

mémoire de master 1

Rédigé par : AMETOVENA Kodjo Elom Ezéchiel

M1 Géomatique et Conduite de Projets Territoriaux

Sujet : Restructuration et enrichissement du SI de la société Céres Flore.

Responsable de mémoire : Cyrille GENRE-GRANDPIERRE Entreprise commanditaire : Cérès Flore

Année académique : 2024 - 2025

Je, soussigné Kodjo Elom Ezéchiel AMETOVENA, certifie que le contenu de ce mémoire est le résultat de mon travail personnel. Je certifie également que toutes les données, tous les raisonnements et toutes les conclusions empruntées à la littérature sont soit exactement recopiés et placés entre guillemets dans le texte, soit spécialement indiqués et référencés dans une liste bibliographique en fin de volume. Je certifie enfin que ce document, en totalité ou pour partie, n’a pas servi antérieurement à d’autres évaluations, et n’a jamais été publié. Les propos indiqués n’engagent que l’auteur.

mémoire de master 1

Rédigé par : AMETOVENA Kodjo Elom Ezéchiel

M1 Géomatique et Conduite de Projets Territoriaux

Sujet : Restructuration et enrichissement du SI de la société Céres Flore.

Responsable de mémoire : Cyrille GENRE-GRANDPIERRE Entreprise commanditaire : Cérès Flore

Année académique : 2024 - 2025

# REMERCIEMENT

# TABLE DES MATIERES

[REMERCIEMENT III](#_Toc192234874)

[TABLE DES MATIERES IV](#_Toc192234875)

[TABLE DES ILLUSTRATIONS VI](#_Toc192234876)

[Liste des figures VI](#_Toc192234877)

[Listes des tableaux VI](#_Toc192234878)

[Listes des cartes VI](#_Toc192234879)

[SIGLES ET ACCRONYMES VII](#_Toc192234880)

[Introduction 1](#_Toc192234881)

[1. Présentation et diagnostic du SI de Cérès Flore 8](#_Toc192234882)

[1.1. Expertise de la structure 8](#_Toc192234883)

[1.2. Diagnostic du SI de la structure 9](#_Toc192234884)

[1.2.1 Les données entrantes et sortantes du système d’information actuel. 9](#_Toc192234885)

[1.2.1.1 Les données entrantes 9](#_Toc192234886)

[1.2.1.2 Les données sortantes 11](#_Toc192234887)

[1.2.2 Les limites du SI de Cérès Flore 12](#_Toc192234888)

[1.2.2.1 Problème d’organisation et de structuration de données 12](#_Toc192234889)

[1.2.2.2 Difficultés d’actualisation de données et absence de certaines informations essentielles 12](#_Toc192234890)

[1.2.2.3 Duplication excessive des couches et incohérence dans la structure des dossiers 13](#_Toc192234891)

[2. Réorganisation du SI de Cérès Flore 14](#_Toc192234892)

[2.1. Les attendus du nouveau système d’information 14](#_Toc192234893)

[2.1.1 Amélioration de l'actualisation des données et de la disponibilité des informations essentielles 15](#_Toc192234894)

[2.1.2 Réduire la duplication des couches et harmonisation de la structure des dossiers 15](#_Toc192234895)

[2.1.3 Amélioration de la nomenclature et de la structuration de données 15](#_Toc192234896)

[2.2. Conception du modèle conceptuel et du modèle logique de données 16](#_Toc192234897)

[2.2.1 Démarche d’identification des éléments constitutifs des modèles. 16](#_Toc192234898)

[2.2.1.1 Les méthodes d’identification des éléments 16](#_Toc192234899)

[2.2.1.1.1. La méthode QQOQCP 16](#_Toc192234900)

[2.2.1.1.2. Utilisation de la méthode des 5 pourquoi pour valider la pertinence des entités 18](#_Toc192234901)

[2.2.2 Modèle conceptuel de données 18](#_Toc192234902)

[2.2.3 Modèle relationnel de données 18](#_Toc192234903)

[2.2.4 Modèle logique de données 18](#_Toc192234904)

[3. Renforcement du SIG de Cérès Flore pour un meilleur fonctionnement opérationnel 18](#_Toc192234905)

[3.1. Intégration de données brutes 18](#_Toc192234906)

[3.2. Enrichissement du SIG avec les données dérivées 18](#_Toc192234907)

[3.3. Proposition de Qfield cloud pour garantir la performance du SIG de l’entreprise 18](#_Toc192234908)

[3.3.1. Benchmarking pour le choix de l’outil 18](#_Toc192234909)

[3.3.2. Comparatif des différents plans d’utilisation de Qfield cloud 18](#_Toc192234910)

[3.3.3. Paramétrage de l’outil 18](#_Toc192234911)

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

# Liste des figures

[Figure 1: Illustration de deux versions de la même couche 14](#_Toc192234980)

# Listes des tableaux

[Tableau 1 : Les questions QQOQ pour l’identification des entités 17](#_Toc192235034)

[Tableau 2 : Les questions CP pour identifier les dimensions éthiques et opérationnelles du SI 17](#_Toc192235035)

# Listes des cartes

# SIGLES ET ACCRONYMES

AOC : Appellation d'Origine Contrôlée

EEE : Espèces Exotiques Envahissantes

EPCI : Établissement public de coopération intercommunale

GIEC : Groupe d’Experts Intergouvernementales sur l’Evolution du Climat

MTE : Ministère de l’aménagement du territoire et de la transition écologique

RCP : Representative Concentration Pathways

SI : Système d’Information

SIG : Système d’Information Géographique

SSS : Shared Socio-economic Pathways

WFS : Web Feature Service

ZICO : Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ZPS : Zones de Protection Spéciale

ZSC : Zones Spéciales de Conservation

# Introduction

**La Nécessité de revégétaliser**

Depuis le Moyen-Âge, les territoires français ont connu des transformations profondes, caractérisées par une artificialisation progressive des espaces naturels. La déforestation, initialement motivée par l'extension des terres agricoles, a marqué les premiers bouleversements significatifs des écosystèmes.

La révolution industrielle et la mécanisation agricole ont accéléré ce processus de désarticulation des écosystèmes. L'introduction de machines agricoles perfectionnées comme les faucheuses, les batteuses et les faneuses, a permis d'accroître considérablement les surfaces cultivées[[1]](#footnote-1). Cette mécanisation a engendré la disparition des haies, ce qui perturbe les fonctions écologiques qu'elles assuraient, telles que la protection contre le vent et l'érosion.

De plus, l’urbanisation croissante entraine une augmentation des surfaces artificialisées au détriment des espaces végétalisées. Pour repondre aux multiples besoins des populations, la construction des routes, des logements, des parcs d’attraction s’est imposée comme une nécessité. Bien que les causes du recul des espaces naturels et végétalisés soient diverses, elles sont étroitement liées aux activités et aux besoins de l’homme.

L’avènement des lois et initiatives de reboisement sont des signes de prise de conscience. En effet, la loi de protection de la nature de 1976, la loi pour la reconquête de la biodiversité de la nature et des paysages promulguée en 2016, le code de l'environnement et la marque "Végétal local", créée par l'Office français de la biodiversité fournissent un cadre légal pour la lutte contre le recul des espaces végétalisés. Elles encouragent une approche responsable et durable de l'utilisation des ressources végétales sauvages dans l'aménagement des espaces naturels, la restauration écologique et la conservation du patrimoine écologique local. Pour augmenter les surfaces végétalisées, diverses actions de végétalisation urbaine et / ou de restauration des écosystèmes ruraux sont mises en œuvre par de multiples acteurs.

* La végétalisation urbaine**:**

La nature au cœur des villes permet de contrer les effets néfastes de l'artificialisation des sols, tels que la perte de biodiversité, l'augmentation des îlots de chaleur ou encore la dégradation de la qualité de l'air. Les espaces végétalisés, qu'il s'agisse de parcs, de toitures végétales, de jardins, des parkings désimperméabilisés ou de corridors écologiques, offrent bien plus qu'une simple esthétique. Ils créent un cadre de vie agréable pour les populations. La nature en ville contribue à améliorer le bien-être des citadins en offrant des espaces de détente et de socialisation, tout en réduisant le stress et en renforçant le lien entre les habitants et leur environnement.

* La restauration des écosystèmes

Le reboisement des berges constitue une intervention cruciale pour la stabilisation des cours d'eau et la protection des écosystèmes aquatiques. La plantation d'espèces végétales adaptées le long des berges permet de lutter contre l'érosion, de créer des corridors écologiques pour la faune, et de filtrer naturellement les eaux de ruissellement. Communément appelé zone tampon, ces espaces jouent un rôle important dans la régulation thermique des cours d'eau, offrant des zones d'ombre qui limitent le réchauffement excessif de l'eau en période estivale.

La dépollution des sols représente un défi technique majeur mais essentiel pour la restauration des écosystèmes. Cette démarche implique l'utilisation de techniques variées, allant de la phytoremédiation [[2]](#footnote-2)aux traitements physico-chimiques. La restauration de sols permet non seulement de réduire les risques pour la santé humaine et environnementale, mais aussi de rétablir les fonctions écologiques du sol, notamment sa capacité à supporter la vie végétale.

La création des haies constitue un élément clé dans la reconstruction des trames vertes et le maintien de la biodiversité en milieu rural. Ces structures végétales linéaires remplissent de nombreuses fonctions écologiques : elles servent d'habitat et de corridor de déplacement pour la faune, participent à la régulation du microclimat local, protègent les cultures des vents dominants, et contribuent à la lutte contre l'érosion des sols. La plantation de haies diversifiées, composées d'essences locales, favorise également le retour des pollinisateurs et des auxiliaires de culture[[3]](#footnote-3), essentiels pour l'agriculture durable.

La végétalisation en France, qu’elle se fasse en milieu urbain ou non, se fait avec des végétaux venant pour la plupart d’Espagne et d’Italie. Ceci pourrait avoir des répercussions sur les initiatives de revégétalisation. Il est donc important de s’intéresser aux lieux de provenances de ces espèces et de leurs adaptations aux conditions pédoclimatiques du territoire Français.

