



ÉCOLE NATIONALE
DES SCIENCES
GÉOGRAPHIQUES

École Nationale des
Sciences Géographiques



SWORD SAS

Travail de fin d'étude

Cycle des Ingénieurs diplômés de l'ENSG

**Développement d'outils utilisateurs et de
visualisation dans le cadre de la refonte du SIG de
Paris La Défense**

Lucas Bres

Septembre 2020

Non confidentiel Confidential IGN Confidential Industrie Jusqu'au ...

ECOLE NATIONALE DES SCIENCES GÉOGRAPHIQUES
6-8 Avenue Blaise Pascal - Cité Descartes - 77420 Champs-sur-Marne
Téléphone 01 64 15 31 00 Télécopie 01 64 15 31 07

Jury

Président de jury :

Victor Coindet

Commanditaire :

SWORD SAS

Encadrement de stage :

Léo Piovesan, SWORD SAS, maître de stage

Vincent De-Oliveira, IGN/ENSG, professeur référent

Responsable pédagogique du cycle Ingénieur :

Jean-François Hangouët, IGN/ENSG

Tuteur du stage pluridisciplinaire :

Delphine Genès, Responsable des sciences humaines, des stages et de l'entreprenariat.

© ENSG

Stage de fin d'étude du cycle ingénieur de l'ENSG du 15 juin 2020 au 11 Décembre 2020

Diffusion web : Internet Intranet Polytechnicum Intranet ENSG

Situation du document :

Rapport de stage de fin d'études présenté en fin de 3^e année du cycle des Ingénieurs

Nombre de pages : 40 pages dont 4 d'annexes.

Système hôte : L^AT_EX

Modifications :

EDITION	REVISION	DATE	PAGES MODIFIEES
1	0	08/2020	Création

Remerciements

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers toutes les personnes qui m'ont permis de travailler dans des conditions idéales et ont contribué au succès de mon stage.

En premier lieu, je tiens à remercier Léo Piovesan mon maître de stage pour sa bonne humeur quotidienne et pour m'avoir aiguillé sur mon travail tout au long du stage.

J'exprime ma gratitude à Hélène Augu pour sa confiance, et sa grande disponibilité durant ces 13 semaines.

Je remercie également Matthieu Mureau pour ses nombreux conseils et sa sympathie.

Je remercie chaleureusement tout le personnel de la business unit SIG de Sword SAS pour leur accueil et leur intérêt pour mon stage. Merci à Laurent Fromont de m'avoir accueilli dans la grande équipe Sword

Enfin, je suis reconnaissant à Vincent De-Oliveira d'avoir accepté d'être mon professeur référent et d'avoir répondu à mes interrogations quant à mon travail.

Résumé

Le quartier d'affaire Paris La Défense était géré par deux entités administratives : Defacto et EPADESA, jusqu'à leur fusion en 2017. Ces deux acteurs avaient chacun leur propre Système d'Information Géographique (SIG). Dans un souci d'unification et d'identité, Paris La Défense souhaite mettre en place un nouveau SIG regroupant les principaux services des deux anciens systèmes.

Cette refonte du SIG de Paris La Défense implique notamment la migration des données, et le développement d'une nouvelle application permettant de traiter et de visualiser la donnée géographique.

Mon implication sur le projet a été transversale. La principale tâche durant mon stage a été de concevoir et développer les différents outils de l'application de cartographie web basée sur la solution ArcGIS Web AppBuilder. J'ai également participé à la migration des données des anciennes bases de donnée géographiques vers un nouvel environnement de stockage.

Mots clés : SIG, Web, ArcGIS WebAppBuilder, Paris La Défense, Interface utilisateur

Abstract

Until 2017, the Paris La Défense business district has been managed by two administrative entities: Defacto and EPADESA. Each had its own Geographic Information Systems (GIS). In a concern of unification and identity, Paris La Défense wants to set up a new GIS gathering the main services from the two former systems.

This Paris La Défense's GIS overhaul implies the migration of data, and the development of a new application in order to process and visualize the geographical data.

My involvement on the project was transversal. The main task during my internship was to design and develop the different tools of the web mapping application based on the ArcGIS Web AppBuilder solution. I was also involved in the data migration from former geographic databases to a new data storage environment.

Key words : GIS, Web, ArcGIS WebAppBuilder, Paris La Défense, user interface

Table des matières

Glossaire et sigles utiles	7
Introduction	9
1 Contexte général	11
1.1 Le cadre de l'appel d'offre de Paris La Défense	11
1.2 L'historique entre Paris La Défense et Sword	12
1.3 Modèle économique et impact sur la gestion du projet	13
1.3.1 Un contrat forfaitaire	13
1.3.2 Une organisation mêlant cycle en V et notions de méthode Agile	13
1.3.3 Avantages de cette organisation hybride	13
1.3.4 Les limites de cette méthode de travail	14
1.4 Organisation du travail et équipes	15
1.4.1 Organisation globale du projet	15
1.4.2 Organisation détaillée du développement de l'application cartographique .	15
2 Compréhension du besoin	19
2.1 Recueil du besoin du client	19
2.1.1 Reformulation de la compréhension du besoin	20
2.1.2 Identification et présentation de solutions techniques	21
2.1.3 Bilan des solutions	23
2.2 Spécifications Fonctionnelles Détaillées	23
3 Développement de l'application SIG web	25
3.1 Contexte de développement	25
3.2 Enregistrement de couches favorites	26
3.2.1 Engager personnellement l'utilisateur grâce à l'enregistrement de couches	26
3.2.2 Gestion de l'affichage des couches au démarrage de l'application	27
3.2.3 Création d'un bouton d'enregistrement interactif	27
3.3 Interface et expérience utilisateur	28
3.4 Approbation du développement	30
4 Migration des données	31
4.1 Contexte du stockage des données géographiques	31
4.1.1 Présentation des architectures de données source et cible	31
4.1.2 Les différents environnements de travail	32
4.2 Mise en place de la migration	32
Conclusion	33
Bibliographie	35

.1	Extraits de la présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques	37
.2	Découpage de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques	40
.3	Fonctionnalités développées au sein de l'application cartographique web	40

Table des figures

1.1	La forte densité urbaine du quartier de La Défense implique une bonne gestion de ses infrastructures et par conséquent d'un SIG efficace [1]	11
1.2	Interface de l'application cartographique Def'Carto	12
1.3	Résumé des avantages et inconvénients de l'organisation de travail	14
1.4	Les missions 1, 2, et 3 de l'ensemble de l'équipe Sword sur le projet <i>Refonte SIG</i>	15
1.5	Succession des différents objectifs tout au long de la phase de développement	16
2.1	Exemple d'une carte d'impact [2]	21
2.2	Diagramme d'activité du téléchargement des fonds de plan topographiques, couplé à des captures d'écran	22
3.1	Interface du futur SIG, avec ses widgets en violet et une couche de donnée représentée par des points colorés affiché sur un fond de plan	25
3.2	Interface de la liste des couches de l'application cartographique	26
3.3	Schéma expliquant le comportement du bouton d'enregistrement des couches en fonction du contenu de la liste des couches présentes sur la carte de l'application	27
3.4	Un autre exemple d'interface skeuomorphe présentant les plans topographiques disponibles au téléchargement	29
1	Diapositive n°1 de présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques	37
2	Diapositive n°2 de présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques	38
3	Diapositive n°3 de présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques	38
4	Diapositive n°4 de présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques	39
5	Découpage de la fonctionnalité de téléchargement des plans	40
6	Fonctionnalités développées au sein de l'application cartographique web	40

Glossaire et sigles utiles

Sigle d'organisme :

ENSG École Nationale des Sciences Géographiques

EPADESA Établissement Public d'Aménagement de la Défense Seine Arche

Vocabulaire informatique :

SIG Un Système d'Information Géographique est un système informatique conçu pour stocker, visualiser, traiter et analyser de la donnée spatiale, c'est-à-dire localisée dans un référentiel bi ou tridimensionnel

Widget petite application permettant l'accès à une information ou un service

Introduction

Ce stage de fin d'étude du cycle des ingénieurs de l'ENSG s'est déroulé au sein de l'agence lyonnaise de l'entreprise Sword, parrain de la promotion 2018-2021 du cycle d'ingénieur de l'ENSG. J'ai travaillé plus précisément au sein de la business unit SIG durant 13 semaines avant la finalisation de la rédaction de ce document. L'objectif principal était de développer une application de cartographie web répondant aux besoins des agents de Paris La Défense provenant de divers secteurs (foncier, événementiel, ...).

La première étape à mon arrivée sur le projet a été de prendre en main l'outil de développement ArcGIS Web Appbuilder (Developper Edition) [3] afin que je puisse avoir assez d'expérience pour appréhender les possibilités de cet outil et être capable de quantifier la charge de travail que le développement d'une fonctionnalité peut prendre.

Après avoir acquis assez de connaissance sur le Web Appbuilder, j'ai eu l'opportunité de recueillir et synthétiser le besoin du client Paris La Défense. À partir de la compréhension du besoin et suite à une analyse de l'outil de développement et d'un prototypage de l'application, j'ai pu leur proposer une solution qui conviendrait à la fois à leurs attentes fonctionnelles mais respecterait aussi en termes de temps de développement le calendrier établi par Sword. Les propositions de solution sont ensuite débattues avec Paris La Défense et rédigées très précisément au sein d'un document de Spécifications Fonctionnelles Détaillées après validation.

Par la suite, le développement concret des fonctionnalités en adéquation avec le document cité précédemment permet de répondre aux besoins de Paris La Défense. J'exposerai dans ce rapport quelques exemples d'analyse de développement. Je m'attarderai davantage sur l'état d'esprit que j'ai adopté lors du développement et qui peut se généraliser dans le cadre de tout développement au sein d'une application déjà existante et fonctionnelle.

J'ai également été sollicité pour d'autres tâches au cours de ma période chez Sword. J'ai notamment aidé à automatiser la migration des données géographiques de Paris La Défense de leur ancien environnement de stockage à un environnement cible.

Enfin j'ai dû mettre en place une page d'accueil du portail cartographique à destination des agents de Paris La Défense. Cette page a vocation de répertorier l'application cartographique principale ainsi que de la donnée géographiques et d'autres applications plus spécifiques.

Ce rapport présente le contexte dans lequel s'est inscrit mon stage, résume le déroulement des phases de développement et de migration des données, tout en présentant une réflexion générale sur le développement web.

CONTEXTE GÉNÉRAL DU PROJET

1.1 Le cadre de l'appel d'offre de Paris La Défense

Le quartier d'affaire Paris La Défense (PLD) était géré par deux entités administratives : Defacto et EPADESA jusqu'à leur fusion en 2017.

