
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عمار تلدجي بالأغواط

Université Amar Telidji Laghouat

كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

قسم الهندسة المدنية

Département de génie civil



Mémoire de Master en Sciences et techniques topographiques

Présenté par :

BENKHOLIF Noudjem

THÈME

*Système d'aide au pilotage des projets de travaux publics
(Application au projet de réalisation de l'Autoroute 4^{ème} Rocade)*

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

| | | |
|---------------------|---------------------|-----------|
| Mr. CHADLI Kadri | Maitre-Assistant- A | Président |
| Mr. DJABALLAH Ahmed | Maitre-Assistant- A | Examineur |
| Mr. NAFTI Redouane | Maitre-Assistant- A | Encadreur |

UAT, Laghouat : 2017

DÉDICACE

À Tous ...

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je tiens à remercier chaleureusement les personnes qui nous ont permis de mener à bien ce travail, techniquement et moralement. Elles sont nombreuses, et nous nous excusons auprès de ceux qui ne se retrouveront pas dans cette liste :

- Monsieur Mr. NAFTI Redouane, Maitre-Assistant à l'Université de Laghouat, de m'avoir fait confiance, et pour m'avoir orienté et encouragé durant mon projet de fin d'étude. je le remercie pour la bienveillance, la compétence et l'aide précieuse avec laquelle, il m'a encadré.

- Tout le personnel de la société CONDOTTE D'ACQUA, surtout Mr. D'Alessandro Giovanni, Mr SCACCIAFRATTE Matteo et Mr. HERICHE Kamel.

J'adresse aussi mes remerciements aux membres de jury qui ont bien voulu analyser et évaluer ce modeste travail et apporter leurs critiques.

RÉSUMÉ

La réussite d'un projet des travaux publics repose sur la satisfaction des trois conditions suivantes :

1. Maitrise des délais
2. Maitrise des coûts
3. Maitrise de la qualité et le respect des référentiels du projet

Ces trois conditions nécessitent la mise en place d'un suivi doté des outils et méthodes qui permettent de recueillir l'information sur l'avancement du projet, l'analyse des écarts, les tendances ainsi que de diffuser l'information à tous les intervenants.

Le grand défi, dans le suivi de projet, n'est pas de collecter le maximum d'informations dont la majorité est inutile, trop de rapports sont établis aux différentes étapes de projet, mais ils ne peuvent – dans la plus part des cas - être lus, ce qui donne lieu à la surcharge d'informations, cette dernière détourne les décideurs des vrais problèmes, parce que c'est impossible de corriger ou améliorer ce qui n'est pas clairement identifié, face à cette situation les décideurs finissent par prendre des actions indésirables au lieu de garder l'équipes du projet dans la bonne voie pour mener à bien la réussite du projet, de tout ce qui s'est passé, le grand de défi est de fournir la bonne information à la bonne personne au bon moment.

La conception d'un système d'information géographique avec tous ses composants tels que la base de données et les supports cartographiques, donne des solutions efficaces pour le bon pilotage du chantier, car sur une présentation cartographique fidèle, on peut identifier clairement les problèmes, le planning et les objectifs en temps réel, ce qui peut servir comme un bon tableau de bord pour le chef de projet, et un bon moyen de communication pour tous les intervenants sur chantier.

Face à ces problème, Un système d'aide au pilotage des projets revête une importance primordiale, parmi les objectifs de ce système :

- la gestion des travaux au fur et à mesure de leur exécution
- la création de rapports d'avancement des travaux
- la localisation et les recherches dynamiques dans l'espace géographique

Ce système est appliqué sur un projet de réalisation de l'autoroute de la 4^{ème} Rocad reliant KHEMISS MELIANA et Berrouaghia.

Mots clé : Gestion de projet, structuration des projet, SIG.

ملخص

يستند نجاح مشروع الاشغال العمومية على استيفاء الشروط الثلاثة الآتية:

- احترام اجال التسليم
- التحكم في التكاليف
- تحقيق الجودة والامتثال لميثاق المشروع

تتطلب هذه الشروط استخدام آليات متابعة معززة بأدوات وأساليب تسمح بجمع معلومات عن سير العمل في المشروع, تحليل الفجوات والتخطيط وكذلك نشر المعلومات على جميع المتعاملين

التحدي الكبير في متابعة المشاريع لا يكمن في جمع اكبر عدد من المعلومات التي أغلبها بغير فائدة, كثير من التقارير تحرر في مختلف مراحل المشروع مبهمة في اغلب الاحيان, ما يترتب عنه خلط وتناقض في المعلومات, هذا التناقض يحيد بأصحاب القرار عن إدراك المشاكل الحقيقية, لأنه من المستحيل تصحيح أو تحسين ما لا يمكن تحديده بوضوح, أمام هاته الوضعية اصحاب القرار يخلصون الى اخذ قرارات غير مرغوب فيها, في حين أنه يجب أن نبقي ورشات المشروع في الطريق الصحيح لأجل نجاح المشروع.

تصميم نظام المعلومات الجغرافية بكل مكوناته (قواعد البيانات والخرائط) يمنح حولا فعالة لمتابعة فعالة للورشة, فإنه من السهل تحديد الصعوبات والتخطيط ومعرفة الأهداف في الوقت المناسب إذا كانت كل هاته الأشياء ممثلة على خريطة نموذجية, هذا ما يمكن أن يعمل كجدول تحكم لمدير المشروع ووسيلة جيدة للاتصال للمتعاملين في الورشة.

مما سبق يمكن اعتبار نظام المساعدة التوجيهية للمشاريع جدير بأهمية اساسيه, من بين اهداف هذا النظام:

- تسيير الاشغال في جميع مراحلها
- تحرير تقارير تقدم المشاريع
- تحديد المكان والبحث الديناميكي في الفضاء الجغرافي

يتم تطبيق هذا النظام على مشروع تصميم الطريق الاجتبابي الرابع الرابط بين خميس مليانة والبرواقية.

كلمات: إدارة المشاريع، هيكلية المشاريع، نظام المعلومات الجغرافية.

ABSTRACT

The success of a public works project depends on satisfying the following three conditions :

1. Mastery of the foreshore
2. Mastery of costs
3. Mastery of the quality and compliance of the project references.

These three conditions require follow-up with the tools and methods to gather information on project progress, gap analysis, trends and to disseminate information to all stakeholders .

The biggest challenge in project monitoring is not to collect as much information as most of it is unnecessary, too many reports are drawn up at the various stages of the project, but they cannot - in most cases - be read, resulting in information overload, the latter diverts decision-makers from the real problems because it is impossible to correct or improve what is not clearly identified. Take unwanted actions instead of keeping the project teams on track to carry out the project's success, from all that happened, the big challenge is to provide the right information to the right person at good time.

The design of a geographical information system with all its components such as the database and the cartographic supports, gives effective solutions for the good management of the site, because on a faithful cartographic presentation, one can identify clearly the problems, schedule and objectives in real time, which can serve as a good dashboard for the project manager, and a good means of communication for all stakeholders on site.

Facing these problems, a system of help to the project management is of primary importance, among the objectives of this system :

- Works management progressively with their execution;
- The creation of progress reports;
- localization and dynamics research in geographical space

This system is applied to a highway construction project of the 4th Rodeo connecting Khemiss MELIANA and Berrouaghia.

Keywords : Project management, project structuring, GIS.