**Provenance des espèces utilisées pour les initiatives de végétalisation et leur adaptation au contexte français**

Les initiatives de végétalisation présentent beaucoup de demande de végétaux au point où la production française ne couvre pas toute la demande. Ceci entraine l’importation des végétaux provenant d’autres pays surtout de l’Italie et de l’Espagne. Cependant ces espèces sont envahissantes et représentent dans certaines mesures une menace pour les espèces et écosystèmes locaux. Elles accaparent une part trop importante des ressources à l’instar de la lumière, l’espace, la ressource alimentaire, l’habitat, etc.. dont les autres ont besoins pour survivre (MTE[[4]](#footnote-4), 2022). De plus, ces espèces importées étant produit sous serre dans le but de maximiser la production, perdent la capacité d’adaptation aux milieux naturels et ont de forts taux de mortalité. Pour pallier ces pertes, on utilise des intrants pour enrichir les sols, ce qui est coûteux et néfastes pour l’environnement. Reboiser avec ces plants importés ne constitue donc pas une solution durable.

Il est donc plus indiqué de revégétaliser avec des espèces prélevées sur des sites ayant les conditions pédologiques et climatiques similaires à celles des lieux d’exécutions des projets de revégétalisations. Par ailleurs il serait aussi préférable, dans le cadre des initiatives de végétalisation, de reboiser avec des plants issus des site de prélèvement les plus proches du lieu de renaturation (Million, 2025). Cérès Flore s’est donnée à cette activité de fourniture de végétaux sauvages locaux.

**Cérès Flore, fournisseur d’écotypes locaux pour la végétalisation**

La création de l’entreprise Cérès Flore en 2017, une structure basée à Loriol du Comtat dans le département de Vaucluse, est une alternative aux importations étrangères en favorisant la fourniture de plants locaux pour la végétalisation. Pour y arriver, l’entreprise produit des végétaux sauvages issus exclusivement de cueillettes en milieux naturel. Pour ses activités de prélèvements, d’élevage en site de production et de commercialisation, Cérès Flore dispose de 07 employés. La structure met en avant la capacité d’adaptation de ses plants aux conditions climatiques [[5]](#footnote-5)du futur, tels que mentionnés dans les scénarios du Groupe d’experts intergouvernementales sur l’évolution du climat (GIEC)[[6]](#footnote-6), comme atout principal pour ses clients. En effet, l’adaptabilité naturelle des végétaux sauvages offre une meilleure durabilité des ouvrages réalisés et un taux de reprise optimal de la végétation.

L’objectif principal de l’entreprise c’est de fournir à l’ensemble du sud de la France des végétaux adaptés aux conditions du futur pour des initiatives de végétalisation. Pour ce faire, ils prélèvent et cultivent des végétaux provenant uniquement du sud-est de la France, et surtout des départements de l’Hérault, du Gard, du Vaucluse et de l’Ardèche. Il est important de savoir   
que les processus de collectes et de production, sont conçus dans un souci de conservation des qualités naturelles des plantes.

Pour atteindre l’objectif mentionné dans le précédent paragraphe, Cérès Flore agissant comme bureau d’étude, assure la maitrise d’œuvre des chantiers de végétalisation, la vente des végétaux sauvages et la fourniture de matériels de protection des plantations.

Concernant la maitrise d’œuvre des chantiers de végétalisation**,** la structure conseille sur le choix des essences végétales sauvages appropriées. Elle encadre et assure le suivi des travaux de plantations en particulier les campagnes d’arrosage.

Cérès Flore commercialise des jeunes plants d'origine sauvage et locale, cultivés dans des godets forestiers dans leur pôle de production. Ces plants proviennent de graines ou de boutures collectées dans des sites naturels pour lesquels l'entreprise dispose des autorisations nécessaires. La structure dispose d’une diversité de clients à savoir : les bureaux d’études, les collectivités territoriales, les pépiniéristes, les paysagistes, les particuliers, etc.

Il est nécessaire de protéger et de pailler les jeunes plants sauvages pour favoriser leur reprise. Pour ce faire, la structure fournit une gamme biodégradable complète d’accessoires de paillage et de protection des plantations. Le plus souvent ces accessoires sont composés de gaines et manchons de protection qui servent à lutter contre les potentiels dégâts causés par les rongeurs, et les gibiers.

Cérès Flore se distingue comme l'une des rares structures à proposer des végétaux d'origine locale, accompagnés d'une série d'informations détaillées sur la provenance des plants.

**Les difficultés de Cérès Flore, un SIG désorganisé pour une structure en phase de relance**

En septembre 2023, Cérès Flore était placé en redressement judiciaire suite à des investissements conséquents qui n'ont pas porté leurs fruits. Les salariés font alors face à la perspective d'une liquidation et d'une fermeture de l'entreprise.

Face à cette situation, les salariés, confiants en la valeur environnementale de leurs solutions, s'organisent pour reprendre l'entreprise. Leur principal but était de préserver l'ensemble des emplois et maintenir les activités de la structure. Ils développent un projet complet incluant une stratégie commerciale renouvelée et un business plan détaillé. Avec le soutien d'un nouveau PDG, ils soumettent une offre officielle de reprise du fonds de commerce. Après cette procédure, le tribunal de commerce a donc validé la reprise de l’entreprise par les salariés. Cérès Flore a donc relancé sa mission de création de territoires durables avec des plantes sauvages d’origine locale.

Pour l’entreprise, l’avenir est prometteur puisque de plus en plus, collectivités territoriales, agriculteurs, viticulteurs etc. sont conscients que planter des végétaux sauvages d’origine locale, adaptés au sol et au climat, est une réponse face au dérèglement climatique et pour la protection de la biodiversité (Million, 2025).

Les activités étant ainsi relancé, l’entreprise reçoit plusieurs commandes, raison pour laquelle elle ne peut plus se contenter d’un SI artisanal mal structuré. Cérès Flore est donc contraint de mieux structurer les fichiers qui sont actuellement mal structurés, dupliqués et incomplets.

Son SI doit de ce fait être performant pour pouvoir assurer un suivi rigoureux des opérations de prospection, de prélèvement, de production et de commercialisation.

Ceci constitue l’objectif principale de ce mémoire. Cet objectif est décliné en deux objectifs subsidiaires à savoir :

* Réorganiser le système d’information (SI) de la structure
* Renforcer l’efficacité opérationnelle de Cérès Flore grâce à l’analyse spatiale

**Objectifs du mémoire**

La réorganisation du SI permettra de structurer, compléter, regrouper, uniformiser les données éparpillées dans la base de données de Cérès Flore. Une métadonnée [[7]](#footnote-7)sera créée pour faciliter la compréhension du système d’information. De plus cette restructuration facilitera le requêtage dans le SI. L’équipe passera moins de temps à chercher les informations dont elle a besoin. La base de données sera enrichie avec plusieurs types de données à l’instar des données climatiques, administratives et d’occupation de sol.

A partir de ces données brutes, des analyses complémentaires permettront de créer de nouvelles couches d’informations utiles pour l’entreprise.

Pour optimiser le processus opérationnel de Cérès Flore, de la prospection à la commercialisation, le calcul du chemin de cout permettra de connaitre les itinéraires les moins couteux pour accéder non seulement aux sites de prélèvement mais aussi pour organiser la livraison des plants à leurs clients. Par ailleurs, les cartes d’expositions seront réalisées afin de connaitre l’exposition des sites de prélèvements au soleil. L’exposition au soleil étant un élément qui affecte la disponibilité en eau, la température, etc.., il est donc plus indiqué de prélever et replanter les individus en fonction de leur exposition d’origine pour maximiser leur taux de suivi. Ces informations issues d’un SIG serviront à fournir davantage de conseils techniques aux clients de la structure.

**Structuration du mémoire**

Ce mémoire est structuré en trois parties déclinée comme suit :

* Dans la première partie intitulée **Présentation et diagnostic du SI de Cérès Flore,** seront détaillées le fonctionnement de la structure et les limites actuelles du SI de l’entreprise.
* La deuxième partie titrée **Réorganisation du SI de Cérès Flore** s’intéresse au diagnostic du SIG, à la conception du modèle conceptuel de données et du modèle logique de données, à la structuration des données. Cette partie porte également sur la proposition de l’outil Qfield pour perpétuer la performance du SI.
* La troisième partie intitulée **Enrichissement du SI** aborde l’intégration de nouvelles données dans le système d’information de l’entreprise. Ces données d’entrée sont pour la plupart des *open data*. Il sera question d’acquérir des données pour mettre de nouvelles informations à disposition de Cérès Flore pour mieux faire de la traçabilité des plantes prélevés. De plus dans cette partie, une série d’analyses spatiales sera faite pour les besoins opérationnels de la structure, ce qui constitue les données dérivées.

# Présentation et diagnostic du SI de Cérès Flore

## Fonctionnement de la structure

Pour assurer la maitrise d’œuvre des chantiers de végétalisation et la vente des végétaux sauvages, Cérès Flore adopte un schéma de fonctionnement à quatre (4) étapes. Il s’agit de la prospection, de la cueillette, la production et la commercialisation.

La prospection :

Cette première étape du fonctionnement de Cérès Flore consiste à repérer les sites de cueillettes. Pour ce faire, la structure cible un panel de milieux diversifiés afin de répondre au mieux à la demande. Au sein des sites naturels de prélèvement se trouvent les zones humides, berges de cours d’eau, garrigues qui sont généralement les sites cibles. Afin de juger du degré de « naturalité » du site de cueillette, une étude préliminaire sur son historique est réalisée.  
Une analyse réglementaire et administrative permet d’en affiner le potentiel (demander un peu plus à Cérès Flore). De plus Cérès Flore se base sur les critères suivants pour identifier ses sites de cueillette : la diversité des individus, la quantité de population, l’accessibilité au site. La structure a tendance à retenir les sites comportant plusieurs individus en quantité importante dans un site accessible en mobilité douce. La cueillette dans ces sites est soumise à l’obtention des autorisations.

