Ad Terra ENERGY

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Certificat complémentaire en géomatique

Rapport de stage en entreprise :

Restructuration d'une base de données géospatiales et développement d'une extension QGIS

Présenté par

Robin VITAL

Sous la direction de
Grégory Giuliani (Université de Genève)
Bastien Deriaz (Ad Terra Energy)

Juin 2023

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers mes directeurs, M. Gregory Giuliani et M. Bastien Deriaz, pour leur soutien précieux tout au long de ce mémoire. Leurs conseils éclairés et leur encadrement ont été essentiels à ma réussite académique. Je suis reconnaissant pour la confiance qu'ils m'ont accordé et pour avoir partagé leur précieuse expérience.

Je souhaite également remercier Ad Terra Energy pour m'avoir accueilli chaleureusement lors de mon stage et pour leur soutien continu. Je suis honoré de pouvoir continuer à travailler avec une équipe aussi compétente et passionnée.

Mes proches, mes parents, mes amis et mes camarades de l'université méritent également ma gratitude. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants ont été des piliers dans ma vie académique et personnelle.

Je suis profondément reconnaissant(e) envers tous ceux qui ont contribué à ma réussite, qu'il s'agisse de mes directeurs, de l'équipe d'Ad Terra Energy, de mes proches, de mes parents, de mes amis ou de mes camarades de l'université.

Résumé

Pendant le stage chez Ad Terra Energy, plusieurs réalisations significatives ont été accomplies dans les domaines de la géomatique et de la gestion de données. Une migration de base de données vers une nouvelle plateforme a été réalisée avec succès, permettant ainsi la maintenance quotidienne des données relatives aux champs d'exploitation. Cette initiative a contribué à assurer l'accessibilité et la mise à jour des informations pour l'ensemble des employés.

Une autre réalisation notable a été l'intégration réussie de données techniques, de production et d'informations sur les puits pétroliers. Cette intégration a renforcé la qualité des données disponibles, favorisant ainsi une meilleure prise de décision. De plus, une extension pour le logiciel QGIS a été développée, améliorant les fonctionnalités existantes en matière de visualisation et d'analyse des données géospatiales.

Ces réalisations témoignent de l'engagement et des compétences de l'équipe dans l'optimisation des processus de gestion des données géospatiales. Elles ont permis d'améliorer l'efficacité opérationnelle de l'entreprise, en fournissant des informations plus précises et en facilitant l'interprétation des données géographiques. Ces avancées ont contribué à une meilleure compréhension des activités de l'entreprise, permettant ainsi une prise de décision plus éclairée.

L'utilisation d'outils avancés et d'une approche proactive dans le domaine de la géomatique et de la gestion des données a été essentielle pour atteindre ces résultats. Ces réalisations démontrent l'importance de l'investissement dans ces domaines, qui jouent un rôle crucial dans la gestion efficace des ressources et dans la maximisation des opportunités dans le secteur de l'énergie.

Table des Matières

I) Introduction

1.1)) Introduction du rapport

Dans la continuité de mon cursus au Certificat de géomatique, j'ai eu l'opportunité d'effectué un stage de six mois au sein de l'organisme Ad Terra Energy à Genève. Cette expérience représentait une opportunité de mettre en pratique les compétences développées dans les domaines de systèmes d'informations géographiques et d'approfondir celles en ressources énergétiques et minérales.

Ce rapport expose les enjeux de géomatiques rencontrés au travers de mon expérience de stage. La première partie présente l'entreprise d'accueil de mon stage. Ensuite, j'aborde les objectifs de mon travail et les différentes tâches effectuées. Enfin, je présente mes réalisations et conclu sur une réflexion critique et générale de mon travail au sein de l'organisme Ad Terra Energy.

1.2) Présentation de l'entreprise

Ad Terra Energy est une entreprise spécialisée dans l'exploration, le stockage ainsi que le développement des ressources minérales et énergétiques dans le monde. Basée à Genève, Ad Terra Energy opère depuis plus d'une dizaine d'année. La compagnie est spécialisée dans l'aide et dans le support aux entreprises, autorités et institutions publiques dans les processus d'extraction et de stockage des sources d'énergies fossiles et renouvelables.

L'organisation a été fondée en 2010 sous le nom initial de Geneva Petroleum Consultants International. Elle était à la base spécifiquement centrée sur les industries du gaz et du pétrole, avant de se diversifier progressivement au fil des années. Dans l'optique de développer une stratégie énergétique durable, la firme a développé une vision globale et inclusive en termes de nouvelles sources d'énergies, de séquestration du carbone et d'exploration des aquifères profonds. Le 1er octobre 2021, l'entreprise changea d'identité pour finalement devenir Ad Terra Energy en fusionnant avec sa filiale Geneva Geo Energy. Elle est composée d'une équipe contenant des profils variés alliant des domaines de l'ingénierie, de l'expertise des champs de la Terre et des sciences appliquées, elle est aussi supportée par divers managers de projets. Benjamin Sallier (PhD) est le directeur général d'Ad Terra Energy, il dirige conjointement avec Bernd Fiebig (PhD Géophysicien) et Michael Suana (PhD Géologiste), en tant que superviseurs directs, des collaborateurs affiliés à l'organisme.

La compagnie accompagne divers projets suisses et internationaux liés à l'exploration des sous-sols par la réalisation de travaux de planification et de supervisions quotidiennes. L'acquisition et l'analyse des différentes données techniques, couplées au travail d'investigation de terrain, est aussi assuré par Ad Terra Energy. Les interprétations des données se font dans un but d'optimisation des potentiels sources géothermiques ou des rendements de réservoir. La société met en avant sa flexibilité dans ses multiples champs d'action. Ad Terra se focalise aussi dans la gestion des portefeuilles d'exploration et dans le développement de champs, pour préparer les outils nécessaires à la prise de décision concernant le déblocage des ressources. La réduction des impacts environnementaux liés aux activités constitue un autre point important des travaux de l'entreprise. Elle intègre donc à son panel d'activité des études de faisabilité en matière d'optimisation des pièges à dioxydes de carbone et de production de gaz. La firme réalise aussi des évaluations liées au domaine du stockage des déchets radioactifs provenant de l'utilisation de l'énergie nucléaire.

De ce fait, au travers de différentes thématiques, la compagnie s'illustre par différentes études de cas tels que la modélisation haute résolution des ressources pétrolières et gazières, l'analyse de processus sismiques géophysiques, des analyses sédimentologique, des stratégies de réduction des émissions de carbone (capture et stockage de carbone…) ou encore le management de base de données.

II) Objectifs

2.1) Objectifs du travail

Au cours de mon stage en entreprise chez Ad Terra Energy, j'ai participé à la réalisation de différentes tâches, principalement liée à la géomatique, mais aussi à d'autres domaines d'activités pour d'autres personnes.

Mes projets principaux se sont effectués dans le cadre de la migration massive d'une base de données d'une plateforme à une autre. Premièrement, j'effectuais les mises à jour journalières et hebdomadaires des différentes données reçus. Dans un contexte de changement d'hébergeur de données, il convenait de tenir à jour toutes les plateformes : l'ancienne encore très active et la nouvelle plateforme hébergeuse. Ainsi, je devais m'assurer que les données liées au champ d'exploitation soient à jour et disponible pour les employés. Je m'occupais donc de l'ajout des données techniques, de production et informatives concernant les puits pétroliers. La base de données était à l'origine hébergée sous Access, pour être ensuite importée progressivement sur PostgreSQL. Cette seconde alternative présentait de nombreux avantages en termes de performance et d'accès aux jeux de données.

Dans un second temps, mon travail a principalement reposé sur la réalisation d'un projet de développement d'extensions pour QGIS. L'objectif principal était de pouvoir faciliter la représentation cartographique des données géo-spatio-temporelles et informations contenues dans la base de données PostgreSQL pour les utilisateurs. Les extensions représentaient une solution intéressante pour permettre aux utilisateurs d'effectuer des requêtes SQL par le biais d'une interface graphique. En effet, sans avoir besoin de maîtriser le langage SQL, les usagers pourraient avoir accès à des informations spécifiques souhaitées, relatives au champ d'extraction des ressources. Ce projet rentrait en intégralité dans le cadre de la migration de la base de données.

Dans la continuité de l'élaboration des extensions pour QGIS, je me suis focalisé sur la géodatabase existante de l'entreprise. Pour ce faire, j'ai recensé l'accessibilité et l'utilité des données présentes dans l'ancienne base de données conçues pour ArcGIS (Laszlo Maio, 2014). L'objectif ici était de voir quelles données de géomatique pouvaient être récupérées et potentiellement incorporées dans une base de données PostgreSQL par le biais de l'outil Post GIS.

Mon stage au sein d'Ad Terra Energy m'a aussi permis d'expérimenter d'autres tâches en lien avec les activités de la compagnie. J'ai notamment participé aux analyses mensuelles des balances de gaz et des processus de torchage sur le champ d'exploitation. J'ai aussi aidé à la réalisation de la complétion des puits. Ma contribution à cette activité s'est traduite par un soutien à la mise à jour des dessins de certains puits selon certaines informations disponibles.

2.2) Cadres théoriques

Procéder à une migration de base de données revient à transférer les informations à disposition d'un gestionnaire de répertoire à un autre. La vraie complexité du procédé apparaît lorsqu'il est nécessaire de jongler avec des jeux de données très nombreux et différents. PostgreSQL est un système de base de donnée relationnelle démarré en 1986. L'une des principales qualités de cet hébergeur est le support de différents types de données. Outre des types génériques, PostgreSQL supporte les caractères géographiques et les couches SIG. De plus, l'interface propose des facilités en termes de migration de base de données et aussi de nombreuses combinaisons possibles avec des outils tiers (devx.com, 2004).

L'intégration de données spatiales dans des bases de données classiques est fondamentale de nos jours dans de nombreux domaines. La gestion des risques naturels, l'agriculture ou l'aménagement

d'infrastructures industrielles en sont quelques exemples. Une base de données centralisant les différentes données géospatiales octroi la possibilité de conserver une cohérence et une maniabilité non-négligeable. Cela permet d'augmenter significativement l'efficacité des procédés dans la réalisation des différentes tâches de l'opérateur. Les systèmes d'information géographique sont composés de cinq étapes majeures : l'abstraction, l'acquisition, l'archivage, l'analyse et l'affichage des données. Concernant les enjeux des bases de données, l'archivage représente une étape clé qui permet par la suite l'exploitation des données pour différentes analyses (Solioz, 2006).

QGIS représente un bon compromis en tant que logiciel SIG open source, facile à installer et à utiliser. Le logiciel permet ainsi d'appliquer aisément les différentes tâches génériques et procédés des systèmes d'informations géographiques. En plus des formats classiques (raster et vecteur), d'autres formats de données peuvent être ajoutés et lus par la plateforme. Le logiciel est aussi un atout étant donné ses possibles connections complémentaires et efficaces avec les bases de données spatiales issues de PostgreSQL et Post GIS (Sadoun et al., 2022).

On peut considérer une extension comme un module complémentaire d'un logiciel. Il s'agit donc d'un programme additionnel développé dans l'optique de fournir de nouvelles fonctionnalités sans modifier le code source du programme original (oni-cif.com). QGIS offre la possibilité de produire des extensions en langage python avec le module PyQGIS. Il existe ainsi de nombreux « plugins » disponible dans le dépôt officiel des extensions QGIS. Une extension sous QGIS est un répertoire regroupant différents fichiers nécessaires au bon fonctionnement de celui-ci. La façon la plus courante de construire un plugin consiste en la création à partir du module Plugin Builder 3, ce qui permet de générer une structure de base de l'extension conforme au logiciel (QGIS Project, 2020 ; Sherman et al., 2005).

III) Méthodes et Réalisations

3.1) Développement d'une base de données

Le choix de la base de données représente un paramètre non-négligeable, impactant fortement l'utilisation et le transfert des informations entre les collaborateurs. Lorsqu'un gestionnaire de donnée est bien implanté dans la structure organisationnelle d'une entreprise ou d'un institut, effectuer une migration vers un autre outil représente un vrai défi. Il s'agit d'une période durant laquelle il convient de continuer à maintenir la base de données actuelle tout en rendant opérationnel le nouveau système de stockage le plus rapidement possible.

3.1.1. Mise à jour des bases de données Access

Access est un système de gestion de bases de données rentrant dans la catégorie de l'informatique personnelle et individuelle. La base de données est représentée par un seul fichier sur disque dur et prend l'extension «. accbd » pour « Access Database » (Formation base de données, 2012).

La mise à jour de la base de données sous Access s'effectue par un procédé d'importation de données à partir de fichiers Excel ou PDF. Les données brutes sont reçues par différents modems (mails, cloud, etc.) sous la forme de fichiers indépendants. Ces données sont ensuite traitées et mises en forme pour convenir au format des tables que l'on souhaite présenter dans Access. Pour certaines tables, le remplissage manuel des cellules dans la base de données suffisait. Cependant, d'autres tables plus conséquentes, notamment pour la production finale, nécessitaient de réimporter un nouveau fichier Excel pour chaque nouvelle mise à jour (Figure 1).

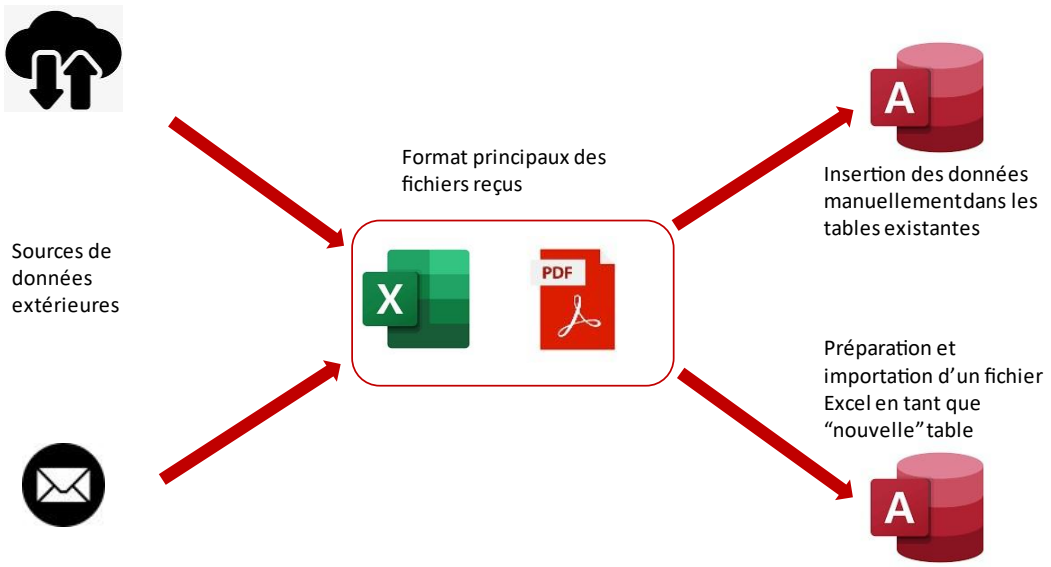


Figure 1. Schéma du procédé de mise à jour des données sous la base de données Access

La mise à jour de nouvelles informations sous Access nécessite plusieurs étapes et la plupart du temps une réimportation complète de la table concernée. Ce procédé peut s'avérer redondant et surtout chronophage, notamment concernant le chargement des données. Dans cette optique, la migration vers une base de données plus directe et plus souple peut s'avérer avantageuse.

