briefcase, après avoir importé les données, il est possible de les exporter de façon simple. Il suffit d'aller dans l'onglet « Export » de l'application et de sélectionner les noms des formulaires à exporter en indiquant le chemin du répertoire de stockage souhaité. Un fichier .csv est généré ainsi qu'un dossier contenant les fichiers multimédia s'il y en a.

Annexe 11

Tableau de recommandations de l'utilisation des moyens de transfert de données

Couverture internet Volume de données	Accès internet	Pas d'accès internet
De 0 à 35Mo	-Messagerie électronique Outlook Exchange (avec un maximum de 250 fichiers par e-mail) -SFT -FTP -Pulse Connect Sécuré	-Clé USB
De 35Mo à 10Go	-SFT -Aspéra -FTP -Pulse Connect Secure	-Clé USB
De 10Go à 64Go	-SFT -Aspéra -FTP	-Clé USB -Disque dur portable
De 64Go à 2To	-SFT -Aspéra -FTP	-Disque dur portable
Plus de 2To	-Aspéra	X

Annexe 12
Procédure de mise en place et d'utilisation du FTP de Fugro
GEOID

PROCEDURE
Fugro – FTP
P156-1

Rev.	Sta	Préparé	Date	Description	Verif.	Appr.
1		CoM	20/04/06	Première émission	CoM	OM

Voici les adresses ftp à utiliser pour des échanges de fichiers volumineux avec Fugro, ses filiales ou des clients.

Le site ftp de Fugro est : ftp.fugro.nl

- Maintenance et mises à jour de Flip7 :
 - Compte utilisateur : [REDACTED]
 - Mot de passe : [REDACTED]
- Partenaire Flimap :
 - Compte utilisateur : [REDACTED]
 - Mot de passe : [REDACTED]
- Portail de communication pour prospects :
 - Lecture :
 - Compte utilisateur : [REDACTED]
 - Mot de passe : [REDACTED]
 - Lecture/écriture :
 - Compte utilisateur : [REDACTED]
 - Mot de passe : [REDACTED]
- Échanges Fugro Geoid et clients :
 - Lecture :
 - Compte utilisateur : [REDACTED]
 - Mot de passe : [REDACTED]
 - Lecture/Ecriture :
 - Compte utilisateur : [REDACTED]
 - Mot de passe : [REDACTED]
- Fugro Pakistan :
 - Compte utilisateur : [REDACTED]
 - Mot de passe : [REDACTED]

Ces échanges peuvent s'effectuer avec des programmes « freeware » (p. ex. Filezilla), soit déjà installés sur vos ordinateurs, soit à installer depuis le serveur \\Srvgeoid01\DocsAppDivers\TECHNIQUE\00_LOGICIEL\02_LOGICIELS_FREEMWARE\08_INTERNET\FTP. Après installation ou pour mise à jour des sites, copiez/écrasez le fichier des paramètres *FileZilla.xml* vers C:\Program Files\FileZilla.

Une autre possibilité d'accès, en lecture uniquement, existe par l'Explorateur Windows ou Internet (IE, Mozilla ...). Dans ce cas il faut respecter une syntaxe précise à taper dans la ligne d'adresse de l'explorateur :

ftp://[compte_utilisateur]:[mot_de_passe]@[REDACTED]
p.ex. : [REDACTED]

Le tout sans espaces.

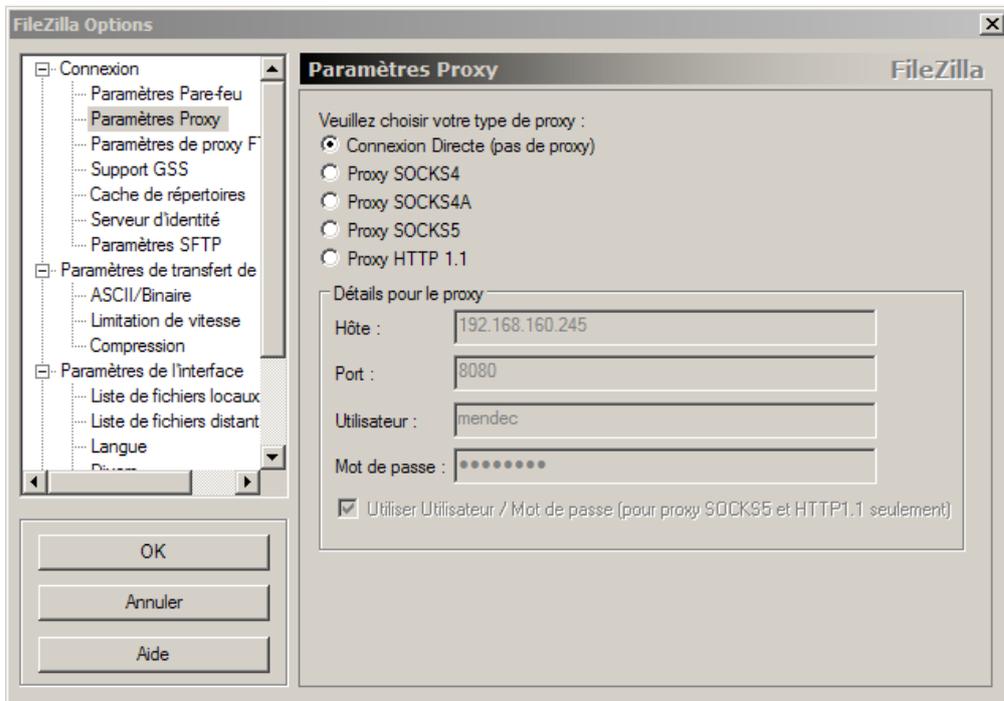
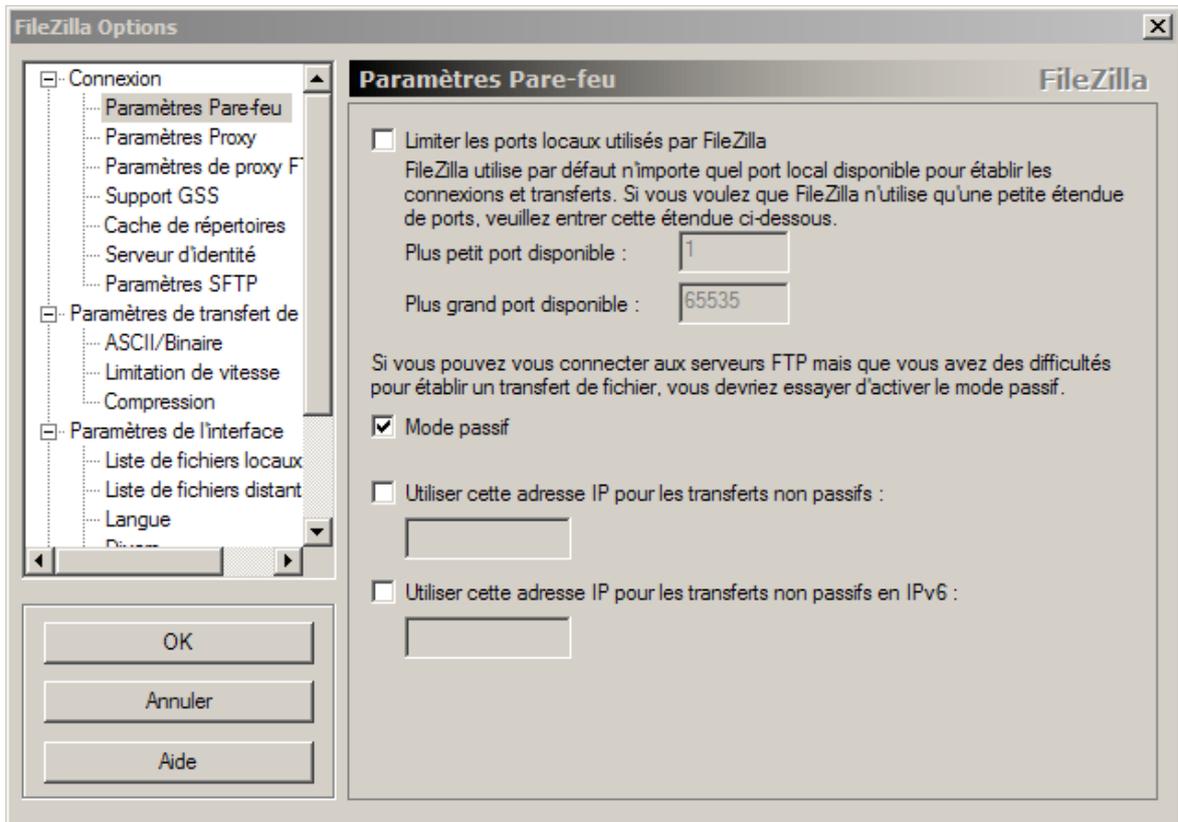
Ensuite, en cliquant sur les liens on peut soit les ouvrir ou les enregistrer dans un répertoire en local.