Table des matières

| | |
|---|-------------|
| <i>Remerciements</i> | I |
| <i>Résumé</i> | II |
| <i>Table des matières</i> | V |
| <i>Liste des figures</i> | IX |
| <i>Listes des Tableaux</i> | IX |
| <i>Sigles & Abréviations</i> | XI |
| <i>Introduction</i> | XIII |

PARTIE I : NOTIONS ET ÉLÉMENTS DE PROJET

| | |
|---|---|
| CHAPITRE I : ÉLÉMENTS DE GESTION DE PROJETS..... | 2 |
| I.1. DÉFINITION DE PROJET | 2 |
| I.2. DÉFINITION DE GESTION DE PROJETS..... | 2 |
| I.3. OBJECTIF DE LA GESTION DE PROJET | 2 |
| I.4. CYCLE DE VIE DE PROJET | 3 |
| I.4.1. Phase préparatoire | 3 |
| I.4.2. Phase de réalisation | 3 |
| I.4.3. Phase de fin de projet | 3 |
| I.5. LE TRIANGLE DE LA TRIPLE CONTRAINTE..... | 3 |
| I.5.1. Contraintes du Délai | 4 |
| I.5.2. Contraintes de Coûts..... | 4 |
| I.5.3. Contraintes de Qualité | 4 |
| CHAPITRE II : ORGANISATION DES PROJETS | 5 |
| II.1. L'ORGANISATION D'UN PROJET DE CONSTRUCTION ET LES ACTEURS | 5 |
| II.2. LES STRUCTURES ORGANISATIONNELLES | 6 |

| | |
|---|----|
| II.2.1. L'organisation fonctionnelle..... | 6 |
| II.2.2. L'organisation matricielle faible | 7 |
| II.2.3. L'organisation matricielle équilibrée..... | 7 |
| II.2.4. L'organisation par projet | 8 |
| II.2.5. L'organisation matricielle forte..... | 9 |
| II.3. GROUPE DE PROCESSUS DANS LA GESTION DE PROJET | 9 |
| II.3.1. Domaine de gestion de projets..... | 11 |

PARTIE II : APPROCHE & SOLUTION

| | |
|---|----|
| CHAPITRE III : STRUCTURATION DE PROJET..... | 14 |
| III.1. Définition..... | 14 |
| III.2. DÉCOUPAGE DE PROJET | 14 |
| III.3. L'INTÉRÊT DU DÉCOUPAGE..... | 15 |
| III.3.1. WBS (Work Breakdown Structure) | 15 |
| III.3.1. GBS (Geographical Breakdown Structure)..... | 16 |
| III.3.3. PBS (Product Breakdown Structure) | 17 |
| III.3.4. OBS (Organization Breakdown Structure)..... | 17 |
| III.3.5. RBS (Resources Breakdown Structure)..... | 17 |
| III.3.6. CBS (Costing Breakdown Structure) | 17 |
| III.3.7. CWBS (Contract Work Breakdown Structure) | 18 |
| III.4. ORDONNANCEMENT DES TÂCHES..... | 18 |
| III.5. LES OUTILS DE GESTION DE PROJETS | 18 |
| III.5.1. Le réseau PERT | 18 |
| <i>III.5.1.1. Durée et marges.....</i> | 19 |
| <i>III.5.1.2. Le chemin critique</i> | 20 |
| III.5.2. Le diagramme de GANTT | 21 |
| III.5.3. GESTION DES TACHES | 23 |
| III.5.4. COMMUNIQUER AVEC L'ÉQUIPE PROJET | 23 |
| III.5.5. GESTION DES COÛTS..... | 23 |
| CHAPITRE IV : SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE | 24 |
| IV.1. INTRODUCTION..... | 24 |
| IV.2. DÉFINITION DE SYSTÈME D'INFORMATION..... | 24 |
| IV.3. LES FONCTIONS DU SYSTÈME D'INFORMATION..... | 25 |

| | |
|--|----|
| IV.4. DÉFINITION DE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG) | 26 |
| IV.5. UTILITÉS DES SIG | 27 |
| IV.6. REPRÉSENTATIONS DES DONNÉES SPATIALES..... | 27 |
| IV.6.1. Le Mode RASTER..... | 28 |
| IV.6.2. Le Mode VECTEUR..... | 28 |
| IV.7. L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE..... | 29 |
| IV.8. GESTION DES DONNÉES..... | 30 |
| IV.8.1. Les Objectifs De Gestion De l'Information | 30 |
| IV.8.2. Qualité Des Données Dans Les Bases De Données Géographiques..... | 30 |
| IV.8.3. Modélisation De l'Information Géographique En Mode VECTEUR | 31 |
| IV.9. ANALYSE SPATIALE | 32 |

PARTIE III: APPLICATION & VALIDATION

| | |
|--|----|
| CHAPITRE V : CONCEPTION D'UN SYSTÈME D'AIDE AU PILOTAGE DES PROJETS | 34 |
| V.1. INTRODUCTION | 34 |
| V.2. LIMITE DE L'ÉTUDE..... | 34 |
| V.3. CADRE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE | 34 |
| V.4. DÉCOUPAGE DU PROJET..... | 35 |
| V.4.1 Découpage des livrables | 35 |
| V.4.2 Découpage des taches..... | 36 |
| V.5. STRUCTURE GÉNÉRALE DU SYSTÈME | 36 |
| V.6. CONCEPTION DE LA BASE DE DONNÉES | 37 |
| V.6.1. Données alphanumériques..... | 38 |
| V.6.1.1. Création du dictionnaire brut..... | 38 |
| V.6.1.2. Création de la BD sous Microsoft Access..... | 38 |
| V.6.1.3. Alimentation de la base de données alphanumériques | 38 |
| V.6.2 Données géographiques | 39 |
| V.6.2.1 Système de projection..... | 39 |
| V.6.2.2 Collecte d'informations..... | 39 |
| V.6.2.3. Les données numériques Autocad..... | 40 |
| V.6.2.4 Vue aérienne..... | 41 |
| V.6.3. Relation entre données spatiales et alphanumériques | 41 |
| V.6.3.1. Connexion de la base de données Microsoft Access dans ArcGis..... | 42 |

| | |
|---|----|
| V.7. CONCLUSION | 43 |
| CHAPITRE VI : RÉALISATION D'UN SYSTÈME D'AIDE AU PILOTAGE DES PROJETS | 44 |
| VI.1. INTRODUCTION | 44 |
| VI.2. PLATEFORME LOGICIELLE | 44 |
| VI.2.1. Logiciel SIG ArcGis | 44 |
| VI.2.2 Logiciel DAO Autocad..... | 44 |
| VI.2.3 Logiciel SGBD Microsoft Access | 45 |
| VI.3. IMPLÉMENTATION DU SYSTÈME | 45 |
| VI.3.1. Découpage des ouvrages d'art | 45 |
| VI.3.2. Découpage des tâches..... | 45 |
| VI.3.3. Création de la base de données alphanumériques | 46 |
| VI.3.4. Création de la base de données géographiques | 46 |
| VI.4. CAS D'APPLICATION : PROJET DE RÉALISATION DE LA 4 ^{ÈME} ROCADE | 47 |
| VI.4.1. PRÉSENTATION DU PROJET | 47 |
| VI.4.1.1. <i>Descriptif du tracé</i> | 47 |
| VI.4.1.2. <i>Travaux de construction d'Ouvrages d'Art</i> | 48 |
| VI.4.1.3. <i>Effets Socio-Économiques Attendus</i> | 49 |
| VI.4.1.4. <i>Sociétés chargées de réalisation du projet</i> | 49 |
| VI.5. Application du Système SAP-PTP | 50 |
| VI.5.1. <i>Suivi l'avancement des travaux des Ouvrages d'Art</i> :..... | 50 |
| VI.5.2. <i>Suivi des travaux des équipes</i> : | 51 |
| VI.5.3. <i>Contrôle de rendements des équipes</i> | 51 |
| VI.5.4. <i>Contrôle des Non-Conformités</i> | 51 |
| VI.5.6. <i>Présentations des Rapports</i> | 51 |
| CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES | 57 |