Defacto avait pour charge d'assurer de nombreux services aux usagers du site tel que la sécurité et l'entretien des espaces publics. EPADESA était quant à lui l'aménageur historique du territoire de 564 hectares à cheval sur les communes de Courbevoie, La Garenne-Colombes, Nanterre et Puteaux, à l'ouest de Paris, dans le département des Hauts-de-Seine et avait pour objectif de réaliser l'évolution des infrastructures du quartier comme les accès routiers, les transports ou l'aménagement des espaces publics.

Ces deux acteurs avaient chacun leur propre Système d'Information Géographique (SIG), respectivement Def'Carto et Cassini 2. Ces SIG avaient pour principaux objectifs d'assurer les missions des deux établissements publics, notamment pour accéder, traiter, et mettre en valeur des données géographiques d'origines variées (foncière, commerciale, ...) afin de planifier les différentes missions des agents de terrain (maintenance, mise en place d'évènement, ...).

Cependant, maintenant que Paris La Défense n'est plus qu'une seule entité, il est difficile de gérer et maintenir deux applications différentes. Dans un souci d'unification et d'identité, Paris La Défense a lancé un appel d'offre pour la fourniture et la mise en oeuvre du projet de refonte de leur système d'information géographique.

PLD souhaite en effet un nouveau SIG regroupant les principaux services des deux anciens systèmes, mais également de nouvelles fonctionnalités issues d'applications métiers répondant à l'évolution des besoins des utilisateurs depuis la mise en place des deux précédents SIG.

Les principaux enjeux du projet de refonte du SIG pour le client Paris La Défense sont donc la capitalisation de l'existant, et la continuité des services préexistants.



FIGURE 1.1 – La forte densité urbaine du quartier de La Défense implique une bonne gestion de ses infrastructures et par conséquent d'un SIG efficace [1]

Le quartier d'affaire de Paris La Défense étant un Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), l'administration doit, par conséquent, se conformer au code des marchés publics et publier un appel d'offre à l'échelle nationale respectant des critères prédéfinis permettant de sélectionner de manière objective le meilleur candidat.

La société de conseil, de software et de services Sword a remporté le marché public en février 2020 et perpétue donc sa longue collaboration avec l'acteur Paris La Défense.

1.2 L'historique entre Paris La Défense et Sword

En effet, Sword et Paris La Défense, plus précisément Defacto à l'époque, sont en collaboration depuis 2014 pour la gestion de leurs données géographiques. Leur collaboration se manifeste sous différentes formes comme des contrats en régie pour assurer diverses tâches en fonction des besoins de Paris La Défense (maintenance, développement, ...) mais également des contrats forfaitaires pour la réalisation de projets plus conséquents. L'entreprise Sword a par exemple développé le GéoAgenda qui est une application cartographique de gestion de l'occupation temporaire de l'espace public pour des animations, maintenances, travaux, etc ...

Le projet le plus important en termes d'importance et d'envergure conçu et développé par Sword pour le compte de Defacto est l'ancien SIG Def'Carto. Ce projet est constitué d'une application cartographique web et d'une plateforme d'administration permettant de gérer l'accès à la donnée géographique en fonction des utilisateurs enregistrés.

Aujourd'hui, Def'Carto est privilégié par rapport à son homologue Cassini 2. Davantage d'utilisateurs sont donc plus familiers à son utilisation que celle de Cassini 2. Le projet Def'Carto sera mentionné plus tard dans le rapport et plus particulièrement lors du développement de la nouvelle application cartographique dans le cadre de l'incorporation des outils existants de Paris La Défense dans le projet de refonte SIG.

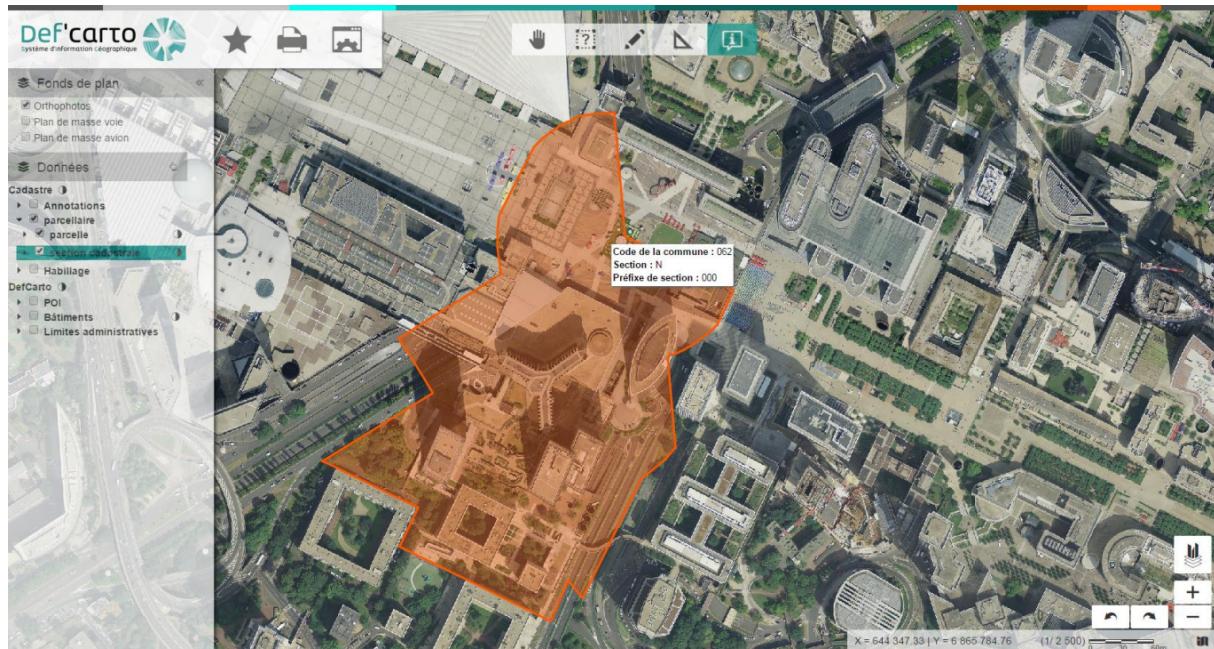


FIGURE 1.2 – Interface de l'application cartographique Def'Carto

1.3 Modèle économique et impact sur la gestion du projet

1.3.1 Un contrat forfaitaire

L'offre de Paris La Défense s'est conclue sur un contrat forfaitaire, c'est-à-dire que les deux signataires du contrat évaluent en amont du projet la quantité de jours de travail que ce dernier nécessitera. Ce système de rémunération impacte l'organisation du projet. Par exemple, une organisation de travail en méthode Agile SCRUM [4] n'est pas envisageable car l'adaptabilité de cette méthode ne peut se conjuguer au cadre strict du forfait.

Cependant, Sword et Paris La Défense ont conscience de cette limitation et ont encouragé leurs agents responsables du bon déroulement du projet de faire des retours fréquents sur les différents points du projet (migration des données, mise en place de l'infrastructure, fonctionnalités de l'application, ...). En alliant ainsi une organisation de projet planifiée à l'avance et une communication fréquente entre les deux parties, les deux acteurs espèrent une garantie des délais imposés par le contrat et une adéquation des solutions proposées aux besoins du client.

1.3.2 Une organisation mêlant cycle en V et notions de méthode Agile

Dans les faits, l'organisation de travail ne suit donc pas un modèle SCRUM avec plusieurs sprints, mais un cycle en V[5] où le client nous fera des retours sur la première version de l'application développée au bout de 3 mois.

Toutefois, le développement de widgets, indépendants entre eux et remplissant la plupart du temps uniquement une fonctionnalité ou un besoin, se prête bien à un développement itératif et incrémental, deux caractéristiques indissociables de la méthode Agile [6]. Bien qu'il y ait une absence de sprint avec la livraison d'un produit à la fin de celui-ci, l'équipe Sword (dont notamment mon responsable Léo pour la partie développement) est en communication permanente avec Paris La Défense pour faire part de l'avancée du projet, proposer des options, et recueillir l'avis du client. Les comptes-rendus de progression du projet au client sont illustrés par une démonstration de l'application en cours de développement sans pour autant que cette dernière soit utilisable par le client ou réalise la phase de recette.

1.3.3 Avantages de cette organisation hybride

Cette organisation de travail un peu particulière a des avantages et des inconvénients qui pourraient se généraliser aux qualités et défauts qui trop souvent opposent cycle en V et méthode SCRUM.

L'organisation de notre projet étant planifiée à l'avance, la maîtrise des délais et le suivi de l'avancement du projet étaient grandement facilités. De plus, le planning est divisé en grandes missions de plusieurs mois qui sont délimitées par des dates butoirs. Ces jalons permettent de vérifier le respect de la complétude et de la qualité des livrables.

Entre ces échéances, les responsables de projet chez Sword et Paris La Défense sont en constante discussion pour assurer une garantie de l'adéquation de la solution proposée aux besoins métiers de l'établissement. La présentation de maquettes fonctionnelles et ergonomiques permet de valider efficacement et rapidement le fonctionnement de la future application sur des cas concrets.

Cette organisation du travail permet de pallier les écueils habituels du cycle en V comme le risque important de se rendre compte au cours de la mise en œuvre que les spécifications initiales étaient incomplètes, fausses, ou irréalisables. D'autant plus que notre équipe de développement étant très réduite (3 personnes dont 2 à mi-temps), la mise en place d'une méthode SCRUM n'aurait pas été forcément adaptée pour une équipe de si petite taille. Les cérémonies SCRUM auraient par exemple pris beaucoup de temps pour une communication qui n'aurait pas eu d'intérêt d'être si importante entre seulement trois personnes.

1.3.4 Les limites de cette méthode de travail

Néanmoins ce modèle d'organisation n'est pas exempt de défauts pour autant. La bonne gestion du projet s'appuie énormément sur seulement quelques individus, ils sont donc extrêmement sollicités et doivent gérer et prioriser les demandes provenant de différentes sources. Par exemple, Sword n'a quasiment qu'un seul point de contact privilégié avec Paris La Défense. Cette personne est donc engagée sur les nombreuses missions du projet (migration des données, mise en place de l'infrastructure du nouveau SIG, fonctionnalités de l'application cartographique, ...). Son absence prolongée est donc un risque critique pour le projet. De plus, du fait de sa grande sollicitation, des questions peuvent rester longtemps en suspens car elles sont considérées comme non-prioritaires au moment de leur demande.