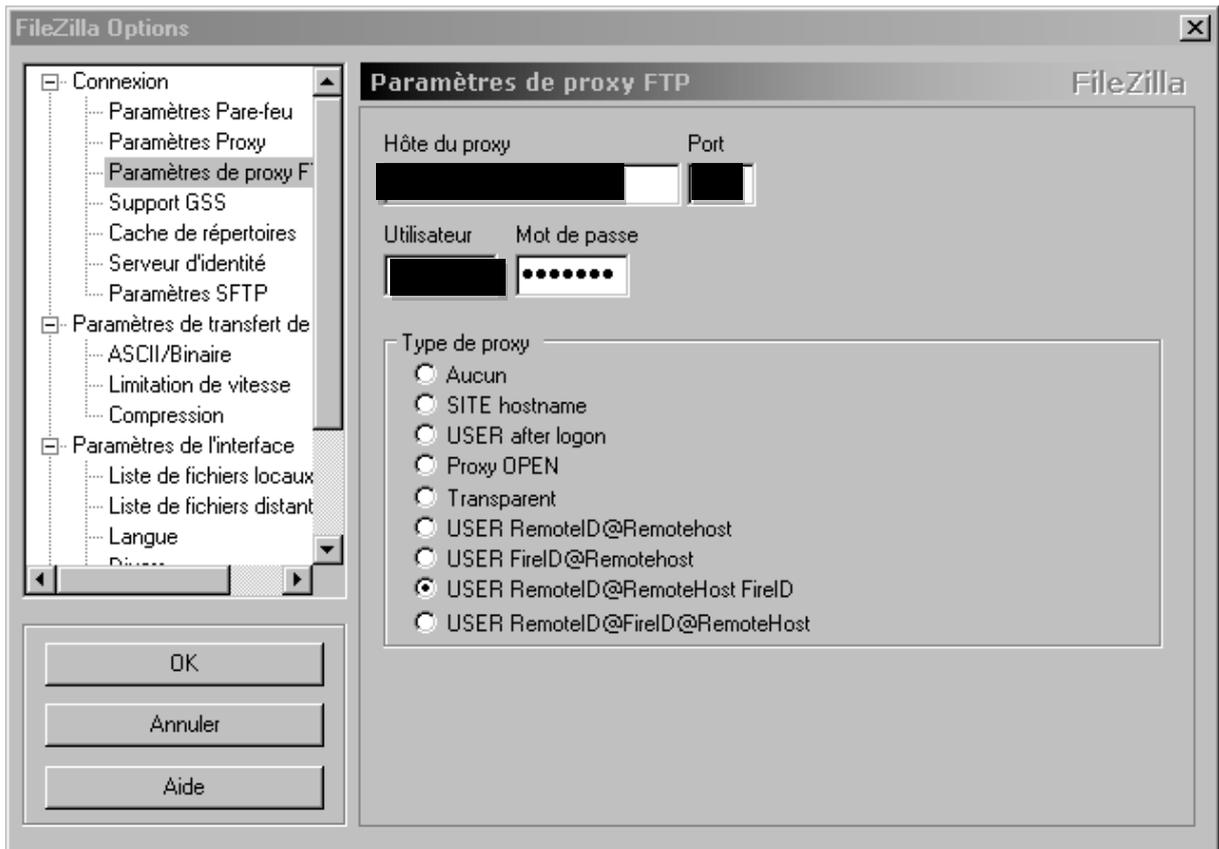
Note :

Pour le bon fonctionnement il est nécessaire de configurer correctement vos utilitaires, notamment l'adresse du proxy (172.[REDACTED]) ainsi que de saisir lors de l'ouverture

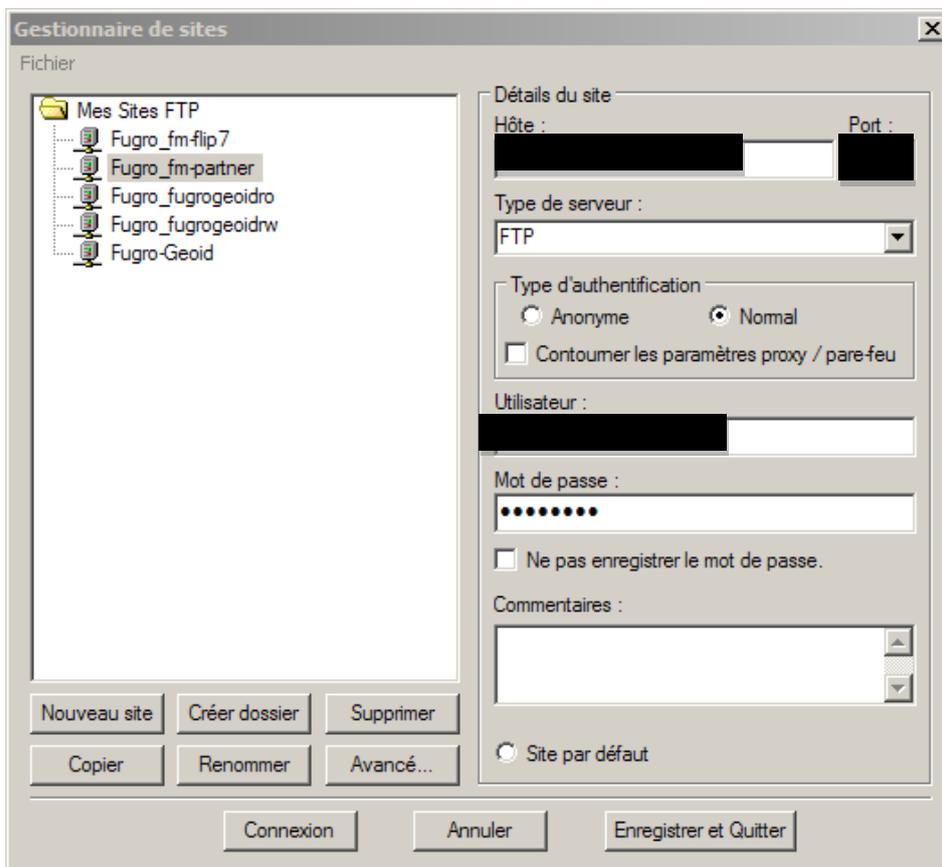
d'une fenêtre votre Compte Internet (nom + initiale prénom et mot de passe correspondant) fourni par Fugro.