Références Bibliographiques

XVI

Annexes

XVIII

LISTE DES FIGURES

- Figure I.1** : Triangle de la triple contrainte
- Figure II.1** : Présentation de l'organisation fonctionnelle
- Figure II.2** : Présentation de l'organisation matricielle faible
- Figure II.3** : Présentation de l'organisation matricielle équilibrée
- Figure II.4** : Présentation de l'organisation par projet
- Figure II.5** : Présentation de l'organisation matricielle forte
- Figure II.6** : Groupe de processus de gestion de projet
- Figure II.7** : Domaine de gestion de projets
- Figure III.1** : Découpage des taches de projet (WBS)
- Figure III.2** : Découpage géographique de projet (GBS)
- Figure III.3** : Découpage des produit (PBS)
- Figure III.4** : Enchaînement des taches : tâches successives
- Figure III.5** : Enchaînement des taches : tâches simultanées
- Figure III.6** : Enchaînement des taches : tâches convergentes
- Figure III.7** : Enchaînement des taches : durées et marges
- Figure III.8** : Enchaînement des taches : battement des taches
- Figure III.9** : Enchaînement des taches : Chemin critique
- Figure III.10** : Enchaînement des taches : diagramme de GANTT
- Figure IV.1** : Composants d'un SIG
- Figure IV.2** : Information géographique
- Figure IV.3** : Le Mode RASTER
- Figure IV.4** : Le Mode VECTEUR
- Figure IV.5** : Les différentes couches d'information géographique.
- Figure V.1** : Découpage des livrables (Produits)
- Figure V.2** : Schéma de la structure du système
- Figure V.3** : Schéma de cheminement de création du système
- Figure V.4** : Interface de MS Access

- Figure V.5** : Importation de fichier Autocad (*.DWG)
- Figure V.6** : Importation d'Image aérienne
- Figure V.7** : Relation entre données spatiales et alphanumériques
- Figure VI.1** : Découpage des ouvrages d'art
- Figure VI.2** : Relation des table des données sous MS Access
- Figure VI.3** : Tracé du projet de la quatrième Rcade
- Figure VI.4** : Avancement des travaux des ouvrages d'Art
- Figure VI.5** : Rapport d'Avancement des travaux – Pont 47.5
- Figure VI.6** : Travaux des équipes de Pose d'Aciers – Pont 47.5
- Figure VI.7** : Durées de Pose d'Aciers en jours– Pont 47.5
- Figure VI.8** : Non-conformités enregistrées non levées – Pont 47.5

LISTE DES TABLEAUX

Tableau IV.1 : Tableau comparatif du mode RASTER et VECTEUR

Tableau V.1 : Tableau des principale sources de l'information géographique

Tableau V.2 : Types de données géographiques

Tableau V.1 : Liste des Viaducs des Ponts

SIGLES & ABRÉVIATIONS

| | |
|-----------------|---|
| PMBOK | : Project Management Body of Knowledge |
| PMI | : Project Management Institute |
| WBS | : Work Breakdown Structure |
| GBS | : Geographical Breakdown Structure |
| PBS | : Product Breakdown Structure |
| OBS | : Organization Breakdown Structure |
| RBS | : Resources Breakdown Structure |
| CBS | : Costing Breakdown Structure |
| CWBS | : Contract Work Breakdown Structure |
| PERT | : Program Evaluation and Review Technique |
| SIG | : Système d'Informations Géographiques |
| BD | : Base de données |
| BDA | : Base de données Alphanumériques |
| BDG | : Base de données Géographiques |
| DAO | : Dessin assisté par Ordinateur |
| SGBD | : Système de Gestion de Base de données |
| OLE | : Object Linking and Embedding |
| OLEDB | : Object Linking and Embedding – DATABASE |
| GEMIA 4R | : Groupement d'entreprises mixte Italo-Algérien 4ème Rode |
| SAP-PTP | : Système d'Aide au Pilotage des Projets de Travaux Publics |

INTRODUCTION GÉNÉRALE

« Toutes les choses sont créées deux fois : une première fois mentalement, puis une seconde fois physiquement. La clé de la créativité, c'est de commencer avec la fin à l'esprit, avec une vision et un modèle du résultat désiré »
Covey

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) revêtent une importance primordiale au sein de la société et de ce fait, doivent être considérées comme un secteur stratégique contribuant dans une large mesure au développement économique et social.

Ces technologies qui permettent d'offrir des services aussi performants que diversifiés, ont largement contribué à la mondialisation de l'économie et à l'internationalisation des échanges[1].

Dans le domaine de travaux publics, Les progrès dans l'informatique et d'autres techniques d'automatisation offrent une excellente opportunité d'amélioration dans la gestion des projets de construction. Actuellement, le système de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) est largement utilisé dans l'ingénierie pour la rédaction et la conception. L'avantage associé à ce type de système est que le calcul peut être obtenu directement à partir du système de CAO, éliminant ainsi la nécessité d'effectuer un calcul manuel détaillé. Cependant, en raison des contraintes du système de CAO pour l'agrégation et la distribution de bases de données entre les attributs de localisation et de thématique [2].

Dans tout projet de construction, il existe un grand nombre de tâches et d'activités. Les chef de projet de construction ont du mal à surveiller les projets entre le site et le bureau. Ils doivent venir sur le site pour connaître le développement du travail et prendre décision. Les gestionnaires sont confus sur ce qu'il faut faire ensuite ou quels seraient les changements auxquels ils sont confrontés à l'avenir. Par conséquent, le coût impliqué est important et varie en fonction de la finition du projet.

L'approche traditionnelle pour la planification et les techniques de contrôle de progrès telles que les diagrammes GANTT et la méthode de chemin critique (CPM) sont encore utilisées par les gestionnaires de projet pour la planification, ce qui constitue un handicap sérieux pour la décision, car les aspects spatiaux ne sont pas fournis pour avoir une vision claire du projet. Nous avons besoin d'une amélioration considérable de la qualité et de l'efficacité de la programmation et des rapports de progrès pour raccourcir la durée de livraison des projets de construction. Pour atteindre cet objectif, l'intégration entre la gestion des projets de construction et le Système d'information géographique semble être l'outil efficace. De plus, dans les mégaprojets, une représentation visuelle du calendrier peut être étendue à la surveillance non seulement du processus de construction lui-même, mais aussi de toutes les activités de soutien, y compris les installations et équipements sur site[3].

L'application de SIG dans la gestion de projet de construction est nouvelle dans l'industrie de la construction Algérienne. Le SIG permettra aux gestionnaires de la construction et aux différentes personnes impliquées dans un projet ayant des antécédents différents d'obtenir l'information sur l'avancement du projet et de soutenir la «prise de décision». Cela renforcera la communication entre ces personnes.

De ce qui précède dans cette introduction générale, l'objectif de cette étude a été défini, non seulement pour fournir un produit, mais pour faire une plate-forme d'autres études dans le futur, d'une part, et prouver et démontrer l'apport du système d'informations géographiques sur la gestion des projets de construction notamment la construction des mégaprojets comme les autoroutes et les chemins de fer d'autre part.

Ce projet d'étude d'un système d'aide au pilotage des projets de travaux publics a été limité surtout sur le pilotage, il ne donne pas des techniques spécifiques et approfondies sur l'utilisation des SIG dans la gestion de projets, et cela, pour simplifier l'étude et éviter d'aller trop loin dans un sujet compliqué. En d'autres termes, cette étude peut être considérée comme une étude d'impact du SIG sur la gestion des projets de travaux publics, car elle montre l'utilité et l'efficacité de ce système au pilotage des projets.

L'étude réalisée a été appliquée sur le projet de la réalisation de l'autoroute 4^{ème} Rcade reliant KHEMISS MELIANA – Lot 1.2 de 33KM, elle vise essentiellement la création d'une plate-forme de gestion d'une base de données comprenant deux types de données : Information alphanumérique de tout le projet et Informations géographiques qui

sert à la visualisation du projet . Pour la mise en œuvre de la dite base de données nous avons envisagé les trois parties suivantes :

La première partie : est consacrée à donner les notions générales de la gestion de projet, elle comportera deux chapitres :

- Le premier chapitre fournit des notions des projet et son cycle de vie.
- Le deuxième chapitre définit l'organisation des projet, notamment dans le domaine de travaux publics.