Le prélèvement :

La cueillette se fait soit par bouture ou par grain en tenant compte du stade phénologique des plants. Bien que cette activité se fasse généralement en printemps et en autonome, elle tient compte de la typologie du prélèvement. Les grains sont prélevés de mai à décembre, les boutures en printemps, à la fin d’été et en hiver, les boutures de saule d’octobre à avril.

Pour chaque individu prélevé, une série d’information est renseignée. Il s’agit du code, nom, taille, diamètre, photos et des coordonnées géographiques. Si le prélèvement est de type grain, on renseigne la quantité et la taille. Pour le prélèvement par bouture, on renseigne les informations telles que la taille et le nombre de sous découpe. Ces individus sont ensuite acheminés vers le pôle de production.

La production :

Elle se fait dans le pôle de production au siège de l’entreprise. Bien que les prélèvements de type grain et bouture soient produits à la chapelle[[8]](#footnote-8), ils suivent des itinéraires de production distincts. Les boutures sont d'abord placées dans de petits godets jusqu'à l'apparition des racines, avant d'être transférées dans des godets forestiers. Les graines, quant à elles, sont semées dans un bac à sable jusqu'à leur germination, après quoi elles sont également transférées dans les godets forestiers.

Il arrive parfois que, pour répondre à des besoins urgents ou compenser des pertes de plants lors de la production, Cérès Flore ait recours au négoce[[9]](#footnote-9).

La commercialisation :

Une fois les plants produits, la structure assure la vente sur stock de jeunes plants de végétaux sauvages en godets forestiers. Chaque lot de plant est étiqueté avec la quantité d’individu par espèce. Un bon de préparation, accompagné du lot de plants, renseigne le site de provenance des individus. (mettre une photo de l’étiquette peut être). Cérès Flore a une clientèle diversifiée comprenant les collectivités locales, les paysagistes, les agriculteurs, les associations et les bureaux d’étude.

Par ailleurs, la structure intervient comme maitre d’œuvre des plantations de végétaux sauvages. Elle intervient comme conseiller dans la conception des projets de végétalisation. Cérès Flore réalise, encadre et suit les chantiers de ses clients.

Pour mener à bien ses activités, l’entreprise possède un système d’information qui lui permet d’archiver des données.

## Diagnostic du SI de la structure

L’entreprise gère un double flux informationnel. D’une part, elle collecte des données qui alimentent et enrichissent son système d'information et d’autre part elle assure la diffusion d'informations vers sa clientèle.

### Les données entrantes et sortantes du système d’information actuel.

#### Les données entrantes

Cérès Flore a organisé ses données en dossiers et sous-dossiers en fonction de leur typologie, bien que cette pratique ne soit pas toujours appliquée de manière rigoureuse :

* Les données administratives

Comme le nom l’indique, ce sont des données sur le découpage administratif de la France à l’instar des communes, EPCI, cantons, département et régions. Cette catégorie regroupe également les données d’unités géographique des Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) et du cadastre. Ces données permettent à la structure de savoir dans quelle zone elle exécute ses opérations.

* Les données d’intérêts commercial

Cette catégorie renferme les données sur les clients et potentiels clients de Cérès Flore. Il s’agit des couches d’informations suivantes : bureau d’étude, associations, entreprises, pépiniéristes et paysagistes. Ces données permettent à l’entreprise de connaitre la situation géographique de ses clients et d’affiner sa stratégie marketing.

* Les données sur les types d’espaces naturels

Cérès Flore prend en compte certaines typologies d’espaces naturels dans son fonctionnement. Il s’agit de :

* + Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

L'inventaire ZNIEFF vise à recenser et caractériser, sur l'ensemble du territoire national, les zones présentant un fort intérêt écologique abritant une biodiversité patrimoniale. Il constitue à la fois une base de connaissances et un outil d'aide à la décision pour la protection des espaces naturels et l'aménagement du territoire. Les ZNIEFF de type I désignent des espaces écologiquement homogènes, caractérisés par la présence d'espèces, de groupements d'espèces ou d'habitats rares, remarquables ou représentatifs du patrimoine naturel régional. Elles constituent les zones les plus remarquables du territoire. Les ZNIEFF de type II regroupent des ensembles naturels fonctionnels et paysagers présentant une forte cohésion écologique et une biodiversité plus riche que celle des milieux environnants.

* + Les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)

Les ZICO ont été définies dans le cadre de la Directive Oiseaux 79/409/CEE de 1979. Ces sites, identifiés comme jouent un rôle clé dans la vie de certaines espèces d'oiseaux, à l’instar de la reproduction, de l'hivernage et même de relai de migration.

* + Site Natura 2000

Le réseau Natura 2000 regroupe un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, dont la mission est de garantir la survie à long terme des espèces et des habitats menacés, présentant un fort enjeu de conservation en Europe. La typologie Natura 2000 est déclinée en deux sous typologie à l’instar de : zones de protection spéciale (ZPS) pour les oiseaux et zones spéciales de conservation (ZSC) pour les habitats et les espèces.

* + Sites RAMSAR

Les sites RAMSAR sont des zones humides reconnues d’importance internationale au titre de la convention de Ramsar du 2 février 1971 relative aux zones humides d’importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d’eau. Généralement ce sont des milieux humides dont la préservation présente un intérêt international au point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique.

Cérès Flore s’appuie sur ces typologies d’espaces naturels pour optimiser son fonctionnement. Lorsque qu’un site de prélèvement ou un chantier se trouve à l’intérieur ou à proximité de l’une de ces zones, l’entreprise ajuste ses activités afin de respecter la réglementation en vigueur.

* Les données collectées au cours des processus métier

Cérès Flore dispose des informations géolocalisées de ses chantiers de reboisement, ses sites de prélèvement, des individus prospectés et prélevés. Les données de cette catégorie permettent à l’entreprise de fournir aux clients des informations sur le genre des individus prélevés et leur lieu de provenance. Cette traçabilité constitue de la valeur ajoutée de Cérès Flore.

#### Les données sortantes

Très peu d’information sort du système d’information de l’entreprise. Fréquemment il s’agit des informations renseignant les sites de prélèvement des végétaux. En effet, sur une fiche dénommée « attestation d’origine », Cérès Flore fourni de l’information à propos de la quantité d’individus par espèce et le lieu de cueillette. A des fins de gestion interne, cette fiche mentionne également le numéro et la date de la commande, ainsi que les noms et adresses de l’expéditeur et du client.

Certains clients sollicitent des données relatives aux contours des chantiers. Bien que ces informations constituent à l’origine des données d’entrée, elles sont enrichies après acquisition par le calcul de la superficie. La morphologie et la superficie des zones à reboiser jouent un rôle clé dans les échanges avec les clients, en orientant le choix des méthodes de disposition des plants. En fonctions de ces deux paramètres, Cérès Flore et le commanditaire peuvent décider d’un commun accord, d’opter pour une plantation en quinconce, en ligne, en carré, en triangle équilatérale, en bandes alternés ou aléatoire. Au vu de la nécessité d’intégrer des données et de les partager, il est important d’accorder plus d’attention au nommage des couches et à l’organisation des fichiers dans le SI actuelle de l’entreprise.

### Les limites du SI de Cérès Flore

L’analyse du système d’information de la structure met en évidence plusieurs aspects susceptibles de nuire à l’efficacité de l’entreprise et à la clarté des informations, compromettant ainsi les travaux opérationnels.

#### Problème d’organisation et de structuration de données

Tout d’abord, la nomenclature de certaines couches ne permet pas d’identifier clairement le type d’information qu’elles véhiculent, ce qui complique leur utilisation. C’est le cas des couches nommées « sens-rangs » et « her1 ». De plus, l’absence de métadonnées associées, limite la compréhension du contenu des couches, rendant difficile leur réutilisation et leur intégration dans de nouveaux projets.

La structure des fichiers présente un manque de cohérence. Des projets QGIS sont stockés dans les mêmes dossiers que des couches de données qui n’ont aucun lien avec ces projets. Par ailleurs, il arrive qu’un projet soit localisé dans un dossier parent, tandis que les couches associées se trouvent dispersées dans d’autres dossiers parents éloignés. Cette dispersion complique la gestion des fichiers et augmente le risque d’erreurs de chemin lors du chargement des couches dans le projet. C’est notamment le cas du projet Qgis « site\_prelev\_salix » stocké dans le même dossier nommé « smld » avec des couches dénommée « erosion\_berge\_agricole\_lot » alors que les couches de ce projet se trouvent carrément dans un autre dossier éloigné.

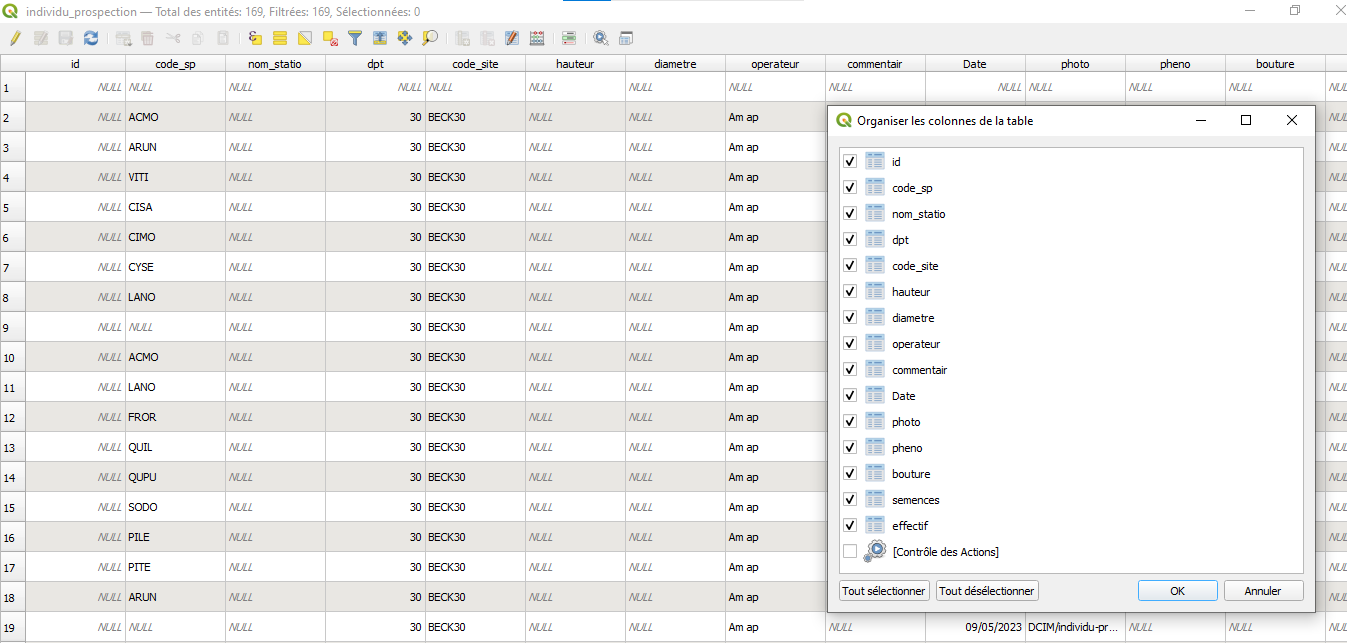
#### Difficultés d’actualisation de données et absence de certaines informations essentielles