Voici les fenêtres de paramétrage pour FileZilla (Edition/Paramètres) :





En voici la fenêtre d'édition d'un Compte ftp (Fichier/Gestionnaire de sites) :



Annexe 13

Exemple de code PyQgis pour visualiser des métadonnées de façon interactive

```

#-*- coding: utf-8 -*-
#-----#
#-----Etape 1---Chargement des bibliothèques de PyQgis-----#
#-----#
from PyQt5.QtWidgets import ( QDialog,
                              QLineEdit)
from qgis.core import (QgsRasterLayer, QgsProject, QgsDataSourceUri, QgsVectorLayer,
                      QgsPalLayerSettings, QgsVectorLayerSimpleLabeling)
import processing
#-----#
#-----#
#-----Etape 2---Définition des noms de table et nom de la couche de points en
#-----sortie et du champ pour les étiquettes -----#
#-----#
#-----#
nom_table="BDD Nivellement"
nom_shape="Points du nivellement"
Labeling_column_name="NOM_POINT"
#-----#
#-----#
#-----Etape 3---Chargement de fond de carte en demandant quelle(s) carte(s) à
#-----charger de préférence-----#
#-----#
#-----#
qid = QDialog()
title = "Select background map"
map, ok = QDialog.getText( qid, title, " Enter 1 for hybrid map \n Enter 2 for Google
Maps \n Enter 3 for Google Satellite \n Enter numbers of maps without spaces if you want
more than one map ", QLineEdit.Normal)
if ok:
carte = float(map)
if carte ==1 or carte==12 or carte==21 or carte==13 or carte==31 or carte ==123 or
carte==132 or carte==213 or carte==312 or carte==321:
hybrid_map =
QgsRasterLayer("type=xyz&url=http://mt0.google.com/vt/lyrs%3Dy%26hl%3Den%26x%3D%7Bx%7D%26y
%3D%7By%7D%26z%3D%7Bz%7D&zmax=18&zmin=0.png", "Hybrid Map", "wms")
QgsProject.instance().addMapLayer(hybrid_map)
if carte==2 or carte==12 or carte==21 or carte==23 or carte==32 or carte==123 or carte==132
or carte==213 or carte==312 or carte==321:
google_maps =
QgsRasterLayer("type=xyz&url=https://mt1.google.com/vt/lyrs%3Dr%26x%3D%7Bx%7D%26y%3D%7By%7
D%26z%3D%7Bz%7D&zmax=18&zmin=0.png", "Google Maps", "wms")
QgsProject.instance().addMapLayer(google_maps)
if carte==3 or carte==13 or carte==31 or carte==23 or carte==32 or carte ==123 or carte==132
or carte==213 or carte==312 or carte==321:
google_sat =
QgsRasterLayer("type=xyz&url=http://www.google.cn/maps/vt?lyrs%3Ds@189%26gl%3Dcn%26x%3D%7B
x%7D%26y%3D%7By%7D%26z%3D%7Bz%7D&zmax=18&zmin=0.png", "Google Satellite", "wms")

```

```

QgsProject.instance().addMapLayer(google_sat)
#-----#
-----#
#-----Etape 4---Connexion à la BDD qui contient les métadonnées
acquises avec les formulaires-----#
#-----#
-----#
uri = QgsDataSourceUri()
uri.setConnection("217.128.22.52", "5432", "odk_prod", "Utilisateur", "MDP")
-1-
#-----#
-----#
#-----Etape 5---Choix des données à charger en les metttant sous forme de
table-----#
#-----#
-----#
uri.setDataSource("odk_prod", "FORMULAIRE_NIV_01_CORE", None)
table = QgsVectorLayer(uri.uri(), nom_table, "postgres")
QgsProject.instance().addMapLayers([table])
#-----#
-----#
#-----Etape 6---Création d'une couche de points avec les métadonnées chargées
depuis la BDD-----#
#-----#
-----#
results = processing.run("qgis:createpointslayerfromtable", {"INPUT":nom_table,
"XFIELD":"COORDONNEES_APPROX_LNG",
"YFIELD":"COORDONNEES_APPROX_LAT","TARGET_CRS":"EPSG:4326","OUTPUT":"memory:"+nom_shape})
result_layer = results['OUTPUT']
QgsProject.instance().addMapLayers([result_layer])
#-----#
-----#
#-----Etape 7---Ajout des étiquettes pour afficher les noms des
points-----#•
#-----#
-----#
settings = QgsPalLayerSettings()
settings.fieldName = Labeling_column_name
labeling = QgsVectorLayerSimpleLabeling(settings)
result_layer.setLabelsEnabled(True)
result_layer.setLabeling(labeling)
result_layer.triggerRepaint()

```

-2-

Annexe 14a

Extrait de la feuille « survey » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda

type	name	label	hint
today	date_reconnaissance		
start	heure_debut_reconnaissance		
end	heure_fin_reconnaissance		
deviceid	identite_equipement		
begin group	titres		
note	titre_projet	Uganda Geodetic Reference Frame	
note	titre_composante	Geodetic Network	
note	titre_formulaire	Geodetic site reconnaissance	
end group			
begin group	notes_preliminaires	Preliminary notes	
begin group	consignes_sensibilisation	Sensitization guidelines	
note	titre_consignes_sensibilisation	Sensitization guidelines	
note	note_sensibilisation	Sensitization	Take the time to explain the project and your work. In particular to the site managers and local authorities.
acknowledge	vu_consignes_sensibilisation	Ready to continue?	
end group			
begin group	consignes_enquete	Inquiries	
note	titre_consignes_collecte	Collection instructions	

note	note_collecte_donnees	Collection of data	You must collect all data from the survey topics. Do it with the utmost care because the rest of the project depends on it.
note	note_source_information	Information source	Preferably take your information from the site managers: owner or manager.
acknowledge	vu_consignes_enquete	Ready to continue?	
end group			
begin group	utilisation_formulaire	Use form	
note	titre_utilisation_formulaire	Using the form	
note	note_saisie_donnees	Data entry	Typically, data is entered through the internal functions of the form.
note	note_applications_externes	External application data	Some data must be collected using applications external to the form. The methodology to temporarily exit the form is described below.