La Figure 2 représente l'importation d'un fichier Excel contenant des données relatives aux statuts des puits dans la base de données Access « Well DB ». Comme évoqué précédemment, le fichier Excel doit être proprement formaté pour ne pas créer des soucis de conversion du fichier. À partir de ce point-

là, la mise à jour de la base de données peut se faire de deux manières : On peut choisir d'ajouter les données progressivement ou bien supprimer la table en question et réimporter la version mise à jour. Finalement, le choix de la procédure à suivre dépendra principalement du type de données à traiter, la fréquence et la taille des updates, et enfin des préférences de chacun. Il s'agit des différents facteurs qui participent à la conceptualisation d'une stratégie de maintenance des serveurs de stockages.

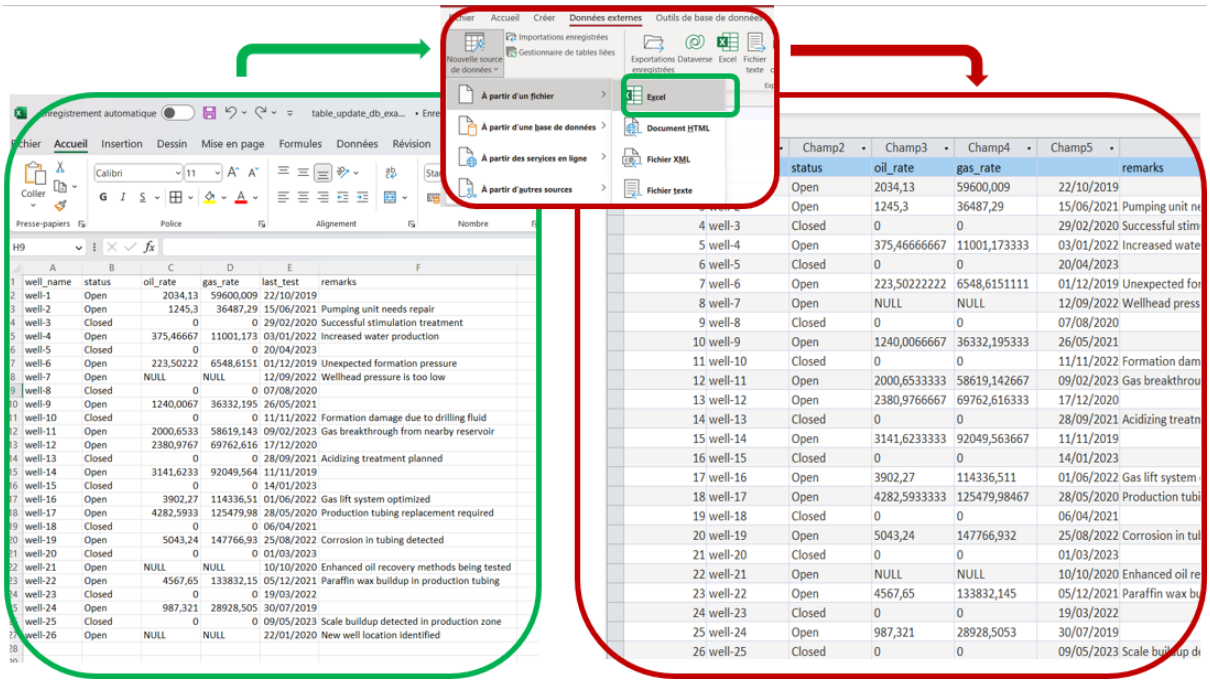


Figure 2. Import d'un fichier excel dans la base de donnée Access (exemple anonymisé)

3.1.2. Mise à jour et migration des bases de données PostgreSQL

PostgreSQL est aussi un gestionnaire de bases de données qui à la différence d'Access, est open source. L'outil suit une logique relationnelle entre client et serveur : il est question d'un gestionnaire des fichiers (PostgreSQL) contenus dans la base de données, qui gère les connexions des applications clientes (programme de l'utilisateur). Les applications clientes permettent d'exploiter les données gérées par le serveur de manières textuelle ou graphique par exemple. Une des principales forces de cet outil est la possibilité de traiter différentes connexions simultanément et permettre à plusieurs utilisateurs de procéder en même temps (The PostgreSQL Global Development Group, 1996-2022).

Le processus de mise à jour des données sur PostgreSQL s'avère plus uniforme compte tenu des types de données et le processus nécessite moins d'étapes que sur Access. Dans un premier temps, les fichiers sont reçus de l'extérieur de la même manière que précédemment. La principale différence réside dans la préparation des fichiers d'importation. Celle-ci s'effectue par l'utilisation d'un script VBA (Visual Basic for Application) qui permet d'appeler automatiquement toutes les nouvelles données dans un fichier Excel. Les informations importées sont automatiquement structurées et rangées dans des colonnes prédéfinies en fonction de la table qui doit être mise à jour. Ensuite, un script en python est exécuté pour alimenter la base de données PostgreSQL des nouvelles données à partir des fichiers au format « .csv » préparés en amont. La Figure 3 schématise le procédé d'actualisation des informations dans la base de données.

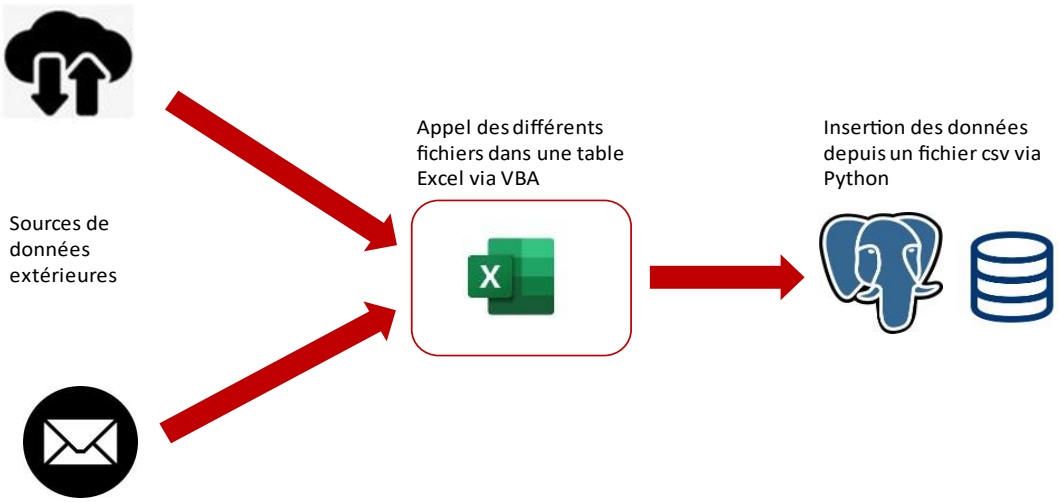


Figure 3. Schéma du procédé de mise à jour des données sous la base de données PostgreSQL

L'actualisation des différentes données sous PostgreSQL est sensiblement plus rapide en termes de temps que dans Access. Outre cet avantage, ce gestionnaire de données s'avère être une alternative judicieuse au vu de sa souplesse et de sa grande capacité de stockage. Les différents utilisateurs peuvent potentiellement obtenir un accès facilité aux données et pour une pluralité d'usage. L'utilisation de cet outil pourrait à l'avenir augmenter significativement la productivité et l'efficacité des différentes tâches nécessitant la mobilisation des informations stockées dans la base de données.

La Figure 4 illustre l'importation des données depuis un fichier CSV dans une base de données PostgreSQL. Ici, la mise à jour des informations passe par l'exécution d'un script python. Ce programme permet de sélectionner les tables que l'on souhaite actualiser. On peut procéder sur plusieurs jeux de données en même temps et il n'est pas nécessaire de réimporter toute la table systématiquement et l'importation peut se faire pendant que d'autres utilisateurs utilisent la base de données. Ce procédé permet de gagner un temps considérable pour la maintenance des informations

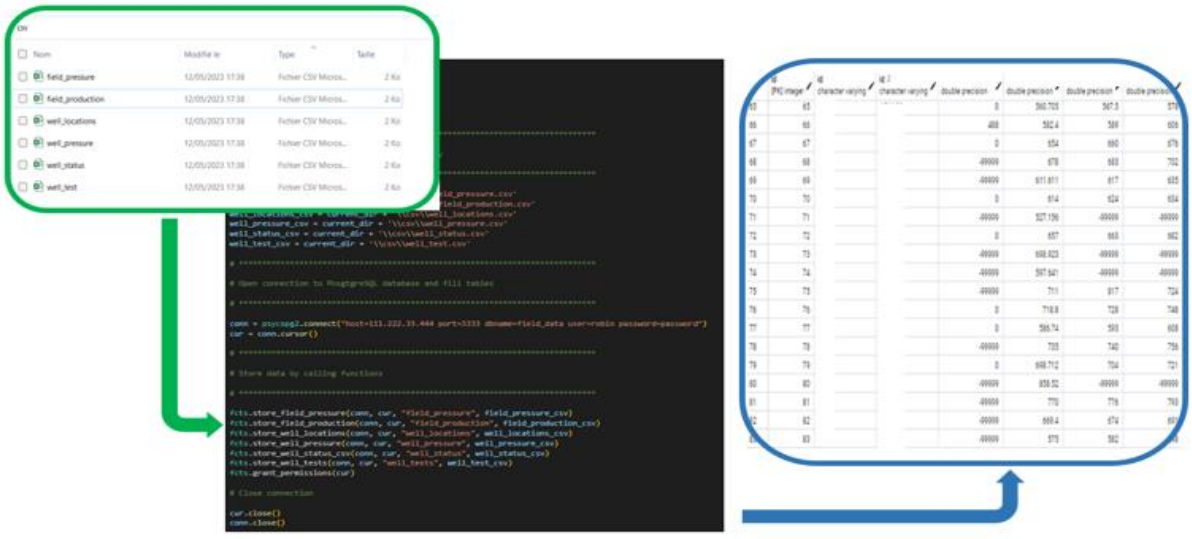


Figure 4. Import et mise à jour des tables de données dans PostgreSQL via Python (exemple anonymisé)

3.2) Extensions « Plugins » QGIS

3.2.1. Analyse des données spatiales

L'analyse des données passe la plupart du temps par l'élaboration et l'utilisation de tables et graphiques. Cependant, la composante spatiale représente un autre pan très important des données qui est mis en valeur par l'exercice cartographique. Les logiciels de cartographie comme QGIS permettent d'importer des éléments spécifiques contenus dans la base de données. Les informations appelées peuvent être représentées dans une logique cartographique sous réserve de contenir des composantes spatiales.

Il existe différents moyens qui permettent de faire appel aux bases de données sous QGIS. La solution la plus courante consiste à utiliser le manager de base de données implémenté dans l'application. L'interface graphique de QGIS permet d'appeler les données depuis le gestionnaire grâce à l'utilisation de requêtes SQL. Si ces données contiennent des composantes spatiales dans leur table attributaire, elles peuvent être transformées en couche spatiale et cartographiées. Le module PyQGIS est la seconde option permettant d'importer des données depuis la base et de générer des couches fonctionnelles pour QGIS. Ce moyen s'effectue par l'exécution d'un script python effectuant les tâches.

Une autre méthode représente la base de la structure de l'élaboration des extensions. Les différentes fonctionnalités mises en place dans les outils développés s'exécutent à l'aide de scripts en python. Ces derniers définissent les processus et les tâches qui doivent s'effectuer entre la base de données et le logiciel de cartographie. L'utilisateur exécute les différents procédés à l'aide d'une interface graphique facilitant la prise en main des outils développés.

Ainsi, l'extension mise en place présente trois principales fonctionnalités permettant l'utilisation des données. Ces options ont été conçues spécifiquement pour la réalisation de tâches précises. Ces différents processus sont présentés un par un dans les sections suivantes.

Le développement d'un plugin QGIS peut s'effectuer de plusieurs manières. Il est tout à fait possible de programmer une extension à partir du début jusqu'à l'utilisation finale de façon totalement manuelle, c'est-à-dire écrire chaque ligne de code par soi-même et développer l'interface graphique de zéro, sans l'aide d'outils extérieure. Cependant, une méthode beaucoup plus efficace, permettant de gagner un temps considérable, consiste à s'aider d'instruments et de programmes déjà existants et façonnés spécifiquement pour aider au développement de plugins. À cet effet, le développement d'un plugin sous QGIS nécessite au préalable l'assistance de deux éléments : Plugin Builder et Qt Designer. Plugin Builder est un support qui permet de générer une Template de base pour notre extension, de cette manière, il n'est plus nécessaire de programmer la compatibilité entre QGIS et notre code Python à la création de chaque nouvelle extension (qgis.plugins.com). Ensuite, Qt Designer est un outil très pratique dans la réalisation d'interfaces graphiques. Ce programme permet de facilement conceptualiser et de personnaliser différentes fenêtres comprenant des boutons de commandes, des zones de textes, des menus déroulants, et d'autres options qui permettent à l'utilisateur d'exécuter les différentes fonctionnalités du plugin QGIS (Willman, 2022). À partir de là, le développement d'un plugin ne nécessite plus qu'au créateur de programmer en langage python les différents processus et tâches à réaliser. Ainsi, une fois que le code est écrit et que l'interface graphique est prête, l'outil devrait être fonctionnel et prêt à l'utilisation.

3.2.2. Data Viewer

Data Viewer est la première extension développée. Cette extension a été élaborée dans l'optique d'optimiser la sélection des données au maximum. Il convenait de pouvoir dynamiser la sélection d'une information spécifique, à une date précise et par une symbologie efficace. Le but principal du

Data Viewer est de pouvoir couvrir la visualisation du plus grand nombre de données possible. Il était nécessaire dans un premier temps de permettre à l'utilisateur de subvenir à ses besoins de visualisation de la manière la plus efficace possible.