Il est important de noter également que le cadre du contrat forfaitaire ne permet pas des évolutions ou des changements dans les besoins du client durant la période effective du contrat. Or le risque de dérive des objectifs^[7], c'est-à-dire le risque de voir de nouvelles fonctionnalités requises par le client qui n'étaient pas mentionnées dans les spécifications initiales du projet, est un risque assez fréquent dans les projets suivant une méthode de travail en cycle en V. Ce risque s'est d'ailleurs concrétisé durant le projet : Paris La Défense a souhaité rénover la page d'accueil de son portail cartographique, tâche qui n'était pas prévue dans le CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières). Après analyse du planning et du budget du projet, la cheffe de projet Sword, Hélène Augu, a décidé de me confier cette mission sans pour autant la facturer de nouveau à Paris La Défense. Cette tâche sera approfondie dans un chapitre suivant.

Action	Répercussion	Hérité du modèle	Avantage : Inconvénient :
Planification au préalable du projet	Maîtrise des délais et de l'avancement du projet	Cycle en V	
Mise en place d'échéances	Vérification de la qualité et de la complétude des livrables	Cycle en V	
Échanges fréquents entre les deux signataires du contrat	Adéquation de la solution aux besoins du client	Agile	
Échanges fréquents entre les deux signataires du contrat	Évite le risque de dérive des objectifs	Agile	
Pas d'implémentation de la méthode SCRUM	Pas de perte de temps dans de nombreuses réunions agiles	Agile	
Le projet repose sur quelques individus	Risque critique pour le projet si absence prolongée des responsables	Aucun	
Le projet repose sur quelques individus	Des demandes peuvent rester longtemps en suspens	Aucun	
Planification au préalable du projet	Difficultés d'intégrer les évolutions du besoin client	Cycle en V	

FIGURE 1.3 – Résumé des avantages et inconvénients de l'organisation de travail

1.4 Organisation du travail et équipes

1.4.1 Organisation globale du projet

Paris La Défense a défini dans son cahier des charges une organisation du projet en plusieurs étapes importantes. L'entreprise SWORD a décidé de respecter cette organisation pour rester proche du client et ne pas perturber ses méthodes de travail. La phase de refonte du SIG se découpe donc en 3 parties :

1. Analyse des besoins et conception du SIG cible
2. Transfert des données et développement de la première version du SIG
3. Fin de la conception et du développement du SIG, et formations des utilisateurs.

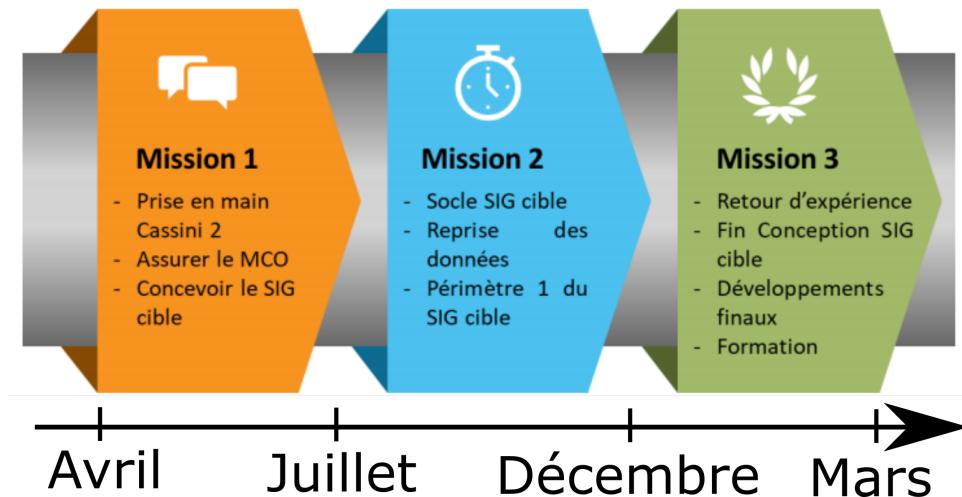


FIGURE 1.4 – Les missions 1, 2, et 3 de l'ensemble de l'équipe Sword sur le projet *Refonte SIG*

Je fais partie d'une équipe composée de 8 autres employés de Sword. Tous les membres de l'équipe doivent communiquer sur leur travail hebdomadaire auprès de la cheffe de projet afin d'avoir un suivi précis de l'avancement du projet. La gestion de projet est en effet une problématique importante pour Sword car elle permet de quantifier la quantité de travail que chaque employé a engagé sur le projet et donc suivre les comptes du budget que Sword a alloué à ce projet.

1.4.2 Organisation détaillée du développement de l'application cartographique

Je vais préciser dans cette sous-section l'organisation de mon travail dans le cadre du développement de l'application cartographique web.

J'étais majoritairement en interaction avec Léo Piovesan mon maître de stage. Alice Gonnaud (ancienne élève ENSG-TSI de la promo 2016) et moi-même contribuions au développement de l'application sur la phase 2 du projet, tandis que Léo était notre responsable direct et dirigeait et encadrait les développements.

L'organisation de l'équipe s'est principalement articulée autour du gestionnaire d'issue¹ de Gitlab² en séparant les tâches à faire, en cours, à intégrer à l'ensemble du projet, et à valider. Le projet git³ nous a permis de garder une trace de l'avancement des tâches sans à fournir d'efforts pour documenter la progression du projet.

1. issue : Signifie *problème* en anglais. Correspond à une fiche virtuelle où les collaborateurs peuvent échanger et faire part de leur avancement sur un sujet

2. Gitlab : Logiciel libre utilisant la technologie git

3. git : Système décentralisé de versionnement de fichier

La figure ci-dessous liste les différentes tâches que j'ai effectué sur la conception de l'application cartographique web du projet de refonte du SIG de Paris La Défense.

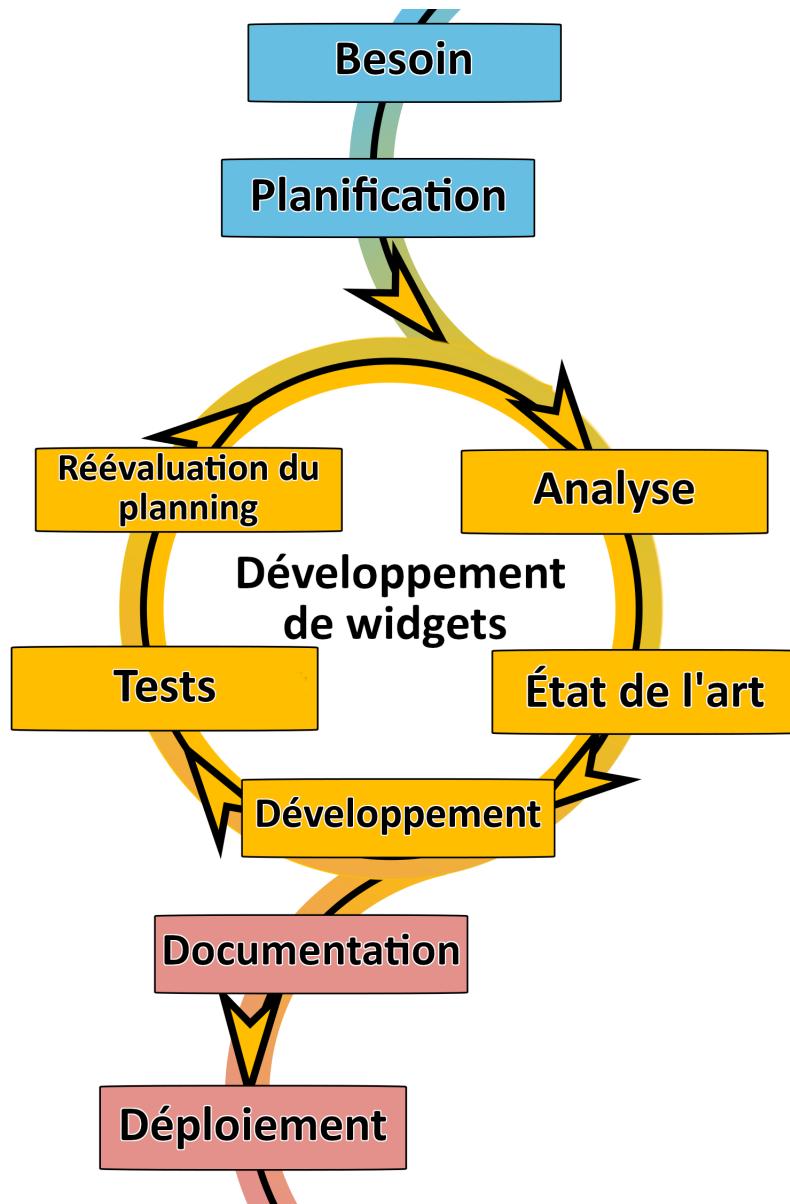


FIGURE 1.5 – Succession des différents objectifs tout au long de la phase de développement

Ce schéma a pour but d'illustrer le caractère itératif du processus de développement évoqué dans la section précédente. En effet, les widgets fonctionnent indépendamment et peuvent être développés un-à-un ou même en parallèle.

Je vais maintenant éclaircir et préciser les tâches que j'ai accomplies durant mon stage, en suivant les flèches qui représentent la progression de la première phase de développement, de son début jusqu'à son aboutissement :

- Compréhension et précision des spécifications fonctionnelles détaillées de l'application au cours de réunions avec le client, ou en consultant des documents de recueil des besoins rédigés durant la phase d'analyse du projet (Avril - Juillet).
- Planification et répartition du travail avec Alice et Léo en s'appuyant notamment sur le document des spécifications fonctionnelles détaillées listant les diverses fonctionnalités.
- Développement d'un widget qui peut se décomposer en 5 phases :

- Proposer un fonctionnement du widget et/ou de l'application permettant de répondre à un besoin en rédigeant et concevant des mock-ups (aperçus visuels) et diagrammes d'activité afin de recevoir l'approbation des supérieurs hiérarchiques avant tout développement.
 - Trouver, en parallèle, des solutions préexistantes en étudiant les API de développement ArcGIS API for JavaScript 3.32 & Web AppBuilder for ArcGIS (Developer Edition) pour s'appuyer sur des fonctionnalités robustes, supportées et maintenues par Esri⁴.
 - Développer la solution et l'intégrer au projet d'équipe grâce à un gestionnaire de code source tel que Gitlab.
 - Tester la solution grâce à des tests fonctionnels et des tests de charge pour vérifier le bon fonctionnement de l'application et sa capacité à supporter un grand nombre de requêtes simultanées.
 - Comparer le planning prévu et le temps réel consacré à développer le widget et réévaluer en conséquence le planning sur les prochaines étapes du projet.
- Documentation du code source, et rédaction des manuels utilisateurs, d'exploitation et d'administration.
- Déploiement de l'application dans sa version 1 pour que le client puisse donner des retours critiques.