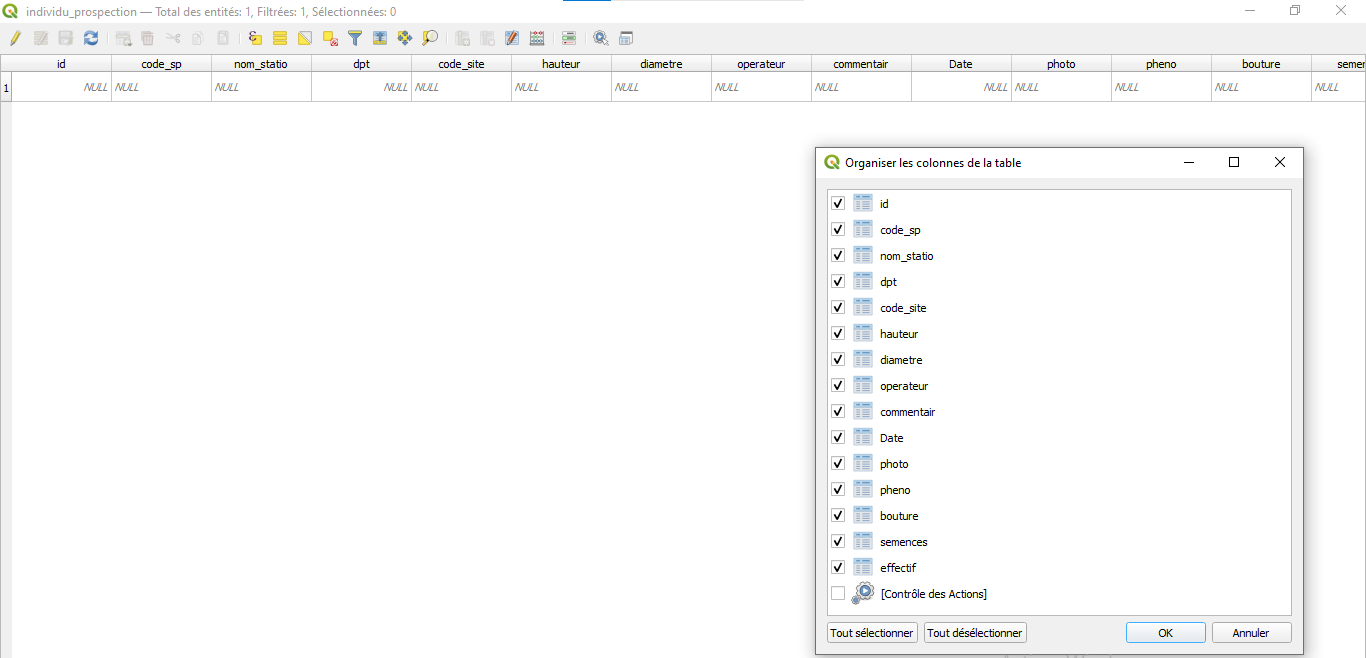
Plusieurs couches d’informations dans le SI présentent un manque de mise à jour, notamment les données sur la typologie des espaces naturels, qui sont des bases de données mise à jour continuellement, alors que l’entreprise dispose encore d’une version obsolète. Par ailleurs, Cérès Flore utilise l’application Qfield [[10]](#footnote-10) pour saisir de la donnée sur le terrain surtout lors des activités de prospection. La maitrise partielle de l’utilisation de cette application engendre de sérieux problèmes d’actualisation de données. En effet l’entreprise utilise un système de copie du projet Qgis vers l’application Qfield par câble USB pour la saisie de données sur le terrain. Après collecte d’information, elle utilise la même technique mais inversement. Cette méthode présente un risque élevé de perte d’information et d’erreurs surtout lorsque plusieurs salariés effectuent simultanément des opérations de prospection.

La structure fournie uniquement des informations sur le site de collecte des plants produits pour sa clientèle. Cependant, pour renseigner avec exactitude ces caractéristiques, il serait très utile de disposer de données météorologiques, de modèle numérique de terrain, des données sur la typologie du sol des sites de prélèvements etc.… qui sont très bénéfiques pour enrichir le certificat d’origine fournit par l’entreprise.

#### Duplication excessive des couches et incohérence dans la structure des dossiers

Dans le SI de Cérès Flore, plusieurs fichiers et dossiers portent le même nom. Ces derniers peuvent se retrouver dans le même dossier parent ou pas. Pour le premier cas, parfois il y a un espace de plus à côté du nom afin que le système ne détecte pas la redondance. Cette redondance est perceptible par le fait qu’on observe le dossier nommé « allons » deux fois dans le même dossier. Les couches « individu prospecté » et « individu prélevé » sont perceptibles chacun plus de 6 fois dans le SIG de la structure au point où on a du mal à savoir la version plus à jour. De plus les différentes versions de ces couches n’ont pas la même structure. Une version de la couche « individu prospecté » porte plus ou moins d’informations qu’une autre couche de même nom. En effet la table attributaire montre que pour la même couche, on dispose de plus d’information et d’occurrence dans une version plus qu’une autre. Le plus problématique est que dans chaque version de couche se trouve une partie d’information sur les individus prospecté au lieu d’avoir une version finale intégrant les informations de toutes les autres versions précédentes. Ceci rejoint la difficulté d’actualisation du SI abordé plus haut dans ce document. La figure 1 ci-dessous illustre bien ce problème avec une version de la couche « individu prospecté » comportant 169 occurrences et plusieurs champs tandis qu’une autre version bien que portant le même nom ne contient qu’une occurrence et très peu de champ.





###### Figure 1: Illustration de deux versions de la même couche

Tous ces limites énumérées freinent énormément la structure lors de la prise de décision rapide ou de recherche d’information utile. Le directeur technique rencontre des difficultés à organiser efficacement les processus opérationnels dans des délais courts en raison du manque de performance du système d’information. La restructuration du SI se révèle donc nécessaire pour améliorer l’efficacité opérationnelle de Cérès Flore.

# Réorganisation du SI de Cérès Flore

## Les attendus du nouveau système d’information

Pour arriver au nouveau système visant à résoudre les limites de l’ancienne version. Il s’agira de procéder à  :

### Amélioration de la nomenclature et de la structuration de données

Pour améliorer la compréhension des données, il est essentiel de mettre en place une nomenclature standardisée et explicite, qui permette de cerner rapidement le contenu des couches. Cela facilitera leur utilisation et leur réutilisation dans de futurs projets.

Afin de rendre les données plus accessibles et compréhensibles, chaque couche doit être accompagnée de métadonnées détaillées. Ces métadonnées, en format texte ou html, devraient inclure des informations sur la source, les attributs et la typologie des données.

Il est donc crucial de réorganiser les dossiers pour créer une structure plus logique, où chaque projet et ses couches associées sont stockés dans un même dossier parent, afin d'éviter toute confusion et de faciliter l'accès aux données.

Ces actions permettront non seulement de garantir une actualisation continue et fiable des données mais aussi de mettre à disposition des informations essentielles et complètes pour améliorer la traçabilité des plants et renforcer les processus opérationnels.

### Amélioration de l'actualisation des données et de la disponibilité des informations essentielles

* **Réduction de l’absence de données**

Pour enrichir les informations disponibles et fournir des certificats d’origine [[11]](#footnote-11)plus détaillés, il est nécessaire de disposer de données complémentaires telles que des informations météorologiques, des modèles numériques de terrain et d’autres informations plus fines sur l’occupation de sols caractérisant les sites de prélèvement. L'intégration de ces données dans le système d’information permettrait non seulement de renforcer la traçabilité, mais aussi d’améliorer la précision et la fiabilité des données collectées sur le terrain.

* **Améliorer l’alimentation du SI avec Qfield cloud**

Actuellement Cérès Flore fait un usage de niveau intermédiaire de l’outil Qfield largement abordé dans la section intitulée [Difficultés d’actualisation de données et absence de certaines informations essentielles](#_Difficultés_d’actualisation_de). L’entreprise devrait envisager des solutions de synchronisation automatique de données, plus robustes, comme QField Cloud ou d’autres outils de collecte de type géographique et de mise à jour en temps réel.

* **Utilisation des web services pour simplifier l’actualisation des données**

Opter pour des web services de type WFS (Web Feature Service) serait avantageux pour l’actualisation des données sur l’occupation du sol, notamment pour les espaces naturels. Cette méthode permettrait de connecter directement QGIS au serveur hébergeant ces données. Ainsi, lorsque les données sont mises à jour sur le serveur, il suffira d’un simple clic pour actualiser la couche dans le projet sans avoir à supprimer l'ancienne version et ajouter la nouvelle manuellement.