note	note_utilisation_applications_externes	Using external applications	To retrieve data from other applications, temporarily exit the application [[o] key of the device], launch the other application, collect the data, then return to the form [key [□], and select form application] to indicate the information.
acknowledge	vu_collecte_donnees	Ready to continue?	
end group			
end group			
begin group	site	Geodesic site	
text	nom_site	Geodetic site name	Indicate the official name of the site.
select_one sitetype	type_site	Type of geodesic site	Select the type of site.
select_one siteordre	ordre_site	Order of the geodesic site	Select the order of the site.
end group			
begin group	situation	Position	
begin group	localisation	Location	
cascading_select district	site_district		
text	municipalite	Name of municipality	Indicate the name of the municipality in whose territory the site is located.

text	localite	Name of the locality	Indicate the name of the locality, city or village in whose territory the site is located.
end group			
begin group	enceinte	Domain	
begin group	info_enceinte	Information	
note	titre_enceinte	Compound of site	
note	note_enceinte	Description of the enclosure	The site's enclosure is the property or domain in which the selected site is located.
note	note_enquete_enceinte	Investigation	You must collect information about the domain in which the site is located.
acknowledge	vu_info_enceinte	Ready to continue?	
end group			
select_one domainetype	type_domaine	Domain type	Select the domain type.
text	nom_domaine	Domain name	Enter the domain name. Ex .: Saint Michel Hospital, Muzungu Property.
text	adresse_domaine	Domain address	Specify the address of the domain. Ex.: Street, Neighborhood, Place called. The domain is in the territory of: \$ {localite}
text	position_detaillée_site	Detailed position of the site	Briefly indicate where the site is in the field. Ex .: At the North corner, near the main entrance.

end group			
end group			
begin group	contacts	Contacts	
begin group	info_contacts	Information	
note	titre_contacts	Site contacts	
note	note_gestionnaire	Administrator	You must collect information about the owner and manager of the site. Be specific, the continuation of the project and the sustainability of the site depend on it.
note	note_interlocuteurs	Interlocutors	Your contacts are the people met during the reconnaissance to collect information about the site. Preferably, contact the owner or manager of the site.
acknowledge	vu_info_contacts	Ready to continue?	
end group			
begin group	proprietaire_gestionnaire	Owner Manager	
begin group	proprietaire	Owner	
text	nom_proprietaire	Owner's name	Indicate the exact name of the official owner of the site.

text	adresse_proprietaire	Owner's address	Indicate at least the city of residence of the owner. If possible, specify the address. Ex.: Street, Neighborhood, Place called.
end group			
begin group	gestionnaire	Manager	
select_one ouinon	test_gestionnaire_site	Site Manager	Is there a site manager other than the owner?
text	nom_gestionnaire	Name of the manager	Indicate the exact name of the official site manager.
text	adresse_gestionnaire	Address of the manager	Indicate at least the city of residence of the manager. If possible, specify the address. Ex.: Street, Neighborhood, Place called.
end group			
end group			
begin group	interlocuteurs	Interlocutors	
begin group	interlocuteur_principal	Main contact	
text	nom_interlocuteur_principal	Name of the main contact	Indicate the exact name of your contact.
text	fonction_interlocuteur_principal	Function of the main contact	Indicate the function of your interlocutor. Ex .: Owner, Manager.
text	telephone_interlocuteur_principal	Telephone of the main contact	Indicate, if possible, the phone number of your contact.
text	email_interlocuteur_principal	Email of the main contact	Indicate, if possible, the email address of your contact.

end group			
select_one ouinon	test_autre_interlocuteur	Other interlocutor	Do you have another interlocutor?
begin group	autre_interlocuteur	Other interlocutor	
text	nom_autre_interlocuteur	Name of the other party	Indicate the exact name of your contact.
text	fonction_autre_interlocuteur	Function of the other party	Indicate the function of your interlocutor. Ex .: Guardian, Neighbor.
text	telephone_autre_interlocuteur	Phone of the other party	Indicate, if possible, the phone number of your contact.
text	email_autre_interlocuteur	Email of the other party	Indicate, if possible, the email address of your contact.
end group			
select_one ouinon	test_autre_contact	Other contact	
begin group	autre_contact	Other contact	
text	nom_autre_contact	Name of other contact	Enter the exact name of your contact.
text	fonction_autre_contact	Function of the other contact	Indicate the function of your contact. Ex .: Responsible for the security of the enclosure.
text	telephone_autre_contact	Phone of the other contact	Indicate, if possible, the phone number of your contact.
text	email_autre_contact	Email of the other contact	Indicate, if possible, the email address of your contact.

end group			
end group			
end group			
begin group	logistique	Logistics	
begin group	info_logistique	Information	
note	note_logistique	Site specific logistics	You must collect logistical information to work on or access the site. Be specific, this information is important for teams to intervene on the site during the continuation of the project.
acknowledge	vu_info_logistique	Ready to continue?	
end group			
begin group	trajet	Path	
begin group	info_trajet	Information	
note	description_trajet	Path	
note	affichage_localite_proche	Closest locality	The name of the closest locality is: \${localite}
note	note_collecte_trajet	Collect	The data to be entered concern the parts of the journey traveled by car, on foot or with another vehicle.
acknowledge	vu_info_trajet	Ready to continue?	
end group			
begin group	trajet_voiture	By car	
integer	distance_voiture	Distance traveled by car	Enter the length of the trip [in meters].

integer	temps_voiture	Duration of the journey by car	Indicate the travel time [in minutes].
end group			
begin group	trajet_pieds	On foot	
integer	distance_pieds	Distance traveled by foot	Enter the length of the trip [in meters].
integer	temps_pieds	Duration of the walk	Indicate the travel time [in minutes].
end group			
select_one ouinon	test_autre_vehicule	Other vehicle	Does the trip require the use of another vehicle?
text	type_autre_vehicule	Type of other vehicle	Indicate the type of vehicle used.
begin group	trajet_autre_vehicule	Other vehicle	
integer	distance_autre_vehicule	Distance traveled by \${type_autre_vehicule}	Enter the length of the trip [in meters].
integer	temps_autre_vehicule	Duration of the trip by \${type_autre_vehicule}	Indicate the travel time [in minutes].
end group			
begin group	resume_trajet	Summary	
calculate	distance_totale_vp		
calculate	temps_total_vp		
note	affichage_distance_totale_vp	Total distance traveled	The total length of the trip, in meters, is: \$ {distance_totale_vp}

note	affichage_temps_total_vp	Total duration of the course	The total journey time, in minutes, is: \$ {temps_total_vp}
calculate	distance_totale_vpa		
calculate	temps_total_vpa		
note	affichage_distance_totale_vpa	Total distance traveled	The total length of the trip, in meters, is: \$ {distance_totale_vpa}
note	affichage_temps_total_vpa	Total duration of the course	The total journey time, in minutes, is: \$ {temps_total_vpa}
acknowledge	vu_resume_trajet	Do you confirm?	
end group			
end group			
begin group	accessibilite	Accessibility	
begin group	info_accessibilite	Information	
note	note_accessibilite	Accessibility to the site	You must indicate the conditions of access to the site.
acknowledge	vu_info_accessibilite	Ready to continue?	
end group			
select_one ouinon	portail_acces	Access gate	Do we have to go through a portal to access the site?

