



APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PÊCHES PHASE 2

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE
AVEC GRADE DE **MASTER**

SPECIALITE : GENIE CIVIL BATIMENT ET TRAVAUX PUBLICS

Présenté et soutenu publiquement le 16/07/2024 par :

AGOSSOU Sarah Cédrique Houéfa (20210281)

Directeur de mémoire : Dr. Césaire HEMA, Enseignant-chercheur, 2iE

**Maitre de stage : M. Richard Biowa KOUAZOUNDE, surveillant ouvrage d'art,
HORSE SARL**

Structure d'accueil : HORSE SARL

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Dr. FOWE TAZEN**

Membres et correcteurs : **Dr. Seick Omar SORE**

M. Alphonse BOUDA

Promotion [2023-2024]

DEDICACES

Je dédie ce mémoire de fin d'étude, symbole de mes efforts et de ma persévérance, à mes parents, Tolidji AGOSSOU et Maïmouna SALOU. Vous êtes ma force et ma motivation.

Merci du fond du cœur.

REMERCIEMENTS

La rédaction de ce mémoire de fin d'études a bénéficié du soutien précieux de nombreuses personnes physiques et morales, et c'est avec une grande gratitude que nous exprimons notre reconnaissance envers celles qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Tout d'abord, nous tenons à remercier chaleureusement les membres de l'institut 2iE pour leur formation et leur encadrement tout au long de notre parcours. Nos sincères remerciements s'adressent en particulier à :

- Professeur El Hadji Bamba DIAW, Directeur Général ;
- Professeur Mahamadou KOITA, Directeur des Enseignements et des Affaires Académiques ;
- Dr. Césaire HEMA, Chef du département Génie Civil.

Nous exprimons également notre reconnaissance envers le personnel de HORSE SARL, où nous avons eu la chance de réaliser un stage enrichissant. Nos remerciements vont spécialement à :

- Madame Peace S. HOUNKPE W., Directrice Générale, pour avoir rendu possible ce stage au sein de sa structure ;
- Monsieur Edgard WENDEOU, Directeur adjoint du bureau d'étude ;
- Monsieur Richard Biowa KOUAZOUNDE, Ingénieur des travaux, notre Maître de stage, qui malgré un emploi du temps chargé, a consacré du temps pour échanger et nous orienter dans notre travail ;
- Monsieur Achille EDEA, chef de projet ;
- Monsieur Faouzi SDIRI, Chef de mission ;
- Monsieur Magloire LOUMEDJINON, chef de mission adjoint.
- Monsieur Zou RABENOMANANA, expert ouvrier
- Monsieur Martis AHOUDJI, ingénieur des travaux.

Une reconnaissance infinie à mes parents et mes frères pour leur soutien infaillible qu'ils m'ont toujours apporté. Je remercie Esdras Ivan POODA, Ingénieur, qui m'a accompagné et qui s'est toujours rendu disponible pour répondre à mes doutes et m'encourager.

Enfin, nous exprimons notre reconnaissance à toutes les personnes non mentionnées ici, mais qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

RESUME

L'industrie de la construction est l'un des principaux domaines d'activité, particulièrement au Bénin. Cela étant dit, pendant des décennies, cette dernière n'a pas tellement évolué et a fonctionné avec des outils et des méthodes qui sont aujourd'hui dépassées et obsolètes. Cette situation a entraîné un retard technologique et un manque de compétitivité. En effet, de nos jours, la transformation numérique est une composante incontournable qui touche toutes les sphères et engendre un changement de paradigme. Les entreprises opérant dans le secteur de la construction au Bénin doivent ajuster leur stratégie d'innovation pour s'adapter à la transition numérique. Ce mémoire propose une analyse de l'impact de l'usage du Building Information Modeling sur le facteur temps d'une route. L'objectif de notre étude est d'assurer la cohérence dans la mise en œuvre des travaux à travers l'identification des points de conflits sur le projet de la route des pêches. Pour atteindre cet objectif, la méthodologie suivante a été adoptée : réaliser le model BIM de la portion considérer, puis relever les points de conflits entre les différents corps d'état, analyser le planning prévisionnel et le niveau d'avance actuel et enfin d'apporter les modification et solutions si le projet avait débuté avec le Building Information Modeling. Ce mémoire fournit donc les résultats d'une maquette BIM, nous avons obtenu la production de livrables ainsi lorsqu'on fait la détection de conflits, on constate que l'arase supérieur des ouvrages transversaux sont apparent dans les caniveaux, ce qui pourrait entrainer une stagnation des eaux lors de leurs écoulement.

Mots clés:

Building Information Modeling (BIM)

Maquette numérique

Route des pêches

Conflits

ABSTRACT

The construction industry is one of the main areas of activity, particularly in Benin. That said, for decades the industry has not evolved much, operating with tools and methods that are now outdated and obsolete. This situation has led to technological backwardness and a lack of competitiveness. Indeed, today, digital transformation is an inescapable component that affects all spheres and engenders a paradigm shift. Companies operating in Benin's construction sector need to adjust their innovation strategy to adapt to the digital transition. This thesis proposes an analysis of the impact of the use of Building Information Modeling on the time factor of a road. The aim of our study is to ensure consistency in the implementation of the work through the identification of points of conflict on the Fishing Road project. To achieve this objective, the following methodology was adopted: create the BIM model of the section under consideration, then identify the points of conflict between the various trades, analyze the provisional schedule and the current level of progress, and finally make the modifications and solutions if the project had started using Building Information Modeling. This brief therefore provides the results of a BIM model, and we have obtained the production of deliverables.

Keywords:

BIM impact

Digital model

Fishing road

Conflicts

SIGLES ET ABREVIATIONS

2iE	Institut Internationale d'Ingénierie de L'Eau et de l'Environnement
APD	Avant-Projet Définitif
LOD	Level of Development ou Level of Detail
MDC	Mission de Contrôle
NAI	Institut National de l'Architecture
PAG	Programme d'action du Gouvernement
CAO	Conception Assisté par l'Ordinateur
2D	Deux Dimensions
3D	Trois Dimensions
PNR	Porte du Non-Retour
PST	Partie Supérieur Des Terrassements
DAO	Dessin Assisté par l'Ordinateur
CCTP	Cahiers des Clauses Techniques et Particulières
APS	Avant-Projet Sommaire
BIM	Building Information Modeling
B4V	BIM For Value
CAD	Computer-Aided Design
IFC	Industry Foundation Classes
FSIF	Fédération des Sociétés Immobilières et Foncières

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Organigramme HORSE SARL	4
Figure 2 : Situation géographique HORSE (source : Google Map 2023)	6
Figure 3 : BIM niveau 1, 2, 3 Source : (B&P)	14
Figure 4: Gain de productivité Source : © Patrick Mac Leamy / EGIS	18
Figure 5 : Structure de la méthodologie B4V	21
Figure 6: Différents types de valeur attendue	22
Figure 7: Maquette du projet réaliser par le logiciel revit	31
Figure 8: Image montrant le conflit	34
Figure 9: Profil en travers types routes des pêches	VI
Figure 10 : Profil en travers types routes des pêches	VII
Figure 11 : Profil en travers type route des pêches	VIII
Figure 14 : Vue en plan buse	XVI
Figure 15 : Profil en travers Buses	XVII
Figure 16 : Vue en plan de la noue végétale	XVIII
Figure 17 : Coupe de la noue végétale	XX

TABLE DES MATIERES

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS	v
LISTES DES FIGURES	vi
TABLE DES MATIERES.....	vii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D’ACCUEIL, DE LA ZONE DE L’ETUDE ET DU PROJET	3
I.1. Présentation de la structure d’accueil.....	3
I.1.1. Organigramme	4
I.1.2. Situation géographique du projet.....	5
I.2 Présentation du projet.....	7
I.2.1 Présentation des acteurs du projet	7
I.2.2 Présentation de projet	7
I.2.3 Etat des lieux et diagnostics	9
CHAPITRE II: DESCRIPTION DU BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) .	11
II.1. Définition du BIM	11
II.2. Evolution du BIM.....	12
II.3. Cycle de vie du BIM.....	13
II.4. Les niveaux du BIM	14
II.5. Les usages et avantages du BIM	16
II.6. BIM : Etude et résultats	18
II.7. Présentation du référentiel BIM FOR VALUE	20
CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODOLOGIE	24

**APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION
DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2**

III.1	Matériels	24
III.2	Méthodologie.....	25
III.2.1.	Collecte de données et traitement des données	25
III.2.2.	Visites de terrains	25
III.2.3.	Modélisation de la maquette.....	26
III.2.4.	Conflits dans BIM	27
III.2.5.	Méthodologie de validation de la maquette BIM	27
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS		30
IV.1.	30
IV.2.	Résultat du diagnostic.....	30
IV.2.1.	Présentation de la maquette.....	30
IV.2.2.	Production des livrables	32
IV.2.3.	Conflit observée	32
IV.2.4.	Modifications et idées de solutions	35
CONCLUSION		37
BIBLIOGRAPHIE		I
ANNEXE.....		III

INTRODUCTION

Le secteur des infrastructures routières joue un rôle crucial dans le développement économique et social d'un pays. Au Bénin, la construction et la maintenance des routes revêtent une importance particulière, en stimulant le commerce et en améliorant la qualité de vie des citoyens. Parmi les projets routiers d'envergure nationale ; le projet de la route des pêches se démarque comme un élément clé de l'infrastructure de transport. Le projet de la route des pêches, dont l'ambition est de relier les zones côtières du Bénin, est un projet d'une envergure significative surtout pour les villes Cotonou- Ouidah. Toutefois, la réussite de tels projets est conditionnée par de multiples facteurs dont l'un des plus important est le temps. Une fois terminée, la Route des pêches, qui fait partie du Programme d'action du gouvernement (PAG), va contribuer à « *renforcer le tourisme dans les localités traversées* » et à moderniser la façade maritime du Bénin, les délais de construction et de livraison peuvent avoir un impact considérable sur les coûts, les avantages économiques et la satisfaction des parties prenantes.

C'est dans ce contexte que l'adoption du Building Information Modeling (BIM) une approche de gestion innovante et intégrée, offre des opportunités prometteuses pour assurer la cohérence dans la mise en œuvre des travaux à travers l'identification des points de conflits dans un projet routier. Le BIM intègre des outils et des process réunissant tous les acteurs d'un projet autour de la représentation virtuelle d'un projet permettant d'anticiper les modifications et d'améliorer les prises de décisions. L'objectif principal de notre étude est d'analyser comment l'adoption du BIM aurait pu influencer la planification, la conception, l'exécution et le suivi de projet, avec un accent particulier sur la gestion du temps. Cette analyse vise à déterminer comment le BIM permettra d'optimiser le temps, les ressources et d'améliorer la coordination entre les parties prenantes, contribuant ainsi à accélérer la réalisation de ce projet.

Au travers de cette analyse, nous espérons contribuer à une meilleure compréhension des avantages et des défis liés à l'utilisation du BIM dans le domaine des infrastructures routières, tout en fournissant des recommandations pour l'amélioration des pratiques de gestion du temps dans de futurs projets similaires. Cette recherche vise à soutenir le développement durable et l'efficacité des projets d'infrastructure, en mettant en lumière le potentiel du BIM en tant qu'outil pour façonner l'avenir de la construction routière au Bénin et ailleurs.

Ce mémoire nous permettra d'appliquer le BIM à un projet routier pour une meilleur gestion de la mise en œuvre des travaux pour ce fait nous allons dans un premier temps réaliser le

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

modèle BIM de la portion du projet considéré, puis ensuite faire une détection de conflits entre les différents corps d'état et pour finir apporter des pistes de solutions au point de conflits.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL, DE LA ZONE DE L'ETUDE ET DU PROJET

I.1. Présentation de la structure d'accueil

Créée en 2003, la société HORSE SARL est un bureau d'études béninois spécialisé dans les missions d'études, de contrôle et de surveillance des travaux. Elle intervient aussi bien sur des projets nationaux qu'internationaux. Le bureau réunit diverses compétences professionnelles, ce qui lui permet d'intervenir dans toutes les situations liées aux travaux de bâtiment, d'assainissement, de travaux publics, ainsi que dans les travaux d'aménagement. HORSE joue un rôle actif dans toutes les étapes de la réalisation d'un projet, notamment :

- Etudes de conception préliminaire
- Etudes de faisabilité
- Etudes économiques
- Maitrise d'œuvre complète
- Etudes d'Avant-Projet Sommaire (APS) ;
- Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) ;
- Contrôle, Surveillance et Coordination des travaux ;
- Assistance

Les domaines d'activité du bureau d'étude HORSE sont :

➤ BTP : Routes et ouvrages d'art ; Pistes ; Bâtiments

Hydraulique : Alimentation en eau potable ; Traitement des eaux de consommation

- Aménagement hydro-agricole : Retenues d'eau, Irrigation, Drainage, Aménagements des Bas-fond
- Environnement : Etude d'impact environnemental et sociale, Aménagement forestier, Aménagements et gestion des espaces naturels.
- Maitrise d'ouvrage : Mission de maitrise d'œuvre