### Réduire la duplication des couches et harmonisation de la structure des dossiers

Concrètement, cela passera par l’identification et la suppression des fichiers redondants après vérification de leur contenu, suivie de l'intégration des différentes versions des couches concernées en une couche unique regroupant l’ensemble des informations essentielles. Par ailleurs, la mise en place d’une structure attributaire standardisée pour chaque couche assurera l’uniformité des données stockées et en facilitera leur manipulation. Toutefois, la phase de conception du modèle de données est déterminante pour atteindre ces objectifs

## Conception du modèle conceptuel et du modèle logique de données

### Démarche d’identification des éléments constitutifs des modèles.

Pour concevoir les modèles de données, il a été nécessaire de prendre en compte les points d’attention identifiés lors du diagnostic du système d’information mentionné précédemment, ainsi que les nouvelles orientations de l’entreprise. La méthode QQOQCP [[12]](#footnote-12) a été principalement utilisé pour cette conception.

#### La méthode QQOQCP

Pour tirer meilleure partie de cette méthode, il a été décidé de la diviser en deux parties : les questions QQOQ guideront le choix des entités, tandis que les questions CP se concentreront sur l’éthique du nouveau SI et son rôle dans l’aspect opérationnel.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Méthode QQOQCP | Questions | Quelques entités | Quelques attributs |
| Qui ? | Quels sont les acteurs impliqués ? | Propriétaire, Gestionnaire, Client, etc.. | Nom, Prénom, Contact, Statut |
| Quoi ? | Quelles sont les données à gérer ? | Site, Espèce, Type de sol, Climat, parcelle autorisée, chantier | Nom du site, Espèce végétale, Texture du sol, Température moyenne |
| Où ? | Y a-t-il une dimension spatiale ? | Unité administrative d’appartenance (région, commune, département) Coordonnées géographiques | Latitude, Longitude, Altitude, nom de région, nom de la commune, nom du département |
| Quand ? | Faut-il stocker des données temporelles ? | Suivi de croissance etc… | Date (d'observation, d’identification, de signature, etc.) |

Tableau 1 : Les questions QQOQ pour l’identification des entités

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Méthode CP | Questions | Solution envisagée | Les attendus |
| Comment ? | Quel type de sources de données souhaiteriez-vous privilégié ? | Open data et sources officielles | Fiabilité de la donnée |
| Pourquoi ? | Pourquoi ce nouveau SI ? | Meilleure structuration des données pour une prise de décision rapide | Amélioration des processus opérationnels surtout la traçabilité des plants |

Tableau 2 : Les questions CP pour identifier les dimensions éthiques et opérationnelles du SI

### Modèle conceptuel de données

Le choix a porté sur le MCD de type entité-association, un modèle compréhensible, y compris pour des non-spécialistes.

Figure : Modèle conceptuel de données

On peut lire au vu de ce MCD qu’un ou plusieurs salariés de Cérès Flore prélèvent et / ou identifient des individus dans les parcelles autorisées, elles-mêmes intégrées aux stations, qui font partie des sites de prélèvement. Ces stations sont définies selon différentes typologies d’occupation du sol, telles que ZNIEFF 1 et 2, EUNIS, Natura 2000 et RAMSAR. Les individus sont prélevés soit par bouture ou par grain pour être convoyés vers le pôle de production. Des commandes de lot de plants ou de travaux de chantier sont commandités soit par des paysagistes, des pépiniéristes éleveurs ou des commanditaires.

### Modèle relationnel de données

### Modèle logique de données

## Proposition de Qfield cloud pour garantir la performance du SIG de l’entreprise

Plusieurs outils tels que Qfield/ Qfield Cloud, Mergin maps, Arcgis Field Map, Survey 123, Kobotoolbox et ODK sont utilisés pour faire des collectes de données terrain. L’entreprise utilise déjà Qfield mais il essentiel de comparer ces outils afin de savoir si d’autres outils offrent de meilleures performances et sont plus faciles d’usage.

### Benchmarking pour le choix de l’outil

**Outils**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Critère** | | **QField Cloud** | **Mergin Maps** | **ArcGIS Field Map** | **Survey123** | **KoboToolbox** | **ODK** |
| Logiciel SIG d’intégration | | QGIS (intégration native) | QGIS (intégration native) | ArcGIS Online/Pro  (intégration native) | ArcGIS Online/Pro  (intégration native) | Indépendant | Indépendant |
| Type de synchronisation | | Synchronisation en temps réel et différée | Synchronisation en temps réel et différée | Synchronisation en temps réel et différée | Synchronisation différée | Manuel | Manuel |
| Saisie de données en hors ligne | | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Collaboration multi-utilisateurs | | Oui | Oui | Oui | Oui | Limité | Limité |
| Gestion des droits d’accès | | Avancée | Avancée | Avancée | Avancée | Basique | Basique |
| Coût | Utilisation ponctuelle | Gratuit incluant stockage de 100 Mo a duré indéterminée | Essai gratuit sur 28 jours | Licence Esri, très couteux | Licence Esri, très couteux | Gratuit | Gratuit |
| Utilisation avancée | Peu coûteux | Peu coûteux |
| Compétence actuelle | | Compétence intermédiaire | Pas de compétence | Pas de compétence | Pas de compétence | Pas de compétence | Pas de compétence |

Tableau : Comparaison des outils de saisie de données - Réalisation : Ezéchiel Ametovena

L’enjeu principal pour Cérès Flore est d’améliorer la saisie des données à l’aide d’une application simple d’utilisation, capable d’interagir avec un logiciel SIG libre et gratuit. Cette solution doit favoriser une collaboration entre plusieurs utilisateurs tout en assurant une synchronisation des données en temps réel [[13]](#footnote-13)ou en différé[[14]](#footnote-14). De plus, l’outil doit être peu coûteux, permettre la saisie des données en mode hors ligne et offrir la possibilité de définir des droits d’accès personnalisés. Ne connaissant pas la possibilité d'une utilisation multi-utilisateur via le cloud, le Directeur technique de la structure transfère les projets Qgis/Qfield par câble USB, comme mentionné dans la section portant sur les [Difficultés d’actualisation de données et absence de certaines informations essentielles](#_Difficultés_d’actualisation_de). Il est donc essentiel de réaliser une comparaison des différentes utilisations de QField Cloud.

### Comparatif des différents plans d’utilisation de Qfield cloud

Une comparaison des différentes options d’abonnement de QField Cloud a été réalisée pour connaitre la mieux adaptée pour la structure. Le tableau ci-dessus met en évidence les caractéristiques des trois plans disponibles : individuel, pro et organisation.

**Plan**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Critères** | | **Individuel** | **Pro** | **Organisation** |
| Nombre d’utilisateur/collaboration | | Un seul utilisateur | Un seul utilisateur | Un groupe de personnes (nombre illimité, minimum 2 personnes) |
| Stockage | Stockage inclus | 100 MB | 3 GB | 5 GB |
| Stockage additionnel | Pas de possibilité | 1GB à 5€ | 1GB à 5€ |
| Prix | Pour un abonnement avec paiement mensuel | Gratuit | 15 € / mois | 20 € / utilisateur / mois |
| Pour un abonnement mensuel réglé en une seule fois pour l’année | Gratuit | 12 € / mois | 16 € / utilisateur / mois |
| Cas d’usage | | Pour des usages ponctuels | Pour une utilisation personnelle | Idéal pour travailler à plusieurs |
| Essai gratuit pour test | | Toujours gratuit | 30 jours d’essai gratuit | 28 jours d’essai gratuit |

Tableau : Proposition du plan d’abonnement Qfield Cloud – Réalisation : Ezéchiel Ametovena

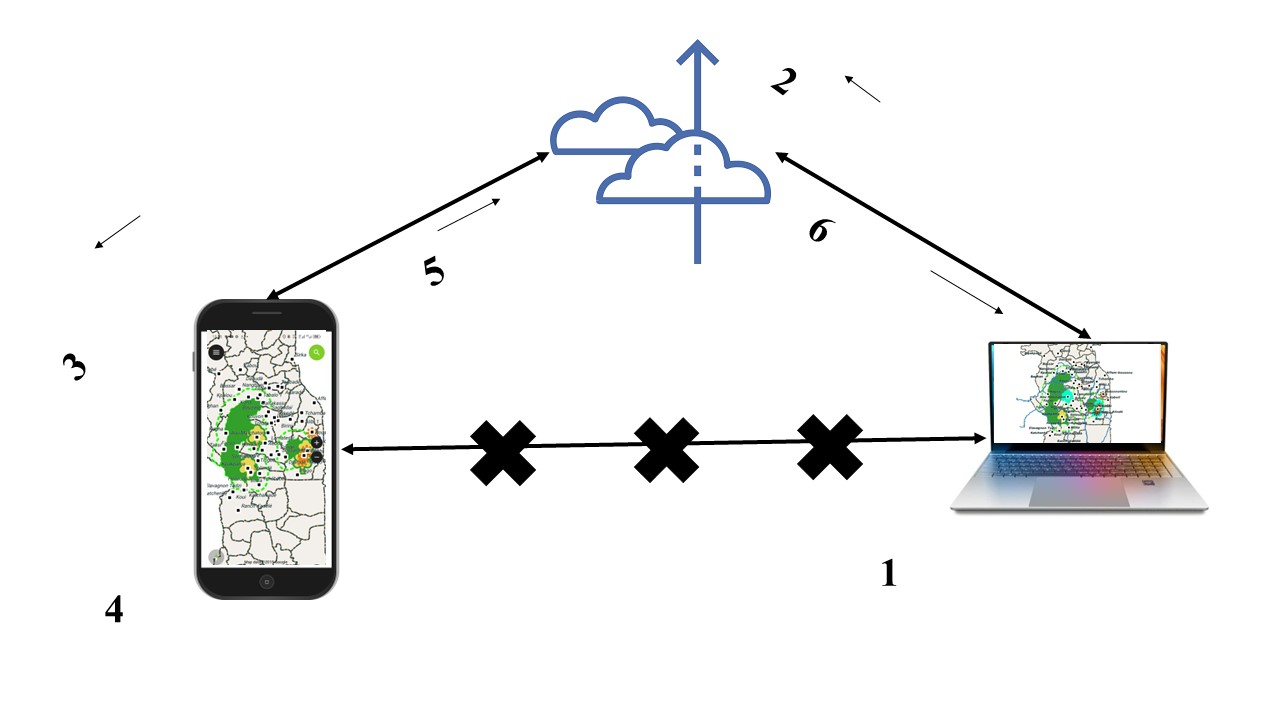
A l’issu du comparatif ci-dessus et dans le but de mieux alimenter le SI, le plan organisation est proposé pour ses atouts en matière de collaboration, d’accessibilité aux données et d’augmentation du stockage. Avec de plan, les trois salariés de Cérès Flore spécialisée dans les travaux de terrains pourront alimenter le SI sans souci.