text	details_portail	Gate details	Indicate how you can cross the gate. Ex .: Guardian, keys to recover at the manager, always open.
select_one horairesacces	horaires_acces	Hours of access	Select what are the access times to the site.
text	horaires_autres	Other opening hours	Indicate other opening hours.
end group			
begin group	reseaux_cellulaires	Cell phone networks	
begin group	info_reseaux_cellulaires	Information	
note	note_reseaux_cellulaires	Cell phone networks	You must indicate the conditions for receiving cell phone networks at the site.
acknowledge	vu_info_reseaux_cellulaires	Ready to continue?	
end group			
select_one qualitesignal	opérateur_mtn	Operator: MTN	Select the signal quality of this cell phone network.
select_one qualitesignal	opérateur_airtel	Operator: Airtel	Select the signal quality of this cell phone network.
select_one qualitesignal	opérateur_africell	Operator: Africell	Select the signal quality of this cell phone network.
end group			

Annexe 14b

Feuille « choices » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda

list_name	name	label
domainetype	public	Public
domainetype	prive	Private
sitetype	nouveau_repere_geodesique	New Geodetic Marker
sitetype	borne_trigonometrique_existante	Existing Trig Point
sitetype	repere_nivellement_existant	Existing Benchmark
sitetype	autre_repere_topographique	Other survey mark
siteordre	primaire	Primary
siteordre	secondaire	Secondary
siteordre	tertiaire	Tertiary
siteordre	autre_precision	Other accuracy
ouinon	oui	yes
ouinon	non	no
horairesacces	jours_sept_heures_zero_vingtquatre	Days: Mon to Sun, Hours: 0 to 24
horairesacces	jours_sept_heures_cinq_dixneuf	Days: Mon to Sun, Hours: 5 to 19
horairesacces	jours_six_heures_zero_vingtquatre	Days: Mon to Sat, Hours: 0 to 24
horairesacces	jours_six_heures_cinq_dixneuf	Days: Mon to Sat, Hours: 5 to 19
horairesacces	jours_cinq_heures_zero_vingtquatre	Days: Mon to Fri, Hours: 0 to 24
horairesacces	jours_cinq_heures_cinq_dixneuf	Days: Mon to Fri, Hours: 5 to 19
horairesacces	autres_horaires	Other schedules
environnement	urbain	Urban
environnement	peri_urbain	Periurban
environnement	industriel	Industrial
environnement	rural	Rural
environnement	cultures	Farming

environnement	plantations	Plantations
environnement	savane	Savanna
environnement	savane_arbustive	Shrub savanna
environnement	foret	Forest
environnement	humide	Wet
environnement	rocheux	Rocky
environnement	aride	Desert
environnement	environnement_autre	Other
relief	plat	Flat
relief	ondule	Corrugated
relief	collinaire	Hilly
relief	valonne	Hill
relief	montagneux	Mountainous
relief	alpin	Alpine
relief	relief_autre	Other
supporttype	roche	Rock
supporttype	terre_vegetale	Topsoil
supporttype	terre_sableuse	Sandy soil
supporttype	terre_caillouteuse	Stony ground
supporttype	terre_pierreuse	Rocky ground
supporttype	argiles	Argil
supporttype	argiles_sableuses	Sandy clays
supporttype	argiles_caillouteuses	Stony clays
supporttype	argiles_pierreuses	Rocky clays
supporttype	laterite	Laterite
supporttype	sables	Sand
supporttype	sables_argileux	Clay sands
supporttype	humus	Humus
supporttype	remblais	Backfilling ground
supporttype	ouvrage_art	Art works
supporttype	ouvrage_hydraulique	Hydraulic works
supporttype	mur_soutenement	Retaining wall
supporttype	batiment	Building
supporttype	monument	Monument
supporttype	dalle	Slab
supporttype	socle	Socle
supporttype	support_autre	Other
inclinaiisonsupport	horizontal	Horizontal
inclinaiisonsupport	peu_incline	Slightly inclined [+ - 5 °]
inclinaiisonsupport	incline	Inclined [+ - 10 °]

inclinaisonsupport	inclinaison_forte	Strongly inclined [+ - 15 °]
taillesupport	taille_vaste	Greater than 1000 m2
taillesupport	taille_autre	Other
repereprovisoire	piquet_fer	Iron peg and ribbon
repereprovisoire	peinture	Paint
repereprovisoire	provisoire_autre	Other
reperefinal	pilier_enterre	Underground pillar
reperefinal	repere_scelle	Sealed bolt
reperefinal	final_autre	Other
qualitesignal	signal_excellent	Excellent
qualitesignal	signal_bon	Good
qualitesignal	signal_moyen	Medium
qualitesignal	signal_faible	Poor
qualitesignal	signal_aucun	None
qualitesignal	signal_non_teste	Signal untested
qualiteinstallation	installation_tres_bonne	Very good
qualiteinstallation	installation_bonne	Good
qualiteinstallation	installation_mediocre	Middling
frequenceventfort	vent_fort_jamais	Never
frequenceventfort	vent_fort_rarement	Rarely
frequenceventfort	vent_fort_souvent	Often
frequenceventfort	vent_fort_toujours	Always

Annexe 14c

Feuille « cascades » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda

name	country	region	district
label	Choose a Country	Choose a Region	Choose a District
choice_label	Uganda	Centre	Buikwe
choice_label	Uganda	Centre	Butambala
choice_label	Uganda	Centre	Buvuma
choice_label	Uganda	Centre	Gomba
choice_label	Uganda	Centre	Kalangala
choice_label	Uganda	Centre	Kampala
choice_label	Uganda	Centre	Kayunga
choice_label	Uganda	Centre	Kiboga
choice_label	Uganda	Centre	Luwero
choice_label	Uganda	Centre	Mityana
choice_label	Uganda	Centre	Mpigi
choice_label	Uganda	Centre	Mubende
choice_label	Uganda	Centre	Mukono
choice_label	Uganda	Centre	Nakaseke
choice_label	Uganda	Centre	Nakasongola
choice_label	Uganda	Centre	Wakiso
choice_label	Uganda	East	Budaka
choice_label	Uganda	East	Bududa
choice_label	Uganda	East	Bugiri
choice_label	Uganda	East	Bukedea
choice_label	Uganda	East	Bukwo
choice_label	Uganda	East	Bulambuli
choice_label	Uganda	East	Busia
choice_label	Uganda	East	Butalleja
choice_label	Uganda	East	Buyende
choice_label	Uganda	East	Iganga
choice_label	Uganda	East	Jinja
choice_label	Uganda	East	Kaliro
choice_label	Uganda	East	Kamuli
choice_label	Uganda	East	Kapchorwa
choice_label	Uganda	East	Kibuku
choice_label	Uganda	East	Kumi
choice_label	Uganda	East	Kween
choice_label	Uganda	East	Luuka
choice_label	Uganda	East	Manafwa