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

I.1.1. Organigramme

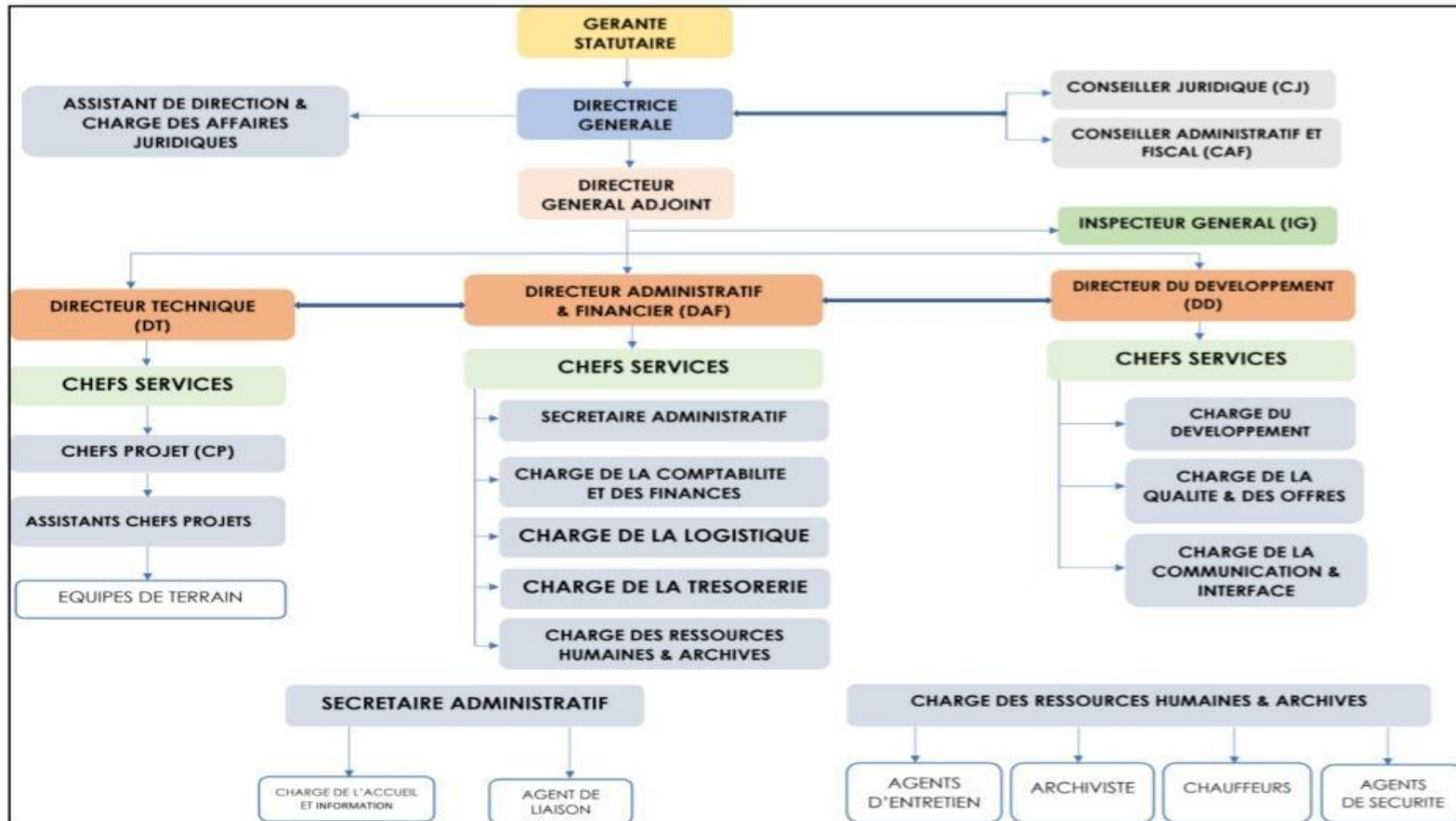


Figure 1: Organigramme HORSE SARL

I.1.2. Situation géographique du projet

Les travaux de la phase II de la route des pêches sont repartis en plusieurs sections : « ...Il s'agit d'un projet intégré qui comprend : les tronçons : Adounko- Avlékété long de 7,43 kilomètres ; Avlékété-Porte du non-retour long de 13,95 kilomètres ; Adounko-Cococodjio long de 4,93 kilomètres et porte du non-retour-bouche du roi long de 2,36 kilomètres. Ce projet comprend aussi l'aménagement et le bitumage de la corniche Est de Cotonou qui va de l'ancien pont de Cotonou et fini à la clôture de l'hôtel PLM Alédjo en longeant la lagune et longue de 4,10 kilomètres. Au total, il s'agira de la construction d'infrastructures routières d'une longueur totale d'environ 32,77 kilomètres avec 03 ouvrages de franchissement, des aires de stationnement, de noues végétales, de pistes cyclables...

La zone d'Avlékété qui s'étend sur une superficie de 1800 hectares, est intégrée à la plaine côtière, un ensemble de cordons littoraux séparés par des bas-fonds marécageux et des lagunes. La présence de cette lagune est due à l'alimentation en amont et en aval par les eaux continentales et marines. La flore de cet environnement est caractérisée par une abondance de mangroves, notamment les palétuviers tels que *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans*. Sur le plan terrestre, la végétation comprend des espèces telles que *Coco nucifera*, *Elaeis guinéensis*, *Anacardium occidentale*, et autres. Ces écosystèmes font face à une pression humaine significative, mettant en lumière les défis de conservation et de préservation de cette zone particulière.

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PÊCHES PHASE 2

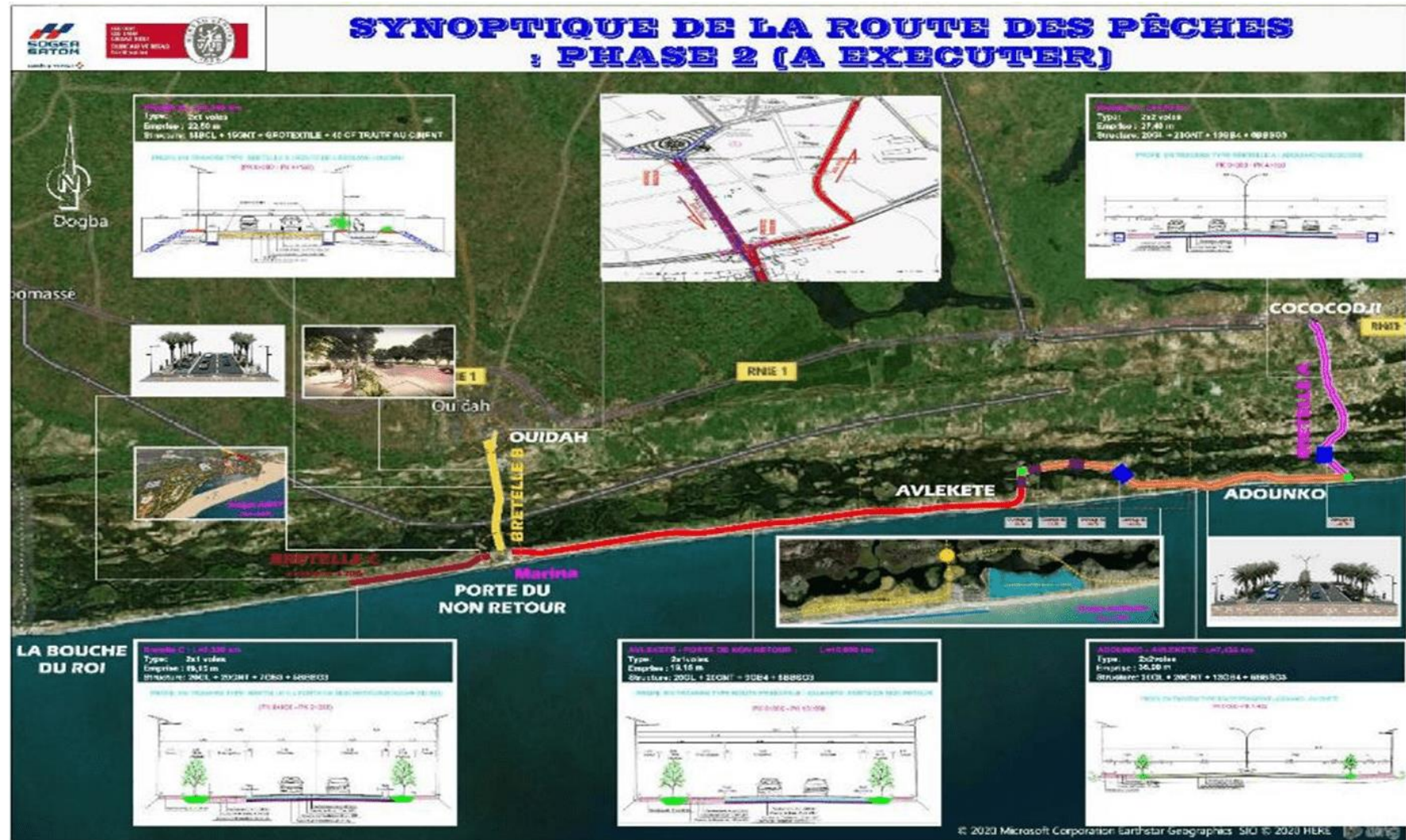


Figure 2 : Situation géographique HORSE (source : Google Map 2023)

I.2 Présentation du projet

I.2.1 Présentation des acteurs du projet

La mise en œuvre de l'ensemble des travaux sera confiée au groupement d'entreprises SOGEA SATOM Bénin et SOGEA SATOM UK, qui s'engagent à réaliser ces travaux sur une période de 36 mois. La coordination et la supervision des activités seront assurées par la mission de contrôle, formée par le groupement Louis Berger et Horse Sarl.

I.2.2 Entreprise exécutante

Le groupement d'entreprises SOGEA SATOM Bénin et SOGEA SATOM UK jouera un rôle central dans la concrétisation des travaux prévus. Ces deux entités, réputées pour leur expertise dans le domaine des travaux d'infrastructures, apporteront leur savoir-faire et leurs ressources pour garantir la qualité et la conformité des réalisations.

I.2.3 Groupement constituant la mission de contrôle

Parallèlement, la mission de contrôle, composée du groupement Louis Berger et Horse, sera chargée de superviser chaque étape du projet. Louis Berger, renommé pour ses compétences dans le domaine de l'ingénierie et du contrôle de projets d'infrastructures, collaborera avec Horse pour assurer une gestion efficace et conforme aux normes établies.

I.2.4 Maitre d'ouvrage déléguée

La Société des Infrastructures routières du Bénin (SIRB) assurera la maîtrise d'ouvrage déléguée. En tant qu'entité responsable, la SIRB jouera un rôle crucial dans la coordination générale du projet, veillant à ce que les objectifs fixés soient atteints dans le respect des délais et des standards de qualité requis.

I.2.2 Présentation de projet

Le projet d'aménagement et de bitumage de la route des pêches et de ses bretelles s'inscrit dans le cadre de la mise en valeur du secteur touristique au Bénin. En effet, ce projet est une stratégie mise en place par le gouvernement dans l'optique de valoriser les différents secteurs de services en particulier le secteur touristique qui sera par la suite considéré comme un axe de développement socio-économique et de lutte contre la pauvreté. Ce projet de plus de 50 km de linéaire, dont le but principal est de valoriser l'histoire du Bénin, aura aussi comme atout d'améliorer la liaison entre la ville de Cotonou et la ville de Ouidah mais d'améliorer également la mobilité urbaine dans le département du Littoral. Ce projet aura des impacts positifs sur les

communautés des localités concernées. Toutefois, l'aménagement et bitumage de la Route des Pêches et de ses bretelles, dans leur mise en œuvre, seront à l'origine d'enjeux environnementaux et sociaux non négligeables. Il pourrait s'agir entre autres de la perte de la biodiversité par la destruction du couvert végétal lors des travaux, la dégradation ou la perturbation de certains écosystèmes sensibles (lagune et mangrove), les pollutions de l'air, du sol et de l'eau dues aux différents rejets à enregistrer lors des travaux.

L'aménagement et le revêtement bitumineux de la Route des Pêches et de ses embranchements, la Route de l'Esclave, ainsi que la Corniche Est de Cotonou, représentent un des projets phares au sein du Programme d'Actions du Gouvernement (PAG). Cette initiative découle de la volonté du gouvernement de maximiser l'impact de ces infrastructures sur l'attrait touristique du Bénin. Le schéma global du projet se décline comme suit :

- **Axe principal** : Adounko-Avlékété-Porte du Non-Retour (23,0 km)
- **Embranchement A** : Adounko-Cococodji (5,0 km)
- **Embranchement B** : Route de l'Esclave (3,9 km)
- **Embranchement C** : Porte du Non-Retour vers Bouche du Roy (2,4 km)
- Corniche Est de Cotonou (2,2 km)

Ce projet s'intègre harmonieusement dans le cadre des autres chantiers touristiques de la région, tels que la Marina à la Porte du Non-Retour, le complexe hôtelier à Avlékété, ainsi que les installations de loisirs comme les terrains de golf et de tennis. Il renforce considérablement l'attractivité des régions traversées et contribue à dynamiser les activités économiques locales. La phase 2 de la « Route des Pêches » complète également le portefeuille d'infrastructures du gouvernement en ajoutant une route moderne et structurante au développement du pays.

La Route des Pêches est un projet d'aménagement majeur qui vise à développer la région côtière du sud du Bénin le long de la côte atlantique. Elle consiste en la création d'une route de 40 km qui relierait Cotonou à Ouidah, avec pour objectif de stimuler le développement économique de la région et de favoriser le tourisme. Le gouvernement béninois ambitionne de présenter aux visiteurs un condensé de la richesse culturelle véritable du Bénin, mettant en avant des éléments tels que le vaudou, les anciens comptoirs d'esclaves et le palais d'Abomey, classés au patrimoine mondial de l'UNESCO.

L'idée de transformer la route traditionnelle des pêches en une zone d'aménagement touristique a été présentée en 2003 par Frédéric Dohou, qui succédait à Amos Elegbe en tant que ministre

de la Culture, de l'Artisanat et du Tourisme. Cependant, ce projet a connu des difficultés, notamment en raison du manque de financement et des préoccupations soulevées par les habitants locaux, qui craignaient l'expulsion, ainsi que par les experts en patrimoine et en environnement.

Au fil des années, le projet a été périodiquement lié à différents responsables politiques. Plus récemment, sous la présidence de Patrice Talon à partir de 2016, il a été réaffirmé comme l'un des projets phares pour le développement de la région.

En 2019, seule une piste de terre de 800 mètres de large longeant l'océan reliait la lagune de Cotonou à celle d'Ouidah. Cependant, des travaux ont été entrepris pour aménager le tronçon routier Cotonou-Adouanko, d'une longueur de 12,55 km. Ces travaux ont débuté en 2014 grâce à un financement de 13,6 milliards de FCFA (environ 20,7 millions d'euros), dont 12 milliards ont été mobilisés par la Banque ouest-africaine de développement (BOAD).

Pour l'année 2020, une deuxième phase du projet est prévue, comprenant la construction d'une route de 35,80 km, ainsi que des bretelles dépendant de diverses localités. Cela représente un total de 53,75 km de routes à bitume, en plus de la construction d'ouvrages de franchissement. Cette initiative vise à améliorer la connectivité de la région et à ouvrir de nouvelles perspectives en matière de développement économique et touristique.

I.2.3 Etat des lieux et diagnostics

La section examinée de notre étude débute au point kilométrique (PK) 0+000 et se termine au PK 4+600. Cette portion du projet est principalement située dans une zone marécageuse, traversée par le fleuve Togba Ata, et est également caractérisée par la présence d'une forêt sacrée. Le tracé de la route dans cette zone a été planifié en tenant compte de ces différents aspects. En raison de ces caractéristiques particulières, le projet a subi plusieurs modifications à la fois avant et pendant sa réalisation. Ces ajustements structurels ont été principalement influencés par divers facteurs tels que des erreurs topographiques, la découverte de logements, de centres de santé, d'écoles, etc. Durant l'exécution des travaux, plusieurs problèmes sont survenus sur différentes sections du projet. Ces problèmes se manifestent sous forme de conflits provenant de sources diverses, tous contribuant, entre autres, à prolonger la durée d'exécution des travaux. Pour cette étude, nous avons choisi la section présentant le plus de conflits, comme

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

indiqué dans les observations consignées dans les notes techniques réalisées par le groupement HORSE/LOUIS BERGER. Il s'agit d'une section de **4,60 kilomètres**, s'étendant du **PK 0+000** au **PK 4+600** sur le tronçon **AVLEKETE – PORTE DU NON RETOUR**.

CHAPITRE II: DESCRIPTION DU BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

II.1. Définition du BIM

Le terme BIM, apparu dans les années 90, vise à définir la représentation numérique des constructions, cohérente en un modèle 3D enrichi d'informations. L'acronyme « BIM » correspond à Building Information Modeling, traduit en français par « modélisation des informations de la construction ». Il englobe une technologie innovante regroupant des méthodes, des procédés et des outils pour alimenter et exploiter une base de données contenant des informations tout au long du cycle de vie d'un ouvrage.

La construction de bâtiments et d'infrastructures est soumise à diverses contraintes, notamment la nécessité d'améliorer constamment la qualité, le respect de délais d'exécution de plus en plus serrés et des budgets de plus en plus restreints. Les entreprises du secteur de la construction font parfois face à des difficultés, entraînant des déviations par rapport aux plans initiaux du projet. Ces problèmes peuvent découler d'un processus de construction trop morcelé, d'un manque de communication entre les parties prenantes du projet ou d'un niveau technique trop élevé.