Pour un abonnement mensuel réglé en une seule fois pour l’année, l’entreprise, pour ses trois salariés impliqués sur les activités terrains, devra mobiliser un montant de 576 € (16 € \* 3 utilisateurs\*12 mois) pour l’utilisation du plan organisation de Qfield cloud.

### Conception et fonctionnement de Qfield /Qfield cloud

#### Fonctionnement de Qfield/Qfield Cloud

La plupart des collectes de données réalisées avec l’application mobile QField débutent par une configuration du projet dans QGIS. Lorsqu’une collaboration entre plusieurs utilisateurs est nécessaire, comme c’est le cas ici, l’utilisation de QField Cloud permet d’assurer la synchronisation entre le projet QGIS et l’application mobile. Pour répondre aux besoins de Cérès Flore, trois personnes interagiront avec cet outil : le gestionnaire de projet, chargé principalement de veiller au bon fonctionnement de l’outil, dispose également d’un accès lui permettant, si nécessaire, d’effectuer des saisies sur le terrain. Les deux autres salariés sont quant à eux principalement en charge de la saisie de données lors des prélèvements d’individus sur le terrain. La figure 2 ci-dessous illustre le fonctionnement de l’outil.



Création du projet (formulaire, contrainte, etc..) dans Qgis

Saisie de données dans l'application mobile Qfield par un ou plusieurs utilisateurs

Plus de copie de données par câble

entre Qfield et Qgis

Envoie des données collectées vers le cloud

Récupération des couches configurées du cloud vers le téléphone

Cloud

Qfield

Envoie des couches configurées vers le cloud

Figure 2 : Fonctionnement de Qfield/Qfield Cloud – Réalisation : Ezéchiel Ametovena

Comme le montre la figure 2, le processus commence par la conception du projet dans QGIS, suivie de la création des couches accompagnées de leurs attributs. En arrière-plan de ces couches, des formulaires sont créés afin d’être renseignés lors de la collecte de données, selon une configuration adaptée aux besoins spécifiques de l’entreprise. Parallèlement à cette étape, un compte est créé sur <https://qfield.cloud>, afin de permettre la synchronisation avec QField Cloud. Une fois les couches finalisées, les formulaires qui leur sont associés sont envoyés vers le cloud, ce qui permet de les récupérer dans l’application mobile QField pour réaliser la saisie sur le terrain. Une fois cette saisie effectuée, les données sont envoyées vers le cloud, puis récupérées et intégrées dans le projet QGIS. Ce fonctionnement reste identique, quel que soit le nombre d’utilisateurs impliqués dans la collecte.

#### Conception de Qfield / Qfield Cloud pour les besoins opérationnels de Cérès Flore

Conformément aux besoins opérationnels de Cérès Flore, plusieurs couches sont intégrées au sein du SIG de l’entreprise. Il s’agit notamment des couches représentant les individus prélevés par bouturage, les chantiers, les sites de prélèvement, le découpage administratif des régions, ainsi qu’une couche linéaire dédiée au tracé sur le terrain. L’ajout de la couche relative aux individus prélevés par bouture a pour objectif de quantifier les boutures, ramilles et branches collectées. Cette information permettra, à terme, d’identifier les sites les plus sollicités pour le prélèvement et d’orienter les pratiques de gestion en conséquence.

# Renforcement du SIG de Cérès Flore pour un meilleur fonctionnement opérationnel

Renforcer le SIG de l’entreprise consiste à intégrer des données issues de différentes sources. Certaines seront conservées dans le système d’information de l’entreprise sous leur forme originale en tant que données brutes, tandis que d’autres seront traitées afin de produire des données dérivées adaptées aux besoins de l’entreprise.

## Intégration de données brutes

* + 1. Les informations sur l’occupation du sol
       1. Les données de la typologie des habitats naturelles selon la classification de l’Union Européenne (EUNIS)
       2. Les données d’occupation de sol (Corine landcover)
       3. Les zones naturelles d’intérêt écologique faunistique et floristique de type 1 et 2 (ZNIEEF I et ZNIEFF II)
       4. Le réseau hydrographique

Cérès Flore offre habituellement des prestations de services en reboisement de berges de cours d’eau. Avec la donnée du réseau hydrographique, l’entreprise prend déjà connaissance en amont de la configuration du cours d’eau dans la zone du chantier et planifie au mieux ses interventions en anticipant les contraintes.

* + - 1. Parkings

Les parkings situés à proximité ou au sein des sites de prélèvement jouent un rôle important dans l’organisation des déplacements des équipes et le transport des individus récoltées. Leur intégration dans le SIG permet de faciliter l'accès aux sites de prélèvement en identifiant les points de stationnement les plus proches des parcelles de prélèvement, améliorant ainsi

Leur intégration dans le SIG permet d’optimiser l’accessibilité des sites en identifiant les points de stationnement les plus proches, on facilite l’organisation des déplacements des équipes et le transport des graines récoltées.

* + - 1. Les données issues de la BD Forêt
      2. Le modèle numérique de terrain (MNT)

Méconnu de l’entreprise, le MNT est indispensable pour connaitre la topographie des sites de prélèvement et de reboisement. L’intégration de cette couche d’information vise à améliorer la sélection des sites de prélèvement, la logistique et la traçabilité des végétaux. En se basant sur les informations relatives à l’altitude, à l'avenir, Cérès Flore proposera pour le reboisement d'une zone des plants prélevés sur un site ayant une altitude moyenne proche de celle de cette zone. De plus cette intégration contribue à la planification des itinéraires de prélèvement en évitant les zones difficiles d’accès, ce qui permet de réduire les contraintes logistiques et d’améliorer l’efficacité des équipes sur le terrain.

* + - 1. Les données sur les espaces verts
      2. Les données pédologiques

L’intégration des données pédologiques dans le SIG de Cérès Flore a pour objectif d’améliorer la traçabilité des plants. Enrichir le certificat d’origine des plants avec des informations telles que la typologie, la texture, le pH, la capacité de rétention en eau, la pierrosité, la susceptibilité à l’érosion et la teneur en matière organique des sols d’où proviennent les individus prélevés constitue une valeur ajoutée pour l’entreprise. Ces variables essentielles sont actuellement absentes des attestations de provenance fournies aux clients.

* + 1. Les données climatiques

Pour enrichir le SIG de Cérès Flore, les données de précipitation liquides quotidiennes d’indice d’humidité de sols et de température moyennes quotidiennes sont récupérés sur la plateforme GEOSAFRAN. Ces enrichissements visent également à mieux assurer la traçabilité des végétaux et renforcer la crédibilité de l’entreprise auprès de ses clients.

* + - 1. Le scénario RCP 8.5 du GIEC

L’intégration des données climatiques du GIEC basées sur le scénario RCP 8.5 dans le SIG de Cérès Flore permet d’anticiper les évolutions climatiques et d’ajuster les stratégies de prélèvement, de culture et de distribution des végétaux. Ce scénario, caractérisé par des émissions élevées, projette une hausse significative des températures et une intensification des événements extrêmes tels que sécheresses et fortes précipitations. Ces données facilitent l’identification des zones à risque ou propices à certaines espèces sur le moyen et long terme, permettant ainsi d’orienter le choix des végétaux en fonction de leur résistance aux contraintes hydriques et thermiques.

* + 1. Localisations des paysagistes

L’intégration des données de géolocalisation des paysagistes dans le SIG de Cérès Flore facilite l’organisation des tournées commerciales, tant pour les livraisons que pour l’accompagnement technique. Elle permet à l’entreprise d’analyser la répartition géographique de ses clients paysagistes et d’identifier de nouveaux partenaires potentiels. Grâce à ces informations, Cérès Flore peut adapter ses offres techniques et commerciales en fonction des particularités locales.

## Alimentation du SIG avec les données dérivées

* + 1. Pente

La pente est une donnée dérivée du modèle numérique de terrain, qui permet d'exploiter au mieux les informations qu'il offre. L’intégration des données sur la pente dans le SI de Cérès Flore permet d’améliorer la sélection des sites vu que l’accessibilité est un critère qui pèse beaucoup dans la sélection de ces sites. En effet, l’accessibilité aux sites de prélèvement et de plantation constitue un enjeu majeur, notamment pour le transport des plants et le déplacement des équipes. L’enrichissement du SI avec les données de la pente permet alors d’optimiser les itinéraires en évitant les zones trop difficiles d’accès. En partant du postulat selon lequel les zones à forte pente sont souvent plus sujettes à l’érosion, grâce à la donnée de pente il devient possible d’identifier ces zones à risque et de proposer des espèces stabilisatrices aux clients. La prise en compte de la pente dans le SIG contribue également à améliorer la traçabilité des plants et à renforcer l’argumentaire technique de Cérès Flore auprès de ses clients. En associant les caractéristiques du relief aux choix des plants, l’entreprise peut mieux justifier ses recommandations et apporter des conseils plus précis aux clients.

* + 1. Ombrage
    2. Calcul de chemin de coût.
    3. Calcul du chemin le plus court

**Bibliographie**

Louvel J., Gaudillat V. & Poncet L., 2013. EUNIS, European Nature Information System, Système d’information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d’eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

SERVIGNE, S., LIBOUREL., T. 2006. Fondements des bases de données spatiales. Lavoisier, Septembre 2006. 236p.