L'utilisation de ce premier utilitaire s'effectue en quelques étapes. Dans un premier temps, il est nécessaire de se connecter à la base de données directement depuis l'interface graphique pour s'assurer que les données privées ne soient pas accessibles à n'importe qui, par soucis de sécurité et confidentialité. La connexion engendre l'ouverture du projet de travail partagé QGIS et génère automatiquement une couche vecteur point des différents puits plus les informations concernant leur type et leur statut à la dernière date entrée dans la base de données SQL (Figure 5). Le collaborateur peut donc obtenir directement un état des lieux de la situation sur le champ.

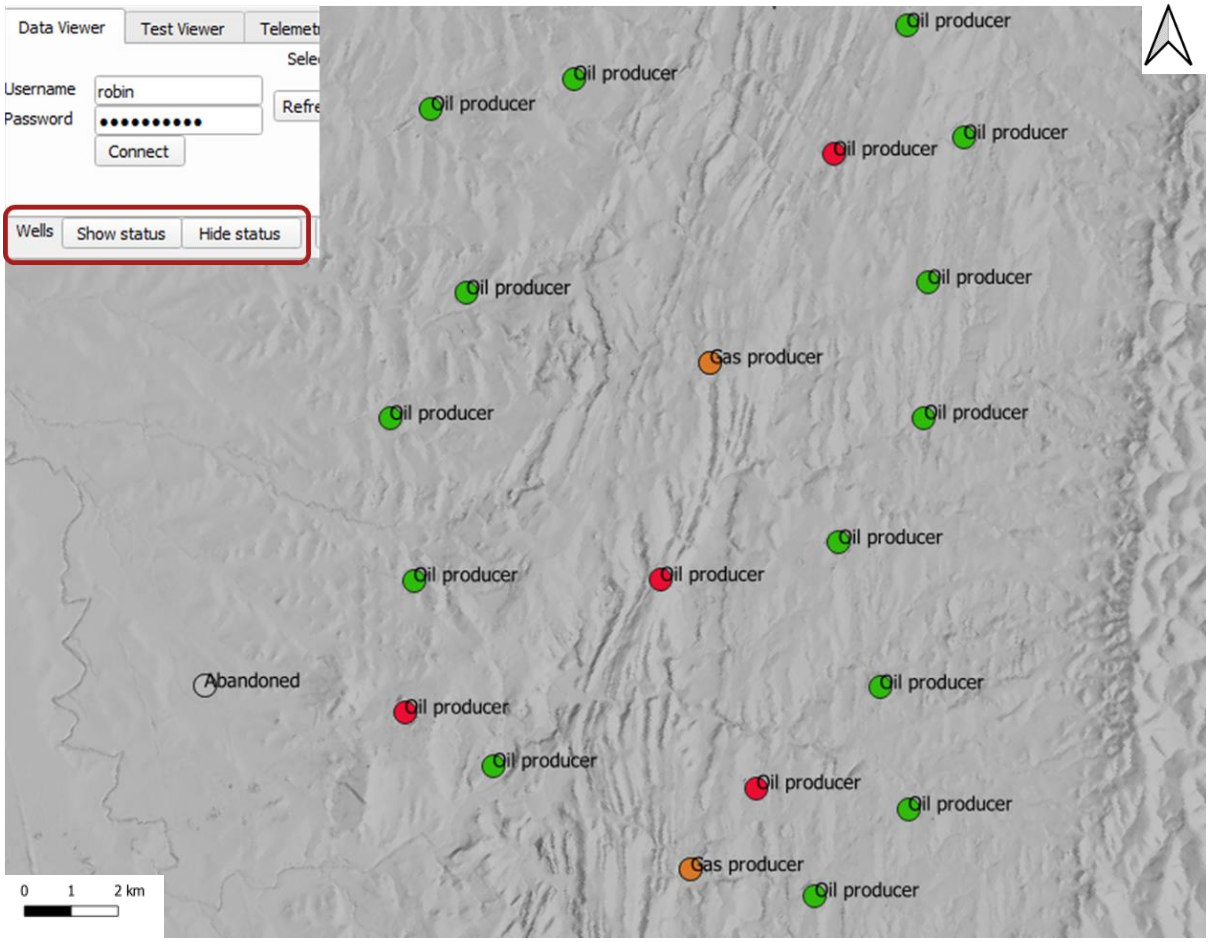


Figure 5. S statut des puits à la dernière date entrée dans la base de données et de leur type

Ensuite, la fenêtre est décomposée en différents boutons qui pourraient s'apparenter aux arguments que l'on pourrait utiliser dans une requête SQL. On retrouve deux boîtes de dialogues qui servent à sélectionner la table d'une part, et le champ à cartographier d'autre part. Les différents champs d'une table sont générés via un bouton qui exécute une première requête. Une fois la donnée d'intérêt choisie, il faut sélectionner la date à laquelle nous souhaitons analyser la donnée par le biais d'un sélecteur de date. Il est aussi possible de personnaliser la symbologie du rendu : la représentation cartographique s'apparente à des bulles de tailles variables selon la valeur pour les données numériques. De ce fait, l'utilisateur peut choisir la taille des bulles et le nombre de catégories de taille qu'il souhaite. Dans le cas de données textuelles, la couche générée affichera les éléments sous la

forme des labels. La Figure 6 représente la « Bubble Map » de production par puits au 1er janvier 2023 générée depuis l'extension et l'interface graphique du Data Viewer.

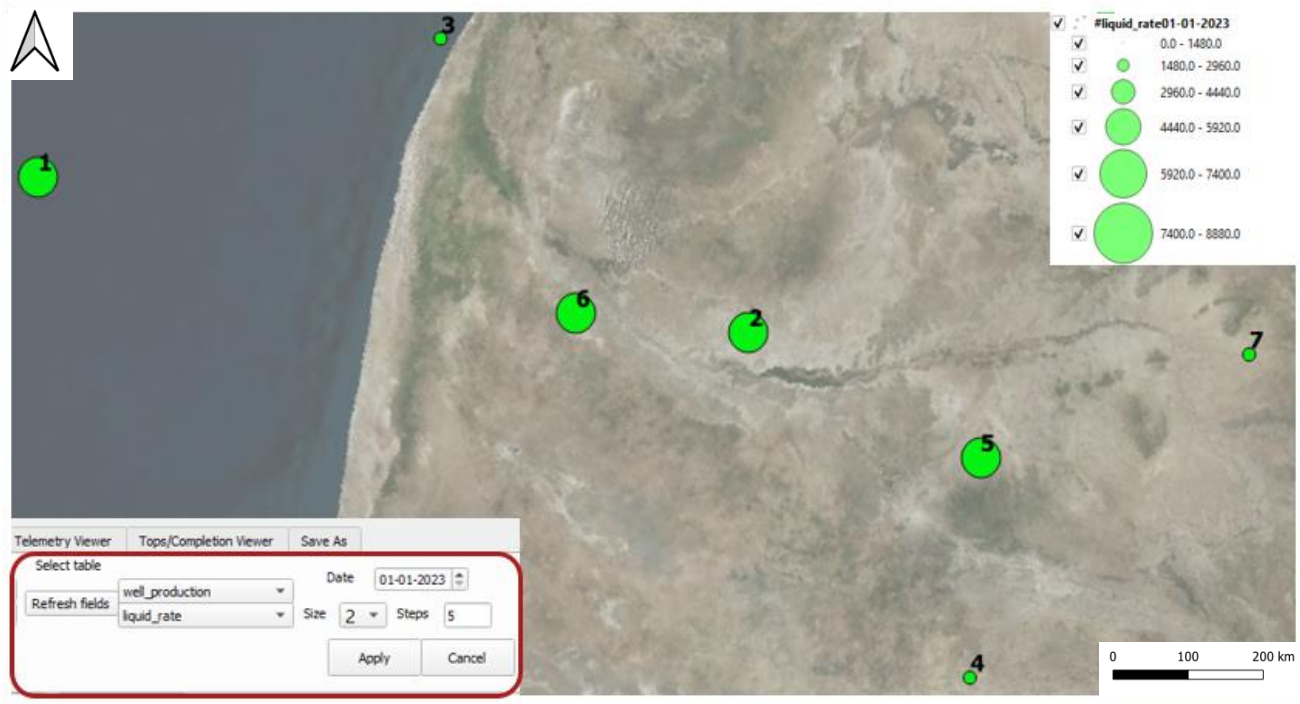


Figure 6. Cartes de bulles de la production au 01/01/2023 par puits avec une symbologie customisée

L'outil dispose aussi d'autres fonctionnalités annexes permettant de faciliter l'analyse pour quelqu'un de peu familier avec l'interface de QGIS notamment. On retrouve un bouton permettant de générer la table attributaire de la couche spatiale récemment créée. La composition de la table générée par cette option représente le même résultat qu'aurait conçu l'exécution d'une requête SQL classique. Une option pour la création de graphique est aussi présente, elle permet d'afficher depuis la donnée d'intérêt (Figure 7) :

- Un graphique en barres par puits pour une date donnée
- Un graphique d'aire par date pour un seul puit

Les graphiques sont directement produits depuis la donnée sélectionnée au préalable dans les menus déroulants. Ils donnent l'opportunité d'avoir un aperçu rapide des dynamiques liées au champ d'intérêt d'un point de vue comparatif ou temporel.

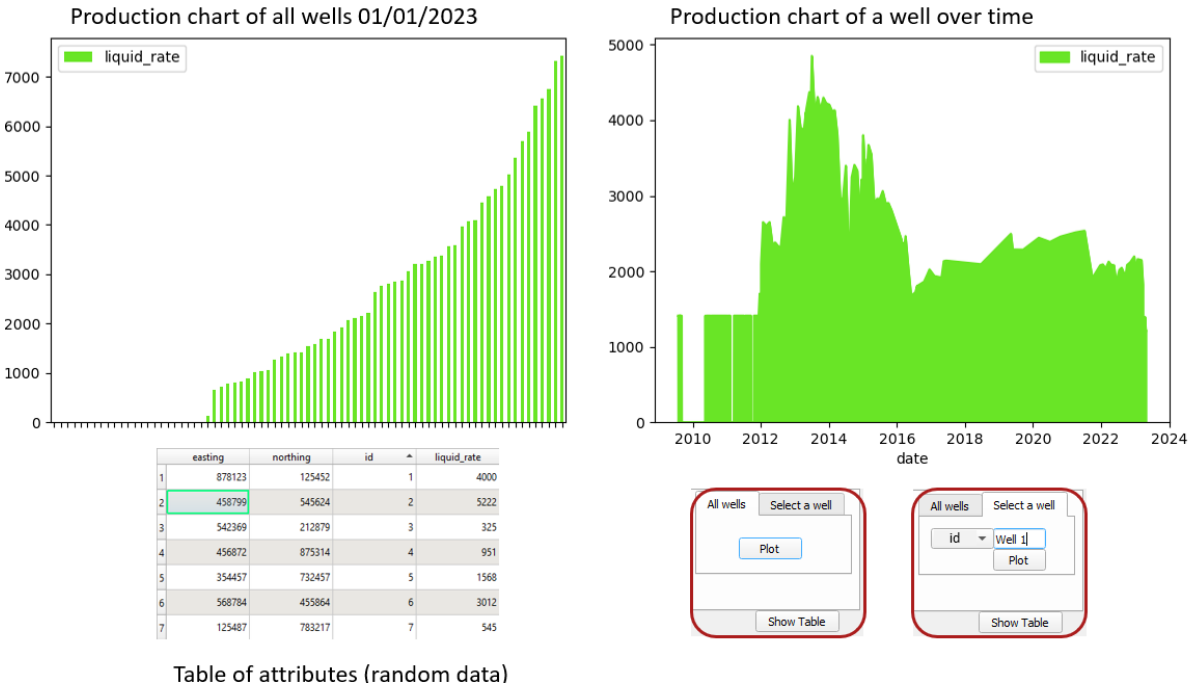


Figure 7. Graphiques et table caractéristiques des données de production (QGIS)

Il est aussi possible de générer la localisation d'un puits (couche point) à partir de l'identifiant du puits ou de générer la localisation de tous les puits en même temps. Cette option permet d'illustrer la position des différents puits de manière lisibles et épurée sans s'encombrer d'autres informations (Figure 8).

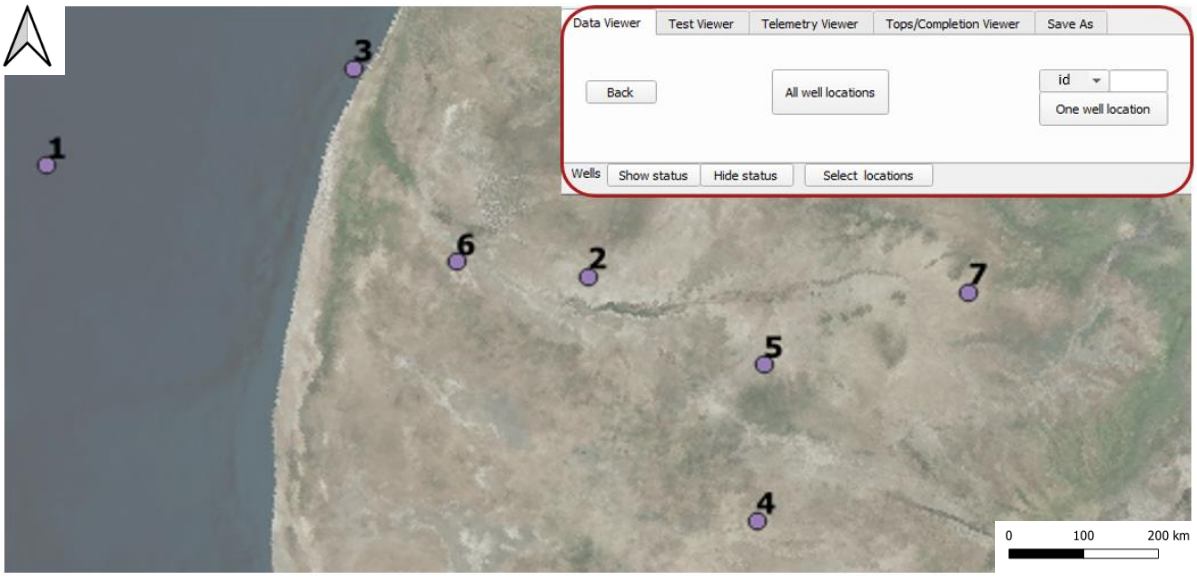


Figure 8. Couche vecteur point de la localisation des puits

Le Data Viewer est la principale fonction de l'extension QGIS développée. La majorité des informations présentes dans la base de données peuvent être mobilisées grâce à cet outil. Cependant, le format des éléments stockés peut varier du fait de la variété et de la complexité variable des informations. Il est probable que quelques tables ne puissent pas être activées via cet instrument. Les prochaines parties présentent les outils auxiliaires développés et leur rôle pour améliorer l'efficacité du plugin QGIS.