Une solution potentielle pour les constructeurs et les professionnels du bâtiment est le Building Information Modeling (BIM). Bien que cet acronyme puisse sembler complexe à première vue, il s'agit en réalité d'un outil permettant aux entreprises de construction d'organiser plus efficacement leur processus de construction. Cela est possible grâce à l'utilisation d'une maquette numérique qui peut être échangée et consultée par tous les acteurs du projet.

Le BIM peut être défini de différentes manières :

- ✓ Building Information Model (Modèle d'Information du Bâtiment) : Ce terme se rapporte à la maquette numérique elle-même.
- ✓ Building Information Modeling (Modélisation des Informations du Bâtiment) : Il englobe la conception de maquettes numériques en général.
- ✓ Building Information Management (Gestion des Informations du Bâtiment) : Ce terme concerne la gestion et l'échange d'informations sur les bâtiments.

Dans l'ensemble, le BIM implique le processus de conception d'une maquette de construction, la maquette elle-même, ainsi que l'ensemble des informations nécessaires à sa création et à son évolution. C'est un processus qui utilise une maquette numérique 3D intelligente comme élément central pour échanger diverses informations sur les composants de la construction. Son objectif principal est de centraliser toutes les informations pour garantir la compatibilité entre chaque élément constitutif de la construction. <https://www.siniat.fr/fr-fr/services-et-outils/bim/definition-bim/>

II.2. Evolution du BIM

La naissance du Building Information Modeling (BIM) est le résultat d'une évolution progressive des pratiques de gestion de projets de construction au fil des décennies. Plusieurs chercheurs et organisations ont contribué à façonner le BIM tel que nous le connaissons aujourd'hui. Voici une description complète de la naissance du BIM en mettant en évidence les contributeurs clés et les continents où il est largement utilisé :

- **Aux États-Unis :**

Les Pionniers : L'émergence du BIM peut être attribué à des pionniers tels que Charles Eastman, Rafael Sacks, et Paul Teicholz, qui ont contribué à définir le concept du BIM en tant que méthodologie de gestion de l'information pour la construction. Ils ont développé des idées initiales sur la modélisation numérique dans le secteur de la construction.

La NAI et le Groupe CAD : L'Institut National de l'Architecture (NAI) aux États-Unis a contribué à la promotion du BIM, en particulier au sein de son Groupe CAD (Computer-Aided Design), qui a jeté les bases de la modélisation numérique.

- **En Europe :**

Les Origines en Europe : Le BIM a également trouvé un terrain fertile en Europe. L'utilisation précoce du BIM a été encouragée par des chercheurs et des praticiens, contribuant à son développement en tant que norme. Le Royaume-Uni, notamment, a adopté le BIM comme une méthode clé pour améliorer l'efficacité de la construction.

La Norme PAS 1192 : Le Royaume-Uni a joué un rôle central dans l'adoption du BIM en Europe. La norme PAS 1192 a été développée pour définir les exigences en matière de modélisation de l'information dans le cadre des projets de construction.

- **En Asie :**

L'Exemple de Singapour : Singapour a été l'un des premiers pays en Asie à adopter le BIM de manière très proactive. Depuis 2015, Singapour exige que tout permis de construire de plus de 5000 mètres carrés soit soumis en utilisant le BIM.

- **En Océanie :**

L'Australie et la Nouvelle-Zélande : Ces pays ont également adopté le BIM et ont développé des lignes directrices et des normes pour l'utilisation de la modélisation de l'information dans la construction.

- **Utilisation du BIM en Amérique Latine et l'Afrique :**

L'Adoption Progressiste : Bien que l'adoption du BIM ait été plus lente en Amérique Latine et en Afrique par rapport à d'autres continents, de plus en plus de pays de ces régions commencent à intégrer le BIM dans leurs pratiques de construction.

II.3. Cycle de vie du BIM

Le Building Information Modeling représente un processus de collaboration axé sur une maquette numérique tridimensionnelle centrale qui, induit changements des significatifs dans les méthodes de travail de tous les acteurs impliqués dans un projet de construction. Ces transformations redéfinissent les dynamiques et les interactions entre les parties

Si nous jetons un regard en arrière, nous constatons qu'à une époque, la gestion de projet de construction impliquait seulement l'architecte et l'ingénieur, qui se réunissaient pour discuter des détails autour d'une feuille de papier. Les choses ont considérablement évolué depuis lors, et ce changement est indiscutablement bénéfique. De nos jours, la gestion de projet de construction implique de multiples acteurs tels que les propriétaires, les promoteurs, les architectes, les bureaux d'études spécialisés en structures et en fluides, les entreprises générales, les sous-traitants, les réglementations, la sécurité, les certifications, et bien plus encore. Cependant, un problème majeur se pose : chacun de ces acteurs utilise son propre logiciel, ce qui signifie qu'ils travaillent avec différents formats de données.

Avec l'avènement du 21e siècle, nous sommes passés à une approche plus technologique, en utilisant massivement la communication par e-mail. Cela signifie que nous échangeons un grand nombre de courriels, choisissant quelles informations envoyer et à qui. Au sein de ce flux

constant d'informations, il est facile de perdre de vue des données cruciales. Le Building Information Modeling (BIM) permet à tous les acteurs d'avoir un accès instantané à l'ensemble des données du projet à tout moment. Tout le monde est connecté à travers une plateforme BIM commune, créant un environnement partagé. Ces plateformes BIM, généralement basées sur le cloud ou un serveur FTP, gèrent l'accès des utilisateurs, prennent en charge divers formats de fichiers, et offrent souvent des visionneuses de modèles 3D BIM.

Cette centralisation des données permet aux utilisateurs d'accéder à l'information dont ils ont besoin sans perturber les autres parties prenantes du projet. Bien sûr, le BIM englobe bien plus que cela, mais c'est un excellent point de départ. En fin de compte, le BIM favorise le partage des informations et la collaboration entre toutes les parties impliquées. En encourageant l'interaction entre les intervenants, il devient possible d'anticiper et de résoudre les problèmes potentiels qui peuvent survenir pendant la réalisation des travaux. Les habitudes ne changeront pas du jour au lendemain, mais en cultivant la confiance et en adoptant le BIM, il existe d'innombrables avantages à tirer pour la réussite des projets de construction.

II.4. Les niveaux du BIM

Nous pouvons vous constater sur cette image une illustration des niveaux du BIM

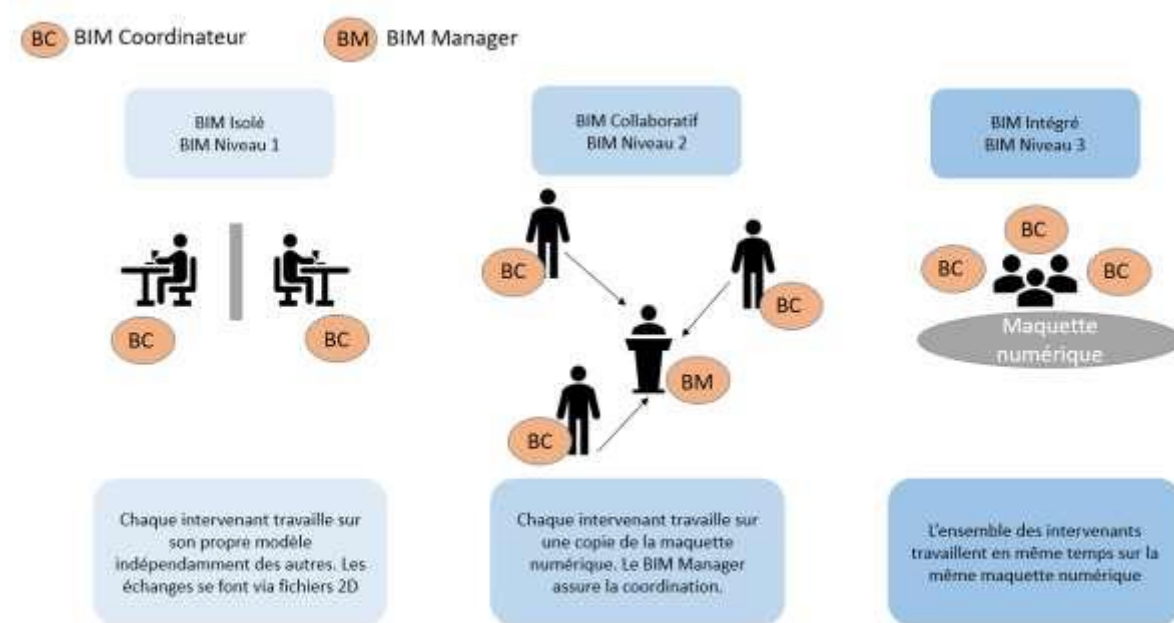


Figure 3 : BIM niveau 1, 2, 3 Source : (B&P)

LeBuilding Information Modeling (BIM), est une méthodologie de modélisation des informations de construction visant à améliorer la collaboration entre les acteurs d'un projet (maître d'ouvrage, concepteurs, entrepreneurs). Elle repose sur la création d'une maquette numérique commune du bâtiment à construire.

L'utilisation du BIM permet des tests virtuels et des simulations de construction, permettant d'identifier les risques techniques dès les premières phases du projet. Cette méthodologie est un outil clé d'aide à la décision, visant à améliorer la qualité de la construction, réduire les délais, optimiser les coûts et limiter les erreurs.

Pour ceux qui souhaitent adopter le BIM, il est essentiel de comprendre les différents niveaux de collaboration, également appelés "niveaux de maturité" du BIM. Il existe quatre niveaux, représentant des étapes vers l'adoption complète du BIM collaboratif.

Niveau 0 : La première étape du BIM implique une collaboration limitée entre les intervenants, avec des échanges de données peu développés. Les logiciels individuels de CAO ne sont pas interopérables, et plusieurs facteurs compliquent la collaboration, tels que l'utilisation de normes graphiques différentes.

Niveau 1 : Cette étape initie une collaboration plus poussée, mais encore interne à chaque entreprise de construction. Elle utilise une combinaison de CAO 2D et de maquettes numériques 3D. La collaboration se fait principalement via des plateformes en ligne pour la transmission d'informations, mais chaque profession garde ses modèles en interne.

Niveau 2 : La collaboration entre les parties prenantes commence réellement à ce stade. Les échanges de données et de modèles 3D se font depuis une plateforme collaborative dédiée, garantissant leur fiabilité. Chaque intervenant produit sa propre modélisation 3D, partagée avec les autres, permettant la création d'une maquette numérique commune.

Niveau 3 Le niveau ultime de maturité BIM vise une collaboration complète entre toutes les disciplines. La maquette numérique 3D devient un clone virtuel unique et évolutive de la construction réelle, compilant toutes les données sur l'ouvrage. La collaboration à ce niveau nécessite que toutes les parties travaillent sur le même serveur, offrant une source d'informations précise et complète.

II.5. Les usages et avantages du BIM

Le Building Information Modeling (BIM), ou Modélisation des Informations de Construction, offre une variété d'usages qui révolutionnent la manière dont les projets de construction sont planifiés, conçus, construits et entretenus. Ces utilisations diverses reflètent la puissance du BIM en tant qu'outil de gestion de projet intégré. Voici quelques-uns des usages détaillés du BIM :

- **Collaboration Améliorée** : Le BIM favorise une collaboration étroite entre les différentes parties prenantes d'un projet, telles que les architectes, ingénieurs, entrepreneurs, et propriétaires. La maquette numérique commune offre une plateforme partagée où toutes les informations pertinentes sont accessibles en temps réel, améliorant ainsi la communication et la coordination.
- **Visualisation 3D** : Le BIM permet la création de modèles 3D détaillés des projets, offrant une représentation visuelle réaliste. Cela facilite la compréhension des designs complexes par toutes les parties prenantes, y compris les clients qui peuvent visualiser le résultat final avant même le début de la construction.
- **Analyse de Performance** : Les modèles BIM peuvent être utilisés pour effectuer des analyses de performance, telles que des simulations énergétiques, thermiques, acoustiques, et d'autres paramètres. Cela aide à optimiser la conception pour une efficacité accrue tout en répondant aux normes environnementales.
- **Gestion des Données** : Le BIM offre une gestion centralisée des données, rassemblant toutes les informations nécessaires tout au long du cycle de vie d'un projet. Cela inclut les spécifications des matériaux, les coûts, les délais, les exigences réglementaires, et d'autres détails pertinents.
- **Planification et Simulation de Construction** : Les outils BIM permettent la planification virtuelle de la construction, identifiant les conflits potentiels, optimisant les séquences de construction, et évaluant l'impact des modifications de conception sur la construction réelle.
- **Maintenance et Gestion des Installations** : Après la construction, le BIM peut être utilisé pour la gestion des installations. La maquette numérique conserve des informations précises sur chaque composant du bâtiment, facilitant la maintenance préventive et la gestion des actifs.

- **Gestion des Coûts et des Délais :** Le BIM peut être intégré à des outils de gestion de projet, permettant une estimation plus précise des coûts, des délais, et des ressources nécessaires. Cela contribue à éviter les dépassements budgétaires et les retards.
- **Conformité Réglementaire :** Les modèles BIM peuvent être utilisés pour assurer la conformité aux normes et réglementations en vigueur. Cela simplifie le processus de vérification et de documentation, réduisant les risques liés à la non-conformité.

Le BIM représente une avancée majeure dans la communication interdisciplinaire, transformant les processus de conception, de construction et de maintenance dans le secteur de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction (AEC). Les équipes de projet bénéficient d'une planification améliorée, d'une précision accrue et d'un meilleur alignement, expliquant la popularité croissante du BIM à l'échelle mondiale. En France, le gouvernement a reconnu son importance dès 2017, encourageant le secteur à adopter le BIM comme méthode de travail, avec des normes visant à en faire une composante essentielle d'ici 2022, renforçant ainsi la position de la France en matière de projets de construction. Si des doutes subsistent, les avantages majeurs du BIM peuvent vous convaincre. La collaboration atteint de nouveaux sommets grâce à cette transformation numérique. Le BIM permet une collaboration sans précédent entre les disciplines, offrant à chaque spécialiste un accès centralisé à toutes les informations du projet. L'élimination de la production manuelle de calendriers, diagrammes et modèles 3D, ainsi que la centralisation des données, évitent les doublons et les erreurs humaines. Avec une visibilité totale sur le projet, les conflits sont détectés en amont, permettant une résolution rapide et coordonnée des problèmes lors de chaque modification. Le BIM réduit considérablement le temps nécessaire à la conception. La visibilité globale facilite l'identification précoce des problèmes et la détection des conflits dès la phase de pré-construction. Cela réduit les rectifications pendant la construction et élimine les erreurs avant même le début des travaux. Les projets BIM présentent en moyenne 61 % d'erreurs en moins et 52 % de visibilité en plus, assurant une qualité supérieure. Les simulations avancées et la modélisation 3D permettent une détection précoce des problèmes, économisant ainsi temps, argent et efforts. Le BIM stimule l'innovation et la productivité en offrant une visualisation complète du projet à toutes les parties prenantes. La collaboration BIM favorise la pensée critique, la conception innovante et des décisions plus éclairées, aboutissant à un projet final de meilleure qualité. En outre, cette approche accélère la réalisation des projets et génère des économies substantielles, comme illustré par l'exemple de l'université du Colorado où les économies sur les frais administratifs

ont dépassé les coûts d'adoption du BIM. Les adeptes de cette méthodologie constatent des retombées positives, notamment en termes de productivité.