La deuxième partie : présente la structuration des projet et leurs découpage et le problème y affèrent, puis Système d'Information Géographique comme l'outil efficace pour notre problématique, elle comportera deux chapitres comme suit :

- Le troisième chapitre traite la structuration des projet et leurs découpages organisationnels.
- Le quatrième chapitre définit le système d'information géographique, sa structures, ses utilités.

La troisième partie : est consacrée à la conception de notre solution adoptée et son application sur un projet réel, elle comportera deux chapitres comme suit :

- Le cinquième chapitre est dédié à la conception du système d'aide au pilotage de projets et ses bases de données .
- Le sixième chapitre traite la réalisation de ce système et son application sur la réalisation des ouvrages d'Art.

Système d'Aide
au Pilotage de Projet de Travaux Publics

PARTIE I : NOTIONS ET ÉLÉMENTS DE PROJET

CHAPITRE I : ÉLÉMENTS DE GESTION DE PROJETS

I.1. DÉFINITION DE PROJET

Au premier lieu, un projet est l'ensemble d'activités et d'actions entreprises afin de répondre à un besoin préalablement défini dans des délais fixés et dans la limite de l'enveloppe budgétaire allouée. Dans le domaine de travaux publics, les projets connaissent beaucoup de contraintes et modifications qui donnent lieu au changement – pour ne pas dire bouleversement – du projet, soit au niveau du respect du délai ou l'enveloppe budgétaire.

Compte tenu de ce qui précède. Il est toujours important de mettre en place tous les outils et les moyens nécessaires au bon déroulement des projets, en prenant en considération tous les facteurs qui influent directement ou indirectement dans la vie du projet de la préparation à la réception.

I.2. DÉFINITION DE GESTION DE PROJETS

La gestion de projet est un processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées, comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant des contraintes de délais, de coûts et de ressources. ». Définition de **l'Organisation Mondiale de Normalisation selon la norme ISO 10006** (version 2003)

I.3. OBJECTIF DE LA GESTION DE PROJET

La « gestion de projet » ou « conduite de projet » est le mode d'organisation garantissant que le projet réalisé répond aux attentes du client.

Ce mode de gestion assure également que le projet aboutit dans les conditions de coûts et de délais prévus lors de son initialisation, indépendamment de sa « fabrication propre ». L'objectif d'une gestion de projet consiste donc à assurer la coordination des acteurs et des tâches dans un souci d'efficacité et de rentabilité.

I.4. CYCLE DE VIE DE PROJET

Le cycle de vie d'un projet est l'enchaînement dans le temps des phases entre l'émergence du besoins et la livraison du produit, d'une façon générale, tout projet peut être découpé en trois phases :

I.4.1. Phase préparatoire

Cette phase permet de prendre conscience du projet, puis d'étudier l'objet du projet pour s'assurer que sa mise en œuvre est pertinente et qu'il entre dans la stratégie de l'entreprise. Cette phase, généralement qualifiée d'Avant-Projet, doit se conclure par la mise au point de documents formalisant le projet et indiquant les conditions organisationnelles de déroulement du projet.

I.4.2. Phase de réalisation

Il s'agit de la phase opérationnelle de création de l'ouvrage. Elle est menée par la maîtrise d'œuvre, en relation avec la maîtrise d'ouvrage. Cette phase commence par la réception du cahier des charges et se clôture par la livraison de l'ouvrage.

I.4.3. Phase de fin de projet

il s'agit de la mise en production de l'ouvrage, c'est-à-dire s'assurer que l'ouvrage est conforme aux attentes des utilisateurs et faire en sorte que son " installation " et son utilisation se déroule correctement. Dans la mesure où la maîtrise d'œuvre connaît le produit qu'elle a mis au point, il lui revient de l'installer

I.5. LE TRIANGLE DE LA TRIPLE CONTRAINTTE

Le triangle de la triple contrainte, aussi appelé triangle de la performance, est souvent utilisé pour illustrer l'interdépendance des variables d'un projet. En effet, dans un projet, les modifications apportées à l'une des variables auront irrévocablement des répercussions sur les autres ou, en d'autres termes, privilégier une contrainte se fait généralement au détriment des autres.

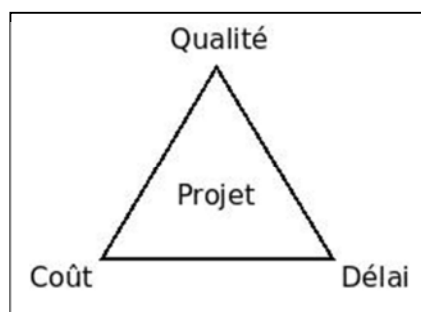


Figure I.1 : Triangle de la triple contrainte

I.5.1. Contraintes du Délai

Un projet doit être limité dans le temps. Les délais peuvent être fixés par le client qui exige que son projet voit le jour très rapidement ou ils peuvent être fixés par l'agence qui a procédé à une évaluation du temps nécessaire au développement.

I.5.2. Contraintes de Coûts

Un client est prêt à dépenser une certaine somme pour un projet donné. La valeur du projet peut éventuellement s'adapter à un certain nombre de critères, mais il y a forcément un seuil au-delà duquel il est impossible de le rentabiliser. La notion de coût englobe aussi bien les frais d'étude (en fonction du temps passé aux spécifications fonctionnelles et techniques) et de réalisation (suivant le nombre de développeurs nécessaires, le matériel mis à leur disposition, la présence d'une équipe de test et de validation, ...), que les frais d'exploitation (matériel nécessaire pour faire tourner le projet en production, salaire de l'opérateur de maintenance, ...).

I.5.3. Contraintes de Qualité

Il s'agit du soin qui est apporté à la réalisation fonctionnelle et technique du projet. Un projet de médiocre qualité remplira les besoins immédiats du client, en s'autorisant un certain nombre de raccourcis. Un projet de bonne qualité aura été spécifié pour couvrir certains besoins futurs identifiables, et offrira une ergonomie adaptée, des performances homogènes, une évolutivité étudiée, une documentation complète.

CHAPITRE II : ORGANISATION DES PROJETS

II.1. L'ORGANISATION D'UN PROJET DE CONSTRUCTION ET LES ACTEURS

Dans un projet de bâtiment ou de travaux publics, la construction est le fait d'assembler des éléments, des matériaux. Cette activité nécessite le concours de nombreux acteurs spécialisés.

Un projet est généralement conçu et mené par un Maître d'œuvre (architecte, bureau d'études), pour le compte du client, appelé Maître d'Ouvrage. Il est cependant possible, en particulier pour des travaux de grande ampleur ou complexes, de partager les tâches de maîtrise d'ouvrage ou de maîtrise d'œuvre entre plusieurs intervenants.

La construction elle-même est effectuée généralement par une ou plusieurs entreprises (on parle alors d'un "groupement d'entreprises"), responsable(s) du marché (contrat) de travaux. Cette entreprise responsable du marché, appelée souvent "entreprise générale" fait également appel à de la sous-traitance.

Les différents intervenants de la construction sont identifiés dans ce que l'on appelle les corps d'état: gros œuvre, couverture, plomberie, électricité, chauffage, etc. (pour le bâtiment), voirie, éclairage, réseaux d'eau (eau potable, tout-à-l'égout, eaux pluviales), réseaux « secs » (électricité, gaz, téléphone, fibre optique...), signalisation, etc. (pour les travaux publics).

- L'entreprise générale est le plus souvent celle qui réalise le gros-œuvre (construction de la structure) et elle sous-traite pour les autres corps d'État.
- Un projet de construction nécessite, en plus des capacités techniques, un effort important de planification, afin de respecter les délais et l'enveloppe financière fixée avec le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre, de faire cohabiter les différents corps d'État, d'être approvisionnés au bon moment, etc.
- Le maître d'œuvre, qui est souvent celui qui a participé à la conception de l'ouvrage, s'assure que l'entreprise générale respecte le projet dans les conditions du marché. Le maître d'ouvrage doit également contrôler que les travaux respectent la réglementation, notamment en matière de conditions de travail, d'environnement, de gêne des riverains...