choice_label	Uganda	East	Mayuge
choice_label	Uganda	East	Mbale
choice_label	Uganda	East	Namayingo
choice_label	Uganda	East	Namutumba
choice_label	Uganda	East	Pallisa
choice_label	Uganda	East	Sironko
choice_label	Uganda	East	Tororo
choice_label	Uganda	North East	Amudat
choice_label	Uganda	North East	Kaabong
choice_label	Uganda	North East	Kotido
choice_label	Uganda	North East	Moroto
choice_label	Uganda	North East	Nakapiripirit
choice_label	Uganda	North East	Napak
choice_label	Uganda	North Kyoga	Abim
choice_label	Uganda	North Kyoga	Agago
choice_label	Uganda	North Kyoga	Alebtong
choice_label	Uganda	North Kyoga	Amolatar
choice_label	Uganda	North Kyoga	Amuria
choice_label	Uganda	North Kyoga	Apac
choice_label	Uganda	North Kyoga	Dokolo
choice_label	Uganda	North Kyoga	Kaberaido
choice_label	Uganda	North Kyoga	Katakwi
choice_label	Uganda	North Kyoga	Kole
choice_label	Uganda	North Kyoga	Lira
choice_label	Uganda	North Kyoga	Ngora
choice_label	Uganda	North Kyoga	Otuke
choice_label	Uganda	North Kyoga	Oyam
choice_label	Uganda	North Kyoga	Serere
choice_label	Uganda	North Kyoga	Soroti
choice_label	Uganda	North West	Adjumani
choice_label	Uganda	North West	Amuru
choice_label	Uganda	North West	Arua
choice_label	Uganda	North West	Gulu
choice_label	Uganda	North West	Kitgum
choice_label	Uganda	North West	Koboko
choice_label	Uganda	North West	Lamwo
choice_label	Uganda	North West	Maracha
choice_label	Uganda	North West	Moyo
choice_label	Uganda	North West	Nebbi
choice_label	Uganda	North West	Nwoya
choice_label	Uganda	North West	Pader
choice_label	Uganda	North West	Yumbe
choice_label	Uganda	North West	Zombo
choice_label	Uganda	South West	Buhwaju
choice_label	Uganda	South West	Bukomansimbi

choice_label	Uganda	South West	Bushenyi
choice_label	Uganda	South West	Ibanda
choice_label	Uganda	South West	Isingiro
choice_label	Uganda	South West	Kabale
choice_label	Uganda	South West	Kalungu
choice_label	Uganda	South West	Kanungu
choice_label	Uganda	South West	Kiruhura
choice_label	Uganda	South West	Kisoro
choice_label	Uganda	South West	Lwengo
choice_label	Uganda	South West	Lyantonde
choice_label	Uganda	South West	Masaka
choice_label	Uganda	South West	Mbarara
choice_label	Uganda	South West	Mitooma
choice_label	Uganda	South West	Ntungamo
choice_label	Uganda	South West	Rakai
choice_label	Uganda	South West	Rubirizi
choice_label	Uganda	South West	Rukungiri
choice_label	Uganda	South West	Sembabule
choice_label	Uganda	South West	Sheema
choice_label	Uganda	West	Buliisa
choice_label	Uganda	West	Bundibugyo
choice_label	Uganda	West	Hoima
choice_label	Uganda	West	Kabarole
choice_label	Uganda	West	Kamwenge
choice_label	Uganda	West	Kasese
choice_label	Uganda	West	Kibaale
choice_label	Uganda	West	Kiriandongo
choice_label	Uganda	West	Kyankwanzi
choice_label	Uganda	West	Kyegegwa
choice_label	Uganda	West	Kyenjojo
choice_label	Uganda	West	Masindi
choice_label	Uganda	West	Ntoroko

Annexe 14d

Feuille « settings » du formulaire d'acquisition en format Excel créé pour la phase de reconnaissance du chantier en Ouganda

form_title	form_id	instance_name
UGRN-Reco-01	ugrn_reco_01	concat(\${nom_site}, '_SRF_', \${date_reconnaissance})

Annexe 15

Fiche de reconnaissance générée par la méthode nouvelle

	Republic of Uganda	UGANDA GEODETIC REFERENCE FRAME			 
	MLHUD	Geodetic Network Site Reconnaissance Form 3 / 3			
Site					
Type	NEW GM	Name	U1015	Order	1st
Approximate coordinates of the marker					
System		Coordinates			Point recorded
Projection	Zone and sector	X [m]	Y [m]	Z [m]	N°
UTM	UTM36S	420087	9962954	1193	U1015_PEG
Close ranging sketch details					
Reference	Orientation [°]	Distance [m]	Reference	Orientation [°]	Distance [m]
Building Angle A	121	16.3	Building Angle B	64	21.3
Building Angle C	309	22.5			
Mask details					
Reference	Orientation [°]	Angle [°]	Reference	Orientation [°]	Angle [°]
Tree 1	380	14	Tree 2	357	29
Tree 3	216	24			
Photograph of the selected site					
General view			Close view		
					
Panoramic photograph of the horizon					
North sector					
					
South sector					
					

Annexe 16

Fiche de reconnaissance générée par la méthode ancienne

	Republic of Uganda MLHUD	UGANDA GEODETIC REFERENCE FRAME	 		
	Geodetic Network Site Reconnaissance Form 3/3				
Site					
Type	NEW BM	Name	U1003	Order	1 st
Approximate coordinates of the marker					
System		Coordinates			Point recorded
Projection	Zone and sector	X [m]	Y [m]	Z [m]	N°
UTM	35J	826991	9858918	1721.33	U1003 PEG
Close ranging sketch details					
Reference	Orientation [°]	Distance [m]	Reference	Orientation [°]	Distance [m]
EP	235	2.1	BLG	135	49.15
FENCE	314	4.42			
Mask details					
Reference	Orientation [°]	Angle [°]	Reference	Orientation [°]	Angle [°]
FOREST	328	12	BLG	135	6
EP	314	20			
Photograph of the selected site					
General view			Close view		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; height: 200px;"> <div style="width: 48%;"></div> <div style="width: 48%;"></div> </div>					
Panoramic photograph of the horizon					
North sector					
<div style="display: flex; justify-content: space-between; height: 100px;"> <div style="width: 48%;"></div> <div style="width: 48%;"></div> </div>					
South sector					
<div style="display: flex; justify-content: space-between; height: 100px;"> <div style="width: 48%;"></div> <div style="width: 48%;"></div> </div>					

Annexe 17

Rapport journalier d'avancement de la phase de construction pour la région South-west