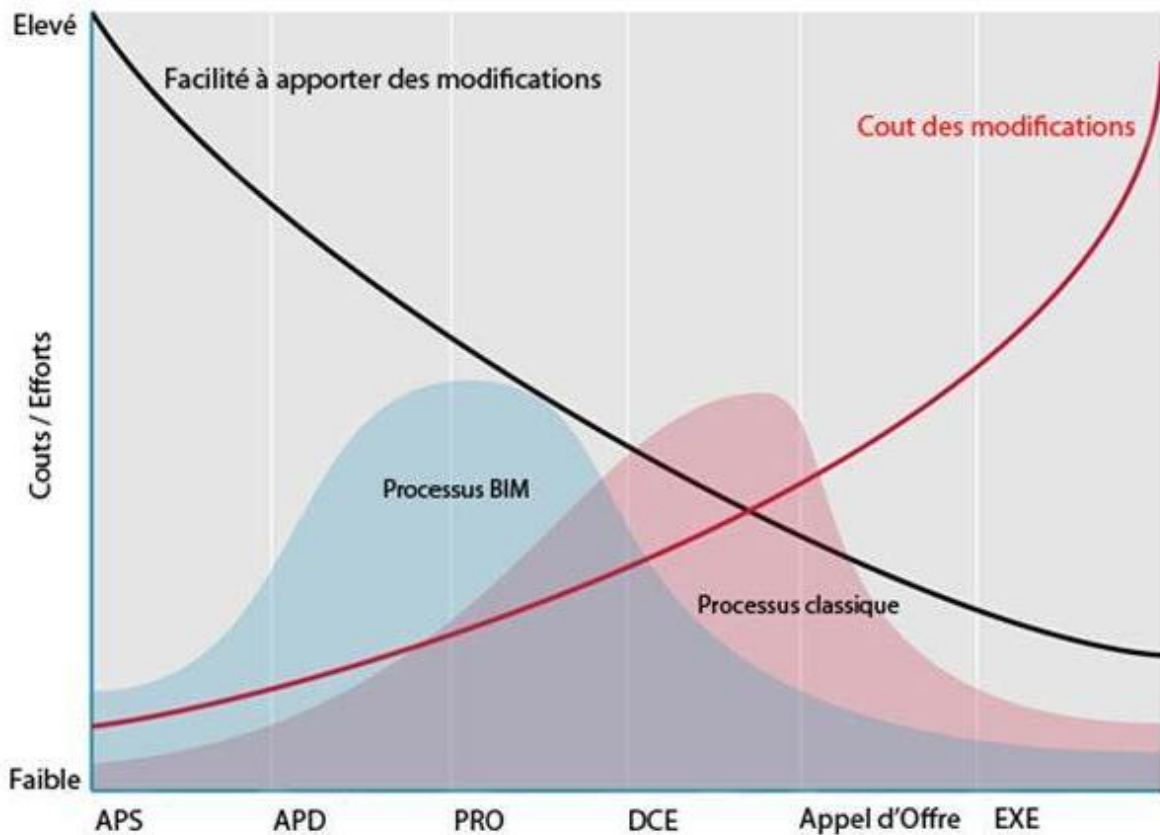


Figure 4: Gain de productivité Source : © Patrick Mac Leamy / EGIS

II.6. BIM : Etude et résultats

Notre recherche documentaire sur le BIM nous a permis d'explorer certains documents portant sur l'impact de l'usage du BIM sur le facteur temps.

- Le premier article intitulé « adoption de BIM et son impact sur la planification et l'ordonnancement influençant les projets Mega Plan – (CPEC) Approche quantitative », nous présente :

La planification et l'élaboration de calendriers dans les projets de construction au Pakistan sont fréquemment entravées par des problèmes intrinsèques, engendrant souvent des échecs dans la réalisation de la plupart de ces projets. Bien que des recherches antérieures aient tenté d'atténuer ces défis en réduisant les erreurs de planification et d'élaboration de calendriers, peu d'études

ont mis en lumière un facteur majeur : les problèmes d'interprétation des dessins CAO 2D, jouant un rôle déterminant dans une planification et un ordonnancement défectueux. De plus, le rôle sous-estimé du BIM (Building Information Modeling), c'est-à-dire la modélisation des informations du bâtiment, dans le contexte d'une planification efficace, n'a pas été discuté de manière approfondie. Cette étude a ainsi mis en évidence l'impact positif du BIM sur une planification et un ordonnancement efficace dans le secteur de la construction au Pakistan. Un échantillon de 210 réponses provenant de professionnels de la construction chevronnés au Pakistan a été soumis à une analyse de régression pour étayer cet argument. Les résultats indiquent que les dessins CAO 2D sont désormais considérés comme dépassés, laissant place à la technologie BIM en 3D qui s'affirme comme un outil efficace de planification et d'ordonnancement. Avec le démarrage du CPEC (Corridor économique Chine-Pakistan) et les investissements substantiels dans les infrastructures, l'industrie de la construction au Pakistan est appelée à rehausser ses normes pour répondre aux exigences internationales. À cette fin, l'adoption du BIM est recommandée, non seulement pour parvenir à une planification sans faille, mais aussi pour accroître le taux de réussite des projets liés au CPEC au Pakistan.

- Le deuxième article intitulé « Evaluation de la modélisation des informations du bâtiment (BIM) en tant qu'outil de gestion de la construction permettant de gagner du temps et des coûts : données probantes provenant de villas à deux étages à Djeddah », nous explique :

La technologie de modélisation des informations du bâtiment (BIM) est largement reconnue dans le domaine de la construction pour son rôle améliorateur dans la gestion. Son intégration dans le secteur de la construction en Arabie Saoudite connaît une croissance significative, s'alignant sur les tendances novatrices de gestion de projet. Cette étude de cas quantitative se penche sur les éléments contributifs au succès de l'application de l'outil BIM dans la gestion d'un récent projet de développement résidentiel à Djeddah, en Arabie Saoudite. Après une analyse approfondie de la littérature existante, 28 critères de réussite ont été identifiés et validés par un panel d'experts composé de 18 professionnels de l'industrie. Les données d'une enquête pilote auprès de 132 participants ont été soumises à une analyse factorielle exploratoire (EFA), conduisant à l'élimination de trois facteurs présentant une valeur inférieure à 0,6. De plus, 212 répondants ont complété le questionnaire principal de l'enquête, et les données ont été soumises à une analyse par modélisation d'équations structurelles (SEM). Les résultats indiquent une amélioration significative du projet de développement résidentiel grâce au BIM, englobant les aspects tels que les coûts, les délais, la qualité, la sécurité, l'efficacité et l'impact

environnemental. Les implications pour la gestion sont soulignées, tout comme les limites de l'étude, avec des suggestions pour des enquêtes plus approfondies. Globalement, cette recherche fournit des informations précieuses aux professionnels de la construction résidentielle cherchant à optimiser l'utilisation du BIM.

- Le troisième est également un article intitulé « Effet de la modélisation des informations du bâtiment (BIM) sur la réduction des coûts de construction : une étude de cas », nous expose :

L'exploration de la modélisation des informations du bâtiment (BIM) revêt une importance accrue dans le contexte des évolutions technologiques actuelles. En particulier, avec la persistance de la pandémie de Covid-19, les professionnels du secteur de la construction sont incités à adopter des protocoles adaptés, soulignant le rôle crucial du BIM en tant qu'outil intégré pour la gestion complète des projets, depuis leur conception jusqu'à leur achèvement. Les défis traditionnels associés aux projets de construction, tels que les coûts élevés, les retards et la non-conformité qualitative aux spécifications, sont autant de problèmes auxquels le BIM peut apporter des solutions significatives. L'objectif de cette étude est d'analyser l'impact de l'utilisation du BIM sur le temps et les coûts dans le cadre des projets de construction. Une étude de cas a été menée, se concentrant sur un projet de construction spécifique ayant intégré le BIM. Les résultats obtenus révèlent que l'adoption du BIM peut entraîner une réduction des délais de 50 % plus rapidement et des coûts diminués de 52,36 %. Ces gains en termes de temps et de rentabilité sont attribuables à la diminution du nombre de travailleurs nécessaires et à la réduction de la durée du projet, impactant ainsi positivement le financement global. Cette constatation souligne le rôle significatif du BIM dans l'optimisation des aspects temporels et financiers des projets de construction.

II.7. Présentation du référentiel BIM FOR VALUE

La méthodologie BIM FOR VALUE offre une clarification plus approfondie des applications de la maquette numérique et des avantages anticipés par le maître d'ouvrage. De la phase de programmation à celle d'exploitation-maintenance, BIM FOR VALUE vise à optimiser l'alignement entre les attentes du client et le projet, depuis sa conception et sa réalisation jusqu'à son exploitation. Il émerge comme l'environnement de travail privilégié dans le domaine de la construction. BIM FOR VALUE, le premier cadre de référence des usages en BIM, s'applique à tous types de projets de bâtiment, quelle que soit leur envergure. Son objectif est d'optimiser

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

la création de valeur au service des projets et des clients. Ce cadre définit les valeurs attendues de l'utilisation du BIM, encourageant le maître d'ouvrage à exprimer en amont ses choix et priorités, assurant ainsi une meilleure adéquation entre les attentes des clients et l'ouvrage. BIM FOR VALUE recense les usages du BIM sur l'ensemble du cycle de vie du projet et du bâtiment, recommandant le choix des usages en fonction de la création de valeur souhaitée par le maître d'ouvrage. Il propose des pratiques de base et avancées pour la plupart des usages, adaptées à l'ambition et à la maturité des acteurs. Le cadre détaille les exigences opérationnelles attendues tout au long du projet en fonction des usages, favorisant une organisation efficiente pour atteindre les objectifs du maître d'ouvrage. Il sert également de base pour établir des processus collaboratifs entre les acteurs. BIM FOR VALUE offre des modes de preuve des exigences, permettant l'auto-évaluation des acteurs et des évaluations collectives aux étapes clés du projet. Accessible à tous les professionnels, ce cadre vise à les accompagner tout au long du cycle de vie des projets, favorisant la maîtrise et l'intégration du BIM. L'utilisation de la marque BIM FOR VALUE est soumise à un règlement d'usage accepté par l'utilisateur du cadre de référence.

BIM FOR VALUE, une initiative de plusieurs organisations professionnelles telles que la Fédération CINOV, le Conseil national de l'Ordre national des architectes, Entreprises Générales de France (EGF.BTP), la FEDENE, La Fédération des Sociétés Immobilières et Foncières (FSIF), Smart Building Alliance (SBA), et Syntec-Ingénierie, a pour objectif de créer le premier cadre de référence répondant aux besoins de l'ensemble de l'industrie de la construction.

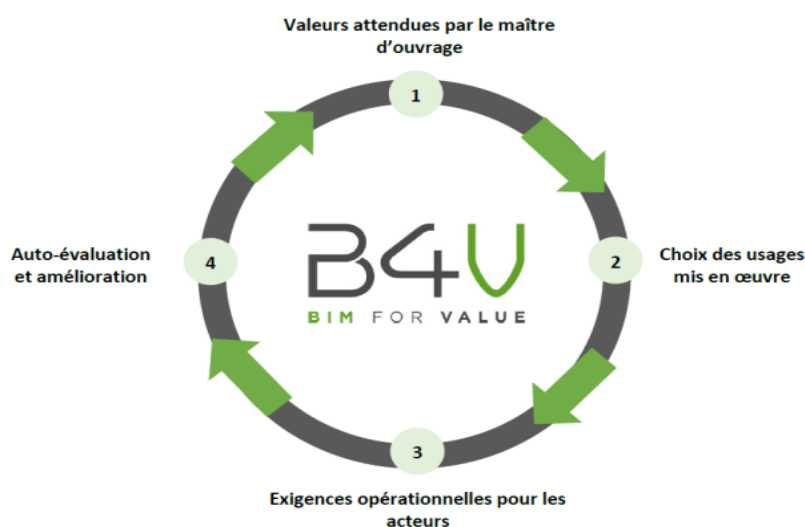


Figure 5 : Structure de la méthodologie B4V

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

Il est suggéré au maître d'ouvrage d'articuler les gains de création de valeur et les avantages qu'il envisage de tirer de l'adoption du BIM. Les applications du BIM recensées dans BIM FOR VALUE engendrent des avantages dans six grands domaines de création de valeur que sont :

- ✓ Meilleure approbation du projet ;
- ✓ Maitrise des délais ;
- ✓ Maitrise des risques ;
- ✓ Performance économique accrue ;
- ✓ Meilleurs services aux usagers ;
- ✓ Amélioration de la qualité environnementale.



Figure 6: Différents types de valeur attendue

Après avoir défini la valeur attendue, une liste de bénéfices correspondant à cette valeur est présentée. Une fois les bénéfices envisagés sélectionnés, la matrice recommande ensuite une liste des cas d'utilisation à valider. Le cadre de référence BIM FOR VALUE recense 33 cas d'usage (liste en annexe 1), partir desquels sont définis des niveaux d'exigence, des modes de preuve, ainsi que les moyens nécessaires à mettre en œuvre pour établir des règles claires de

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

collaboration et de livrables entre les différents acteurs. **Les cas d’usage objet de notre étude sont la gestion des conflits et la modélisation de conception.**

CHAPITRE III : MATÉRIELS ET MÉTHODOLOGIE

Pour atteindre nos objectifs, nous avons suivi une méthodologie bien structurée. Cette démarche englobe les approches spécifiques que nous avons adoptées, ainsi que les ressources matérielles et logicielles nécessaires à chaque étape de notre étude. Elle est subdivisée en plusieurs parties distinctes. La première partie de notre méthodologie concerne les matériels la collecte et le traitement de données. Ensuite nous passerons à la modélisation de la maquette. La dernière partie de notre méthodologie se concentre sur la détection de conflits dans le BIM et la méthodologie de validation d'une maquette BIM, en mettant l'accent sur la spécificité et l'utilité de chacun d'eux.

III.1 Matériels

Revit : C'est un logiciel BIM. Il est utilisé par professionnels de la construction, de l'architecture, et professionnels des études structures. Il vous permet de modéliser, analyser et simuler vos projets de construction. REVIT, un logiciel développé par Autodesk aux États-Unis, se spécialise dans la création de modèles tridimensionnels et la génération des divers documents nécessaires à leur construction, tels que des plans et des perspectives.

Son approche paramétrique s'intègre parfaitement dans la méthodologie BIM (Building Information Modeling). REVIT offre des fonctionnalités complètes pour la conception architecturale, l'ingénierie structurelle et la construction, facilitant ainsi la coordination entre les différentes disciplines impliquées.

Lors de la modélisation d'un projet, REVIT permet d'établir des liens entre les différents éléments du modèle. Le logiciel assure la coordination de l'ensemble des données paramétriques, telles que les dimensions, les contraintes, les matériaux, etc...

BIMvision : BIMvision est une visionneuse logicielle BIM qui permet la visualisation 3D, l'analyse des données et la collaboration sur des modèles BIM. Il prend en charge divers formats de fichiers BIM, favorise la collaboration entre les membres de l'équipe de projet, offre des outils d'analyse pour évaluer les aspects critiques du projet, et permet la personnalisation selon les besoins spécifiques. Le logiciel facilite également la gestion des versions des modèles BIM au fil du temps.

Navisworks : Autodesk Navisworks Manage est un logiciel de révision de projet conçu pour faciliter la coordination, l'analyse et la communication de l'intention de conception et de la constructibilité. Ses principales fonctionnalités comprennent la visualisation et l'unification des données de conception et de construction dans un modèle consolidé. De plus, il permet d'identifier et de résoudre les problèmes de collision et d'interférence avant le début de la construction, offrant ainsi un gain de temps sur le site et évitant des reprises inutiles. Navisworks comprend des outils de détection des conflits et de gestion des interférences, ainsi que les fonctionnalités clés de Navisworks stimulate pour la révision, la quantification et la coordination des modèles.