- Les chantiers de construction sont soumis à une réglementation importante règles et normes de construction, protection des travailleurs et du public, etc.
- En particulier, le mode de passation des marchés publics est particulièrement encadré, avec un souci de permettre une concurrence libre et d'éviter une distorsion du marché (corruption, etc.).

II.2. LES STRUCTURES ORGANISATIONNELLES

La structure organisationnelle d'une organisation (association, entreprise, institution, etc) est l'ensemble de ses règles de répartition de l'autorité, des tâches, de contrôle et de coordination [Wikipédia].

Tout projet de construction est une société temporaire sur lequel, on peut appliquer la même théorie d'organisation des entreprise, un directeur de projet (appelé aussi chef de projet) est généralement désigné à la tête de cet organisme, les tâche et l'autorité de chef de projet sont définies selon structure organisationnelle de la société mère, il y a aussi à noter que par fois, plusieurs entreprise procède à se regrouper pour la réalisation du même projet, même n'empêche pas à désigner un chef de projet ou directeur du Groupement d'entreprise.

On distingue plusieurs structures organisationnelles au sein des entreprises :

- L'organisation fonctionnelle ;
- L'organisation matricielle faible ;
- L'organisation matricielle équilibrée ;
- L'organisation matricielle forte ;
- L'organisation par projet ;
- L'organisation mixte ;

II.2.1. L'organisation fonctionnelle

Cette organisation repose sur la hiérarchie, ou chaque employé à un supérieur bien identifié. Les équipes sont regroupées par spécialités (Coffrage, ferrailage, bétonnage, etc.)

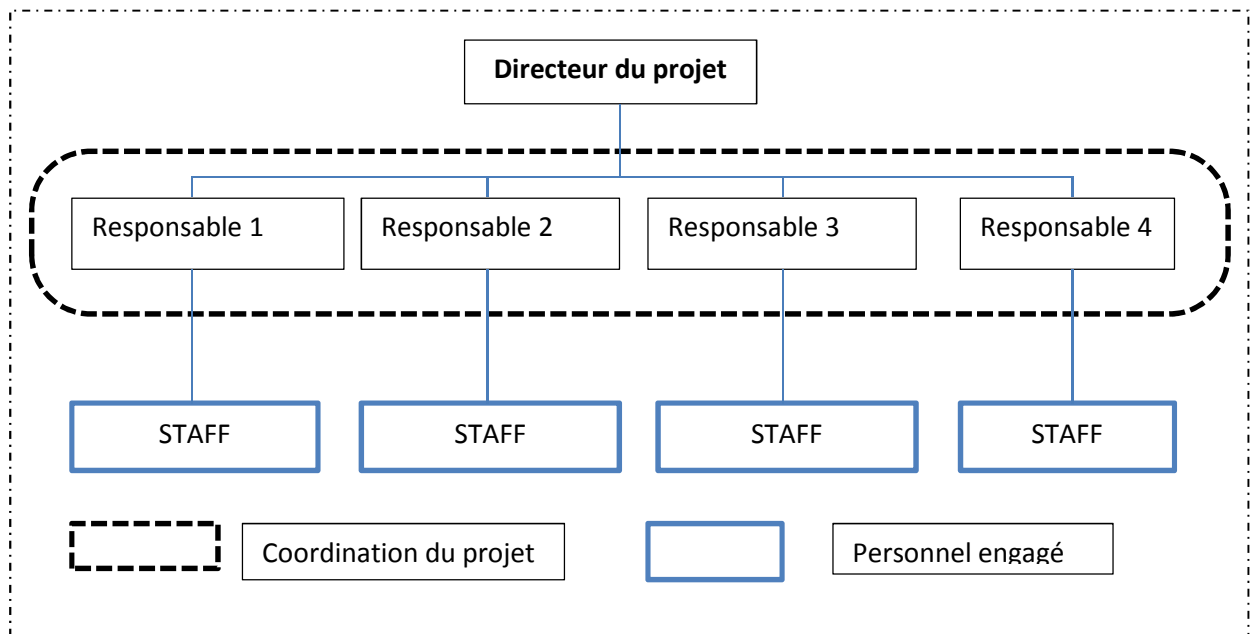


Figure II.1 : Présentation de l'organisation fonctionnelle [9]

II.2.2. L'organisation matricielle faible

Les matrices faibles conservent bien les caractéristiques des structures fonctionnelles et le rôle de chef de projet est davantage celui d'un coordinateur ou d'un facilitateur que celui d'un patron[9].

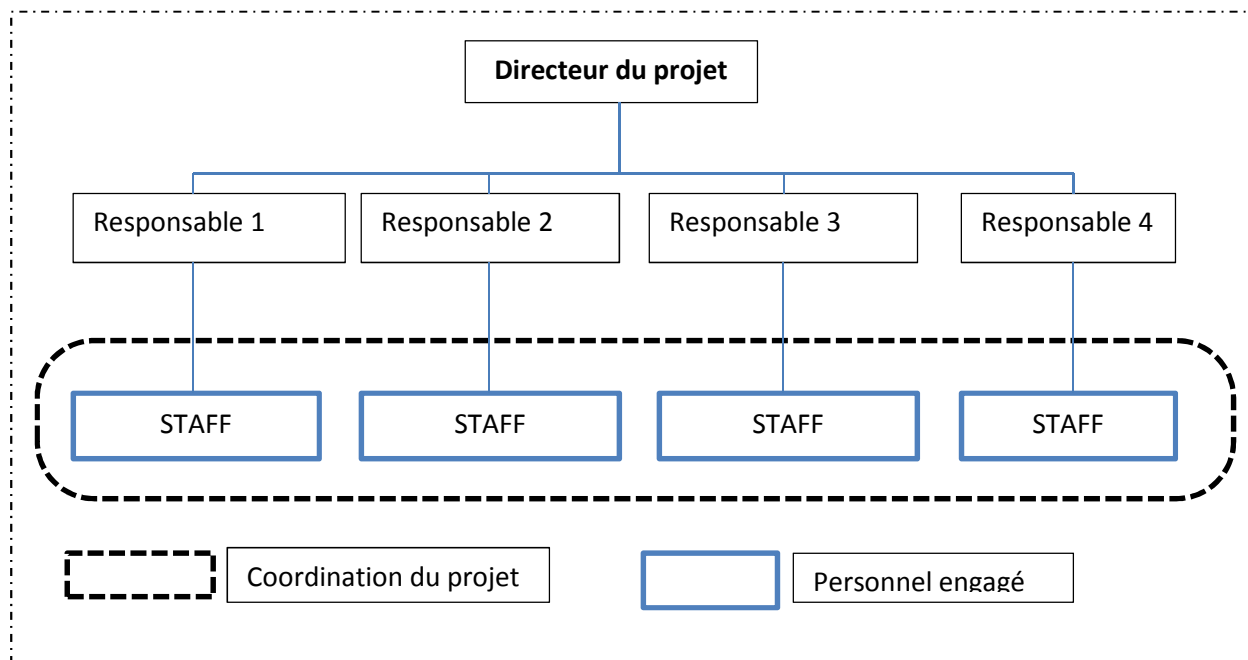


Figure II.2 : Présentation de l'organisation matricielle faible

II.2.3. L'organisation matricielle équilibrée

Dans cette structure, le chef de projet fait partie d'une équipe, il y a plus de pouvoir que dans la structure L'organisation matricielle faible[9].