3.2.3. Test Viewer

Le Test Viewer est le second outil qui compose le plugin QGIS. À la différence du Data Viewer, il permet de mettre en valeur de façon cartographique un certain type de donnée. En effet, ce module se base sur la mise en avant des données en provenance des différents tests effectués sur les puits. Les tests ne sont pas effectués de façon journalière sur les puits et suivent une trajectoire relativement randomisée. Le problème pour l'utilisateur, à ce niveau, réside dans le fait de pouvoir sélectionner un test spécifique à afficher sans avoir connaissance de la date de réalisation de celui-ci au préalable. Il convenait donc de trouver une façon de faire apparaître l'information sans pour autant pouvoir prendre la date comme référence.

De ce fait, le Test Viewer propose deux options principales qui permettent de générer la valeur du dernier test en date par puit/pour tous les puits, sur une plage temporelle spécifiée. L'utilisateur peut définir la période de son choix avec deux boîtes de dialogue permettant d'entrer une date de début et de fin. Il doit aussi spécifier la valeur de quel type de test il souhaite représenter et choisir entre un puits ou tous les puits en même temps. La Figure 9 illustre le ratio pétrole-gaz du dernier test de chaque puits entre le 1er janvier et le 31 décembre 2023.

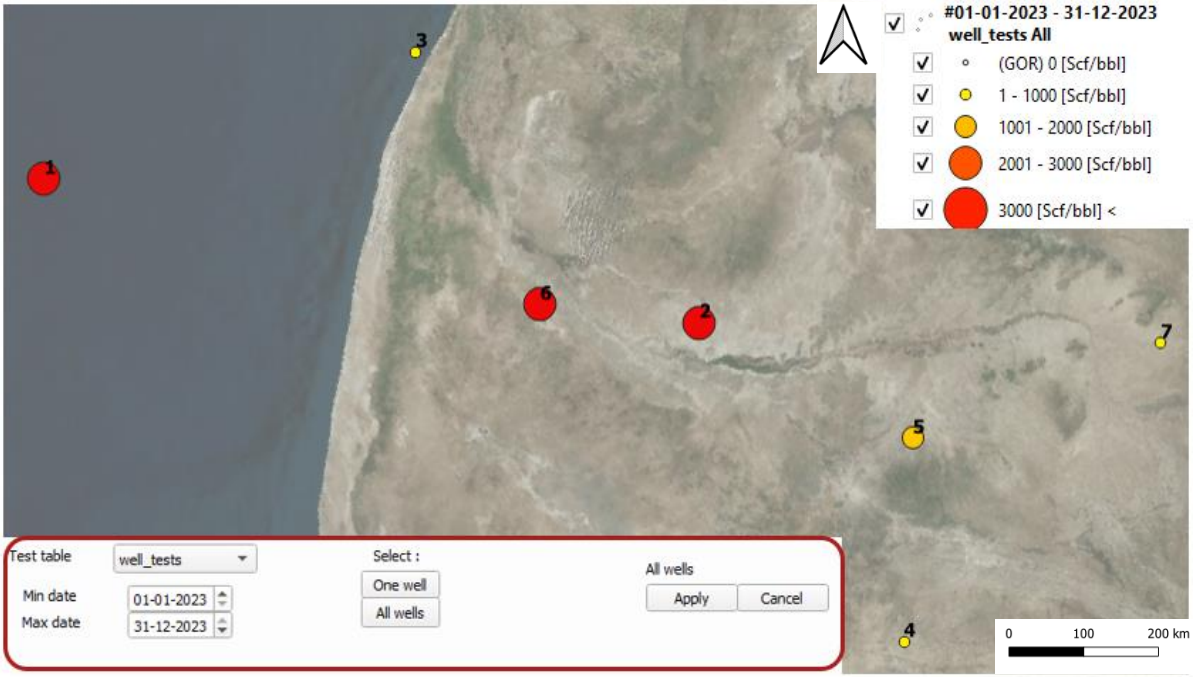


Figure 9. Carte en bulle du ratio pétrole-gaz du dernier test de chaque puit

Cet outil permet aussi de générer un graphique temporel en nuage de point combiné par puits. Le collaborateur peut choisir la plage temporelle de son choix et le graphique comprend toutes les valeurs des deux champs principaux provenant des mesures des tests : pourcentage d'eau et ratio gaz-pétrole (Figure 10).

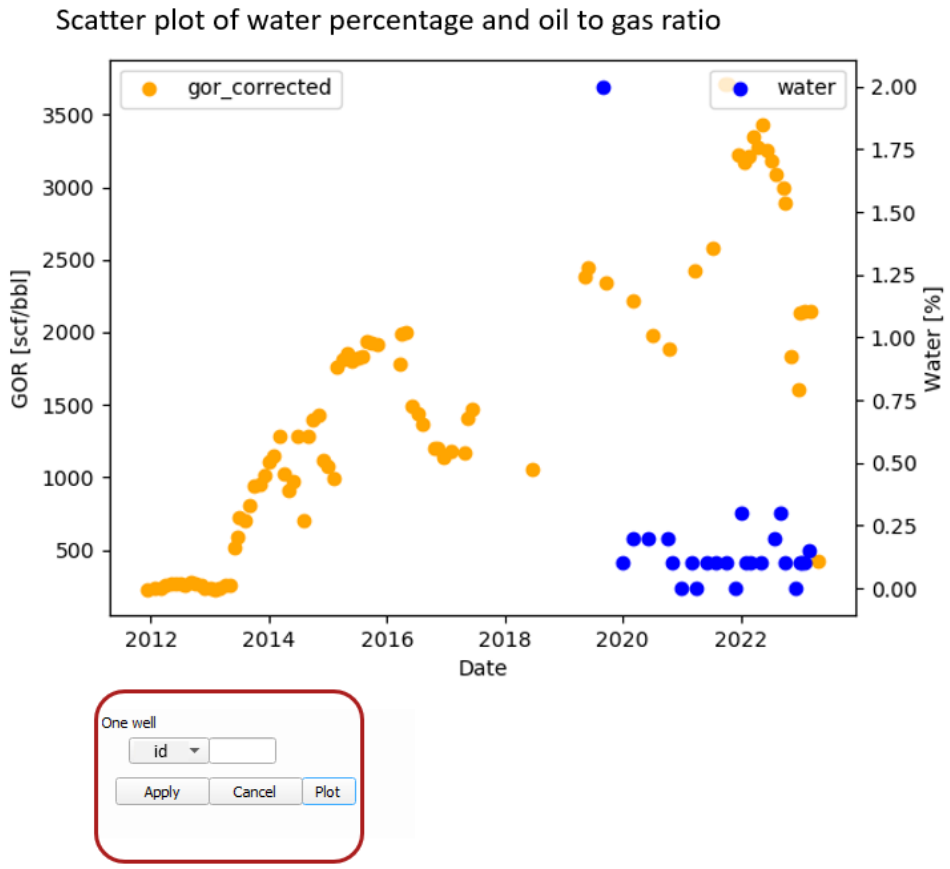


Figure 10. Nuage de point des pourcentages d'eaux et du ratio pétrole gaz pour un puit

Ce deuxième module à la différence du premier n'est pas développé dans une logique d'accès global aux données, mais il répond à un type d'information et un format spécifique. Le troisième outil du plugin rentre aussi dans cette logique.

3.2.4. Telemetry Viewer

Le dernier instrument qui compose l'extension est le Telemetry Viewer. Dans la continuité du module précédent, il a été élaboré de sorte à traiter les données possédant un format différent du reste de la base de données. Les données de télémétrie sont des mesures de pressions et de températures prises toutes les 30 minutes sur chaque puit. Elles représentent donc un nombre très abondant de données à stocker et nécessitent des moyens conséquents pour les analyser. Le jeu de donnée de télémétrie ne comporte pas une colonne date, mais un champs « date time » qui renvoie au format YYYY-MM-DD hh:mm:ss.

Pour optimiser la représentation cartographique des données de télémétrie, deux possibilités temporelles ont été mises en place. Dans un premier temps, il est possible de choisir d'afficher sur la carte la pression à la tête du puit, à la ligne d'écoulement ou la température. La première option est de visualiser une couche de la dernière mesure enregistrée dans le serveur par puit. Ce procédé permet de mettre en avant la situation quasi actuelle sur le champ, tant que la base de données est tenue à jour. La seconde méthode possible est de générer une « Bubble Map » des moyennes de pressions/températures sur une période données. De la même façon que le module précédent, il est possible de choisir entre deux dates et de généré une moyenne des différentes valeurs sur une échelle de temps personnalisée (Figure 11).

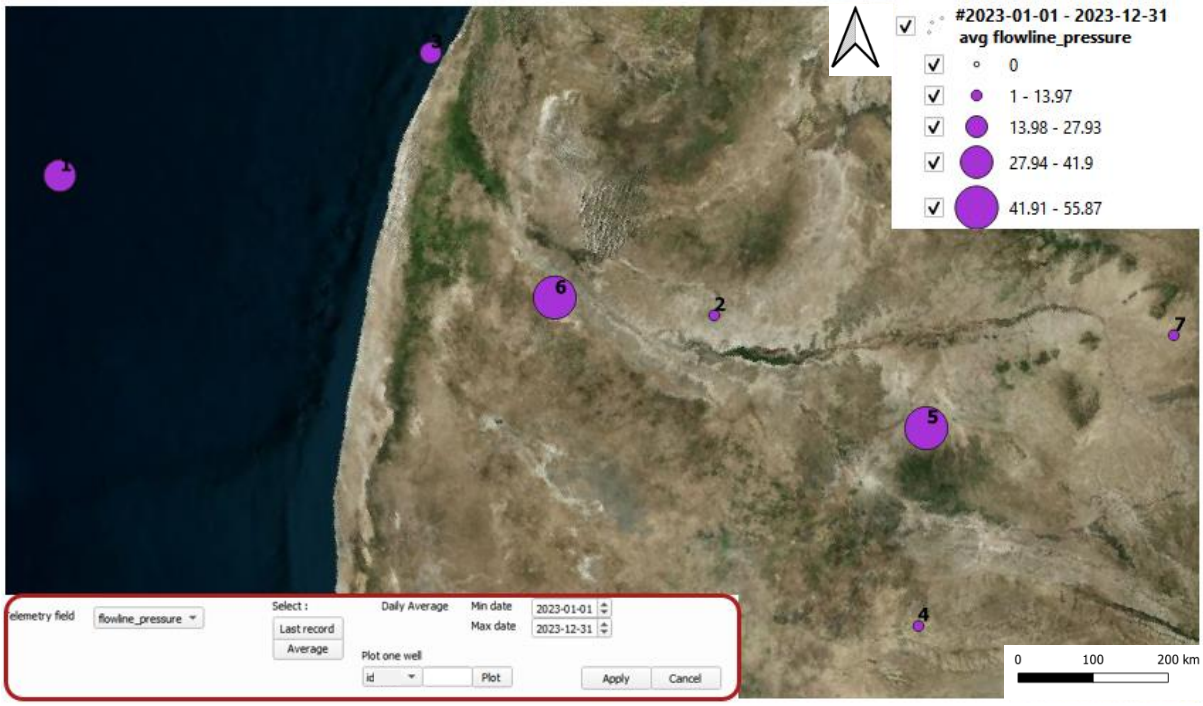


Figure 11. Carte en bulle de la pression moyenne par puits depuis le 1er Janvier 2023

Enfin, à l'image du Test Viewer, ce module propose aussi une fonction annexe permettant de générer un graphique en nuage de point. Le graphique correspond aux différentes mesures de pressions sur une échelle de temps customisée pour un puits défini par l'utilisateur. Le graphique est très important ici, car il permet de mettre en avant l'évolution temporelle des mesures et d'identifier les différentes dynamiques. Il complète en quelques sortes la représentation cartographique (Figure 12).

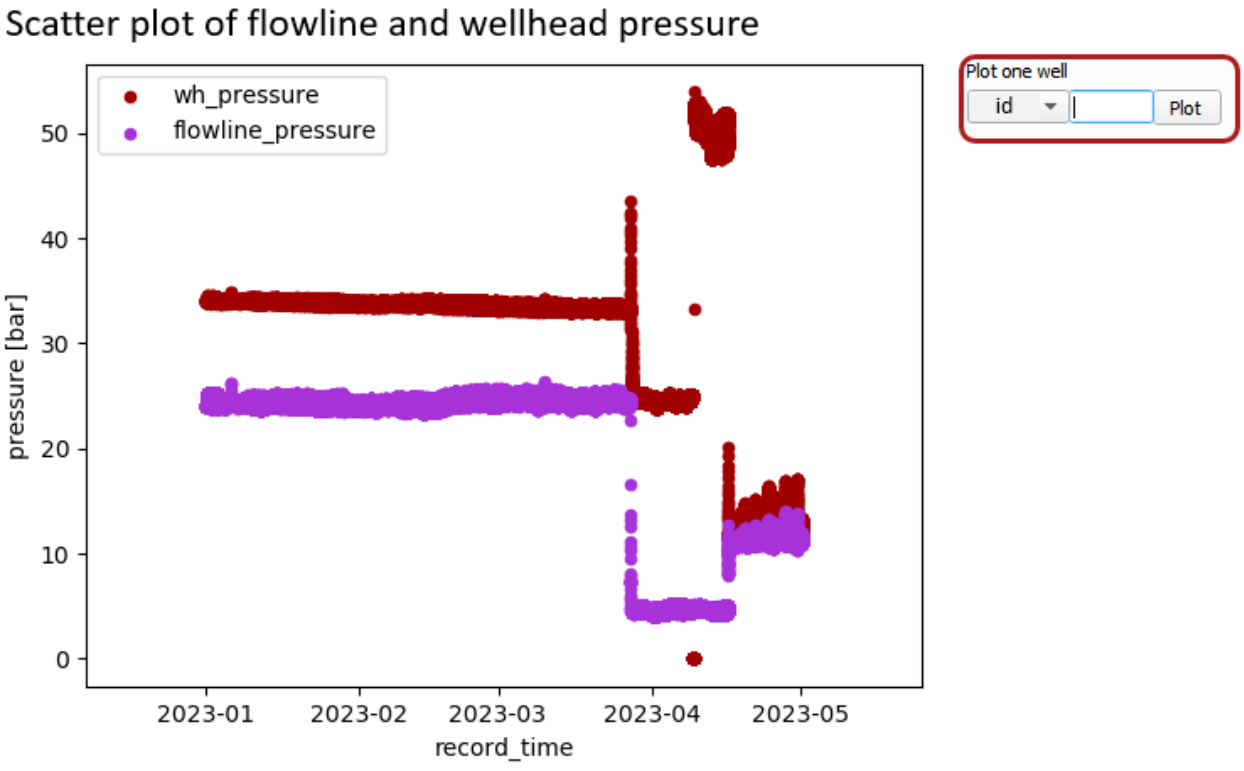


Figure 12. Nuage de point des mesures de pression pour un puit

Les trois modules présentés permettent de mobiliser et d'englober quasiment l'ensemble des jeux contenus dans la base de données PostgreSQL. L'interface graphique regroupe tous les outils à disposition du collaborateur. Centraliser et simplifier l'importation des informations facilitent grandement le processus de génération de couches cartographiques. Cependant, la finalisation d'un projet cartographique nécessite souvent la création d'une carte et d'une mise en page qui ne doivent pas être négligées.