III.2 Méthodologie

III.2.1. Collecte de données et traitement des données

Pour ce projet, la méthodologie adoptée pour la collecte des données a été la suivante : Nous avons effectué une revue de la littérature et des documents existants, en nous appuyant sur des sources scientifiques, des travaux de fin d'études, des comptes rendus d'activités et des recherches préalables portant sur la conception de cette route bitumineuse, notamment la route des pêches.

La recherche documentaire a consisté à explorer des documents portant sur l'impact de l'usage du BIM dans le facteur temps. Cela a impliqué l'étude et la compréhension de diverses documentations traitant de ces aspects spécifiques telles que ;

- Lire les articles scientifiques, les mémoires de fin d'étude et des rapports d'activités
- Prendre connaissance des vues en plan et des profils en long fournis par l'entreprise exécutive SATOM ; Relever les points de conflits entre les différents corps d'état ;

III.2.2. Visites de terrains

Les visites de terrain nous ont permis d'apprécier l'état d'avancement du projet, et nous ont permis de nous confronter aux différentes sources de ralentissement du projet. Ce qui nous a permis de :

- Identifier les difficultés liées à l'avancement effective des travaux ;
- Relever les points de conflits entre les différents corps d'état ;
- Faire l'état des lieux du tronçon ;

L'approche expérimentale dans ce chapitre a consisté plus précisément à :

- Définir les usages BIM préalables à la phase de conception
- Mettre en œuvre la rétroactive des usages BIM ignorés dans le projet réel
- Mettre en évidence les problèmes liés aux facteurs temps d'une route bitumineuse et indétectables par la conception 2D.

III.2.3. Modélisation de la maquette

La création d'une maquette BIM en utilisant Revit pour un projet routier implique plusieurs étapes intégrées pour assurer une représentation détaillée et une gestion efficace de l'information. Tout d'abord, l'étape de modélisation géométrique s'engage, où les éléments de la route, tels que les chaussées, les accotements et les intersections, sont configurés avec précision en utilisant les outils de dessin de Revit. Cette modélisation 3D offre une visualisation réaliste du projet.

Ensuite, intervient l'étape cruciale de l'attribution des données, où chaque composant de la route est enrichi de données spécifiques telles que les matériaux utilisés, les spécifications géotechniques, et d'autres informations pertinentes. Cette étape assure une base solide pour l'analyse et la gestion de l'ensemble du projet. La phase de coordination et de collaboration entre les différents acteurs du projet est ensuite amorcée. Cette étape implique la fusion de modèles provenant de diverses disciplines, telles que la topographie, les réseaux d'eau et d'assainissement, pour assurer une intégration fluide des informations et la détection précoce de conflits potentiels. Une fois la coordination assurée, la quatrième étape consiste à ajouter des détails constructifs à la maquette BIM. Cela inclut l'intégration des éléments tels que les bordures, les caniveaux et les feux de signalisation. Ces détails contribuent à affiner la maquette et à rendre la représentation encore plus précise.

Enfin, la dernière étape de documentation est entreprise, où des dessins 2D sont générés à partir de la maquette BIM pour une communication efficace avec les parties prenantes. Ces documents comprennent des plans de construction, des profils en long, des coupes transversales, et d'autres documents nécessaires à la réalisation du projet routier.

En résumé, la création d'une maquette BIM pour un projet routier dans Revit implique les étapes successives de modélisation géométrique, attribution des données, coordination, ajout de détails constructifs et documentation. Cette approche globale

garantit une représentation complète du projet, facilitant ainsi la planification, la gestion et la réalisation du projet routier.

III.2.4. Conflits dans BIM

Un conflit dans une maquette BIM d'une route survient lorsque des éléments du modèle interagissent de manière inattendue, entraînant des problèmes potentiels lors de la construction ou de la gestion du projet. La détection de conflits dans une maquette BIM de route réalisée avec Revit peut-être efficacement effectuée à l'aide de Navisworks, un outil de coordination et de gestion de projets. Tout d'abord, après avoir importé les modèles BIM de Revit dans Navisworks, l'étape initiale consiste à unifier les unités et les coordonnées pour garantir une cohérence totale entre les différentes disciplines. Ensuite, l'outil Clash Detective de Navisworks prend le relais pour identifier les collisions potentielles entre les éléments des différentes disciplines, tels que les éléments de chaussée, les conduites, les bordures, etc. Cela peut inclure des chevauchements spatiaux, des interférences ou des incompatibilités de spécifications.

La visualisation graphique des conflits est facilitée par Navisworks, permettant aux équipes de voir précisément où les problèmes se situent dans la maquette BIM. Cette visualisation facilite la compréhension des conflits potentiels, permettant ainsi une résolution plus rapide et efficace. La gestion des conflits se fait ensuite par la collaboration entre les différentes équipes impliquées. Navisworks offre des fonctionnalités de suivi des modifications et de gestion des problèmes, permettant aux membres de l'équipe de documenter et de suivre les résolutions apportées à chaque conflit identifié. Une fois que les conflits ont été résolus, Navisworks facilite la création de rapports détaillés, fournissant une documentation complète des problèmes détectés et des solutions mises en œuvre. Ces rapports peuvent être partagés avec l'ensemble des parties prenantes du projet, assurant une transparence et une communication efficace.

En résumé, la détection de conflits avec Navisworks dans une maquette BIM de route réalisée avec Revit implique l'importation des modèles, l'utilisation de Clash Détective pour identifier les collisions, la visualisation graphique, la collaboration pour la résolution des conflits, et la génération de rapports détaillés. Cela permet une coordination optimale entre les disciplines, minimisant ainsi les risques d'interférences lors de la réalisation du projet routier.

III.2.5. Méthodologie de validation de la maquette BIM

La validation d'une maquette BIM routière créée avec Revit s'articule autour d'une série d'étape méthodique pour garantir la précision et la conformité du modèle au projet. Tout d'abord, la

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

modélisation géométrique est minutieusement examinée afin de s'assurer que tous les éléments de la route, tels que les chaussées, les intersections et les équipements, sont fidèlement

représentés selon les spécifications du projet. En parallèle, l'attribution et la vérification des données sont effectuées avec rigueur. Cela implique de s'assurer que chaque composant de la maquette dispose des informations appropriées, telles que les caractéristiques matérielles, les contraintes géotechniques, et d'autres données essentielles pour une modélisation précise. La coordination entre les disciplines est ensuite scrutée attentivement. Les modèles provenant de différentes disciplines, comme la topographie et les réseaux d'infrastructure, sont intégrés et examinés pour détecter tout conflit potentiel ou tout chevauchement, assurant ainsi une harmonie dans l'ensemble du modèle. L'une des étapes de validation consiste à utiliser les outils de détection de collisions de Revit pour identifier tout problème spatial ou interférence entre les éléments de la maquette. La correction rapide de ces conflits améliore la cohérence globale du modèle. La vérification des données à des étapes clés du projet, notamment aux stades intermédiaires et finaux, est essentielle pour s'assurer que la maquette reflète de manière précise l'évolution du projet. La collaboration entre les équipes est encouragée pour intégrer correctement les mises à jour et les modifications. Enfin, la génération de rapports détaillés documentant le processus de validation, les ajustements effectués, et l'état final de la maquette, fournit une traçabilité essentielle. Ces rapports servent de documentation formelle et peuvent être utilisés pour la certification et l'approbation du modèle BIM routier.

La méthodologie de validation d'une maquette BIM routière créée avec Revit englobe une vérification approfondie de la modélisation géométrique, l'attribution précise des données, la coordination interdisciplinaire, la détection de collisions, la vérification des données à différentes étapes du projet, et la génération de rapports détaillés pour garantir la précision et la conformité du modèle au projet routier.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.2. Résultat du diagnostic

IV.2.1. Présentation de la maquette

La maquette que nous avons réalisée est une représentation graphique et numérique de la route, qui permet de visualiser son tracé, son profil, ses dimensions, ses caractéristiques techniques, ses équipements, ses aménagements, etc. Cette maquette a été réalisée grâce aux logiciels tels que : Revit, Navisworks et BIM vision. En effet grâce à la maquette nous avons pu :

- Valider les différentes étapes du projet, telles que la conception, la construction
- Harmoniser et synchroniser les informations, telles que les plans, les coupes, les profils

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHEES PHASE 2

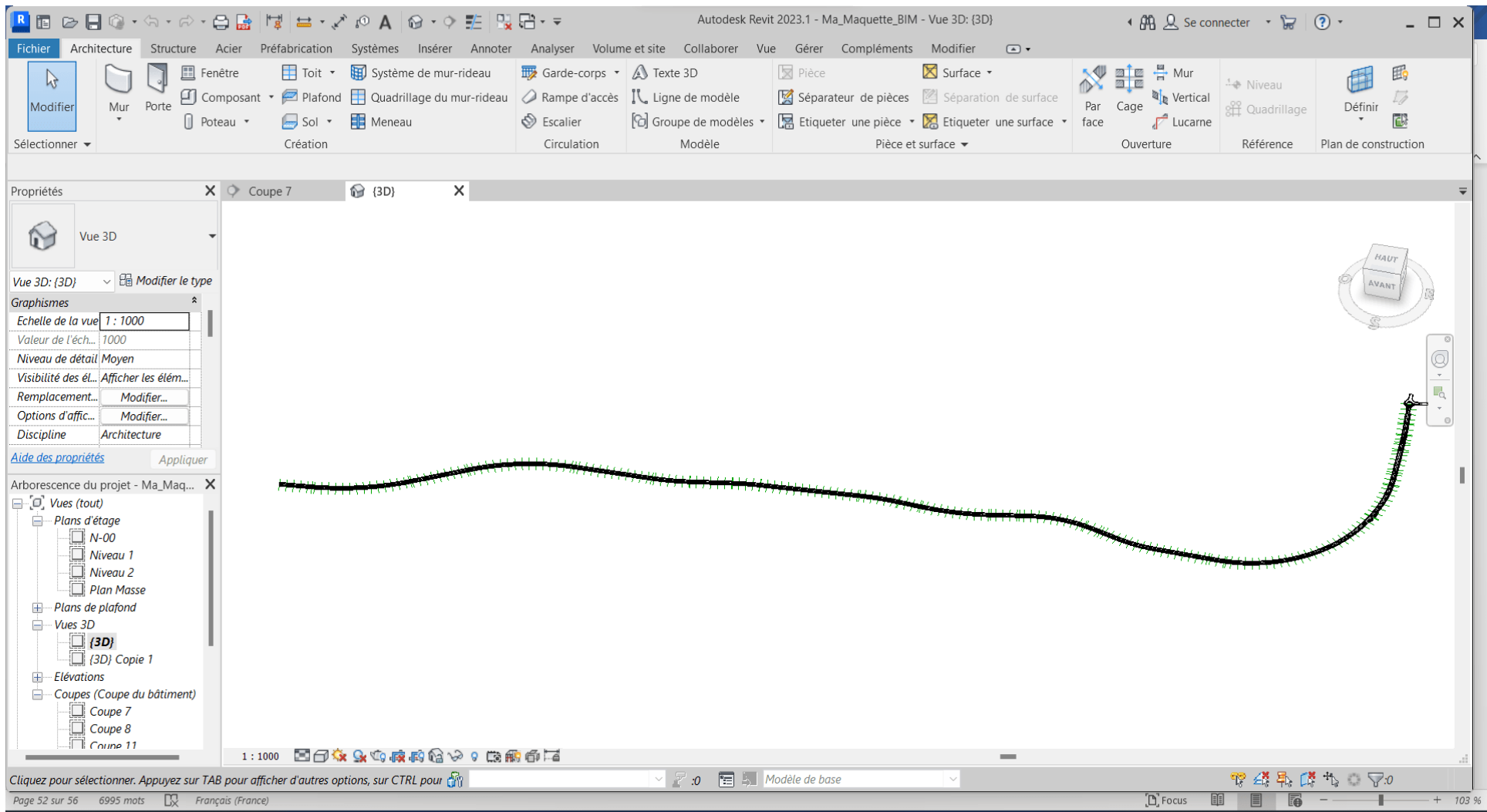


Figure 7: Maquette du projet réaliser par le logiciel revit

IV.2.2. Production des livrables

La production des livrables à partir de la maquette BIM d'une route englobe la création de plans détaillés pour guider la conception et la construction. Ces plans incluent le plan en long (représentant la route dans le sens de sa longueur), le profil en travers (offrant une coupe transversale de la route), le plan de signalisation routière, le plan de drainage, le plan d'éclairage, les plans de détails, les plans d'aménagement paysager, les plans de carrefours, etc. L'utilisation du BIM garantit la cohérence des données et facilite la coordination entre les différentes disciplines, améliorant ainsi la qualité et l'efficacité du projet routier.

IV.2.3. Conflit observée

La détection de conflits dans notre maquette a mis en lumière que le sommet des structures transversales est visible dans les caniveaux, ce qui pourrait entraîner un ralentissement de l'écoulement des eaux. Cette problématique a été identifiée par le logiciel Navisworks. Afin de mieux comprendre et résoudre le conflit, il est essentiel d'identifier et d'analyser les causes potentielles de ce problème. Entre autres on a :

- **Dimensions Inadéquates (Erreur de conception) :** Les dimensions des structures transversales peuvent ne pas être appropriées pour l'espace disponible dans les caniveaux, entraînant leur dépassement dans l'espace de l'écoulement des eaux.
- **Manque de coordination entre les différents acteurs :** Il peut y avoir un manque de coordination entre les équipes responsables de la conception des structures transversales et celles responsables des caniveaux, ce qui conduit à des conflits d'espace.
- **Variation du terrain :** Des variations imprévues du terrain ou des erreurs dans la topographie initiale peuvent entraîner des interférences inattendues.

Ce conflit, où le sommet des structures transversales est visible dans les caniveaux, peut avoir plusieurs répercussions sur le fonctionnement global du système hydraulique. La visibilité de la structure dans les caniveaux pourrait créer des obstructions, entraînant un ralentissement significatif de l'écoulement des eaux. Cette situation pourrait conduire à une accumulation d'eau, provoquant des problèmes d'inondation et compromettant la performance hydraulique prévue. De plus, un ralentissement de l'écoulement peut engendrer des contraintes supplémentaires sur les infrastructures avoisinantes, pouvant potentiellement compromettre leur intégrité structurelle. Afin d'éviter ces conséquences néfastes, il est impératif de trouver

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

des solutions appropriées, que ce soit par des ajustements dans la conception des structures transversales, des modifications dans la configuration des caniveaux ou d'autres approches ingénieuses, afin d'assurer un fonctionnement fluide et efficace du système hydraulique.

L'image ci-après nous montre en couleur rouge les caniveaux et en couleur verte le pont. Nous constatons qu'il y a un chevauchement entre ces deux ouvrages, nous parlerons de conflit BIM.