**Webographie**

OPENGIS. Documentation de l'écosystème QField. [En ligne] consulté le 09/12/2024. URL : <https://docs.qfield.org/>

INFORM-INDUSTRIE. Comment bien choisir sa tablette industrielle ? [En ligne] consulté le 04/01/2025. URL : <https://www.inform-industries.fr/comment-bien-choisir-sa-tablette-industrielle/>

INTEGRAL-SYSTEM. [En ligne] consulté le 04/01/2025. URL : <https://www.integral-system.fr/comment-choisir-tablette-durcie>

CERES FLORE. Objectifs et missions de Cérès Flore. [En ligne] consulté le 17/01/2025. URL : <https://ceres-flore.fr/>

Data GOUV. Espaces verts et assimilés. [En ligne] consulté le 18/01/2025. URL : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/espaces-verts-et-assimiles/>

Data SUD. Espaces publics du Métropole Aix-Marseille-Provence. [En ligne] consulté le 20/01/2025. URL : <https://www.datasud.fr/explorer/fr/jeux-de-donnees/parc-et-jardin-bd-topo-zone-dactivite-ou-dinteret/info>

Géoservices IGN. Services Web Experts Environnement. [En ligne] consulté le 10/01/2025. URL : <https://geoservices.ign.fr/services-web-experts-environnement>

EUNIS HABITAT. Système d’information européen sur la nature. [En ligne] consulté le 10/01/2025. URL : <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/123d0c9a-a6fa-4f2d-b887-5d8e5468faed>

Musée seine et marne, Des origines à nos jours, [En ligne] consulté le 24/01/2025. URL : <https://www.musee-seine-et-marne.fr/sites/www.musee-seine-et-marne.fr/files/media/downloads/evolution-agriculture.pdf>

SENAT, Situation préoccupante de disparition des haies et des bosquets en France, [En ligne] consulté le 24/01/2025. URL : <https://www.senat.fr/questions/base/2019/qSEQ190610799.html>

Ministère de l’aménagement du territoire et de la transition écologique, Espèces exotiques envahissantes, [En ligne] consulté le 30/01/2025. URL : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/especes-exotiques-envahissantes>

Cerema, La zone humide d’importance internationale (sites Ramsar), [En ligne] consulté le 23/02/2025. URL : <https://outil2amenagement.cerema.fr/outils/la-zone-humide-dimportance-internationale-sites-ramsar>.

Projexion, Quand et pourquoi engager un diagnostic de son Système d’Information ? [En ligne] consulté le 24/02/2025. URL : <https://www.projexion.com/carrefour-apprentissage/rex/diagnostic-si/>

Service de téléchargement des données météo SAFRAN - API OGC EDR, [En ligne] consulté le 24/02/2025. URL : <https://geosas.fr/geonetwork/apps/api/records/4ee133fa-d4cb-44d8-b708-46946573ba5f>

1. **Enrichissement du SIG**

* Les données climatiques du GIEC (scénario RCP et SSS)
* Les données de la typologie des habitats naturelles selon la classification de l’Union Européenne (EUNIS)
* Les données d’occupation de sol (Corine landcover)
* Les zones naturelles d’intérêt écologique faunistique et floristique de type 1 et 2 (ZNIEEF I et ZNIEFF II)
* Les données de précipitations (Météo France)
* Les données sur les espaces verts
* Les données issues de la BD Forêt
* Les données de la BD Topo
* Le modèle numérique de terrain (MNT)
* L’indice d’humidité des sols (SWI)
* Limites administratives (régions, départements, commune, EPCI, etc.)
* Des points d’intérêts (parking, etc.…)
* Localisation des paysagistes

Ce mémoire apporte une solution adaptée à court terme, compte tenu des compétences internes de l’entreprise. Cependant, pour garantir la performance de son système d’information à long terme, la structure devrait envisager soit de recruter un géomaticien afin d’en assurer la pérennité et l’évolution, soit de former un salarié en interne.

**Sous-titre : L'utilisation du Système d'Information Géographique dans le fonctionnement de Cérès Flore**

**Présentation de Cérès Flore**

Cérès Flore est une entreprise crée en 2017 et dédiée à la protection et à la valorisation du patrimoine végétal indigène sauvage. Elle se positionne comme un acteur clé dans le domaine de la végétalisation durable, en proposant des solutions adaptées aux besoins spécifiques des gestionnaires d’espaces naturels, des syndicats de cours d’eau, des paysagistes, des producteurs de plantes aromatiques et médicinales. La structure est également spécialisée dans la réalisation des projets de réhabilitation de sols pollués.

**Objectif et principe de Cérès Flore**

La structure a pour but de :

* Réaménager les espaces naturels à l’instar des berges, haies agricoles et viticoles et de dépolluer de sites.
* Revégétaliser les espaces urbains à l’instar des murs et toits végétalisés.
* Organiser les ateliers pédagogiques pour sensibiliser le public à la nature.

En plus de ces objectifs, Cérès Flore s’est donné des obligations vis-à-vis de ses clients par rapport à la traçabilité de ses végétaux. Pour les assumer, la structure a des principes de fonctionnements suivants :

* Le suivi avec précision des interventions de prélèvements et de production des plants
* Fournir aux clients des informations sur les conditions climatiques de sites de prélèvements des plants.
* Le prélèvement local et mesuré des végétaux
* La création d’emplois locaux
* La conservation du patrimoine floristique local

Ces principes permettent de garantir l’adaptabilité naturelle des végétaux indigènes sauvages, favorisant un taux de réussite satisfaisant pour les plantations.

L’entreprise offre une gamme de services diversifiés pour accompagner tout type de projet de végétalisation. Elle soutient la conception et la mise en œuvre de projets variés, tels que la plantation de haies agricoles, la transplantation, ou encore la restauration d’espaces naturels. En parallèle, sa pépinière fournit des jeunes plants d’origine sauvage et locale, produits dans le respect des écosystèmes, et disponibles sur stock ou via des contrats exclusifs. En tant que fournisseur, Cérès Flore propose également des matériaux pour le génie végétal, tels que des boutures, des ramilles et des branches de saule.

Consciente des menaces que représentent les plantes non-locales, souvent inadaptées, fragiles ou envahissantes, l’entreprise privilégie les compositions végétales issues des cortèges indigènes naturels. Grâce à des techniques traditionnelles de multiplication, telles que le semis et le bouturage, Cérès Flore préserve les qualités naturelles des plantes tout en répondant aux besoins spécifiques des projets. Ce modèle vise à recréer des écosystèmes fonctionnels et à restaurer la qualité initiale des milieux dégradés, contribuant ainsi à la durabilité écologique.

Cette vision s’inscrit dans une démarche globale de protection et de valorisation de la biodiversité locale, tout en répondant aux exigences opérationnelles et techniques de ses clients. Pour répondre à ses besoins, Cérès Flore a mis en place un système d’information (SI). Cependant, ce dernier manque de structuration, ce qui complique la mise à jour du Système d’Information Géographique (SIG) de l’entreprise et la recherche d’information. En effet, plusieurs couches d’informations sont créées pour un même nom de couche. Ceci est dû au fait que chaque fois que la structure souhaite effectuer une opération de collecte de données, une nouvelle couche est créée, même si une couche équivalente existe déjà. De plus ils rencontrent des difficultés dans la transmission des données entre leur SIG Desktop Qgis et leur SIG mobile Qfield. Face à ceci, il est donc nécessaire de réorganiser le SIG de la structure et de l’enrichir pour aboutir à SI performant.

**Sous-titre : Solution sollicité par Cérès Flore pour améliorer son utilisation du SIG.**

**Genre problématique**

Actuellement, le staff de Cérès Flore rencontre des contraintes importantes liées à la gestion et au partage des données géographiques dans le cadre de leurs missions. La méthode employée repose sur une copie manuelle du projet QGIS depuis un ordinateur vers les appareils mobiles. Chaque utilisateur transfère le projet via un câble, un processus à la fois chronophage et source de nombreuses erreurs potentielles.

Une fois sur le terrain, les utilisateurs collectent de nouvelles données à l'aide de l'application mobile, enrichissant ainsi le projet initial. Cependant, à leur retour, le défi majeur réside dans la consolidation des informations. En effet, chaque utilisateur dispose d'une version modifiée et partielle du projet. La fusion des données pour reconstituer un projet complet nécessite alors des manipulations fastidieuses, mobilisant un temps considérable et exposant l'équipe à des échecs fréquents de synchronisation. Ces échecs sont souvent dus à des incohérences dans les données, à des doublons ou à des erreurs humaines lors de l’intégration.

Cette situation génère une perte d’efficacité, tant au niveau des opérations sur le terrain que dans l’analyse des données une fois la collecte terminée. De plus, le risque accru de perdre des données essentielles ou de travailler sur des informations obsolètes constitue une contrainte supplémentaire pour les équipes. Dans un contexte où la réactivité et la précision des données sont primordiales pour les activités de Cérès Flore, ce fonctionnement manuel devient une limite significative à leur productivité et à la qualité de leurs livrables.

Face à ces enjeux, il apparaît crucial d’automatiser le processus de synchronisation entre le projet QGIS et l'application mobile. Une solution technique adaptée permettrait de transférer automatiquement les données modifiées et mises à jour en temps réel ou à intervalles réguliers. Cela garantirait une cohérence entre les données des différents utilisateurs, réduirait considérablement le temps consacré aux tâches répétitives, et minimiserait les erreurs humaines. En conséquence, une telle automatisation améliorerait non seulement l’efficacité opérationnelle, mais renforcerait également la fiabilité des données et l’ensemble du système d’information géographique de Cérès Flore. Ce besoin exprimé par les utilisateurs passe au prime abord par une réorganisation des couches de données existantes.

Cérès Flore fait face également à une difficulté dans la valorisation et la communication de ses activités de reboisement passées. Actuellement, il n'existe pas d'outil centralisé et interactif permettant de présenter de manière visuelle et détaillée les informations relatives à ses interventions. Cela limite la capacité de l'entreprise à communiquer efficacement avec sa clientèle et ses partenaires sur l'ampleur et la diversité de ses actionset à valoriser son expertise.