3.2.5. Générations de cartes

Dans l'optique de rendre le plugin le plus complet possible, il était important de proposer une option de mise en page et d'exportation intéressante pour les utilisateurs. Ainsi, un dernier module a été élaboré pour cet objectif. Il s'agit d'un module très automatisé, il suffit de sélectionner un chemin d'accès dans lequel sauvegarder le résultat. À partir de là, le programme va automatiquement générer une mise en page « classique » comprenant une carte, une légende, une échelle et un titre en référence aux couches activées dans le projet QGIS. La carte est exportée au format PDF avec le nom de la principale couche spatiale comme identifiant. La Figure 13 présente une carte générée à partir de ce module.

Figure 13. Carte de télémétrie et mise en page générée automatiquement

La possibilité de préparer de manière automatique des mises en page cartographique permet d'intégrer un plus grand nombre d'utilisateurs. Les collaborateurs, même ceux ayant moins d'aisance avec le logiciel QGIS, pourront préparer leurs cartes en fonction de leurs besoins sans au préalable nécessiter trop de connaissances spécifiques des SIG au préalable. Ceci aura pour effet de permettre d'une part un gain de temps considérable pour les usagers, et d'autre part une intégrité accrue du personnel. C'est-à-dire que la facilitation d'accès aux représentations spatiales pour le plus grand nombre ouvrira plus de perspective d'analyses et de présentations avec l'ajout de ce nouveau support.

3.3) Restructuration de l'ancienne géodatabase

3.3.1. La base de données spatiale existante

Le troisième projet effectué durant mon stage chez Ad Terra Energy se focalisait sur la restructuration et la mise à jour des différentes données spatiales à disposition. En effet, l'entreprise possédait une base de données conséquente d'information relatives aux différents clients stockées sur ses serveurs. Cependant, ce répertoire important de données comprenait beaucoup d'éléments qui commençaient à dater et qui pour certains s'avéraient obsolètes du fait qu'ils n'avaient pas été maintenus à jour depuis des années.

La mise à jour des données à disposition a représenté un enjeu important de cette restructuration. Cependant, l'objectif recherché n'était pas d'actualiser tous les jeux de données spatiaux présents dans les répertoires. En effet, beaucoup de données se sont avérées utiles et nécessaires dans la réalisation d'anciens projets, mais ces informations n'étaient pas nécessairement toutes pertinentes dans le cadre des nouveaux projets et de travaux actuels. C'est dans cette optique que le deuxième enjeu principal de ce travail a été de sélectionner principalement les éléments importants et pertinents pour la restructuration. Cette tâche est essentielle pour mettre en place une organisation des données qui répond aux besoins, mais qui reste claire et lisible pour permettre aux collaborateurs d'accéder à ce qu'ils cherchent plus efficacement.

3.3.2. Création d'une base de données spatiale

La nouvelle base de données a pour objectif de répondre aux besoins des usagers. En d'autres termes, elle doit être structurée de manière claire et logique, mais aussi permettre de stocker toutes les informations spatiales essentielles liées au projet en question. La base de données a été réalisée sous la forme d'un répertoire général contenant différents sous-répertoires qui stockent des informations triées en fonction des types de fichiers et de la thématique à laquelle ils renvoient. Le projet principal QGIS est aussi présent au début de l'arborescence des répertoires, ainsi que les informations générales du projet relevant du domaine des SIG.

On retrouve à la source quatre dossiers principaux contenant l'ensemble des informations. Le sous-répertoire « Archive » contient les anciens éléments généraux directement reliés au projet et qui ont connu une actualisation par la suite. Le sous-ensemble « Layer » représente le cœur des informations SIG stockées dans la base de données, il fera l'objet d'un développement plus approfondi ci-dessous. L'onglet « Plugins » contient les différentes extensions (QGIS principalement) implémentées et utiles au travail d'analyse spatial, l'extension présentée plus tôt est aussi disponible dans ce répertoire. Enfin, la dernière option « Temp » fait référence aux différentes couches temporaires qui ont été générées dans le cadre de processus et d'analyses des données spatiales. Il s'agit donc de couches pas nécessaires en soi, mais qui peuvent s'avérer utiles, notamment lors de géo-traitements.

Le corps principal de la base de données se situe donc dans le sous-répertoire « Layers ». Il est décomposé en quatre branches qui regroupent des informations du même type. On retrouve dans un premier temps un espace de stockage pour toutes les informations liées à la géologie. Différents types de fichiers tableurs (.csv, .xlsx), vecteurs (.shp + extensions de caractéristiques) liés à la géologie du terrain sont présents tels des données de sous-sols (cartes structurales, etc.) ou des cartes d'épaisseurs. Dans un registre similaire, la seconde sous-catégorie permet de stocker toutes les données relatives au cartes paléontographiques/paléontologiques. Il s'agit de cartes illustrant des espaces et environnements du passé en prenant en compte les différents éléments associés comme la topographie, le climat ou la géologie (Scotese, 2016). Ce dossier comporte les mêmes types de fichier que pour la catégorie géologie. Un dossier est consacré au stockage des données liés aux différents puits, il contient les couches SIG au format vecteur des puits actuellement présents dans le

projet et de ceux en planification futurs. Ces données correspondent donc aux coordonnées des puits, mais comprennent aussi différentes caractéristiques de ces structures dans leur table attributaires. Enfin, la dernière et majeure sous-catégorie de cette arborescence est celle où l'on retrouve toutes les données relatives à la surface. Ces informations sont de natures diverses et variées. En effet, on retrouve des éléments relatifs à tout ce qui se passe sur le domaine du projet. De ce fait, les couches peuvent concerner les administrations, routes, infrastructures, populations, altitudes, cours d'eau, et d'autre. On retrouve donc des données aux formats SIG les plus courantes, de manière à être le plus accessible possible : des couches vecteurs et rasters accompagnés de leurs extensions caractéristiques. Enfin, c'est dans ce répertoire quel' on retrouvera un DEM (digital elevation model ou modèle numérique d'élévation) de la zone correspondante au projet. La Figure 14 schématise l'arborescence de la nouvelle géodatabase restructurée.

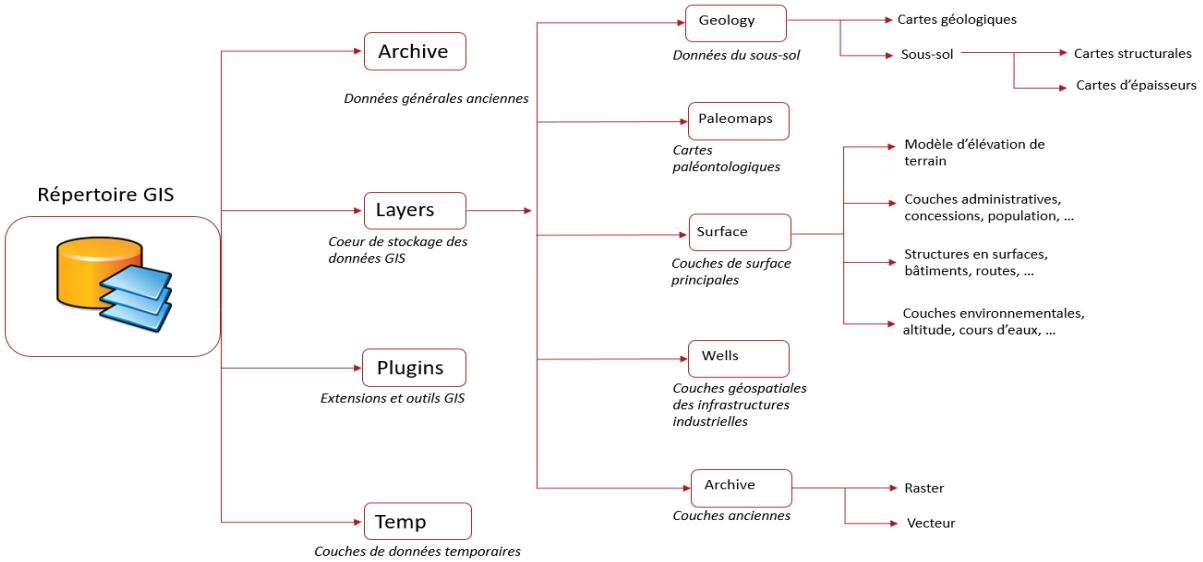


Figure 14. Arborescence de la base de données spatiale

La base de données spatiale est structurée en différents dossiers qui eux-mêmes, sont composés de sous-dossiers stockant les différents fichiers du projet. L'organisation des éléments est élaborée de sorte à rendre la recherche des informations intuitive pour les collaborateurs. L'arborescence est ainsi construite dans une logique similaire aux autres répertoires de données.

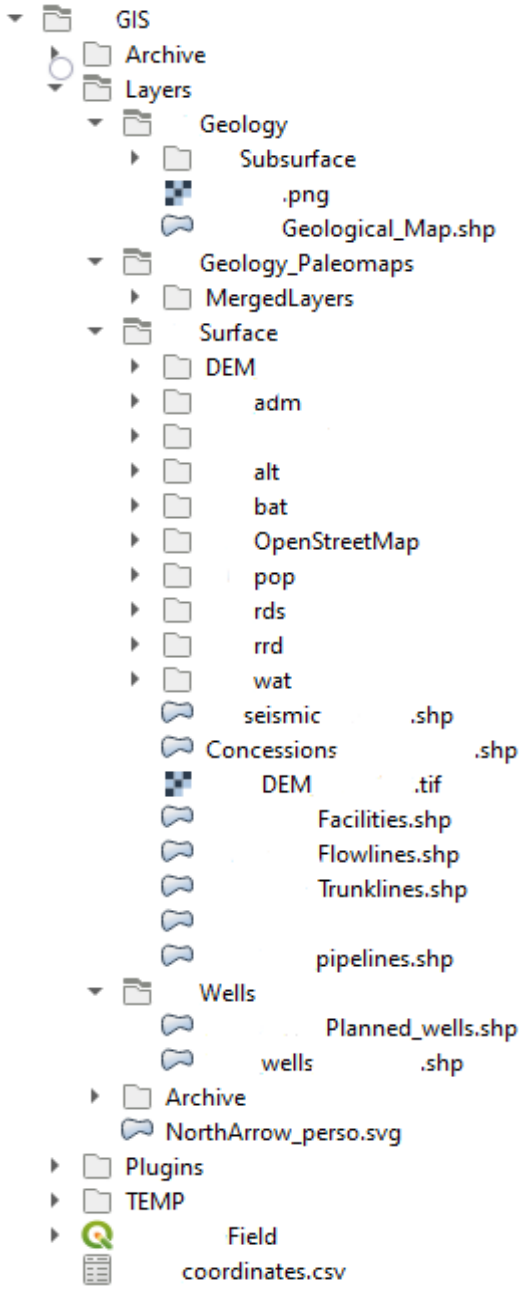


Figure 15. Arborescence de la base de données sous le catalogue QGIS (à noter que certains noms ont été masqués pour des raisons de confidentialités)

Conceptualiser la base des données spatiales de manière rigoureuse permet de faciliter son utilisation dans les logiciels SIG. La Figure 15 représente la structure des répertoires de stockages déployés sous le logiciel QGIS. En ouvrant un catalogue de recherche, on peut étendre les différentes sous-catégories et importer de façon rapide et efficace les éléments nécessaires. Une structure logique et compréhensible permet aux utilisateurs de s'y retrouver lorsqu'ils naviguent au travers les documents. Dans cette figure, on retrouve les différents dossiers présentés auparavant. Le chemin principal « Layers » est déployé, on peut apercevoir les différentes entités qui le composent. Ainsi, les dossiers mentionnés dans le paragraphe précédent sont bel et bien présents de la même manière qu'ils ont été créés dans le répertoire du projet. Mis à part QGIS, ce genre d'infrastructure peut être mis en place et mobiliser dans d'autres logiciels et systèmes d'information géographique (ex : ArcGIS). C'est aussi pourquoi la mise en place d'une architecture claire et logique est importante dans la création de répertoire de stockage de données spatiales. Il s'agit d'un procédé qui s'avère très fréquemment utile et nécessaire.

La restructuration de la base de données spatiale est la dernière tâche majeure qui a été réalisée durant ce stage. La prochaine partie de ce rapport se focalise sur une conclusion des réalisations effectuées. Les travaux présentés ici sont discutés et découlent sur une réflexion plus globale sur le déroulement du stage.