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHEES PHASE 2

Légende :

- ✓ Ouvrage en vert : Ouvrage transversal
- ✓ Ouvrage en rouge : Caniveaux
- ✓ Ouvrage avec les traits fin : La chaussée et autre élément de l'ouvrage transversal

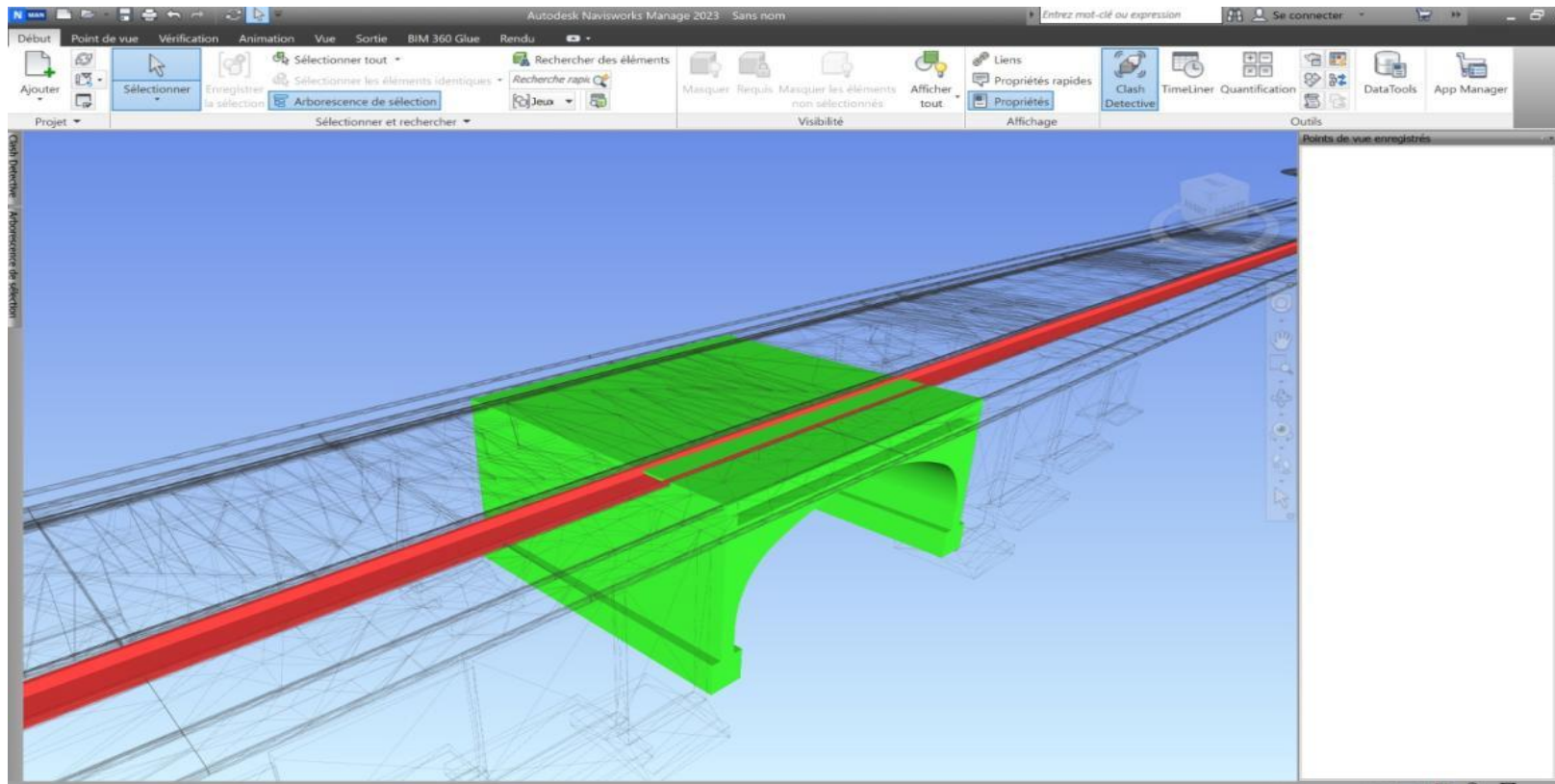


Figure 8: Image montrant le conflit

IV.2.4. Modifications et idées de solutions

Confrontés à la détection de conflits indiquant que le sommet des structures transversales est visible dans les caniveaux dans notre maquette, ce qui pourrait compromettre l'écoulement des eaux, diverses solutions peuvent être envisagées.

➤ **Option N°1 : Ajustements de la Conception des Structures Transversale**

Optimiser la section de structure transversale pour réduire leur hauteur ou modifier leur forme afin qu'elles ne dépassent pas dans l'espace des caniveaux.

Avantages :

- ✓ Conformité aux Normes : En ajustant les dimensions, les structures peuvent mieux respecter les normes de conception et d'installation.
- ✓ Évite les Obstructions : Réduit le risque d'obstructions dans les caniveaux, assurant un écoulement des eaux plus fluide.
- ✓ Préservation de la Performance Hydraulique : Maintient la performance hydraulique prévue, réduisant les risques d'inondation et de surcharge des infrastructures.

Inconvénients :

- ✓ Complexité Technique : Peut nécessiter des calculs et des simulations supplémentaires pour assurer la compatibilité des nouvelles conceptions avec l'ensemble du système.
- ✓ Délais : Les ajustements de conception peuvent retarder l'avancement du projet.

➤ **Option N°2 : Modifications dans la Configuration des Caniveaux**

Augmenter la côte du fil d'eau des caniveaux pour s'adapter aux structures transversales existantes

Avantages :

- ✓ Adaptabilité : Revoir la conception des structures existantes
- ✓ Réduction des Conflits : Minimise les risques d'interférences en ajustant l'infrastructure environnante.

Inconvénients :

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHEES PHASE 2

- ✓ Travaux de terrassement complémentaire : Le changement du fil d'eau entraîne un réajustement des avaloirs vers les caniveaux. De ce fait, il faudrait revoir la côte finit de la route afin de s'assurer de l'évacuation des eaux, ce qui nécessite une quantité de remblais supplémentaire. Ce qui impacte le planning projet
- ✓ Impact sur le Terrain : Les modifications des caniveaux peuvent affecter le terrain environnant, nécessitant des études supplémentaires pour évaluer l'impact environnemental.

CONCLUSION

Ce mémoire avait pour ambition d'évaluer l'impact qu'aurait eu l'implémentation du BIM sur le projet de route des pêches. Il nous a fallu dans un premier temps réaliser une maquette BIM. Par la suite nous avons relevé les points de conflits entre les différents corps d'état en analysant le planning prévisionnel et le niveau d'avancement actuel, cela nous a permis d'évaluer le gain de temps, si les conflits étaient anticipés depuis la conception.

Cette recherche nous a donné l'opportunité de mettre en pratique les compétences acquises au cours de notre formation dans le cadre d'un projet concret. Elle a également favorisé le développement d'un esprit analytique et de capacités de prise de décision. L'exploration de la technologie BIM et de ses processus associés nous a permis de mieux appréhender les nombreux défis inhérents à la conception d'une route, en visualisant l'environnement du projet au sein d'une maquette numérique intelligente intégrée dans son contexte réel.

Les résultats de notre recherche démontrent que l'intégration du BIM favorise une coordination avancée, apportant des bénéfices substantiels tels que la minimisation des conflits de conception, la détection précoce d'erreurs et l'amélioration globale de la qualité des réalisations. Cette approche se traduit par une réduction des coûts et des délais, tout en assurant une satisfaction accrue des parties prenantes.

Pour optimiser l'efficacité de l'intégration du BIM au Bénin, il est essentiel de revoir la structure des marchés publics. Il est important d'impliquer plus activement les entreprises locales dès les phases de conception, afin de tirer parti de leur expertise pour la mise en œuvre des projets. Cette nécessité implique une refonte des procédures de consultation des entreprises. De plus, le recours systématique au critère de l'offre la moins chère semble constituer un obstacle à l'innovation dans le secteur de la construction.

BIBLIOGRAPHIE

- ✓ Bâtiment (CTB), Cahiers Techniques du. *BIM4Value, générer de la valeur grâce au BIM - Cahiers Techniques du Bâtiment (CTB)*. juillet 2019. www.cahiers-techniques-batiment.fr, <https://www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/generer-de-la-valeur-grace-au-bim.41510>.
- ✓ « BIM : définition, description, explication ». *BIM MANAGER*, 23 septembre 2021, <https://bim-manager.fr/pourquoi-le-bim-definition-du-bim/>.
- ✓ « Définissez les Usages BIM ». *OpenClassrooms*, <https://openclassrooms.com/fr/courses/5228291-decouvrez-les-fondamentaux-du-bim/5548846-definisiez-les-usages-bim>. Consulté le 28 décembre 2023.
- ✓ *Les avantages de BIM*. <https://dza.sika.com/fr/documents-ressources/sika-bim/les-avantages-de-bim.html>. Consulté le 2 janvier 2024.
- ✓ *Les thèses professionnelles du Mastère Spécialisé BIM, leur nature, leur valorisation, la contribution à la consolidation des savoirs et des pratiques du milieu professionnel – EduBIM 2019 - CultureSciences de l'Ingénieur - éducol STI*. https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/edubim2019-conference-these-professionnelles-mastere-specialise-bim-nature-valorisation-contribution. Consulté le 28 décembre 2023.
- ✓ https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/edubim2019-conference-these-professionnelles-mastere-specialise-bim-nature-valorisation-contribution. Consulté le 28 décembre 2023.
- ✓ Lozano, F., et al. « Integration of BIM and Value Model for Sustainability Assessment for application in bridge projects ». *Automation in Construction*, vol. 152, août 2023, p. 104935. *ScienceDirect*, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104935>.
- ✓ MBe. « BIM en plusieurs dimensions : du plan 2D à la solution complexe xD ». *Intégrer les usages dans les activités de conception*, <https://conception-ergonomique.com/dimensions-bim-2d-3d-4d-5d-6d-xd.html>. Consulté le 28 décembre 2023.
- ✓ « Quels sont les niveaux de BIM ? » *Batiadvisor*, <https://batiadvisor.fr/guides/guide-bim/quels-niveaux-bim/>. Consulté le 2 janvier 2024. (Forgues)

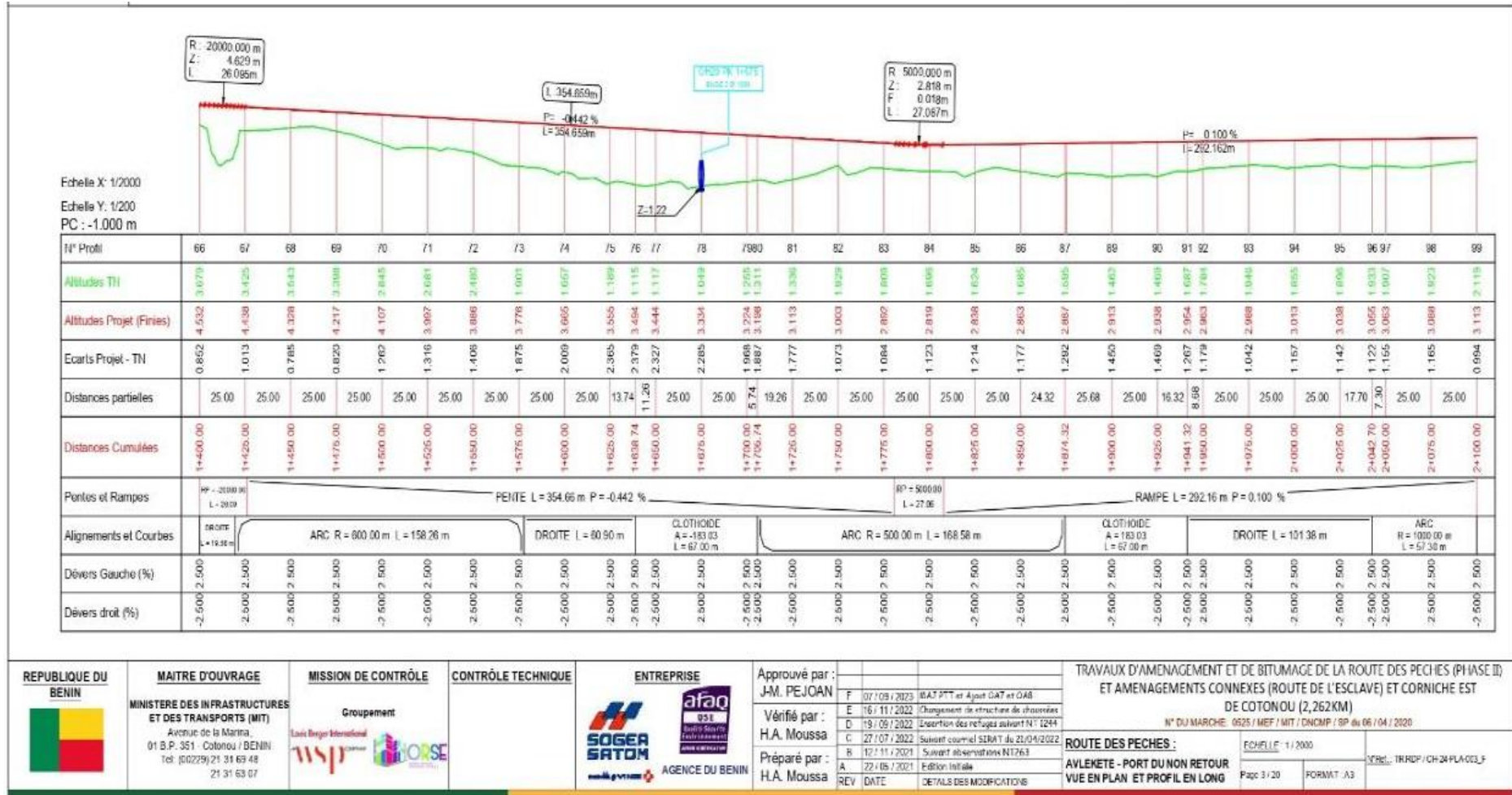
- ✓ Boton, C. ; Forgues, D. ; Halin, G. Les enjeux liés à l'intégration de l'approche BIM de modélisation des données du bâtiment à l'enseignement universitaire : cas d'une école d'ingénierie. *RITPU* **2017**, 14 (2), 5. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2017-v14n2-01>.
- ✓ Forgues, E.-C. ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE UNIVERSITÉ DU QUÉBEC.
- ✓ Hochscheid, E. Diffusion, adoption et implémentation du BIM dans les agences d'architecture en France.
- ✓ Mahmoud, B. B. Analyse du potentiel du BIM en construction préfabriquée et élaboration d'un cadre d'implantation.
- ✓ *BIM*. Groupe Canam. <https://www.canam.com/modelisation-donnees-batiment-bim/> (accessed 2024-07-29).
- ✓ *Définition du BIM (Building Information Modeling)*. Plaques de plâtre techniques pour la construction et rénovation - Siniat France. <https://www.siniat.fr/fr-fr/services-et-outils/bim/definition-bim/> (accessed 2024-07-29).
- ✓ *BIM – avantages et tendances*. MagiCAD Group. <https://www.magicad.com/fr/bim/bim-avantages-et-tendances/> (accessed 2024-07-29).