Les objectifs de ce mémoire se déclinent donc comme suit :

* Automatiser la synchronisation des données entre le projet QGIS en local, l’application mobile de collecte QField et Qfield cloud
* Créer une carte interactive pour visualiser les interventions de reboisement de la structure.

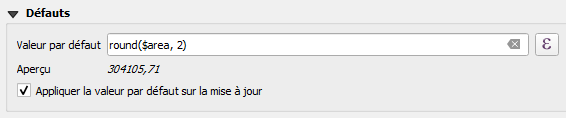
**Objectifs**

Afin de permettre une utilisation optimale de l'outil QField par Cérès Flore, d’instaurer de bonnes pratiques en SIG au sein de cette structure et de répondre aux besoins opérationnels, ce mémoire a pour objectif, d'une part, d'automatiser la synchronisation des données entre le projet QGIS en local, l’application mobile de collecte QField et Qfield cloud. Actuellement, le processus repose sur une manipulation manuelle laborieuse, qui demande non seulement beaucoup de temps, mais introduit également des risques d'erreurs et d'incohérences dans les données collectées et partagées

Cette automatisation vise à éliminer des contraintes en intégrant une solution capable de :

* **Éliminer les tâches répétitives et chronophages** :  
  La copie manuelle des projets QGIS via un câble, effectuée par chaque utilisateur avant leur départ en mission, constitue une étape fastidieuse. En supprimant cette contrainte, les équipes gagneront un temps précieux qu'elles pourront consacrer à des tâches plus stratégiques et pertinentes.
* **Assurer la cohérence et la centralisation des données** :  
  Un système automatisé permettra de maintenir une version unique et centralisée du projet QGIS. Ainsi, chaque utilisateur pourra travailler sur une base de données mise à jour, tout en garantissant que les données collectées sur le terrain soient automatiquement intégrées à cette version centrale, sans risque de duplication ou de perte.
* **Réduire les erreurs humaines** :  
  Les processus manuels actuels sont sujets à des erreurs fréquentes lors de la fusion des données, qu’il s’agisse de doublons, de fichiers corrompus ou de conflits entre les modifications apportées par différents utilisateurs. L’automatisation permettra de limiter ces risques en standardisant et en sécurisant les flux de données.
* **Faciliter l’accès aux données en temps réel ou quasi-réel** :  
  Grâce à cette synchronisation automatisée, les données collectées sur le terrain pourront être transférées immédiatement ou à intervalles réguliers vers le projet QGIS central. Cela permettra une exploitation rapide et une prise de décision informée sans attendre la fin des missions pour consolider les informations.
* **Optimiser la productivité des équipes** :  
  La mise en place d’un tel système simplifiera le travail des utilisateurs, tant sur le terrain qu’au bureau, en réduisant la complexité des tâches liées à la gestion des données. Cette efficacité accrue contribuera directement à améliorer les performances globales des projets menés par Cérès Flore.

Outre, Cérès Flore souhaite renforcer la visibilité de ses activités passées en mettant en place une carte interactive recensant ses chantiers de reboisement. Le but de cet outil serait de communiquer de manière claire et précise auprès des clients et partenaires sur les interventions réalisées, tout en valorisant l’expertise de la structure.



**Sous-titre : Le modèle 3PC : un système clé pour le fonctionnement de Cérès Flore**

**Sous-titre : Valorisation des interventions de reboisement via une carte interactive**

La carte interactive fournirait des informations détaillées sur plusieurs aspects clés des chantiers, notamment :

1. **Typologie des interventions** :
   * Les rôles joués par Cérès Flore sur chaque chantier, qu’il s’agisse d’un accompagnement complet (de l’identification du site jusqu’à la gestion des plants à l’état mature) ou d’interventions ciblées, comme la revitalisation de terrains ou la production de graines et de plants.
2. **Données quantitatives** :
   * La superficie totale des zones reboisées.
   * Le nombre exact de plants reboisés pour chaque chantier.
3. **Diversité des espèces** :
   * Les différentes espèces végétales reboisées, permettant de mettre en avant la contribution à la biodiversité locale.

Cette carte interactive ne serait pas seulement un outil de visualisation, mais également un levier stratégique pour :

* **Communiquer auprès des clients et partenaires** : Elle montrerait les réalisations concrètes de l’entreprise, renforçant ainsi sa crédibilité et son attractivité.
* **Sensibiliser sur l’impact environnemental** : En illustrant les efforts de reboisement et la diversité des espèces, la carte pourrait également jouer un rôle éducatif auprès du grand public ou des parties prenantes intéressées.
* **Optimiser le suivi des chantiers** : L’outil fournirait une base de données consolidée et géolocalisée des interventions passées, facilitant les analyses et l’amélioration continue.

**Harmonisation des tracés terrain de Cérès Flore**

Cérès Flore effectue des tracées lors de ses visites de terrain afin d’identifier zones déjà couvert au cours d’un second passage. Cependant, toutes ces tracées sont dispersées dans des couches de données différentes. Qfield apparait donc comme outil adéquat pour réorganiser ces tracés et assurer leur perpétuité. Pour ce faire, deux contraintes sont à prendre en compte afin de limiter le nombre de point enregistré. Il s’agit du contrainte intervalle de temps minimum et distance minimum

**Diagnostic de l’utilisation du SIG a Cérès Flore**

En amont de ce mémoire, il y a plein des métadonnées qui servent peu à l’utilisation de la donnée. Il serait bien de mettre en place un dictionnaire de données qui soient facile à comprendre.

**Choix de la tablette à utiliser pour mener à bien les missions de collecte de données à Cérès Flore.**

Les collectes de données sur le terrain se déroulant dans des conditions météorologiques diverses, il est nécessaire de faire attention aux critères physiques et techniques. A cet effet il vaut le cout de trouver une tablette adaptée en prenant en compte les critères suivants : résistance, précision GPS, coût,

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Critère** | **Tablette ordinaire**  **(grand public)** | **Tablette semi-durcie** | **Tablette durcie** |
| Résistance | Pas adapté à n’importe quelle condition météorologique et topographique | Moins adapté à n’importe quelle condition météorologique et topographique | Plus adapté à n’importe quelle condition météorologique et topographique |
| Précision GPS | Généralement doté d’une précision métrique |  | Précision centimétrique |
| Luminosité de l’écran | Ne dispose pas d’option « sunlight readable» |  | Dispose d’une option «sunlight readable » , haute luminosité permettant de faire des collectes de données en milieu plein soleil critère se rapporte aussi à votre santé oculaire, |
| Batterie |  |  |  |
| Coût |  |  |  |

Sachant que les critères ci-dessus pèsent (préciser après que tel pèse plus tel et faire après une moy pondéré. Et tirer la conclusion qu’on choisit tel type de tablette) de la même façon, notre choix porte clairement sur la tablette

**La tablette durcie aux caractéristiques idéales pour les missions terrains de Cérès Flore**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Critère** | **Caractéristique** | **Raison** |
| Ecran | Ecran de 8 à 10 | Ces formats apportent un rapport utilisation / poids plus intéressant. Choisir un écran plus petit pourrait rendre la lecture d’écran difficile. Sélectionner un grand écran plus grand pourrait rendre moins agile l'usage et peut fatiguer rapidement un utilisateur vu le pois et la taille. |
| Indice de protection | IP69 | Permet un usage sous la pluie, dans des conditions de températures extrêmes, |
| Norme | MIL-STD-810G | Norme utiliser surtout en armée pour tester et évaluer la résistance des équipements militaires à des conditions environnementales difficiles (températures, vibrations, chocs, humidité). |
|  |  |  |

Marque de tablette durcie :

GPS Nomad NAV 8 Durcie

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | GPS Nomad NAV 8 Durcie | Algiz RT10 RTK |
| Stockage RAM | 6GB |  |
| Stockage ROM | 1 To |  |
| Cout | 700 € | 2 299,00 € |
| Indice de protection | IP67 | IP67 |
| Système RTK | Non | Oui |

*Nous sélectionnerons les plants issus des prélèvements les plus proches du lieu de votre projet.*

1. https://www.musee-seine-et-marne.fr/sites/www.musee-seine-et-marne.fr/files/media/downloads/evolution-agriculture.pdf [↑](#footnote-ref-1)
2. Phytoremédiation = utilisation de plantes pour extraire ou dégrader les polluants [↑](#footnote-ref-2)
3. Les auxiliaires de culture = Organismes vivants (animaux, insectes ou micro-organismes) qui sont naturellement présents dans l'environnement et qui rendent des services bénéfiques à l'agriculture. [↑](#footnote-ref-3)
4. Ministère de l’aménagement du territoire et de la transition écologique [↑](#footnote-ref-4)
5. Stress hydrique et diminution des précipitations annuelles [↑](#footnote-ref-5)
6. Scénario RCP : Representative Concentration Pathways et SSS : Shared Socio-economic Pathways [↑](#footnote-ref-6)
7. Ici métadonnées est utiliser pour désigner un document descriptif des données permettant de comprendre les attributs. [↑](#footnote-ref-7)
8. Appellation de l’infrastructure dans laquelle se fait les productions [↑](#footnote-ref-8)
9. Négoce = Achat de plants auprès d’autres structures dans ce contexte. [↑](#footnote-ref-9)
10. Qfield est une application mobile de collecte de données de type géographique basé sur Qgis qui est développé par OPENGIS.ch. [↑](#footnote-ref-10)
11. Certificat d’origine : est un document fourni aux clients qui informe sur les lieux de prélèvement des plants ainsi que sur leurs principales caractéristiques.

    . [↑](#footnote-ref-11)
12. Q : Qui ? Q : Quoi ? O : Où ? Q : Quand ? C : Comment ? P : Pourquoi ? [↑](#footnote-ref-12)
13. Les données sont envoyées dès qu’une modification est faite, si une connexion est active [↑](#footnote-ref-13)
14. Les données sont stockées sur l’appareil et envoyées plus tard, manuellement ou automatiquement dès qu’une connexion internet est disponible. [↑](#footnote-ref-14)