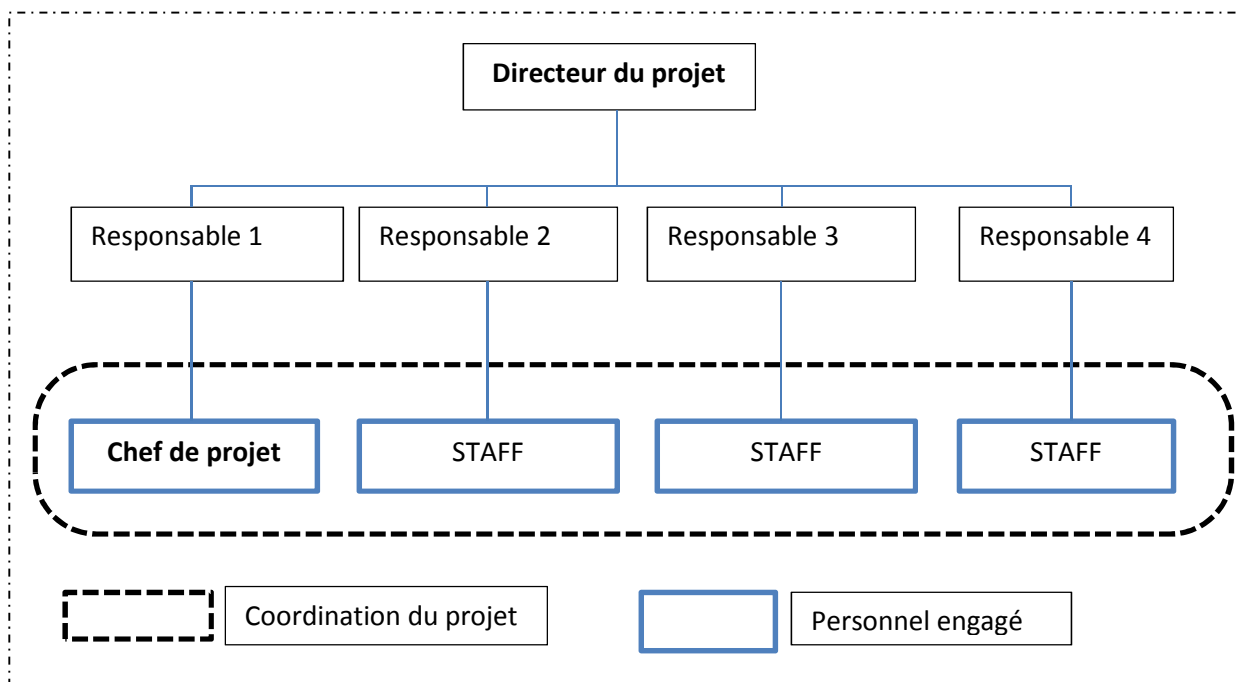


Figure II.3 : Présentation de l'organisation matricielle équilibrée

II.2.4. L'organisation par projet

Dans l'organisation par projet, les membres de l'équipe de projet sont souvent regroupés dans un même local. Une grande partie des ressources de la structure est impliquée dans les projets et les chefs des projets ont une grande marge d'indépendance et d'autorité [9].

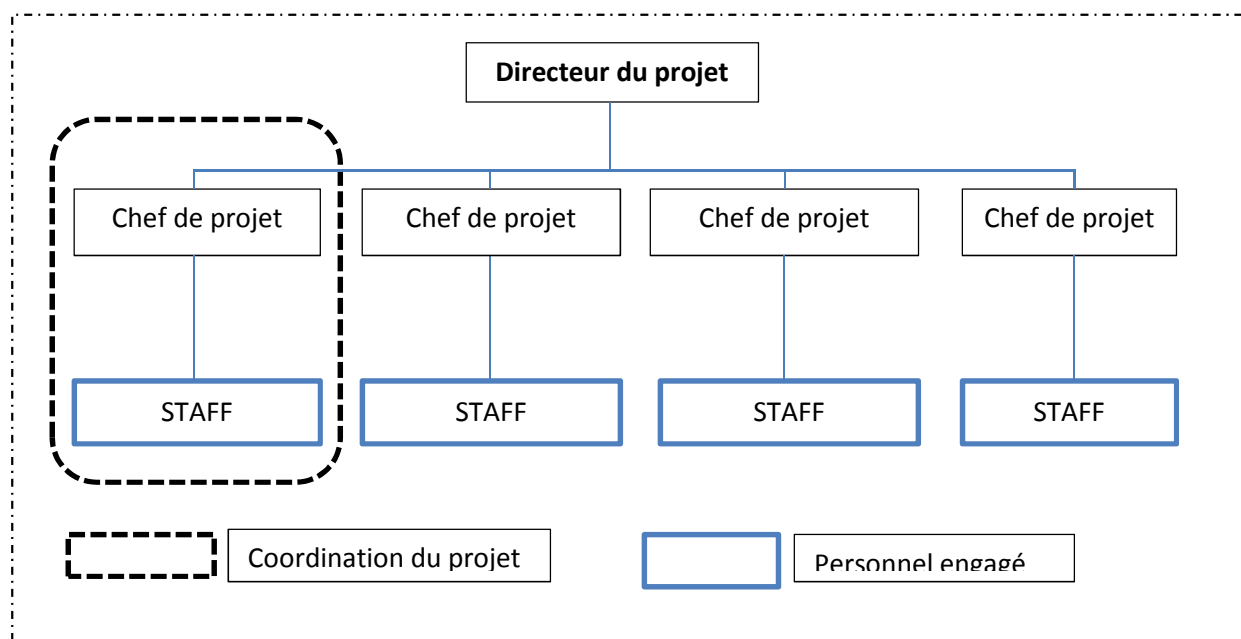


Figure II.4 : Présentation de l'organisation par projet

II.2.5. L'organisation matricielle forte

Les matrices fortes ressemblent beaucoup à l'organisation par projet avec des chefs de projet à temps plein ayant une forte autorité, et une équipe de gestion à plein-temps [9]

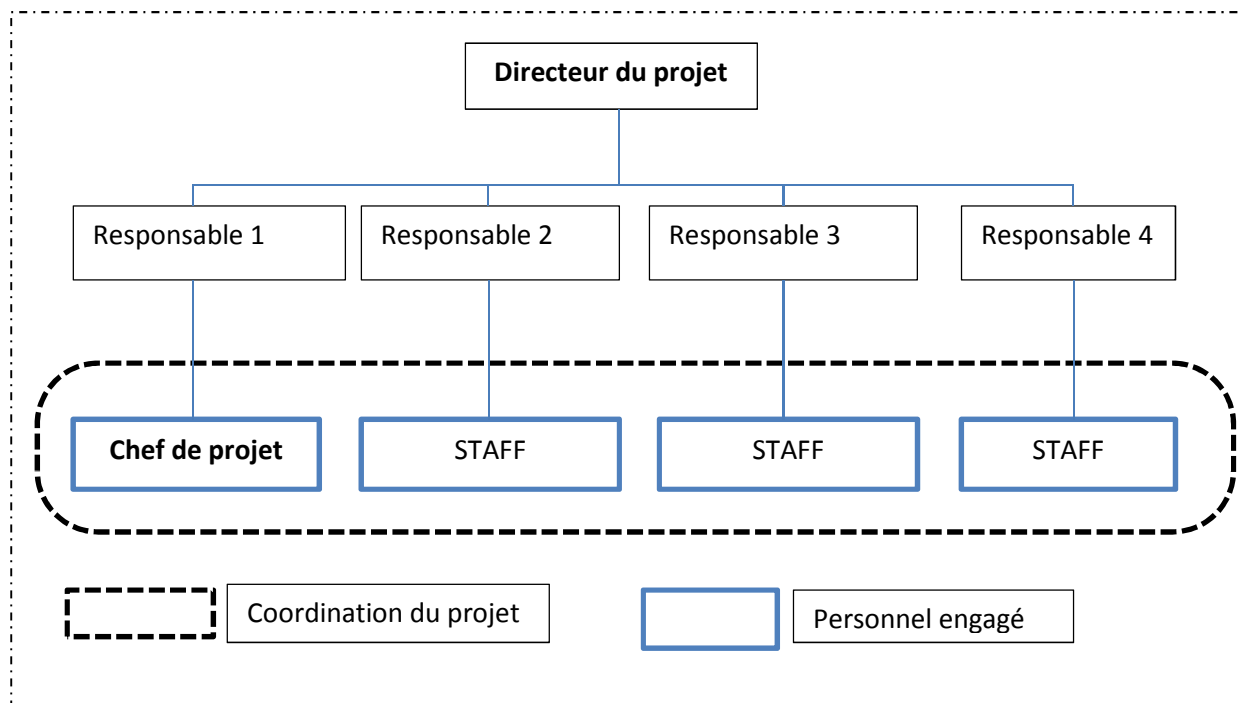


Figure II.5 : Présentation de l'organisation matricielle forte

II.3. GROUPE DE PROCESSUS DANS LA GESTION DE PROJET

Le management de projet est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités d'un projet afin d'en satisfaire les exigences. Cette application de connaissances nécessite le management efficace de processus de management de projet[10].