UGRN : Monumentation : Progress
Sector : South-West

Site		Progress					Details												Remarks			
Name	Location	Ops.	Mon.	Cont.	Sett.	Sev.	Monumented		Construction phase done				Data sent				Data saved					
		%	%	%	%	%	Type	Date end	Prepa.	Prod.	Finsh.	Site Log	Prepa.	Prod.	Finsh.	Site Log	Prepa.	Prod.		Finsh.	Site Log	
Summary		65	53	53	53	53																
Site monumented		53																				
Percent		53																				
Example																						
U1501	Centre	0	0	0	0	0	Pillar		Ok													LPDF denied access
U1502	South-West	23	50	25	25	25	Pillar	12/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1503	West	50	50	50	50	50	Sealed		Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	
U1504	East	75	100	75	75	75	Pillar	15/07/2018	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	
U1505	North-East	100	100	100	100	100	Sealed	15/07/2018	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	
U1001	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	13/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1002	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	12/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1004	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	15/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1005	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	27/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1006	South-West	100	100	100	100	100	sealed	27/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1007	South-West	100	0	0	0	0	pillar	15/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Access denied pending written permission from the Bishop
U1008	South-West	100	100	100	100	100	sealed	16/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Access delayed pending permission by UN
U1009	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	25/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1010	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	18/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1011	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	23/7/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1012	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	23/7/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1013	South-West	0	0	0	0	0																
U1014	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	09/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	access denied because of land conflict between church and private owner. Police to provide security as we evacuate on 10/8/2018
U1016	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	20/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1017	South-West	0	0	0	0	0																
U1010	South-West	0	100	0	0	0	Pillar	01/08/2018														Peg removed and the sketch not clear. Visit to be done with Mr. Mukasa on 17th/8/2018
U1015	South-West	0	100	0	0	0	Pillar	15/07/2018														Access denied by land owner until she is compensated US\$ 300,000
U1011	South-West	0	0	0	0	0																
U1012	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	13/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Access delayed because land ownership challenges between the school and the church
U1013	South-West	0	0	0	0	0																
U1014	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	12/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1016	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	12/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1017	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	12/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1018	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	12/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1019	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	12/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1020	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	12/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1021	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	25/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1040	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	26/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1041	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	26/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1042	South-West	100	100	100	100	100	sealed	19/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1043	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	09/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1044	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	24/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1045	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	24/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1046	South-West	0	0	0	0	0																
U1047	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	23/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1048	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	23/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1049	South-West	100	100	100	100	100	sealed	16/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Access denied by the land owner but later accepted after engagements with the district land office
U1050	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	26/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1051	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	25/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1052	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	09/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1053	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	09/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1054	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	09/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1055	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	23/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1056	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	23/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1057	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	22/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1058	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	22/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1059	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	22/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1060	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	21/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1061	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	21/07/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
U1062	South-West	0	0	0	0	0																
U1063	South-West	100	100	100	100	100	Pillar	09/08/2018	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	

Annexe 19

Script PyQgis pour la visualisation des métadonnées de la phase construction du chantier en Ouganda

```
# -*- coding: utf-8 -*-
from PyQt5.QtCore import *
from PyQt5.QtWidgets import ( QDialog,
                              QLineEdit)
from random import randrange
import db_manager.db_plugins.postgis.connector as con
import processing
from qgis.core import *
from qgis.core import (QgsProcessing,
                       QgsFeatureSink,
                       QgsProcessingAlgorithm,
                       QgsProcessingParameterFeatureSource,
                       QgsProcessingParameterFeatureSink,
                       QgsDataSourceUri,
                       QgsVectorLayer,
                       QgsProject,
                       QgsRasterLayer,
                       QgsPalLayerSettings,
                       QgsVectorLayerSimpleLabeling,
                       QgsTextFormat,
                       QgsVectorFieldSymbolLayer,
                       QgsCategorizedSymbolRenderer,
                       QgsField,
                       QgsRendererCategory,
                       QgsSymbol,
                       QgsSimpleFillSymbolLayer)
#-----#
#-----Variables à définir-----#
#-----#
Labeling_column_name = 'SITE_SITE_NOM' #Nom de la colonne de la couche qui contient les
numéros de points pour réaliser la labellisation
nom_table="Database table Monumentation"
nom_table2="Database table Construction"
nom_shape = "shape_monumentation"
#-----#
#-----Demande de champs en entrée-----#
#-----#
#qid = QDialog()
#title = "Point layer"
#shape_name, ok = QDialog.getText( qid, title, "Enter a name for the output layer:",
QLineEdit.Normal)
#if ok:
# nom_shape = shape_name
qid = QDialog()
title = "Point layer connection"
shape_name2, ok = QDialog.getText( qid, title, "Enter a name for the output layer
connection:", QLineEdit.Normal)
if ok:
```

```

test_connection = shape_name2
qid = QDialog()
title = "Select background map"
map, ok = QDialog.getText( qid, title, " Enter 1 for hybrid map \n Enter 2 for Google
Maps \n Enter 3 for Google Satellite \n Enter numbers of maps without spaces if you want
more than one map ", QLineEdit.Normal)
if ok:
carte = float(map)
#qid = QDialog()
#title = "Column Information"
#column_name, ok = QDialog.getText( qid, title, "Column name for point number",
QLineEdit.Normal)
#if ok:
# Labeling_column_name = column_name
-1-
#nom_table="nom_tabletest"
#-----#
#-----Connection à la BDD-----#
#-----#

uri = QgsDataSourceUri()
uri.setConnection("217.128.22.52", "5432", "odk_prod", "xavier", "FGeoid8964!")
#-----#
#
#-----Création de la première table contenant les données-----#
#-----#
#
uri.setDataSource("odk_prod", "FG_9V10_CORE2", None)
table = QgsVectorLayer(uri.uri(), nom_table, "postgres")
QgsProject.instance().addMapLayers([table])
#-----#
#
#-----Création de la deuxième table contenant les données-----#
#-----#
#
uri.setDataSource("odk_prod", "FG_9V10_CORE", None)
table2 = QgsVectorLayer(uri.uri(), nom_table2, "postgres")
QgsProject.instance().addMapLayers([table2])
#-----#
#-----Insertion d'un fond de carte-----#
#-----#

if carte ==1 or carte==12 or carte==21 or carte==13 or carte==31 or carte ==123 or
carte==132 or carte==213 or carte==312 or carte==321:
hybrid_map =
QgsRasterLayer("type=xyz&url=http://mt0.google.com/vt/lyrs%3Dy%26hl%3Den%26x%3D%7Bx%7D%26y
%3D%7By%7D%26z%3D%7Bz%7D&zmax=18&zmin=0.png", "Hybrid Map", "wms")
QgsProject.instance().addMapLayer(hybrid_map)
if carte==2 or carte==12 or carte==21 or carte==23 or carte==32 or carte==123 or carte==132
or carte==213 or carte==312 or carte==321:
google_maps =
QgsRasterLayer("type=xyz&url=https://mt1.google.com/vt/lyrs%3Dr%26x%3D%7Bx%7D%26y%3D%7By%7
D%26z%3D%7Bz%7D&zmax=18&zmin=0.png", "Google Maps", "wms")
QgsProject.instance().addMapLayer(google_maps)
if carte==3 or carte==13 or carte==31 or carte==23 or carte==32 or carte ==123 or carte==132
or carte==213 or carte==312 or carte==321:
google_sat =
QgsRasterLayer("type=xyz&url=http://www.google.cn/maps/vt?lyrs%3Ds@189%26gl%3Dcn%26x%3D%7B
x%7D%26y%3D%7By%7D%26z%3D%7Bz%7D&zmax=18&zmin=0.png", "Google Satellite", "wms")