4. Esri : Éditeur d'une large gamme de logiciel à visée géographique

COMPRÉHENSION ET MISE EN FORME DU BESOIN DU CLIENT

CHAPITRE **2**

2.1 Recueil du besoin du client

La première mission du projet (cf le schéma 1.4) qui s'est déroulée d'Avril à Juillet, avait pour objectif de formaliser les tâches qui seront abordées dans les missions 2 et 3 du projet. Cette première mission était subdivisée en trois grandes parties :

1. La compréhension du besoin et du contexte général dans lequel s'inscrit le SIG de Paris la Défense
2. L'analyse de l'architecture applicative, matérielle, et des données de Paris La Défense afin de réaliser au mieux l'étape suivante
3. La spécification générale puis détaillée des actions que va mettre en place Sword pour élaborer un nouveau SIG pour Paris La Défense.

Mon stage ayant commencé mi-Juin, cette mission de mise en forme du déroulement de la réalisation du projet était d'ores-et-déjà bien entamée. J'ai néanmoins eu l'opportunité de contribuer à la spécification des fonctionnalités de l'application cartographique.

Dans le cadre de la mission 1, j'ai tout d'abord assisté à des réunions de travail réunissant des membres de Paris La Défense et de Sword dans le but de débattre et confirmer le comportement des fonctionnalités que Paris La Défense souhaite dans son application cartographique. Ces fonctionnalités étaient toutes listées au préalable dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) lors de l'appel d'offre public. Du fait de mon inexpérience, j'ai pu avoir un regard critique sur le déroulement de ces réunions. J'ai notamment remarqué l'importance d'un support visuel dans les échanges entre SWORD et Paris La Défense pour définir le fonctionnement de la future application. En effet le support visuel sous forme de schémas, diagrammes, ou captures d'écran est un vecteur de communication non-ambigu, tandis qu'une discussion verbale contient intrinsèquement une part d'approximation. Je me suis donc efforcé, lors des réunions suivantes avec le personnel de Paris La Défense, d'utiliser un matériel visuel pour illustrer mes propos.

Lors des premières réunions de spécification générale du besoin, une version de démonstration de l'application cartographique a par exemple servi de référence visuelle pour aider le client à mieux se figurer à quoi allait ressembler la nouvelle application SIG.

Après avoir assisté à quelques réunions, j'ai eu la responsabilité d'en animer plusieurs afin de leur proposer de manière détaillée une ou des solutions fonctionnelles qui répondent à leurs besoins.

La principale difficulté de ces réunions était d'être le plus intelligible possible par le client Paris La Défense afin de ne pas avoir de contre-temps plus tard dans le projet et de ne pas prendre de retard dans des réunions qui peuvent parfois s'éterniser.

Ces réunions en ligne étaient divisées en trois parties :

1. Une synthèse et reformulation de la compréhension du besoin par Sword
2. Une ou des propositions de solutions techniques pour répondre au besoin compris
3. Une conclusion comparant les avantages et inconvénients de chacune des solutions

2.1.1 Reformulation de la compréhension du besoin

Mon inexpérience sur le projet était la parfaite occasion pour reformuler les besoins exprimés par le client Paris La Défense lors des divers ateliers de spécifications générales afin de confirmer ou même d'actualiser la vision du client sur le besoin. Ce récapitulatif a été formulé en synthétisant les différents documents qui ont été rédigés lors de la phase d'analyse du projet d'Avril à Juillet.

Je me suis servi de la méthode impact-mapping pour mettre en forme le besoin afin qu'il soit sans équivoque et le plus clair possible. La carte d'impact (ou impact-mapping en anglais) est une méthode de formulation du besoin se présentant sous la forme d'une carte heuristique¹ et subdivisée en plusieurs étapes : Goal, Actor, Impact, et Deliverables[8].

Nous pouvons traduire ces quatre niveaux par quatre questions :

- Pourquoi ?

Pourquoi avons-nous besoin de cette fonctionnalité ? Cette première étape présente le problème à résoudre, pas la solution.

- Qui ?

Qui sont les personnes impactées par ce problème ? Dans le cadre du développement de l'application, il s'agit la plupart du temps des agents de Paris La Défense. Il faut toutefois être le plus spécifique possible et éviter des termes génériques comme "utilisateurs". Je précisais donc les unités de Paris La Défense qui avaient besoin de la fonctionnalité.

- Comment ?

Comment l'application va pouvoir résoudre le problème et aider les personnes concernées à atteindre leur objectif ?

- Quoi ?

Le fonctionnement de la fonctionnalité en elle-même

Pour prendre un exemple de mon travail, j'ai organisé une session de spécification détaillée d'une fonctionnalité de téléchargement de plans topographiques au sein de la nouvelle application cartographique web. Je me suis seulement inspiré de la méthode d'impact-mapping pour structurer mon argumentation lors des réunions. Par conséquent, j'ai choisi de ne pas montrer la méthode d'impact-mapping sous forme de carte heuristique pour ne pas surcharger mon discours d'explications sur la lecture du schéma.

Je vais maintenant expliciter les quatre questions vues précédemment dans le contexte du développement d'une fonctionnalité de téléchargement de plans topographiques (cf figure 2 des annexes) :

- Pourquoi les utilisateurs ont-ils besoins des plans topographiques au format dwg ?

Ces fichiers très précis sont consultés afin d'avoir accès aux informations détaillées comme le mobilier urbain, ou encore la délimitation fine des parcelles cadastrales du quartier d'affaire de Paris La Défense.

- Qui sont les agents de Paris La Défense qui consultent ces documents ?

Les utilisateurs des unités Aménagement et Ingénierie utilisent majoritairement ces plans dans leurs travaux.

- Comment l'application cartographique web peut-elle mettre à disposition ces plans aux utilisateurs ?

L'application mettra à disposition un lien de téléchargement des plans découpés selon un quadrillage arbitraire et selon une échelle et un système de projection cartographique.

- Quelle solution permettrait de résoudre au mieux cette problématique et répondre aux exigences inhérentes au cadre du développement ?

La réponse à cette question figure dans la sous-section suivante

1. carte heuristique : Schéma reflétant le fonctionnement de la pensée. Celui-ci permet de représenter visuellement et de suivre le cheminement associatif de la pensée.

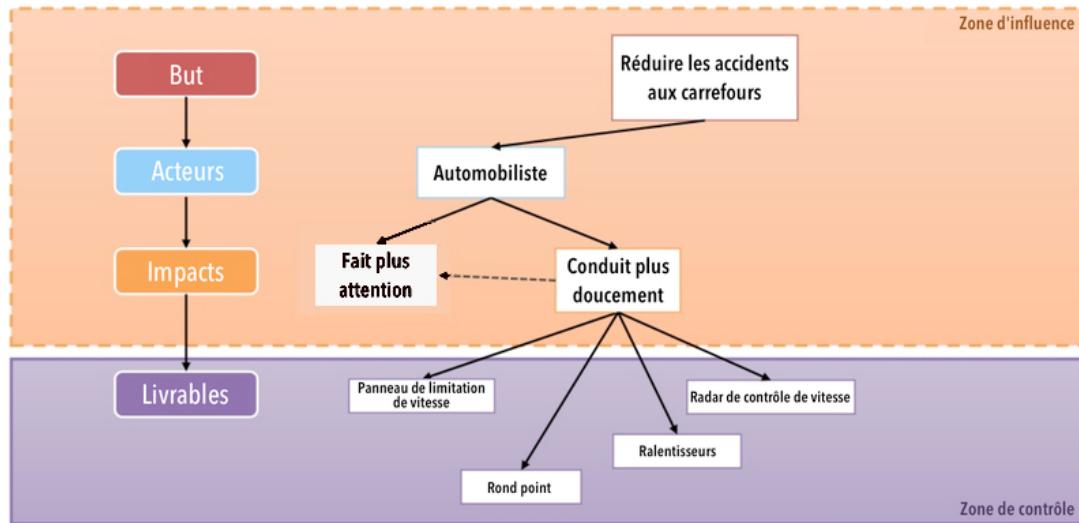


FIGURE 2.1 – Exemple d'une carte d'impact [2]

2.1.2 Identification et présentation de solutions techniques

Les solutions proposées au client ont été étudiées au préalable selon leur faisabilité et leur coût de développement. Ces études se font notamment en effectuant un découpage en sous-tâches de la fonctionnalité (cf annexe 5). Durant cette phase de découpage en étapes de développement, on estime la quantité de travail de chacune des sous-tâches afin de vérifier que le temps de développement ne soit pas en conflit avec le calendrier forfaitaire vendu au client. On identifie également les principaux risques liés à chaque sous-tâche, et on réfléchit aux solutions pour pallier ces risques.

Toutes les solutions proposées au client sont exposées avec des visuels ou une démonstration si possible.

Lors de ces présentations orales, je me suis inspiré de la syntaxe Gherkin pour formuler le déroulement du processus de la fonctionnalité afin d'être très clair et rigoureux.

Gherkin est un langage informatique de test utilisé par le logiciel Cucumber. L'objectif de ce langage non-technique et facilement déchiffrable par un être humain est d'exprimer sous forme d'exigences précises et non ambiguës des cas d'utilisation d'une application à toute l'équipe de développement. Sa syntaxe accessible à tous, dont des novices en langage informatique, est axée autour de trois mots-clés :

- *Given*². Ce mot-clé déclare le contexte initial du système, ici de l'application. Cette étape permet d'établir la situation dans laquelle l'action de la fonctionnalité aura lieu. Dans les circonstances d'un cas d'utilisation, il s'agit de la présentation des préconditions d'un événement.
- *When*³. Le mot clé *When* décrit un événement ou une action. Cela peut être dû à l'utilisateur interagissant avec le système, ou un autre événement déclenché par une autre fonctionnalité. J'ai fait attention à décrire une seule action par scénario pour ne pas complexifier le scénario.
- *Then*⁴. Ce mot-clé décrit le résultat ou la conclusion d'un processus. Cette étape est souvent sous la forme d'une assertion⁵ comparant un résultat visible de l'application avec un résultat attendu.

2. Given : Signifie "étant donné" en anglais

3. When : Signifie "quand" en anglais

4. Then : Signifie "puis" en anglais

5. Assertion : En programmation informatique, expression qui doit être évaluée à vrai.

Pour expliquer à la fois le fonctionnement et l'interface de la solution proposée, un diagramme d'activité illustré par des captures d'écran en parallèle me semblait être la solution la plus judicieuse.