Un processus est un ensemble d'actions et d'activités en relation les unes avec les autres, menées à bien pour créer un ensemble prédéfini de produits, de résultats ou de services. Chaque processus est caractérisé par ses données d'entrée, les outils et les techniques applicables et les données de sortie qui en résultent. Le chef de projet doit tenir compte des actifs organisationnels et des facteurs environnementaux de l'entreprise. Ceux-ci doivent être pris en considération pour chacun des processus, même si la spécification du processus ne les mentionne pas explicitement comme des données d'entrée. Les actifs organisationnels fournissent des directives et des critères permettant d'adapter les processus de l'organisation aux besoins spécifiques du projet. Les facteurs

environnementaux de l'entreprise peuvent imposer des contraintes sur les options de management de projet.

Pour assurer le succès d'un projet, l'équipe de projet doit :

- Sélectionner les processus appropriés qui sont nécessaires pour satisfaire aux objectifs du projet ;
- Utiliser une approche définie qui puisse être adaptée pour satisfaire aux exigences ;
- Établir et entretenir une communication et un engagement appropriés avec les parties prenantes ;
- Respecter les exigences afin de satisfaire aux besoins et aux attentes des parties prenantes ; et
- Trouver un équilibre entre des contraintes concurrentes relatives au contenu, aux délais, au budget, à la qualité, aux ressources et au risque, afin de produire ou de fournir le produit, le service ou le résultat spécifié.

Selon PMBOK, la gestion de projet englobe en lui-même cinq principaux groupes de processus : Démarrage, Planification, exécution, contrôle et clôture, chaque groupe de processus intervient à une phase de cycle de vie de projet, du démarrage à la clôture, reste entendu qu'il y a des processus ou groupe de processus qui intervient sur toute la vie de projet.

La gestion de projet regroupe 9 domaines de connaissance (Métiers) : (intégration projet, périmètre, calendrier, coûts, qualité, ressources humaines, communication, risques, achats).

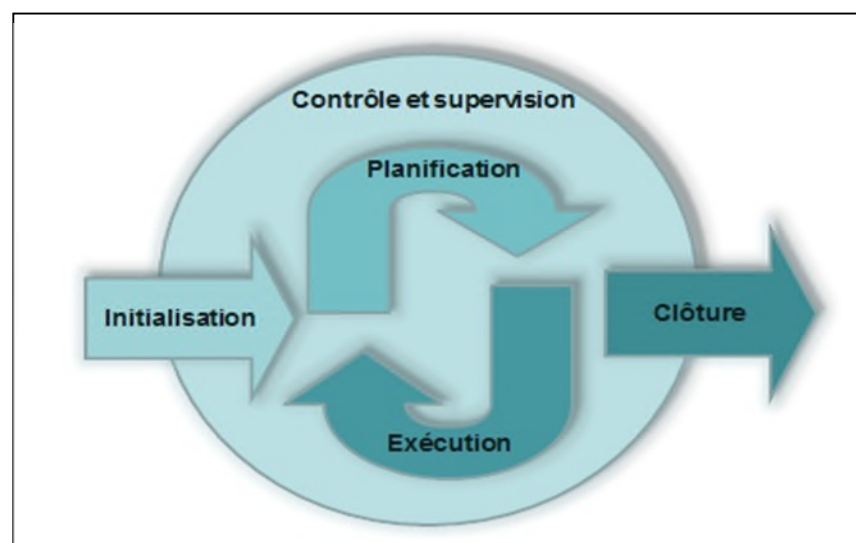


Figure II.6 : Groupe de processus de gestion de projet

II.3.1. Domaine de gestion de projets

II.3.1.1. La gestion de l'intégration projet : (Project Integration Management), domaine dont l'objectif est de s'assurer que les différents éléments nécessaires au projet sont identifiés, définis et suivis.

II.3.1.2. La gestion du périmètre : (Project Scope Management), domaine en charge de la définition et du contrôle du périmètre projet et des tâches nécessaires à son accomplissement.

II.3.1.3. La gestion du calendrier : (Project Time Management), domaine en charge de l'estimation et de la planification (calendaire) des différentes activités nécessaires au projet.

II.3.1.4. La gestion des coûts : (Project Cost Management), domaine en charge du suivi du budget projet.

II.3.1.5. La gestion de la qualité : (Project Quality Management), domaine en charge de la mise en application d'une démarche s'assurance.

II.3.1.6. La gestion des ressources humaines : (Project Human Resource Management), en charge de la définition des rôles et responsabilités de chacun.

II.3.1.7. La gestion de la communication : (Project Communication Management), en charge de la définition, exécution et contrôle de la communication entre chaque acteur pour assurer la réussite du projet.

II.3.1.8. La gestion des risques : (Project Risk Management), définissant l'approche de gestion des risques pour le projet.

II.3.1.9. La gestion des achats : (Project Procurement Management), définissant les processus à suivre pour l'achat de produits ou services.