```

```

QgsProject.instance().addMapLayer(google_sat)
#-----#
-----#
#----Conversion de la table de données en couche shape en indiquant les colonnes de
coordonnées à prendre en compte----#
#-----#
-----#
results = processing.run("qgis:createpointslayerfromtable", {"INPUT":nom_table,
"XFIELD":"COORDONNEES_SITE_COORDONNEES_REPERE_LNG",
"YFIELD":"COORDONNEES_SITE_COORDONNEES_REPERE_LAT", "TARGET_CRS":"EPSG:4326", "OUTPUT":"me
mory:"
+nom_shape})
result_layer = results['OUTPUT']
#QgsProject.instance().addMapLayers([result_layer])
-2-
#-----#
-----#
#----Connection between table and shape layer----#
#-----#
-----#
results2=processing.run("qgis:joinattributetable", {"INPUT":result_layer, "INPUT_2":table2,
"FIELD":Labeling_column_name, "FIELD_2":Labeling_column_name,
"OUTPUT":"memory:"+test_connection})
result_layer2 = results2['OUTPUT']
QgsProject.instance().addMapLayers([result_layer2])
#-----#
#-----Labeling-----#
#-----#
settings = QgsPalLayerSettings()
settings.fieldName = Labeling_column_name
labeling = QgsVectorLayerSimpleLabeling(settings)
result_layer2.setLabelsEnabled(True)
result_layer2.setLabeling(labeling)
result_layer2.triggerRepaint()
fni = result_layer2.fields().indexOfName('INFORMATION_LOCALISATION_SITE_DISTRICT_REGION')
unique_values = result_layer2.uniqueValues(fni)
#-----#
#-----Colorisation of points-----#
#-----#
# define categories
categories = []
for unique_value in unique_values:
# initialize the default symbol for this geometry type
symbol = QgsSymbol.defaultSymbol(result_layer2.geometryType())
# configure a symbol layer
layer_style = {}
layer_style['color'] = '%d, %d, %d' % (randrange(0,256), randrange(0,256),
randrange(0,256))
layer_style['outline'] = '#000000'
symbol_layer = QgsSimpleFillSymbolLayer.create(layer_style)
# replace default symbol layer with the configured one
if symbol_layer is not None:
symbol.changeSymbolLayer(0, symbol_layer)
# create renderer object
category = QgsRendererCategory(unique_value, symbol, str(unique_value))
# entry for the list of category items
categories.append(category)

```

```
# create renderer object
renderer = QgsCategorizedSymbolRenderer('INFORMATION_LOCALISATION_SITE_DISTRICT_REGION',
categories)
# assign the created renderer to the layer
if renderer is not None:
result_layer2.setRenderer(renderer)
result_layer2.triggerRepaint()
```

-

Liste des figures

Figure 1 : Structure type d'un rangement de données chez Fugro GEOID.....	12
Figure 2 : Photographie d'une mesure de hauteur d'antenne à l'aide d'un ruban.....	15
Figure 3 : Tableau contenant un échantillon de métadonnées en fonction du type de travail réalisé	17
Figure 4 : Schéma simplifié du fonctionnement d'un FTP	20
Figure 5 : Schéma de principe de connexion entre applications ODK.....	25
Figure 6 : Interface ODK Aggregate pour visualiser les données acquises par le formulaire	27
Figure 7 : Schéma d'interopérabilité des applications ODK dans des conditions de couverture internet différentes.....	28
Figure 8 : Schéma simplifié de fonctionnement d'un SGBD.....	33
Figure 9 : Traitement d'une requête par un utilisateur l'accès à la BDD.....	34
Figure 10 : Exemple d'application d'un filtre sur ODK Aggregate.....	35
Figure 11 : Statistiques sur les données avec ODK Aggregate.....	35
Figure 12 : Chargement des données de la BDD sur Excel	36
Figure 13 : Chargement des points sur Qgis avec une connexion à la BDD.....	38
Figure 14 : Chargement des points sur Google Earth	39
Figure 15 : Exemple de chargement de données sans connexion internet	40
Figure 16 : Capture d'écran lors de l'acquisition avec ODK Collect.....	46
Figure 17 : Fenêtres qui demandent des informations en entrée à l'utilisateur	49
Figure 18 : Carte des Emirats Arabes Unis	50
Figure 19 : Exemple de photos de stationnement des instruments sur un point.....	54
Figure 20 : Choix de la qualité des photos avec ODK Collect.....	55
Figure 21 : Arborescence des dossiers pour des traitements à distance	56

Optimisation du suivi opérationnel de l'acquisition, de la gestion et du transfert des données topographiques de grands projets en zones géographiques variées.

Mémoire d'Ingénieur CNAM - Géomètre et Topographe, Le Mans 2018

RESUME

L'entreprise Fugro GEOID réalise des travaux très divers, souvent de grande envergure et, qui se situent dans le monde entier. Tout au long de ces travaux un important volume de données est acquis, stocké, échangé, traité, visualisé et archivé en permanence.

La société accorde beaucoup d'importance au contrôle de qualité. Cependant, pour pouvoir assurer un contrôle satisfaisant de la qualité des données et des résultats, les moyens d'acquisition, de gestion et de transfert des données en amont doivent être très fluides, fiables et efficaces.

Des outils ont pu être trouvés et mis en place pour améliorer l'acquisition des métadonnées et toute la structure d'échange, de gestion et de stockage de celles-ci avec des moyens nouveaux et existants. L'acquisition des métadonnées à l'aide de formulaires papier a été remplacée par une méthode numérique avec smartphone. L'optimisation de l'utilisation des moyens d'échange et la création d'une base de données a permis de dynamiser le transfert, la gestion, le traitement, la visualisation et le stockage des différentes données.

Mots clés : données, métadonnées, base de données, acquisition, gestion, stockage, traitement, contrôle de qualité.

SUMMARY

The company Fugro GEOID carries out a wide variety of works, often of great scale and which are located all over the world. Throughout these works a large volume of data is acquired, stored, exchanged, processed, visualized and archived permanently.

The society attaches great importance to quality control. However, in order to ensure a satisfactory quality control of the data and results, the ways of acquisition, management and transfer of data must be very fluid, reliable and effective.

Tools have been found and set up to improve the acquisition of metadata and the whole structure of exchange, management and storage of these with new and existing ways. The acquisition of metadata using paper forms has been replaced by a digital method with a smartphone. The optimization of the exchange method and the creation of a database has made it possible to dynamize the transfer, management, processing, visualization and storage of the various data.

Key words : data, metadata, data base, acquisition, management, storage, processing, quality control