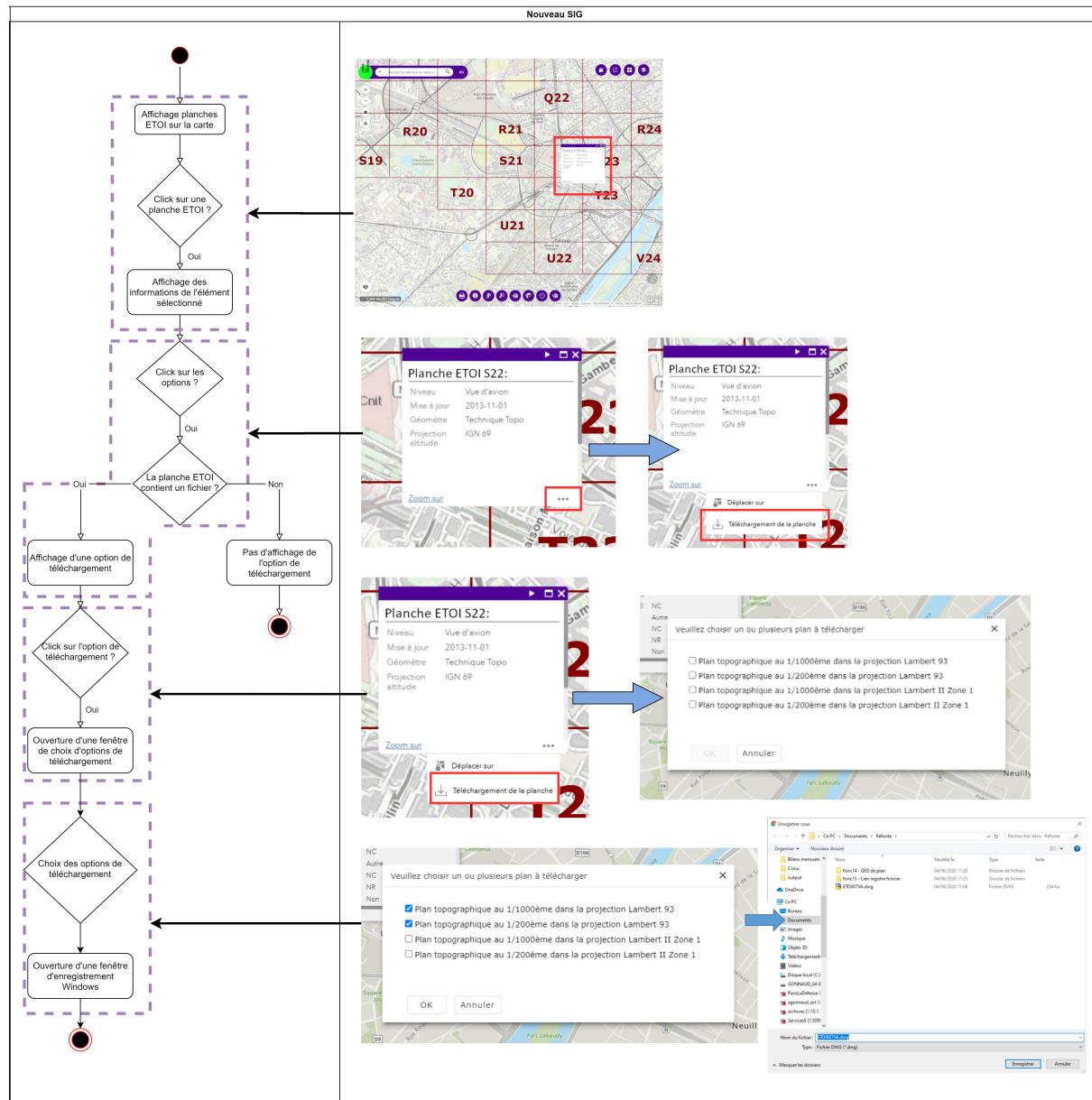


FIGURE 2.2 – Diagramme d'activité du téléchargement des fonds de plan topographiques, couplé à des captures d'écran

En s'appuyant sur la première situation du diagramme d'activité ci-dessus, mon discours lors des réunions de travail avec Paris La Défense suivait sensiblement cette structure :

- Étant donné qu'une couche de découpage est affichée sur la carte.
- Quand l'utilisateur clique sur une des cases du quadrillage.
- Puis l'application devrait afficher une fenêtre popup correspondant à la case sélectionnée.

Ensuite, le contexte initial de l'action suivante dans le diagramme correspond au résultat de l'action que nous avons abordé. Je présentais donc le diagramme par la succession des différentes étapes du diagramme d'activité.

2.1.3 Conclusion comparant les avantages et inconvénients des différentes solutions

La présentation des avantages et inconvénients synthétise en quelques lignes succinctes la ou les solutions proposées. Les chefs de projet de Paris La Défense peuvent à ce moment valider une des solutions soumises par Sword ou même débattre si les réponses exposées ne remplissent pas toutes les attentes du client. Si des changements importants doivent être apportés, une seconde réunion est planifiée. Sinon, la fonctionnalité est confirmée et sera scrupuleusement retranscrite dans les Spécifications Fonctionnelles Détaillées.

2.2 Rédaction des Spécifications Fonctionnelles Détaillées

Les Spécifications Fonctionnelles Détaillées (SFD) est un document de référence ayant pour objectif de lister exhaustivement chaque fonctionnalité de l'application allant du simple déplacement sur la carte à comment l'utilisateur peut afficher des mesures de surface. J'ai eu l'opportunité de participer à sa rédaction et notamment sur les fonctionnalités que j'ai conçues. La rédaction de ce document a nécessité un effort de reformulation et de synthèse du besoin et des solutions développées. Il était également l'occasion d'incorporer les envies du client qu'on a pu recueillir pendant les ateliers d'expression du besoin par le client.

Ce document sert de référence pour SWORD et Paris La Défense dans le cadre du projet et pour les maintenances et potentielles évolutions futures de l'application. La rédaction et la livraison du document survient avant le développement concret de son contenu. Le prestataire Sword ne peut pas se permettre d'y apporter des modifications importantes après sa remise au client. C'est pourquoi il est important que la période d'analyse soit la plus approfondie possible.

DÉVELOPPEMENT DE L'APPLICATION SIG WEB

Ma contribution la plus importante au projet de refonte SIG de Paris La Défense, en terme de temps, est le développement de l'application cartographique web afin de remplacer les deux applications SIG déjà existantes de Defacto et EPADESA.

3.1 Contexte de développement

Mon application cartographique s'appuie sur le code source d'une application WebAppBuilder (WAB) proposée par ESRI. La solution proposée par Esri, et choisi conjointement par Sword et Paris La Défense pour le projet, met à disposition un service de cartographie standard avec par exemple une gestion des fonds de plan et des couches cartographiques¹. Vous trouverez au lien suivant, une application cartographique bâtie à partir du produit WebAppBuilder d'Esri : [Informations routières de la Corse du Sud \[9\]](#).

Mon projet s'inscrit dans une logique de non-perturbation du code standard, c'est-à-dire que les changements apportés à l'application d'Esri ne modifient pas son comportement initial mais ajoute seulement une surcouche de fonctionnalités pour satisfaire les besoins de Paris La Défense. J'ai, par exemple, implémenté un chargement des widgets selon le type d'utilisateur qui se connecte à l'application. Lors du développement de cette fonctionnalité, le chargement individuel d'un widget est inchangé mais l'application vérifie dorénavant si l'utilisateur a les droits pour afficher le widget en question. Ce raisonnement de rester au plus proche des widgets standards d'Esri s'explique par le fait que Sword a vendu à Paris La Défense une application stable, et le code d'ESRI fait preuve de garantie car il est largement utilisé par de très nombreux acteurs importants tels que la ville de Paris [10], Orange [11], mais également des métropoles étrangères comme Washington [12].

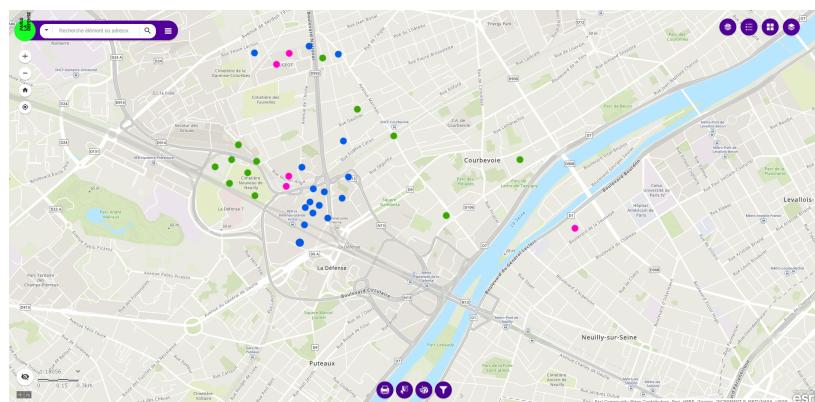


FIGURE 3.1 – Interface du futur SIG, avec ses widgets en violet et une couche de donnée représentée par des points colorés affiché sur un fond de plan de la carte

1. Est appelé couche cartographique, toute donnée vectorielle ou image affichée sur le fond de plan de la carte

En plus d'ajouter une surcouche de code afin que ce dernier s'intègre bien à l'application existante, une attention particulière a été portée sur le respect des conventions de code et des librairies utilisées par l'application d'Esri afin que le travail fourni soit facilement maintenable. Il pourra en effet être réutilisé par d'autres futures applications de Paris La Défense utilisant l'architecture logiciel WebAppBuilder d'Esri, dans le but de mutualiser les outils au sein des différentes applications métiers WAB.

Le Git du projet servait de hub à l'ensemble de l'équipe pour suivre l'avancement du projet, échanger entre membres de l'équipe sur des fonctionnalités, et tester l'application.

J'ai contribué à de nombreuses tâches lors du développement de l'application cartographique (Voir la figure n°6 des annexes). Elles allaient de la simple personnalisation de l'application en renommant des titres ou en modifiant des icônes, à des développements plus complexes de fonctionnalités non-pris en charge par l'application WebAppBuilder d'Esri. L'une de ces tâches complexes était l'enregistrement de couches en tant que favorites par l'utilisateur.