ANNEXE

Annexe 1: Profil en LongIV
Annexe 2 : Profil en travers..... V
Annexe 3: Usage du B4VIX
Annexe 4 : Arbre d'enchaînement des usages XV

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHEES PHASE 2

Annexe 1: Profil en Long



REPUBLIQUE DU BENIN 	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DES INFRASTRUCTURES ET DES TRANSPORTS (MIT) Avenue de la Marina 01 B.P. 351 Cotonou / BENIN Tel: (022729) 21 31 63 48 21 31 63 07	MISSION DE CONTRÔLE Groupement Louis Berger International 	CONTRÔLE TECHNIQUE	ENTREPRISE AGENCE DU BENIN	Approuvé par : J.-M. PEJOAN Vênté par : H.A. Moussa Préparé par : H.A. Moussa	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>F</td><td>07/09/2023</td><td>0A7 PTT et Ajout 0A7 et 0A8</td></tr> <tr><td>E</td><td>16/11/2022</td><td>Changement de structure de l'opération</td></tr> <tr><td>D</td><td>19/09/2022</td><td>Insertion des recharges suivant N° 1234</td></tr> <tr><td>C</td><td>27/07/2022</td><td>Suivant courriel SERAT du 21/04/2022</td></tr> <tr><td>R</td><td>12/11/2021</td><td>Suivant observations NT63</td></tr> <tr><td>A</td><td>22/05/2021</td><td>Edition Initiale</td></tr> <tr><td>REV</td><td>DATE</td><td>DETAILS DES MODIFICATIONS</td></tr> </table>	F	07/09/2023	0A7 PTT et Ajout 0A7 et 0A8	E	16/11/2022	Changement de structure de l'opération	D	19/09/2022	Insertion des recharges suivant N° 1234	C	27/07/2022	Suivant courriel SERAT du 21/04/2022	R	12/11/2021	Suivant observations NT63	A	22/05/2021	Edition Initiale	REV	DATE	DETAILS DES MODIFICATIONS	TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE DES PECHEES (PHASE II) ET AMENAGEMENTS CONNEXES (ROUTE DE L'ESCLAVE) ET CORNICHE EST DE COTONOU (2,262KM) N° DU MARCHE: 0525 / MEF / MIT / DANCMP / SP du 06 / 04 / 2020 ROUTE DES PECHEES : AVLEKETE - PORT DU NON RETOUR VUE EN PLAN ET PROFIL EN LONG	ECHELLE : 1/2000 Page 3 / 20 FORMAT : A3 N° Ref.: TRDP / CH 24 PLA 003_F
F	07/09/2023	0A7 PTT et Ajout 0A7 et 0A8																											
E	16/11/2022	Changement de structure de l'opération																											
D	19/09/2022	Insertion des recharges suivant N° 1234																											
C	27/07/2022	Suivant courriel SERAT du 21/04/2022																											
R	12/11/2021	Suivant observations NT63																											
A	22/05/2021	Edition Initiale																											
REV	DATE	DETAILS DES MODIFICATIONS																											

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

Annexe 2 : Profil en travers

Profil en travers	
Nombre de chaussé	01
Nombre de voies	02
Largeur de voie	4,5m
Structure	
Couche de roulement (BBSG3)	10 cm
Couche de base (Grave bitume 4)	20 cm
Couche de fondation (GNT_0_315)	60 cm
Couche de forme (Sable silteux)	50 cm
PST (Sable de mer)	-