IV) Conclusion

4.1) Conclusion des réalisations

4.1,1. Bilan des réalisations

Dans la partie précédente, les différentes réalisations du stage ont été présentées et détaillées. Les différentes tâches ont été effectuées dans le cadre d'un projet plus important de migration d'une base de données spatiale. La totalité des travaux avaient pour but d'améliorer significativement l'efficacité et la facilité d'utilisation des ressources stockées pour les collaborateurs. À l'origine, les données étaient disponibles depuis une base de données Access. Cet outil présentait des avantages d'organisation et de centralisation certains, mais comprenait aussi certaines limites liées à la gestion des quantités d'informations importantes et de flexibilité d'utilisation. Dans un contexte où la compagnie développe de plus en plus de projets conséquents, il était nécessaire de pouvoir déployer des ressources permettant d'optimiser le flux croissant des informations. Il a été convenu que la migration de la base de données existante représentait un enjeu fondamental de cette transition. PostgreSQL semblait être un bon compromis entre l'utilisation d'un outil gratuit et l'automatisation des tâches de maintenance et de développement de la base de données. Ainsi, les travaux réalisés ont tourné autour de trois projets principaux. La première mission a été d'accompagner la migration des informations d'Access à PostgreSQL. Il a fallu commencer à remplir et à enrichir la nouvelle base de données tout en assurant la transition et la maintenance à jour de l'ancien outil de stockage. Même en considérant l'hypothèse qu'il aurait pu être possible de transférer les éléments d'un coup, les outils et méthodes de travail devait aussi être actualisés pour être compatible avec les nouveaux logiciels utilisés. La plupart des applications et programmes de l'entreprise n'étaient pas confectionnées pour être fonctionnelles avec la nouvelle base de données relationnelles. D'autre part, la migration a demandé du temps pour aussi permettre aux collaborateurs de s'acclimater et d'apprendre à utiliser les nouveaux outils. Au terme de ce stage, on peut soulever quelques bilans. Aujourd'hui, la nouvelle organisation commence à être bien établie dans l'environnement de travail. Les informations principales sont bien présentes et leurs mises à jour quotidiennes sont assurées sur PostgreSQL. Les collaborateurs se détournent aussi petit à petit de l'ancien portail Access et viennent chercher les éléments qu'ils souhaitent sur la nouvelle plateforme de plus en plus, par le biais de différents outils. Cependant, on ne peut pas encore dire que la migration est totalement complétée. Il est fondamental de continuer à familiariser les utilisateurs aux nouveaux processus. De plus, ce nouveau centre de stockage est en perpétuelle expansion, on observe des nouveaux types d'information au fil du temps qu'il convient d'intégrer continuellement sur PostgreSQL, ce qui représente le nouvel enjeu pour les temps à venir.

Outre la migration de la base de données, le projet qui a nécessité le plus de temps fut la création d'une extension pour le logiciel QGIS. Il était fondamental pour ceux qui avaient besoin d'avoir accès aux informations de pouvoir leur fournir des solutions accessibles et fonctionnelles. Le développement de cette extension s'est présenté comme une option intéressante. QGIS en tant que logiciel libre et flexible, permet de générer des applications tierces fonctionnelles sur son interface. Ainsi, il a été possible de mettre en œuvre une solution gratuite et qui ne nécessitait pas la création d'un programme à partir de zéro. Les usagers avaient donc seulement besoin d'installer QGIS sur leur ordinateur pour récupérer les données par l'utilisation d'une interface graphique intuitive, qui ne nécessitent à aucun moment un contact direct avec l'outil PostgreSQL. La création du « Data Viewer » et ses sous-fonctionnalités a demandé beaucoup de temps et d'investissement. Il a fallu réfléchir longuement sur la façon de produire l'outil pour qu'il soit le plus efficace pour les utilisateurs et facile d'accès. C'est dans ce contexte que les différentes fonctionnalités présentées précédemment ont été mis en place en fonction des priorités et des besoins des employés. En seulement quelques manipulations, il est devenu très aisé d'accéder aux éléments que l'on recherche. L'avantage de QGIS

réside aussi dans sa composante spatiale. Les cartes en bulles, notamment, communiquent des informations et des indices des dynamiques quasi instantanément, d'un simple coup d'œil. Il est ensuite possible d'approfondir l'analyse par le biais des tableaux et des graphiques qui ont aussi été programmés pour se générer automatiquement d'un simple clic. L'outil a été adopté assez rapidement par quelques usagers peu de temps après sa présentation. Il tend à se déployer encore plus dans le temps après une certaine période de familiarisation avec son fonctionnement. L'extension développée ne prétend pas opérer comme une réelle interface de centralisation des données, à l'image des logiciels dbMap ou Sahara. En effet, il existe sur le marché des applications optimisées dans l'industrie pétrolière, qui ont pour but de centraliser, analyser et échanger les données de différents types, comprenant aussi les données de composantes spatiales (Petrosys, 2019 et Interfaces, 2020). L'instrument développé sous QGIS ne possède pas autant de ressources que ce genre de programmes, mais il permet tout de même d'effectuer d'obtenir un accès rapide et simple aux informations disponibles, ce qui constitue un outil efficace pour la réalisation des premières analyses. L'extension devrait connaître par la suite des modifications qui entraîneront l'ajout de nouvelles fonctionnalités selon le retour des utilisateurs. Les feedbacks seront essentiels pour permettre de continuer à déployer le potentiel de ce type d'outil.

Enfin, la restructuration de la base de données spatiale s'est avérée importante pour plusieurs raisons. Dans un premier temps et comme expliqué auparavant, beaucoup d'informations stockées étaient devenues obsolètes ou non pertinentes. L'ancien répertoire fournissait une quantité de données très conséquente et il était difficile de s'y retrouver. Ces deux raisons ont entraîné peu à peu la marginalisation du recours à cette base de données. Les employés qui souhaitaient utiliser des couches de données spatiales ont commencé à construire leur propres répertoires plus petits, spécifiques et compréhensifs en lien avec leur projet. Dans cette optique, il ne semblait pas cohérent de remettre à jour un immense stockage de données spatiales dont la plupart n'aurait été d'aucune utilité pour les nouveaux projets. De ce fait, le travail était focalisé sur la restructuration de la base de données en ne prenant en compte que les informations qui faisaient sens pour les projets actuels. Il a été nécessaire de parcourir les dossiers et de veiller à identifier les fichiers corrompus et les doublons. Ce travail, fastidieux au premier abord, est très utile pour permettre de se rendre compte et d'identifier l'état des éléments à disposition. Il reste alors à proposer une nouvelle architecture de dossier qui permet d'accéder le plus facilement possible aux dits éléments. Ce travail est aussi important pour se rendre compte de ce qui manque et qui serait essentiel d'avoir dans la base de données. Ainsi, la restructuration de l'instance de stockage a donné l'opportunité de se mettre à la recherche d'acquisition de nouvelles informations utiles qui ne sont pas présentes dans les données existantes. À ce jour, l'arborescence principale de la base de données est bien établie et les utilisateurs peuvent s'y retrouver facilement. Il conviendra par la suite de continuer à mettre en œuvre une stratégie d'acquisition des éléments pour permettre d'enrichir efficacement les renseignements à disposition.

4.1.2. Perspectives pour l'entreprise

La migration de la base de données effectuée dans la compagnie n'est pas simplement une question de préférence de logiciel d'exploitation. Ce projet se traduit dans une dynamique plus importante au sein de la compagnie elle-même. En effet, bien que ce projet ne représente qu'un faible élément d'un tout plus conséquent, il traduit une volonté de changement dans l'organisation d'Ad Terra Energy. L'entreprise commence peu à peu à acquérir plus de projets et continue de se développer considérablement. De ce fait, il est plus que primordial d'optimiser au maximum la gestion des projets, l'échange des informations et l'automatisation des tâches. Plus les flux de travails sont importants et plus il est nécessaire d'avoir une organisation rigoureuse pour garder le contrôle des différentes dynamiques. C'est aussi dans cette optique que s'inscrit la migration de la base de données. Cette

transition permet de passer d'une structure plus rigide et fermée à une organisation ou les données se veulent plus accessibles, compatibles avec des programmes tiers et faciles à maintenir à jour. De plus, malgré cette souplesse accordée par PostgreSQL, les informations restent rigoureusement protégées et ne sont accessibles à l'édition que par des employés spécifiques et les niveaux d'accès aux données par les personnes sont gérés par les administrateurs spécialisés. On se retrouve donc avec un outil performant et sécurisé qui est capable de supporter et d'accompagner la croissance des projets et des missions au sein de la compagnie. Il s'agit d'une première étape qui pourrait bien n'être que le début de la mise en place d'autres projets qui seraient tournés vers l'amélioration des processus de récoltes et de traitements de la donnée et vers le développement d'autres programmes et outils d'accès aux informations, et pas seulement dans le domaine des couches géospatiales.

L'amélioration des processus et des résultats de l'entreprise devra passer par une intégration massive de tous les types d'informations qui sont traités au sein même de la compagnie. Il est nécessaire d'arriver à centraliser le plus de chose possible pour faciliter les échanges entre les équipes et permettre de rendre plus efficace l'interaction pluridisciplinaire sur les différentes tâches. Chez Ad Terra Energy, la plupart des informations traitées concernent ce qui se passe en sous-sol. QGIS et l'extension présentée dans ce document sont optimisés pour la représentation des informations en surface, notamment concernant les données de production par puits, les élévations ou la localisation des infrastructures industrielles. Cependant, les informations de sous-sols tels que les diagraphes de puits, les tops de forage ou les modèles de réservoirs sont beaucoup moins évidentes à visualiser. Un des principaux enjeux en perspective pour l'avenir se situe ici. Des programmes spécifiques sont utilisés pour le traitement de ces éléments par du personnel qualifié. Il sera nécessaire dans le futur de réussir à centraliser la variété des informations disponibles dans une optique de visualisation et d'accès aux données par tous. Un des défis qui attend la compagnie sera de trouver un outil ou une suite de programme permettant de rendre les interactions et les échanges entre ces différents formats beaucoup plus fluides et évidents. Cette centralisation de l'accès aux informations donnera une structure de référence efficace et dynamique qui devrait s'avérer performante pour l'accompagnement du nombre de projets grandissants de l'entreprise.

4.2) Réflexions sur le déroulement du stage

4.2.1. Evaluation de stage

Le stage réalisé chez Ad Terra Energy a été très enrichissant sur de nombreux points. Mon expérience au sien de la structure a duré six mois, ce qui m'a permis d'approfondir au maximum mon investissement dans les projets auxquels j'ai été assigné. Durant cette période, j'ai pu voir l'avancée des différents projets et l'évolution de l'entreprise depuis l'intérieur. L'organisation du stage m'a laissé le temps d'assimiler les sujets traités dans la structure et de me familiariser avec les concepts fondamentaux des ressources minérales et énergétiques, qui sont au cœur des services proposés par Ad Terra Energy. En parallèle de cette première étape, j'ai été formé à la réalisation de divers travaux, plus en moins en autonomie et liés à mes domaines de formations. La diversité des missions m'a aidé à assimiler d'autant plus rapidement les thématiques et objets d'études. Dans un second temps, après cette familiarisation, j'ai été introduit à ce qui allait devenir mon projet principal : le développement de l'extension pour QGIS. Ce nouveau projet s'est avéré être un défi important d'un point de vue personnel, il s'agissait du premier outil que je développais et je découvrais encore les langages de programmation notamment python. Ce projet a demandé beaucoup d'investissement et de nombreux essais ont été nécessaire avant de trouver la formule qui me convenait. Mon travail a tout de même été facilité par un encadrement efficace et la mise à disposition de modèle qui m'a donné un aperçu de ce qui était attendu. Lorsque l'on débute une expérience comme celle-ci, il faut être préparé à s'adapter, le milieu de l'entreprise peut contenir des imprévus ou des changements de priorités de

dernières minutes qui peuvent être possiblement déroutant au début, spécifiquement si l'on vient directement du milieu académique où les choses peuvent être plus encadrées. Enfin, ce stage m'a aussi fait prendre conscience qu'il est tout aussi important de savoir faire preuve d'autonomie que de pouvoir collaborer en équipe. En effet, le développement de projets d'une certaine envergure nécessite de la communication avec les collaborateurs pour ainsi se mettre à l'écoute de ce qui est attendu et de ce que nous pouvons avoir besoin des autres pour la réalisation des missions. À l'inverse, il est tout aussi important de pouvoir travailler de manière autonome et de ne pas se reposer constamment sur les autres. De façon plus générale, il est plus efficace de se montrer proactif pour réussir à l'implémenter au mieux dans un ouvrage.

4.2.2. Développement personnel

D'un point de vue personnel, mon expérience chez Ad Terra Energy m'a apporté beaucoup de positif sur différents points. Ce stage a été la première opportunité que j'ai eue de pouvoir appliqué ce que j'avais appris durant mon cursus de Géomatique à l'Université de Genève. J'ai donc pu mettre en pratique différentes méthodes que je n'avais abordées que lors de cours théoriques jusque-là. J'ai notamment pu exercer différents procédés de géotraitements, de gestion de données spatiales et de télédétections notamment. J'ai aussi pu acquérir une certaine autonomie et des responsabilités dans la réalisation de mes travaux et j'ai pu assimiler de quelle manière se construisent les nouvelles idées au sein d'une entreprise. Cependant, mes projets principaux de migration de base de données et de développement de l'extension QGIS m'ont apporté le plus de compétence dans des domaines qui étaient nouveaux pour moi. J'ai pu dans un premier temps m'assimiler aux concepts d'automatisation des tâches avec l'utilisation de scripts VBA et Python dans le traitement des données brutes pour les rendre compatible aux formats de stockages formatés pour nos tables stockées sur PostgreSQL. J'ai aussi pu me familiariser davantage avec l'utilisation de script et de codes de programmation en approfondissant mes connaissances en R ou en SQL. Mais j'ai surtout développé des connaissances fortes sur l'utilisation du langage Python pour le développement d'outil. Le fait de programmer un instrument depuis sa base m'a vraiment aidé à assimiler et à me rendre à l'aise avec un langage que je n'avais jamais utilisé auparavant. Il va donc de soi que ces six mois passés chez Ad Terra Energy m'ont beaucoup apporté en termes de compétences techniques et organisationnelles.

4.2.3. Perspectives professionnelles

À la fin de mon stage chez Ad Terra Energy, une opportunité m'a été offerte afin d'approfondir mon expérience en gestion de bases de données et de perfectionner mes compétences en géomatiques sous la forme d'un contrat de travail. Au fil des mois, j'ai découvert le milieu de la programmation qui m'a fortement passionné. Dans le futur, je souhaite continuer à travailler dans le cadre des interactions entre les bases de données relationnelles et le développement d'outils toujours plus optimisés capable de déployer tout le potentiel des ressources à disposition. La conceptualisation et la mise en service d'un instrument comme l'extension QGIS apporte déjà une très grande satisfaction en soi, mais le plus intéressant dans ce domaine est le fait de se dire que ces objets ne sont jamais des produits finis. Ils peuvent toujours être modifiés et améliorés sur la base de nouveaux besoins d'analyses, de nouvelles idées de représentation des données ou simplement en termes d'efficacité. Dans un monde où les flux de données sont de plus en plus nombreux et importants, la mise en service d'instruments facilitant leurs intégrations et leurs utilisations s'avère d'autant plus nécessaire.