3.2 Exemple de développement : Enregistrement de couches en tant que couches favorites

3.2.1 Engager personnellement l'utilisateur grâce à l'enregistrement de couches

Tout d'abord, cette fonction d'enregistrement permet à un utilisateur de conserver l'état de sa liste de couche ce qui comprend l'ordre des couches dans la liste, leur transparence, leur visibilité et leur nom. Le schéma ci-dessous expose ces différentes propriétés :

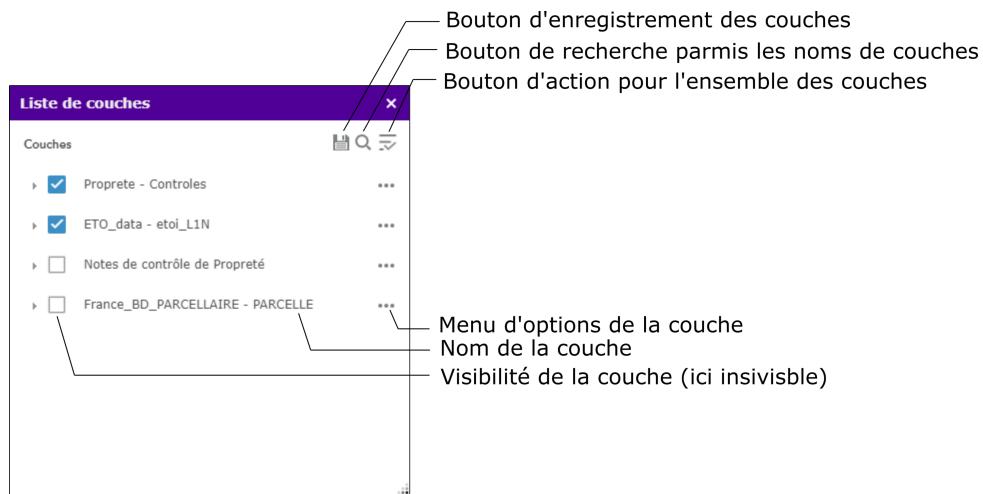


FIGURE 3.2 – Interface de la liste des couches de l'application cartographique

L'intérêt pour un utilisateur d'enregistrer ses couches comme favorites est de préserver les propriétés de couche, mentionnées ci-dessus, d'une session d'utilisation de l'application à une autre. Ainsi, si l'utilisateur quitte l'application en fermant l'onglet du navigateur web et s'il a sauvegardé ses couches via le bouton associé, l'utilisateur retrouvera la même liste de couches à sa prochaine connexion à l'application cartographique.

Les deux anciennes applications SIG, Def'Carto et Cassini 2, étaient parfois délaissées par les agents de Paris La Défense au profit de services cartographiques web plus populaires tel que Google Maps. Paris La Défense souhaite que ce phénomène ne se reproduise plus en faisant en sorte que l'application web soit attractive pour ses usagers. L'enregistrement des couches est un exemple de cette volonté car cette fonctionnalité permet à l'utilisateur de personnaliser son expérience et ainsi de l'impliquer dans l'usage du logiciel cartographique.

3.2.2 Gestion de l'affichage des couches au démarrage de l'application

De manière standard dans le produit WebAppBuilder, les couches de données affichées au lancement de l'application sont issues d'une carte qui sert de référence à l'application. Cette carte définit en outre les couches de données et leur symbologie, mais aussi l'emprise initiale de l'application et le fond de plan.

Notre application utilise une carte de référence ne contenant aucune couche de donnée afin de seulement ajouter les couches favorites au démarrage de l'application.

Paris La Défense dispose d'un outil d'administration pour l'ancien SIG Def'Carto qui définit, entre autres, pour chaque utilisateur les droits d'accès aux données cartographiques. Dans un souci de continuité des services préexistants de Paris La Défense, cette plateforme d'administration a été intégrée à l'application cartographique web.

L'équipe d'administration fixe notamment, via cette plateforme, des couches par défaut pour chaque profil d'utilisateur. Elles seront affichées si l'utilisateur n'a pas enregistré de couches en tant que favorites. Ainsi, si l'utilisateur supprime toutes ses couches et décide d'enregistrer l'état de la liste de couches, l'application affichera au prochain lancement les couches par défaut. L'utilisateur dispose donc d'un moyen de récupérer sa liste de couche par défaut.

En résumé, au tout premier lancement de l'application par un utilisateur, ce dernier a des couches par défaut qui s'affiche sur sa carte, ces dernières étant définies au sein de la plateforme d'administration. L'utilisateur peut ensuite ajouter, modifier, et supprimer des couches de sa liste de couches et enregistrer ces changements pour pouvoir conserver au prochain lancement de l'application la carte et les couches cartographiques associées. S'il décide de toutes les supprimer et d'enregistrer, les couches par défaut s'afficheront au prochain démarrage de l'application.

3.2.3 Crédit d'un bouton d'enregistrement interactif

Le bouton d'enregistrement des couches est représenté par une disquette de sauvegarde dans le widget de la liste des couches de l'application, comme présenté en figure 3.3. Le bouton interactif² dispose également de cinq états communiquant à l'utilisateur le statut des favoris.

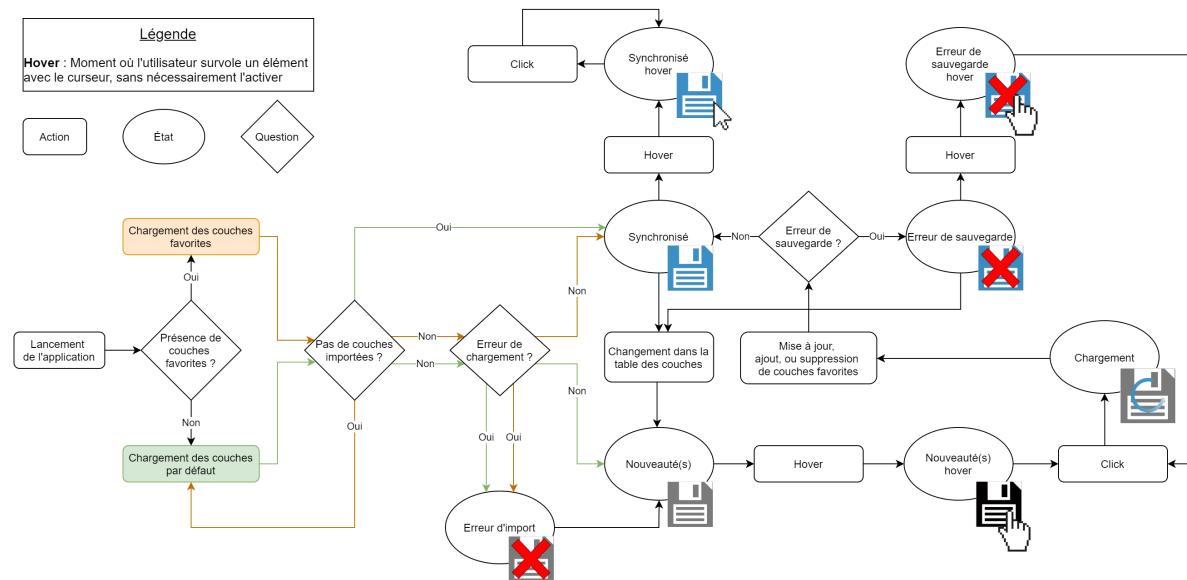


FIGURE 3.3 – Schéma expliquant le comportement du bouton d'enregistrement des couches en fonction du contenu de la liste des couches présentes sur la carte de l'application

2. Interactif : Qui permet un échange aisément entre l'utilisateur d'un ordinateur et la machine (notamment par l'intermédiaire de l'écran).

Les cinq états du bouton des favoris voient leur aspect se modifier si le curseur survole le bouton :

- État Synchronisé : Les couches favorites sont identiques à celles de la carte.
L'icône de disquette est colorée du même bleu que celui indiquant une validation dans l'application WebAppBuilder d'Esri.
 - Si l'utilisateur pointe le curseur sur le bouton alors que les couches sont synchronisées avec les favoris, rien ne se passe.
- État Nouveautés : Les couches de la carte sont différentes de celle enregistrées.
Le bouton a une couleur grise identique à celle des autres boutons de l'application.
 - L'utilisateur a la possibilité d'enregistrer la liste de couches en tant que favorite. S'il pointe le curseur de la souris sur le bouton, ce dernier s'assombrit pour signifier que l'utilisateur peut interagir avec le bouton.
- État d'erreur d'import : Une ou plusieurs couches n'ont pas pu être importée(s) au démarrage de l'application.
Le bouton affiche une croix rouge clignotante.
 - Cet état est transitoire. L'utilisateur ne peut pas interagir avec le bouton durant l'animation de clignotement de la croix rouge.
- État d'erreur de sauvegarde : Une ou plusieurs couches n'ont pas pu être enregistrée(s) lors d'une sauvegarde de la liste des couches.
Le bouton affiche une croix rouge permanente sur la disquette de couleur bleue pour indiquer que des couches ont été enregistrées mais que des erreurs sont survenues.
 - Le curseur de la souris se transforme en pointeur au survol du bouton.
- État de Chargement : L'application est en train de sauvegarder les couches ou de vérifier les différences entre les couches favorites et celles de la carte.
Une icône de chargement rotative se superpose à l'image de disquette.
 - Cet état est transitoire. L'utilisateur ne peut pas interagir avec le bouton durant l'animation de chargement.

À travers ces cinq états, l'utilisateur est informé sur le statut des couches favorites sans que l'application ne surcharge l'interface avec un nouvel élément à but explicatif, comme du texte par exemple. De plus, le bouton a des animations discrètes car cette fonctionnalité a pour vocation d'être utilisée fréquemment. Il faut donc que le bouton soit agréable à utiliser aussi bien la première que la centième fois.

3.3 Réflexions sur l'interface et l'expérience utilisateur

Paris La Défense souhaite avoir une application intuitive et attrayante. J'avais un grand degré de liberté sur le développement de l'application. J'ai, par conséquent, pris des initiatives pour satisfaire le besoin exprimé par le client.

J'ai notamment conçu l'interface de l'application en essayant d'appliquer la notion de design du skeuomorphisme. Le skeuomorphisme représente les éléments d'interface sous la forme d'objets physiques afin d'évoquer une fonction. Le but est de donner des repères facilement accessibles à l'utilisateur[13].

Le bouton de sauvegarde en forme de disquette est l'exemple classique de l'implémentation du skeuomorphisme dans une interface informatique.

Représenter des éléments de l'interface par des objets réels permet de communiquer instantanément à l'utilisateur son rôle. Néanmoins le skeuomorphisme doit être utilisé judicieusement, les éléments skeuomorphes sont grandement dépendants de la culture de l'utilisateur. En effet, si l'utilisateur n'a aucune expérience avec l'objet réel, l'interface informatique ne lui sera pas intuitive.