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHEES PHASE 2

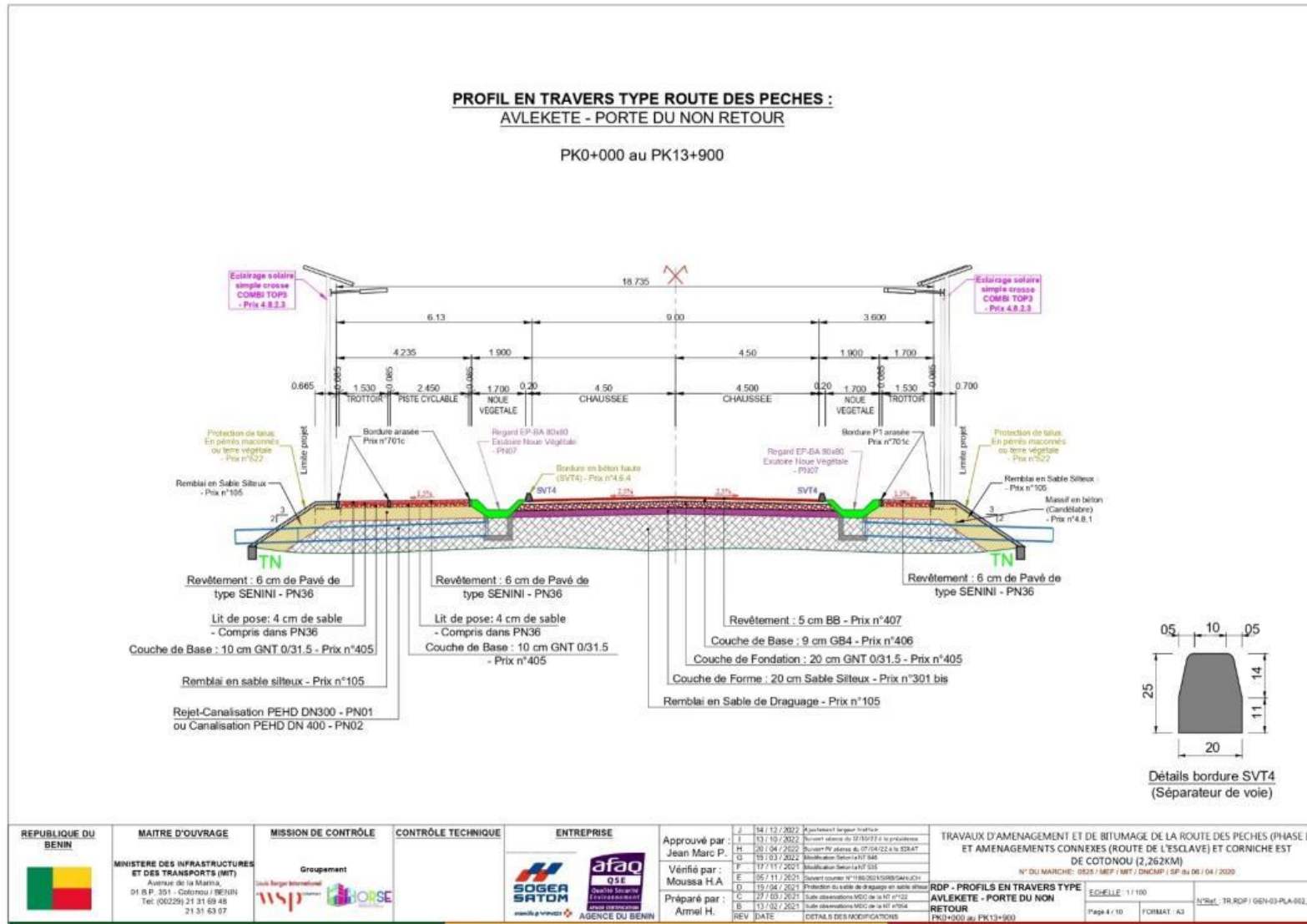


Figure 9: Profil en travers types routes des pêches

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHEES PHASE 2

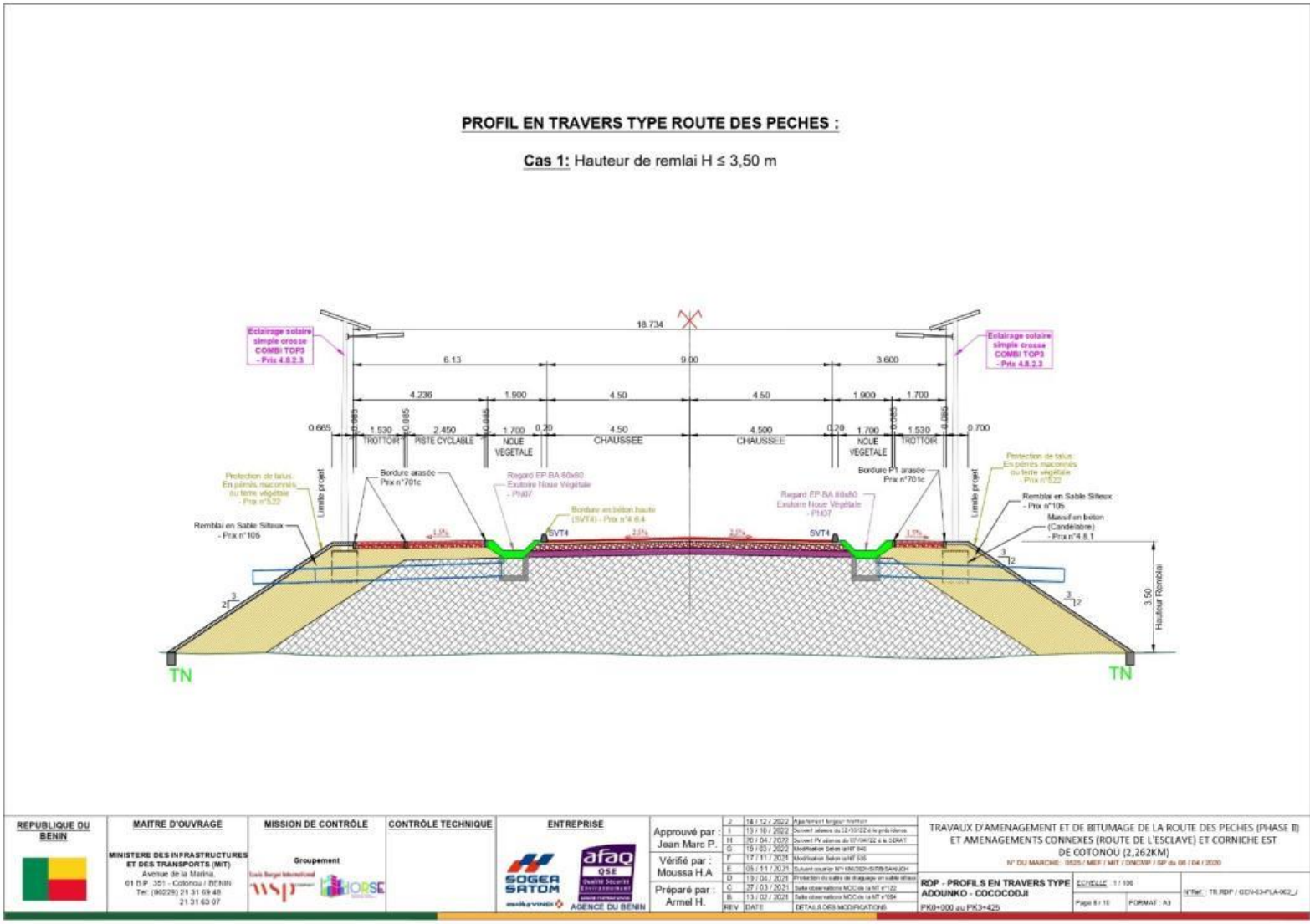


Figure 10 : Profil en travers types routes des pêches

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

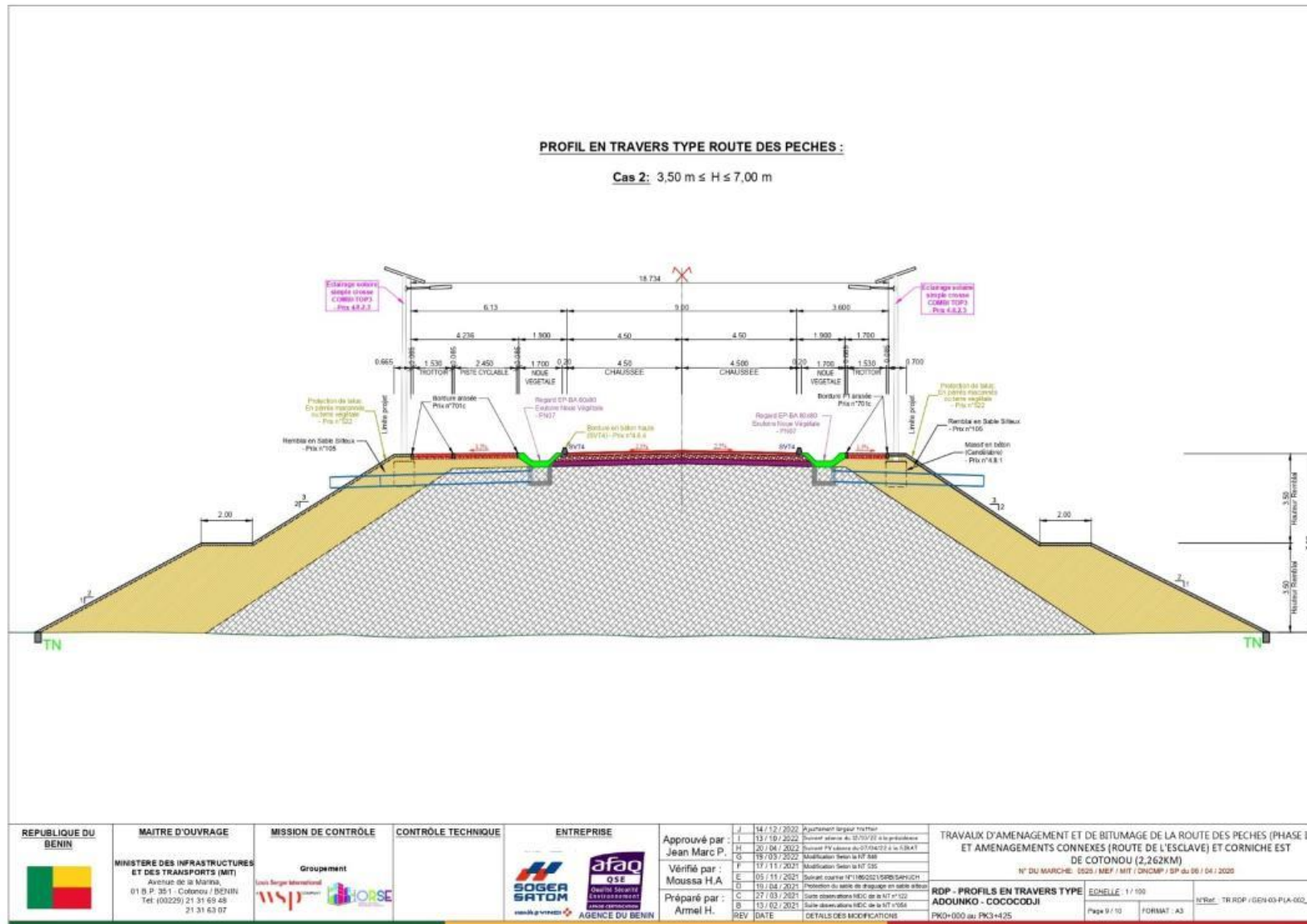


Figure 11 : Profil en travers type route des pêches

Annexe 3: Usage du B4V

Listes des usages BIM du référentiel BIM FOR VALUE

Phase de programmation

Usage 1 : Définition et vérification du programme

Usage 2 : Analyse de site-données d'entrées numérisées du site

Usage 3A : Modélisation du site-données existantes

Phase de conception

Usage 4 : Communication

Usage 5A : Revue de projet

Usage 6A : Production des livrables

Usage 7 : Etude analytiques

Usage 9 : Extraction des quantités et des valeurs significatives

Usage 10A : Gestion des conflits

Usage 19 : Contrôle de conformité aux exigences règlementaires

Usage 20A : Modélisation de conception

Usage 21 : Modélisation de conception

Usage 22 : Passation des marches

Phase de construction

Usage 3B : Modélisation de site-données de l'existant

Usage 5B : Revue de projet DCE vers exécution

Usage 5C : Revue et projet en phase conception

Usage 6B : Production des livrables

Usage 8 : Planification 4D- Visualisation de l'avancement

Usage 10B : Gestion des confits

Usage 11 : Organisation et coordination TCE

Usage 13 : Support logistique

Usage 14A : Analyse des performances de l'ouvrage-réception IN SITU-Exploitation

Usage 16 : Consolidation du DOE et du DIUO

Usage 20B : Modélisation de conception en phase construction

Usage 23 : Modélisation de la construction de l'ouvrage

Usage 24 : Sécurité chantier

Usage 25 : Traitement des modifications par rapport au contrat de travaux

Exploitation-Maintenance

Usage 4 : Communication

Usage 14B : S'assurer des performances de l'ouvrages

Usage 17 : Construction de l'environnement BIM GEM

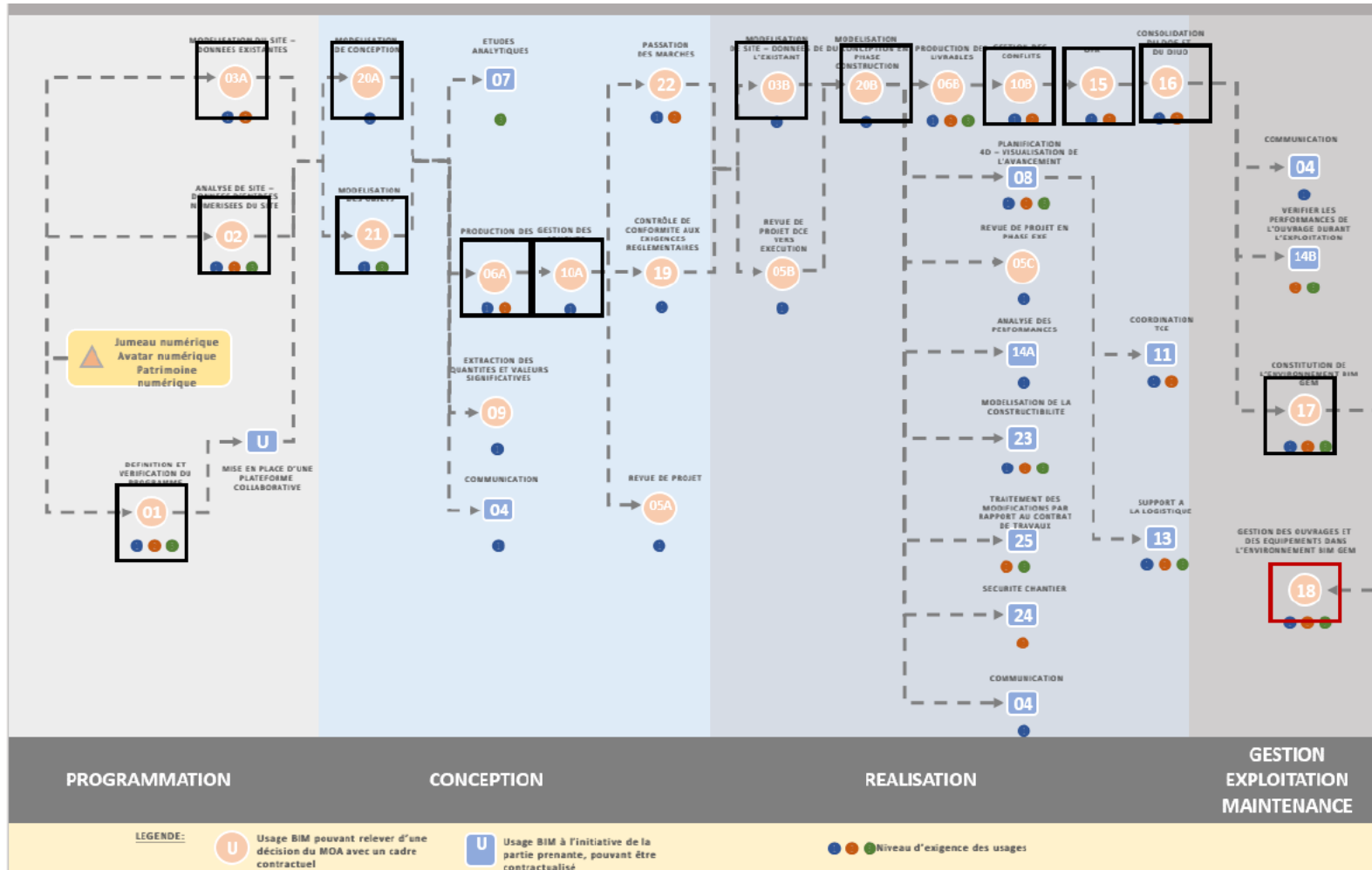
Usage 18 : Gestion des ouvrages et équipements dans l'environnement BIM GEM

**APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE
LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2**

Usage 26 : Construction de l'environnement BIM GEM pour un ouvrage existant (qui n'aurait pas été objet d'une démarche BIM auparavant)

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHEES PHASE 2

Annexe 4 : Arbre d'enchaînement des usages



2

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

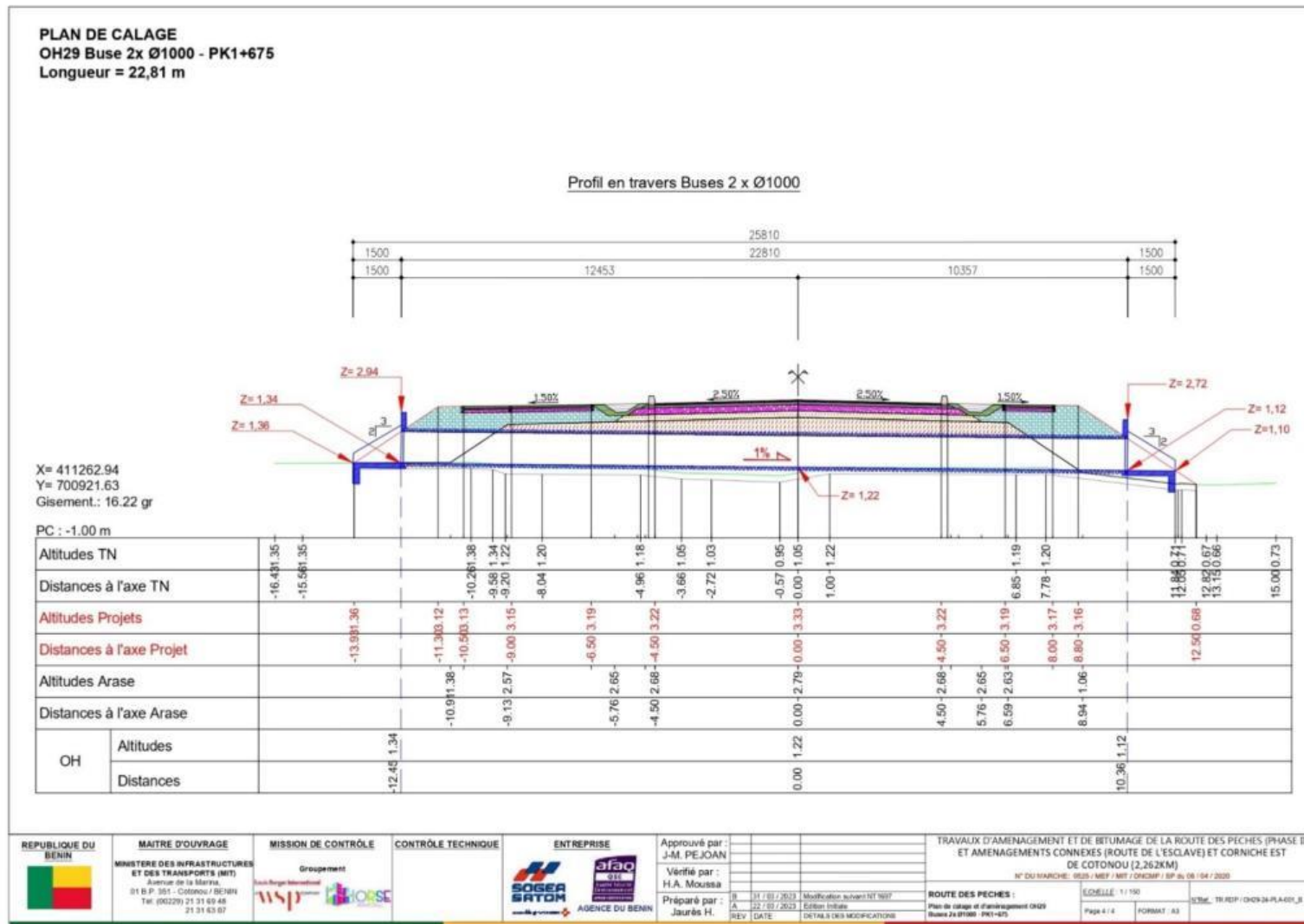


Figure 13 : Profil en travers Buses

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHES PHASE 2

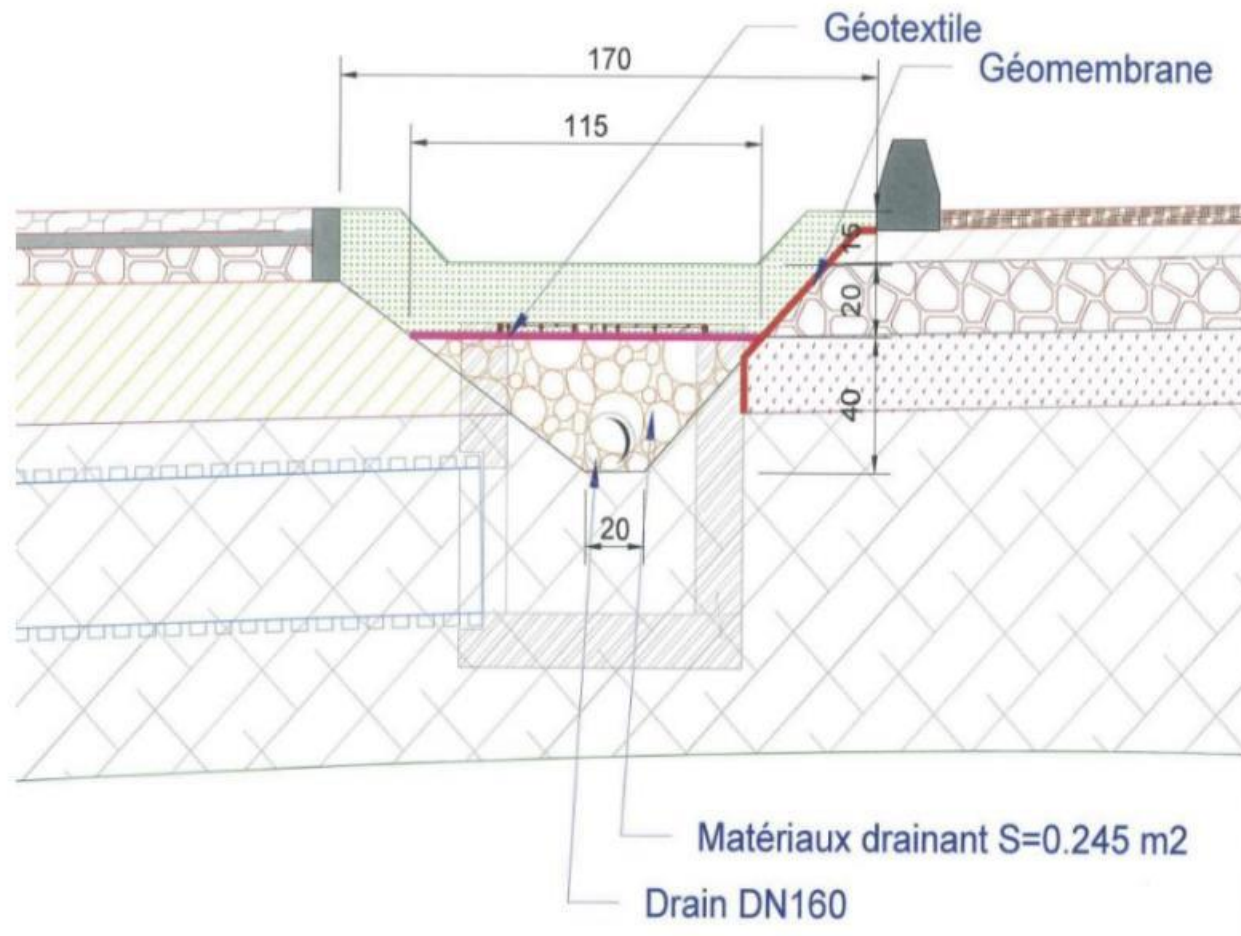


Figure 14 : Vue en plan de la noue végétale

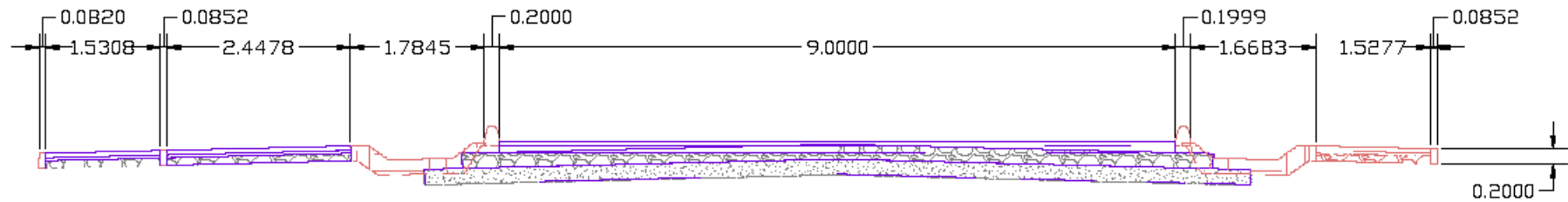
APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PECHEES PHASE 2



Figure 15 : Coupe de la noue végétale

APPLICATION DU BIM A UN PROJET ROUTIER POUR UNE MEILLEUR GESTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX : CAS DE LA ROUTE DES PÊCHES PHASE 2

COUPE 2 :
Ech: 1/50



REPUBLIQUE DU BENIN MINISTÈRE DES INFRASTRUCTURES ET DES TRANSPORTS DIRECTION GÉNÉRALE DES INFRASTRUCTURES		
TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT ET DE RETENUE DE LA ROUTE DES PÊCHES (PHASE 2) ET AMÉNAGEMENTS CONNEXES (ROUTE DE L'ESCLAVI) ET CORNICHE EST DE COTONOU (L24324M)		
VISA D'APPROBATION		
EXÉCUTION:		
ROUTE DES PÊCHES: AVLEKETE - PORTE DU NON-RETOUR VI (E N) (A) (P) (00) - (P) (00)		
NO. PROJET:	TRJZPVD-E4-PLA-013_LC	NO. PLAN:
DATE:	18/05/2024	ÉCHELLE:
A:	A. B.	A. B.
B:	B. C.	B. C.
C:	C. D.	C. D.
D:	D. E.	D. E.
E:	E. F.	E. F.
F:	F. G.	F. G.
G:	G. H.	G. H.
H:	H. I.	H. I.
I:	I. J.	I. J.
J:	J. K.	J. K.
K:	K. L.	K. L.
L:	L. M.	L. M.
M:	M. N.	M. N.
N:	N. O.	N. O.
O:	O. P.	O. P.
P:	P. Q.	P. Q.
Q:	Q. R.	Q. R.
R:	R. S.	R. S.
S:	S. T.	S. T.
T:	T. U.	T. U.
U:	U. V.	U. V.
V:	V. W.	V. W.
W:	W. X.	W. X.
X:	X. Y.	X. Y.
Y:	Y. Z.	Y. Z.
Z:	Z. A.	Z. A.