V) Bibliographie

Auzoux, Sandrine, and Thierry Chapuset. 'Conception de base de données sous Access à des fins d'analyse et de modélisation : Formation bases de données - Décembre 2012 -Thiès'. Monograph, 2012. https://agritrop.cirad.fr/570830/.

Conrad, Tim. 'PostgreSQL vs. MySQL vs. Commercial Databases: It's All About What You Need'. *DevX*, 2004, 5.

Duhaut, Patrick. 'Qu'est-ce qu'un plugin ?' *https://www.oni-cif.com/* (blog). Accessed 9 May 2023. https://www.oni-cif.com/quest-ce-quun-plugin/.

'Manuel d'utilisation de QGIS — Documentation QGIS Documentation'. Accessed 9 May 2023. https://docs.qgis.org/3.10/fr/docs/user_manual/index.html.

Petrosys. 'Petrosys – Mapping, Surface Modeling & Data Management Software for Oil and Gas Professionals', 2009. https://wwwsandbox.petrosys.com.au/.
'PostgreSQL 11.19 Documentation'. *The PostgreSQL Global Development Group*, 2023, 2835.
'PyQGIS 3.16 Developer Cookbook', n.d.

Plugin Builder—QGIS Python Plugins Repository. (s. d.). Consulté 12 mai 2023, à l'adresse https://plugins.qgis.org/plugins/pluginbuilder/

Sadoun, Balqies, Omar Al-Bayari, and Suhaib Al-Tawara. '"Open Source GIS Solution: An Overview of the Architecture of Free Open Source Web GIS".', 2022.

Sahara. 'VISUALIZATION AND ANALYSIS TOOLS'. Accessed 9 May 2023. https://interfaces.com.ar/en/resources/brochures.php.

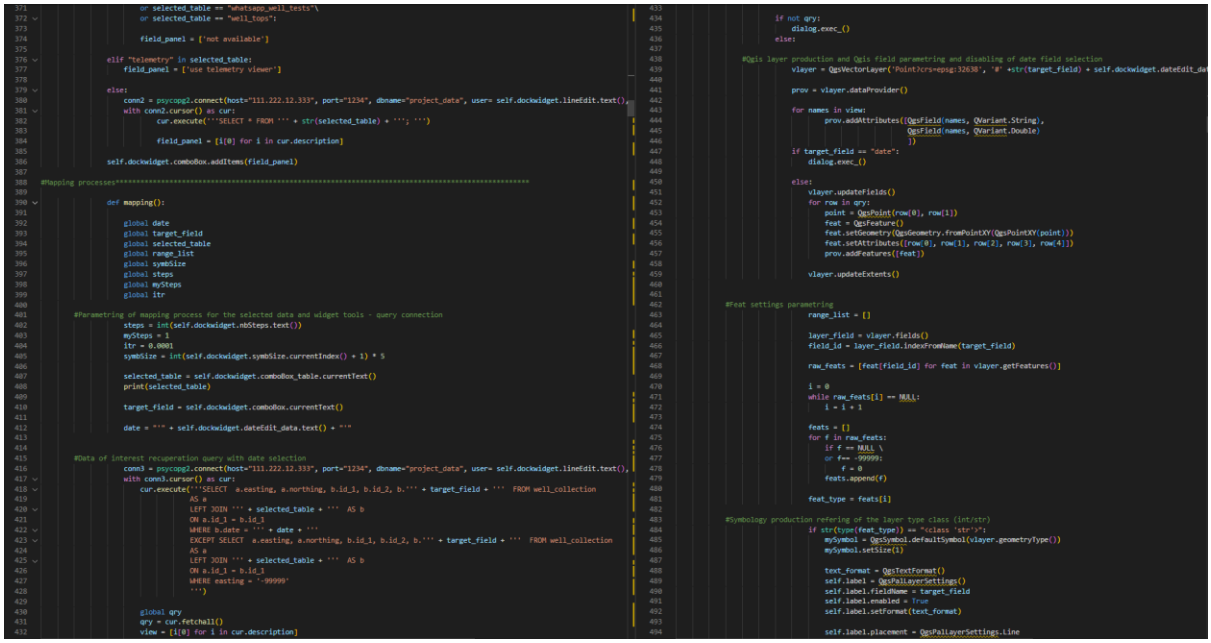
Sherman, Gary E, Tim Sutton, Radim Blazek, and Lars Luthman. 'Quantum GIS User Guide', November 2005, 70.

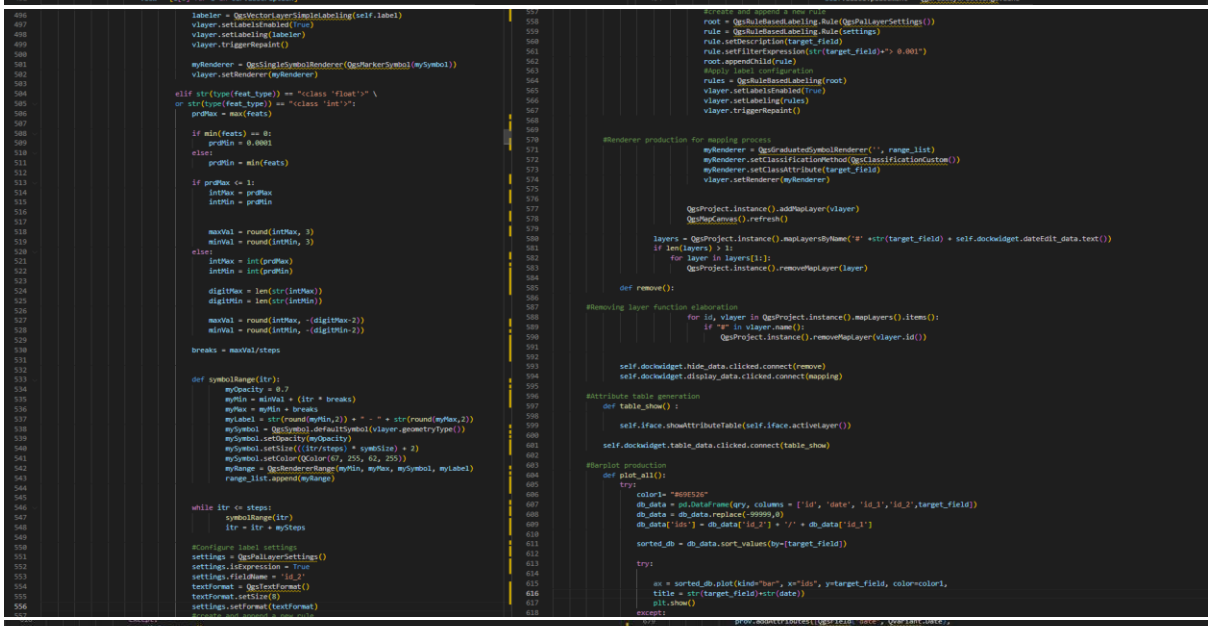
Solioz, Nathalie. 'Intégration des données spatiales dans les applications de gestion'. Haute école valaisanne, 2006. Swiss Open Access Repository.

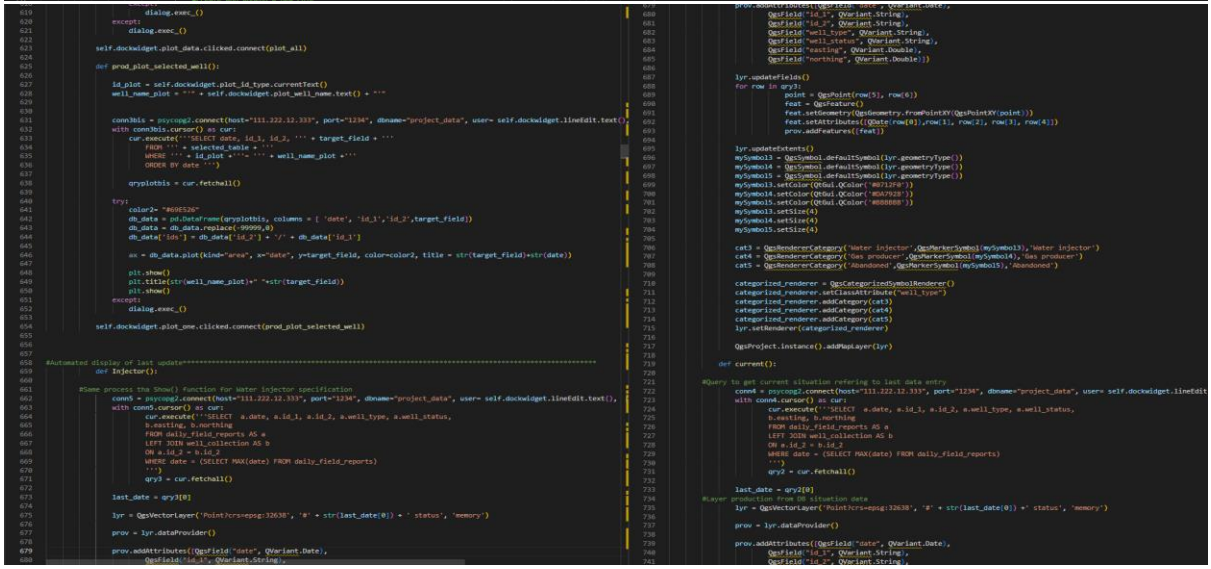
University of Texas at Arlington. 'Paleomap Project'. Scotese, 2016. http://www.scotese.com/.

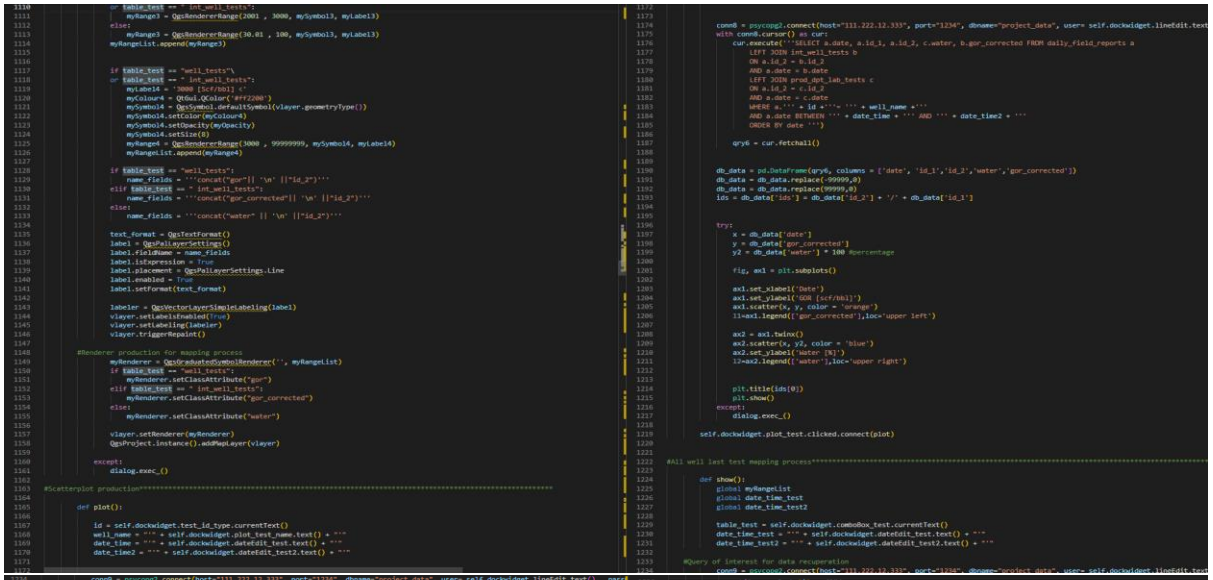
Willman, J. M. (2022). Creating GUIs with Qt Designer. In J. M. Willman (Éd.), *Beginning PyQt : A Hands-on Approach to GUI Programming with PyQt6* (p. 217-258). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7999-1_8