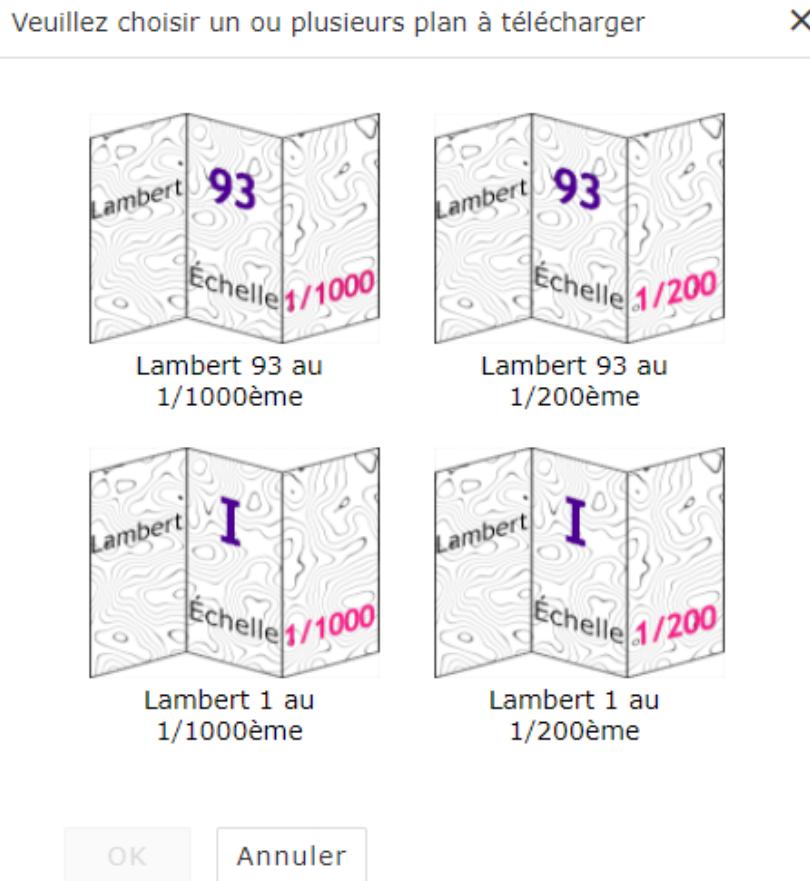


FIGURE 3.4 – Un autre exemple d'interface skeuomorphe présentant les plans topographiques disponibles au téléchargement

J'ai également essayé de rendre l'application attrayante à travers la mise en place de micro-interactions. Dan Saffer, l'auteur du terme micro-interaction[14] les définit comme :

"[Des] petits instants pendant lesquels l'utilisateur et l'interface interagissent. Quand elles sont bien conçues, ces micro-interactions améliorent l'expérience de l'utilisateur."

Les micro-interactions réussies deviennent des "moments signatures", c'est-à-dire des interactions qui à elles seules représentent le logiciel et font adhérer les utilisateurs à l'application. Un exemple célèbre de moment signature est le bouton "J'aime" de Facebook.

Le temps et l'énergie investis dans le développement de ces micro-interactions est profitable car ces dernières pourront s'avérer très bénéfiques si elles sont appréciées des utilisateurs, quand bien même il est difficile de prévoir à l'avance le comportement des utilisateurs finaux. Dan Saffer présente l'intérêt des micro-interaction ainsi :

"La différence entre un produit que vous aimez et un produit que vous tolérez est souvent les micro-interactions que vous avez avec lui."

En raison de l'organisation de travail se rapprochant du cycle en V avec notamment une date de livraison du produit dans sa version n°1, je n'ai pas eu l'occasion d'interagir avec l'utilisateur durant cette première phase de développement du projet. J'aurai cependant peut-être l'occasion d'avoir des retours critiques sur l'interface développée après le premier déploiement de l'application. Je serai alors en mesure d'apporter des modifications pour faciliter la navigation des utilisateurs dans la deuxième version de l'application qui sera livrée en 2021.

3.4 Approbation du développement

Le fonctionnement de l'application est très fortement dépendant de son interface. Contrôler l'application avec des tests unitaires n'est donc pas la solution la plus adaptée. J'ai essayé de mettre en place un système de tests fonctionnels automatiques qui simulerait des clics sur l'interface pour éprouver l'application dans différentes configuration. Mon travail n'est pas encore achevé, mais s'il aboutit je pourrais partager mes connaissances aux équipes SIG de Sword et ainsi améliorer l'intégration continue de nombreux projets utilisant la technologie WebAppBuilder d'Esri.

Le code de l'application est soumis à différentes vérifications pour garantir le travail produit.

Tout d'abord, mon maître de stage valide mon code et les bonnes pratiques de développement que j'ai mis en place. Cela passe par de la revue de code, c'est-à-dire un examen systématique du code source du logiciel. Il teste également l'application de manière fonctionnelle en l'utilisant tel que le ferait un utilisateur final.

Ensuite l'application est soumise à des tests de performance visant à qualifier la charge que peut supporter l'application en terme de nombre de connexion. Les équipes de Paris La Défense sont composées de plusieurs centaines de membres, la scalabilité de la solution est donc un point majeur du projet. Les outils JMeter et Fiddler sont utilisés pour tester les performances de l'application.

La cheffe de projet teste également l'application tel un utilisateur final. Sa contribution est importante car elle apporte un regard neuf sur le développement car elle n'y a pas pris part.

Enfin, le client nous apporte également des retours lors des démonstrations régulières du projet. Leurs considérations sont notre première priorité.

MIGRATION DES DONNÉES DU SIG ACTUEL VERS UNE ARCHITECTURE DE DONNÉE CIBLE

CHAPITRE
4

J'ai été sollicité durant mon stage à travailler sur la migration des données, tâche qui ne m'était pas prédestiné au début de mon stage. J'ai donc assisté l'équipe de Sword à copier les données géographiques des anciennes bases de donnée de Defacto et EPADESA, et les mettre en forme pour correspondre à la nouvelle architecture de donnée souhaitée par Paris La Défense. Cette mission m'a occupé trois semaines seulement contre les neuf semaines allouées au développement de l'application cartographique web.

4.1 Contexte du stockage des données géographiques

Après la fusion des anciens organismes Defacto et EPADESA, les données provenant de ces deux sources n'ont pas été fusionnées mais sont restées séparées dans des bases de donnée distinctes. La migration des données, dans le cadre de la refonte du SIG de Paris La Défense, vise à résoudre cette situation afin d'assurer l'unification et l'identité du quartier d'affaire de Paris La Défense.

4.1.1 Présentation des architectures de données source et cible

Les deux sources de données sont de taille similaire mais se distinguent par quelques aspects.

Defacto disposait de deux bases de donnée : Une base de donnée cartographique 2D regroupant les données permettant la gestion de l'exploitation du quartier d'affaire, et une base de donnée cartographique 3D.

Les bases de donnée provenant originellement de Defacto sont aujourd'hui largement plus usitées par les employées de Paris La Défense que celle provenant d'EPADESA. Cependant, un grand nombre d'utilisateur implique aussi un grand nombre de données erronées ou sans gouvernance¹. La base de donnée cartographique bi-dimensionnelle de Defacto présente le défaut de n'être dotée que d'un unique schéma. Cette non-division de la donnée en différents schémas implique que les administrateurs de la base de donnée doivent autoriser les tables de donnée individuellement pour chaque type d'utilisateur. Ce problème sera remédié dans la nouvelle architecture des données afin de simplifier la tâche d'administration en découplant la base de donnée en plusieurs schémas selon le thème de la donnée (événementiel, voirie, signalétique, ...)

La base de donnée ex-EPADESA contient majoritairement des données cadastrales. Ce type de donnée n'est mis à jour qu'à une fréquence annuelle. De plus, seuls les agents des unités foncières, juridiques et d'aménagement de Paris La Défense, parmi 25 autres unités, utilisent cette donnée cadastrale. De ce fait, les données ex-EPADESA sont parfois désuètes.

1. Donnée sans gouvernance : Donnée dont les acteurs principaux (responsable, éditeurs, consultants) ne sont pas clairement identifiés, absents ou multiples et sans coordination.

L'architecture de donnée cible sera composée uniquement de deux bases de donnée : une cartographique et une dédiée à la donnée 3D. Les données 2D provenant d'EPADESA et Defacto seront donc fusionnées dans la même base de donnée cartographique. Les bases de donnée seront divisées en schémas pour organiser thématiquement la donnée.

4.1.2 Les différents environnements de travail

Paris La Défense dispose de trois environnements de travail. La migration des données aura lieu sur les trois environnements pour s'assurer que le processus de recopie des données se déroule bien à grande échelle et donc également sur l'environnement final.

L'environnement de production est l'espace de travail où les agents de Paris La Défense travaillent concrètement. La donnée y est à jour et les applications disponibles ont été testées et validées.

L'environnement de pré-production, comme son nom l'indique, vise à reproduire les conditions de l'environnement de production. Le but de cette environnement est de développer et recetter² toute application en vu de son déploiement sur l'environnement de production.

Enfin, Paris La Défense possède un troisième environnement dénommé environnement de recette. Celui-ci fait un peu doublon avec l'environnement de pré-production et a pour objectif de servir d'espace de travail pour réaliser des tests. Il n'est plus utilisé aujourd'hui par Paris La Défense et a vocation à disparaître.

Nous avons migré avec succès les données de Paris La Défense dans cet environnement avec l'architecture de donnée souhaitée.

4.2 Mise en place de la migration

Sword a décidé d'automatiser la recopie de donnée à l'aide de scripts Python. Les données étant stockées dans une base Postgres PostGIS. Cette base de donnée est inscrit dans la géodatabase ArcGIS afin d'utiliser les données au travers de services publiés sur ArcGIS Server. Les scripts Python utilisent le module arcpy pour traiter aisément la donnée.

La migration des données se déroule en plusieurs étapes :

- Initialisation des bases de donnée cible :
Les bases de donnée cibles sont créées initialement vides sur un serveur de Paris La Défense.
- Mise en place de l'organisation des schémas des bases de donnée cible :
Nous créons les différents schémas et les utilisateurs habilités à les consulter au sein des bases de donnée.
- Prise en compte des changements de structure souhaité par Paris La Défense :
Prise en charge des changements entre l'architecture de donnée source et cible. Ces informations sont stockées dans un fichier Excel qui est retranscrit dans un fichier Json normalisé.
- Recopie des données sources vers les bases de donnée cibles :
Le script de recopie des données est lancé depuis une machine et écrit en même temps un fichier textuel recensant sa bonne ou mauvaise exécution.

2. Recetter : En langage informatique, vérifier que le résultat d'un logiciel est conforme au cahier des charges

Conclusion

Je suis satisfait du travail que je suis parvenu à fournir au cours de ce stage. J'ai eu l'opportunité de contribuer à toutes les grandes étapes de conception d'une application cartographique en partant du recueil des besoins utilisateurs, puis en effectuant la rédaction des solutions pour y remédier, leur implémentation, et enfin leur documentation à travers des manuels d'utilisation et d'exploitation. J'ai également apporté mon aide sur d'autres tâches du projet de refonte du système d'information géographique de Paris La Défense tel que la migration des données de l'ancien SIG vers le nouveau, et la mise en place d'un portail cartographique à destination des employées de Paris La Défense.