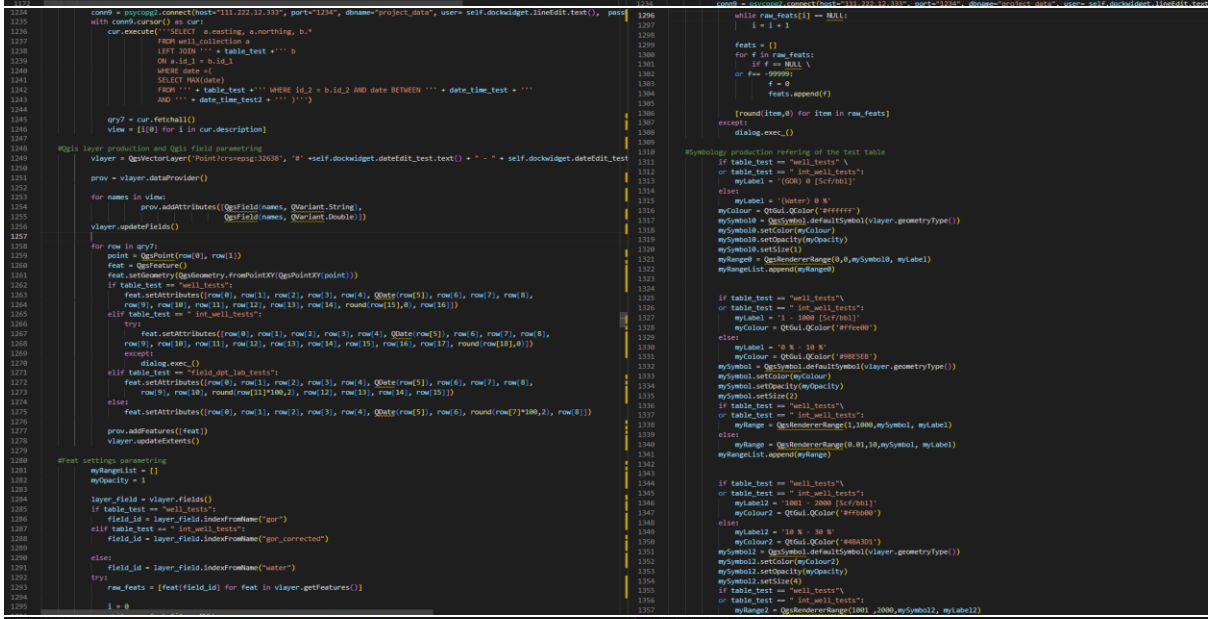
VI) Annexes

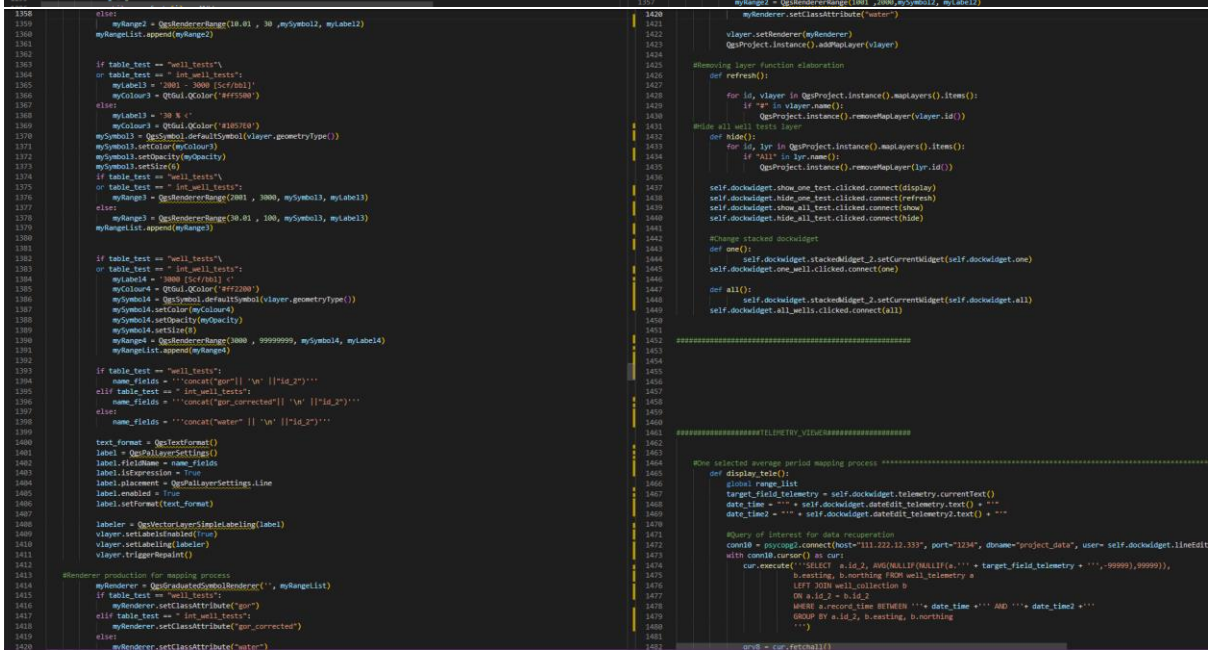


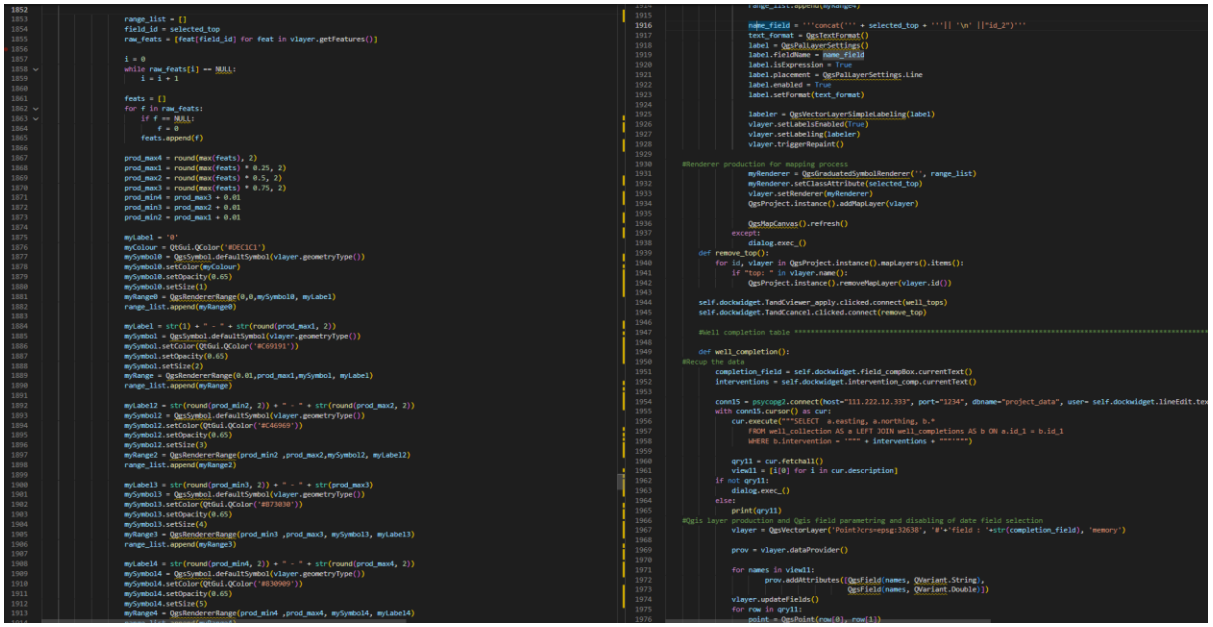


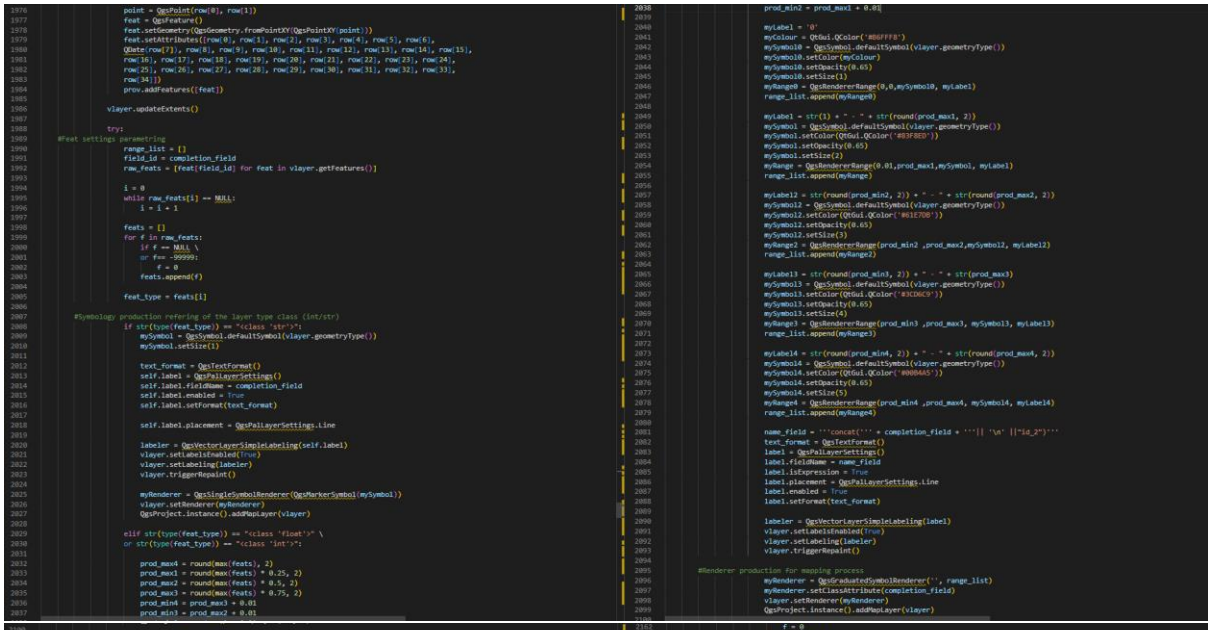


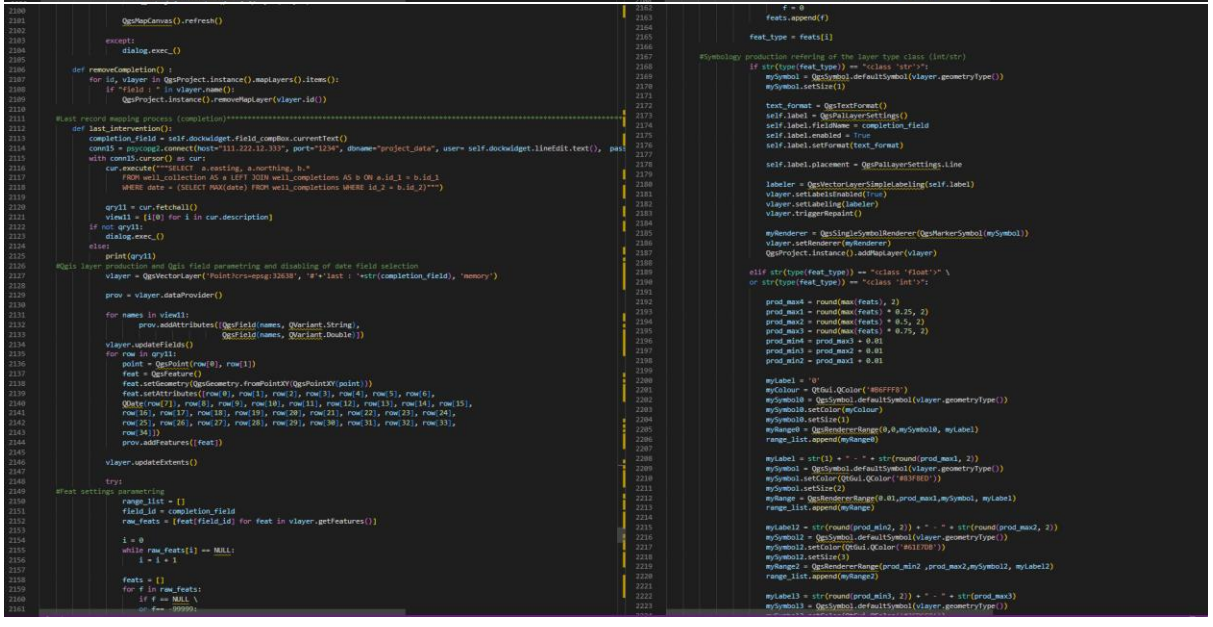


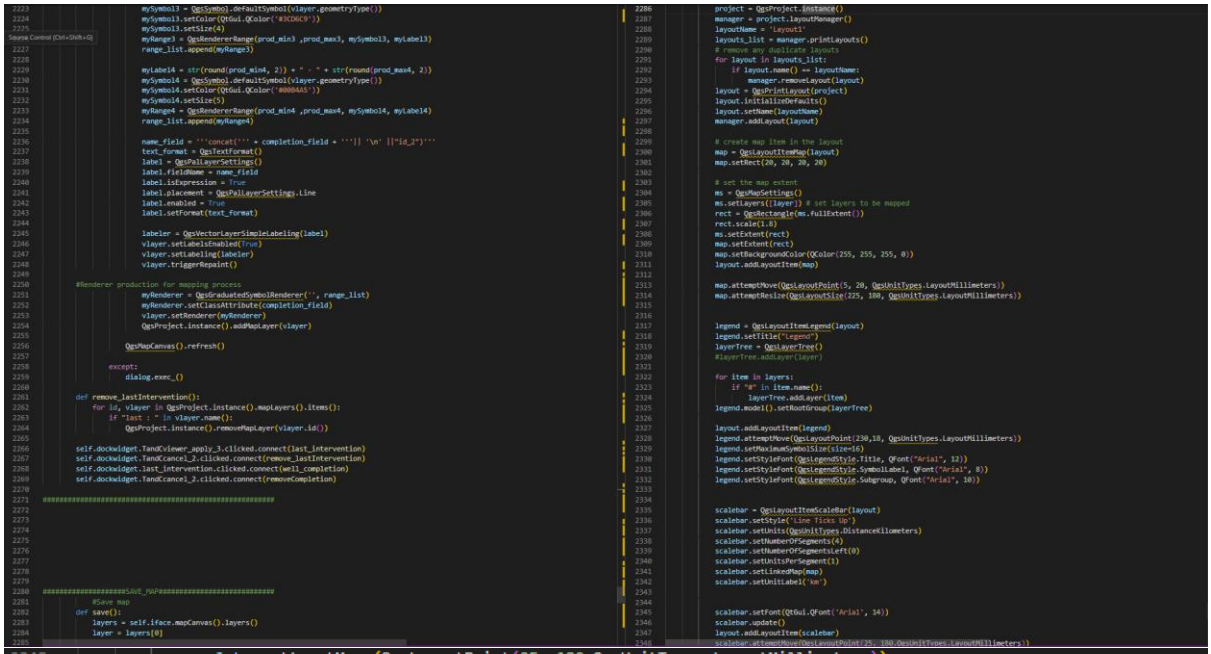












```
            scalebar.attemptMove(QgsLayoutPoint(25, 180,QgsUnitTypes.LayoutMillimeters))

            title = QgsLayoutItemLabel(layout)
            title.setText(str(layer.name()))
            title.setFont(QtGui.QFont('Arial', 24))
            title.adjustSizeToText()
            layout.addLayoutItem(title)
            title.attemptMove(QgsLayoutPoint(10, 5, QgsUnitTypes.LayoutMillimeters))

            Logo = QgsLayoutItemPicture(layout)
            Logo.setPicturePath("LOGO-BLACK.png")
            layout.addLayoutItem(Logo)
            Logo.attemptResize(QgsLayoutSize(80, 80, QgsUnitTypes.LayoutMillimeters))
            Logo.attemptMove(QgsLayoutPoint(230,-17.5, QgsUnitTypes.LayoutMillimeters))


            layout = manager.layoutByName(layoutName)
            exporter = QgsLayoutExporter(layout)

            back = "\\"

            layout_name = self.dockwidget.lineEdit_name.text()+".pdf"

            way = self.dockwidget.lineEdit_save.text()+ str(back) + layout_name
            pth = Path(way)

            print(str(pth))

            exporter.exportToPdf(str(pth), QgsLayoutExporter.PdfExportSettings())

        self.dockwidget.save_map.clicked.connect(save)

        def goSave():
            self.dockwidget.stackedWidget_save.setCurrentWidget(self.dockwidget.page_3)
        self.dockwidget.ok_save.clicked.connect(goSave)

        def backSave():
            self.dockwidget.stackedWidget_save.setCurrentWidget(self.dockwidget.page_2)
        self.dockwidget.back_save.clicked.connect(backSave)
```