Ces quinze premières semaines de travail m'ont permis d'approfondir mes compétences en développement Javascript et Python, mais surtout de développer une sensibilité plus importante à l'analyse pour délivrer un produit le plus réussi possible.

Mon stage chez Sword continue jusqu'à la moitié du mois de Décembre. Durant ce laps de temps, je contribuerai à la rédaction et au développement des fonctionnalités de la deuxième version de l'application cartographique web. Je finaliserai également la migration des données vers l'environnement de travail final de Paris La Défense.

Au-delà du stage, Sword souhaite renforcer son partenariat avec Paris La Défense en intégrant notamment du BIM dans leur nouveau SIG. Si ce projet se concrétise, je serai peut-être amené à reprendre les travaux d'autres étudiants de l'ENSG : Axel Chassard et Hugo De Paulis.

Parmi les nombreuses formations dispensées par la filière Technologies des Systèmes d'Information, un cours sur la théorie des interfaces aurait été bénéfique. Je me suis, en effet, posé des questions sur comment implémenter une interface efficace qui réponde aux besoins du client lors des phases de conception de l'application.

Les projets en groupe, les cours de méthode AGILE et de Git qui ont eu lieu durant l'année scolaire 2019-2020 m'ont beaucoup servi dans le projet pour appréhender rapidement et efficacement le travail en entreprise.

Ce stage constitue pour moi une véritable entrée dans la vie active et professionnelle du fait de l'organisation et de l'encadrement très professionnel du projet. J'ai par exemple eu l'occasion de participer et d'animer des réunions avec les clients, de développer l'application en coordination avec d'autres collaborateurs, et mon travail s'inscrit dans une stratégie d'engagement de résultats de la part de SWORD et ceux-ci sont attendus à la fin de chaque échéance.

C'est pour moi une grande satisfaction de savoir que mon travail impactera des centaines de personnes et même plus si Paris La Défense désire ouvrir ses outils au grand public.

Bibliographie

- [1] Mariordo (Mario Roberto Durán Ortiz). [Skyline La Defense Paris 04 2018 9411 \(2\).jpg](#) rogné sous la license Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International (CC BY-SA).
- [2] Fabrice Aimetti. [ImpactMapMotoristExample_fr.png](#) rogné et modifié sous la license Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International (CC BY-SA).
- [3] Site web d'ArcGIS Web Appbuilder (Developer Edition).
<https://developers.arcgis.com/web-appbuilder/>.
- [4] Site web de la méthode SCRUM. <https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>.
- [5] Article wikipédia du cycle en V. https://fr.wikipedia.org/wiki/Cycle_en_V.
- [6] Manifeste pour le développement Agile de logiciels.
<https://agilemanifesto.org/iso/fr manifesto.html>.
- [7] James Lewis. 2005. *Fundamentals of Project Management* (p.29, p.63).
- [8] G. Adzic, M. Bisset, and T. Poppendieck. *Impact Mapping : Making a Big Impact with Software Products and Projects*. Neuri Limited, 2012.
- [9] Site d'informations routières du département de la Corse du Sud.
<https://www.inforoutes2a.fr/index.html>.
- [10] Calcul du périmètre d'un kilomètre lors du confinement sur la ville de Paris.
<https://capgeo.sig.paris.fr/apps/ZoneConfinement/>.
- [11] Cartographie de la couverture réseau Orange. <https://www.orange-business.com/fr/reseau-iot>.
- [12] Cartographie des permis d'aménagement de la ville de Washington.
<http://permitviewer.ddot.dc.gov/PermittingTools/default.htm>.
- [13] Article wikipédia du Skeuomorphisme. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Skeuomorphisme>.
- [14] D. Saffer. *Microinteractions. Designing with Details*. O'Reilly, 2013.

Annexes

- .1 Extraits de la présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques aux chefs de projet de Paris La Défense lors d'une réunion de spécification du besoin



SWORD
UPGRADE YOUR BUSINESS

Fonctionnalité : GED de plan

| 4

FIGURE 1 – Diapositive n°1 de présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques

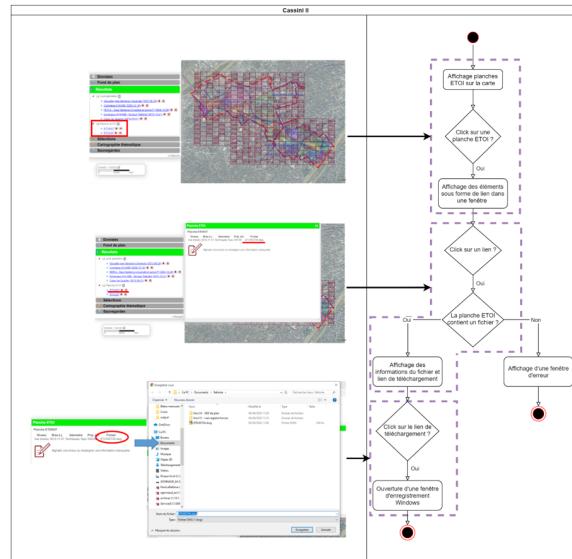
Compréhension de l'existant

- **Besoin :** Avoir accès aux plan topographiques au format dwg pour consultation
- **Objectifs de l'outil :** Mettre aisément à disposition des utilisateurs les plans topographiques
- **Utilisation majoritaire :**
 - Vérification de l'étendue des propriétés foncière de PLD
 - Consultation et partage des plans à des géomètres externes
- **Intérêt des utilisateurs :** Grande utilisation de l'outil de la part des utilisateurs des unités Aménagement et Ingénierie

5

FIGURE 2 – Diapositive n°2 de présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques

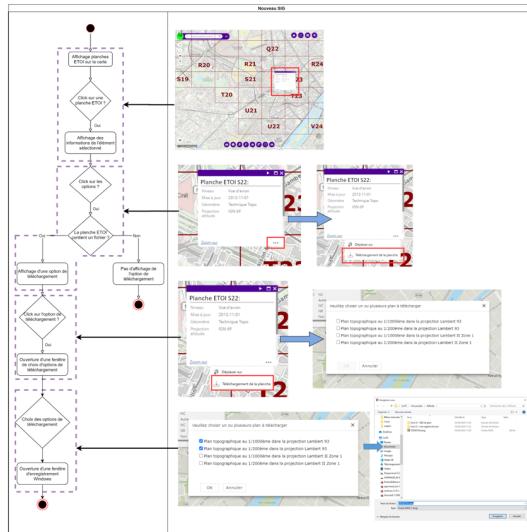
Compréhension de l'existant



6

FIGURE 3 – Diapositive n°3 de présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques

Proposition de solution



7

FIGURE 4 – Diapositive n°4 de présentation de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques

.2 Découpage en sous-tâche de développement de la fonctionnalité de téléchargement des plans topographiques

Déroulement tâche	Mission de développement	Type de développement	Risques de développement	Probabilité des risques	Impact du risque	Solution à mettre en place pour diminuer le risque	Temps estimé (en jour)	Temps total
GED de plan	Quadrillage ETOI interactif	Standard	Pas de quadrillage disponible	Probable	Mineur	Création d'un quadrillage custom pour le développement	0	
	Mise en forme de la pop-up d'information	Paramétrage	Attributs de la planche manquants	Peu probable	Majeur	Jointure avec une autre donnée pour récupérer l'information	0,25	
	Création d'une feature action uniquement valable pour les planches ETOI, et dépend également des droits administrateur de	Développement	Pas d'informations sur comment communiquer avec Def'Carto	Probable	Majeur	Mise en place temporaire d'un booléen pour le développement		0,5
	Mise en forme CSS de la feature action	Paramétrage						3,25
	Si pas de fichiers, alors pas d'affichage de la feature action	Développement	Mauvaise communication entre l'application et l'arborescence de fichiers pour vérifier qu'un fichier est bien présent	Peu probable	Majeur	Mise en place temporaire d'un booléen pour le développement	0,5	
	Si pas le droit de télécharger des données sensibles, pas d'affichage de la feature action	Développement	Pas d'informations sur comment communiquer avec Def'Carto	Probable	Majeur	Mise en place temporaire d'un booléen pour le développement		1
	Action de la featureAction : Téléchargement du bon fichier	Développement	Pas d'informations sur l'arborescence des fichiers	Probable	Majeur	Création d'un lien en dur pour le développement		1

FIGURE 5 – Découpage de la fonctionnalité de téléchargement des plans

.3 Fonctionnalités développées au sein de l'application cartographique web

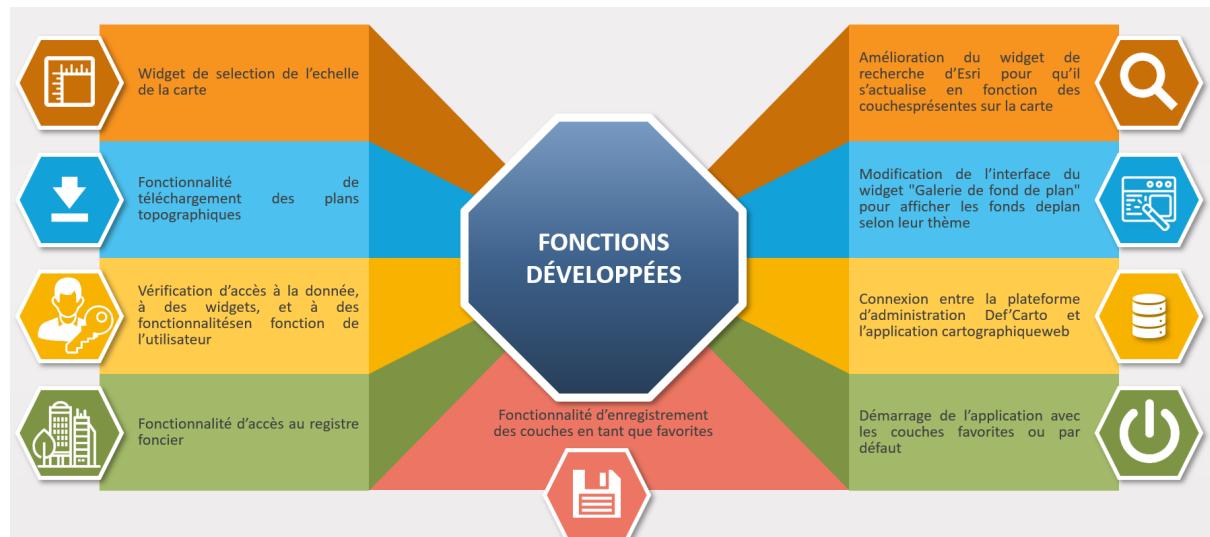


FIGURE 6 – Fonctionnalités développées au sein de l'application cartographique web