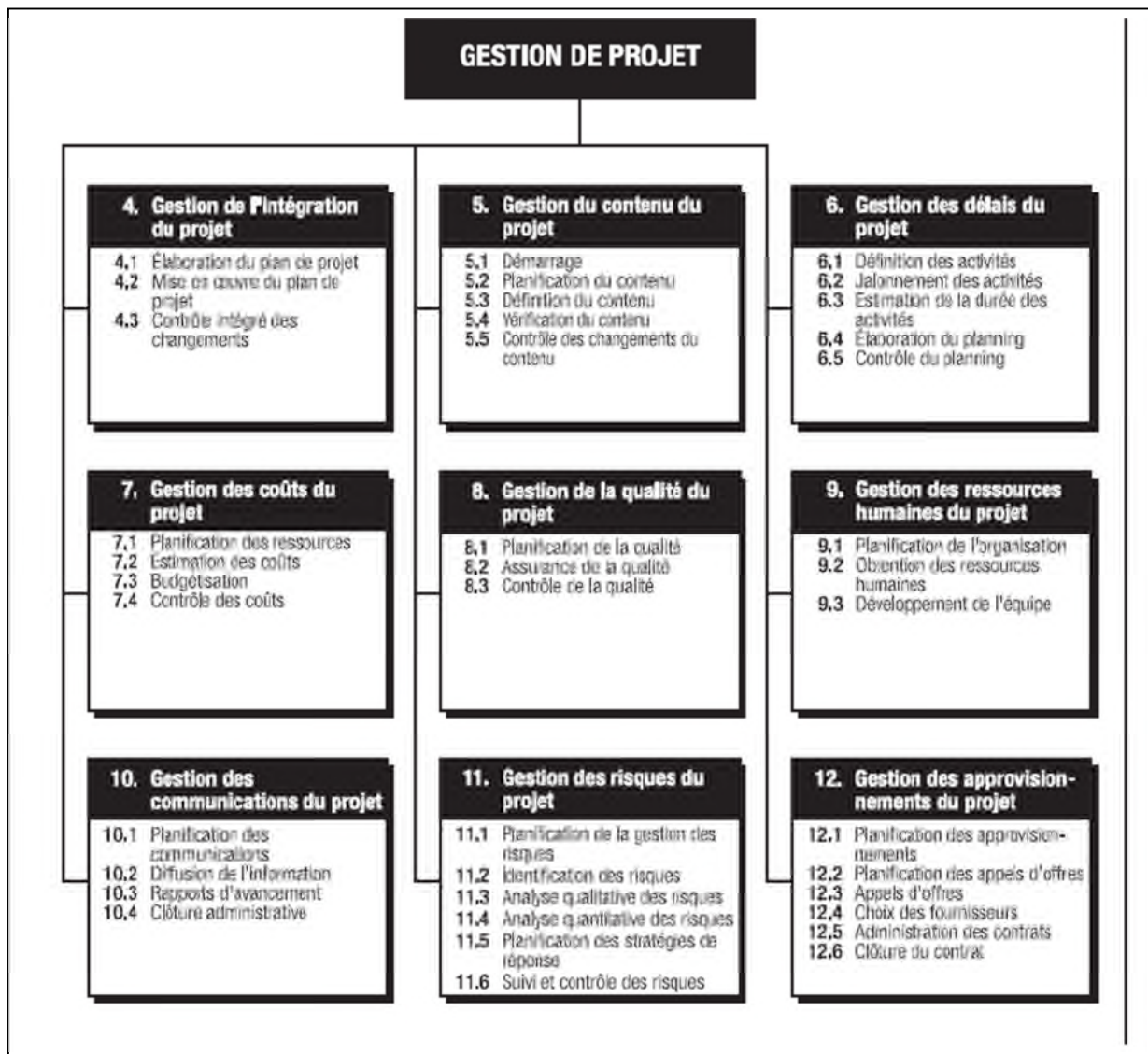


Figure II.7 : Domaine de gestion de projets [19]

Système d'Aide
au Pilotage de Projet de Travaux Publics

PARTIE II : APPROCHE & SOLUTION

CHAPITRE III : STRUCTURATION DE PROJET

III.1. Définition

La structure peut être définie comme l'ensemble des « moyens employés pour diviser le travail en tâches distinctes et pour assurer la coordination nécessaire entre ces tâches » [21]. Elle définit l'architecture interne d'une organisation et les relations entre ses divers éléments. C'est l'ensemble des dispositifs selon lesquels une entreprise (ou plus généralement une Organisation) répartit, coordonne, contrôle ses activités et, au-delà, oriente ou tente d'orienter le comportement de ses membres. Le concept de structure donne lieu à diverses interprétations [22].

III.2. DÉCOUPAGE DE PROJET

Le processus de découpage ou de segmentation du projet doit assurer sept fonctions fondamentales [9]. :

1. Il assure la cohérence coûts-délais-performances
2. Il permet d'avoir une définition exhaustive d'un projet
3. Il va constituer le squelette logique du système d'information du projet (dépenses, planning, gestion de configuration...)
4. Il permet de résumer et synthétiser des informations par niveau d'intérêt et de délégation (support de la codification)
5. Il sert de base à l'organigramme fonctionnel pour l'allocation des lots de travaux ainsi qu'à l'élaboration de la charte de responsabilité (il distribue donc précisément les responsabilités)
6. Le choix du niveau de découpage est une question de bon sens. Il faut gérer des paquets simples mais visibles, compréhensibles. L'unité élémentaire de gestion et base de la délégation de responsabilité est le lot de travaux.
7. Il ne peut y avoir de " base de données ", donc de capitalisation de l'expérience et du savoir-faire sans organigramme technique.

III.3. L'INTÉRÊT DU DÉCOUPAGE

1. Oblige le management du projet à étudier l'ensemble du projet et imaginer tous les détails du projet.
2. Aide à la mise en place du système d'information du projet.
3. Permet de définir exactement la nature de chaque tâche ou activité.
4. Permet la récapitulation des Livrables et des tâches (Élaboration des WBS)

Le découpage nécessite pour son élaboration une bonne connaissance de projets similaires et d'associer toutes personnes impliquées dans le projet.

III.3.1. WBS (Work Breakdown Structure)

Découpage hiérarchisé et arborescent de l'œuvre en éléments plus faciles à analyser et à maîtriser appelés Tâches. Il doit répondre aux questions : que doit-on faire et comment doit-on s'y prendre . Le WBS permet de construire le Programme de réalisation, le Budget, le Plan Qualité, etc.

La conception de la WBS passe par

- L'établissement d'une liste des résultats de travail (livrables) les + importants du projet
- La division (si nécessaire) de ces livrables en sous-ensembles
- Pour chaque livrable et sous-livrable, le listage des activités qui sont nécessaires à sa réalisation
- La possibilité de diviser ces activités en sous-activités

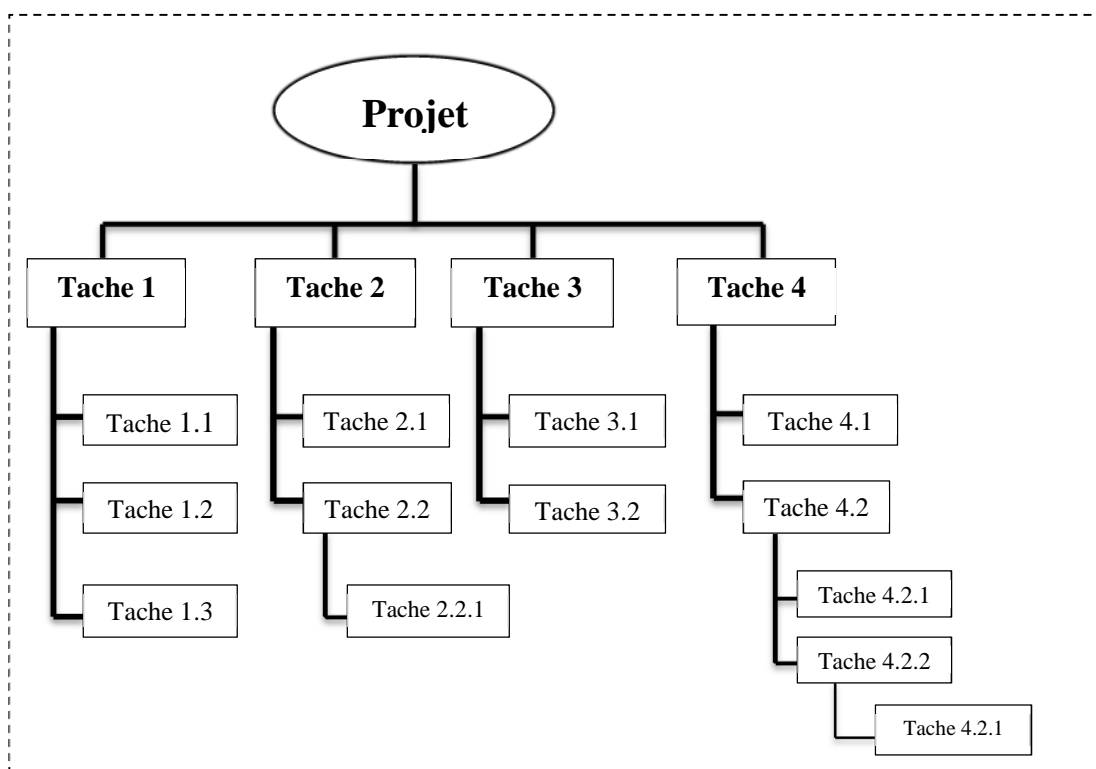


Figure III.1 : Découpage des tâches de projet (WBS) [9]

III.3.1. GBS (Geographical Breakdown Structure)

À partir des plans, le découpage géographique doit être formalisé, cette décomposition sous forme d'arborescence constitue le GBS (Geographical Breakdown Structure) ou l'organigramme des projets en zones géographiques.

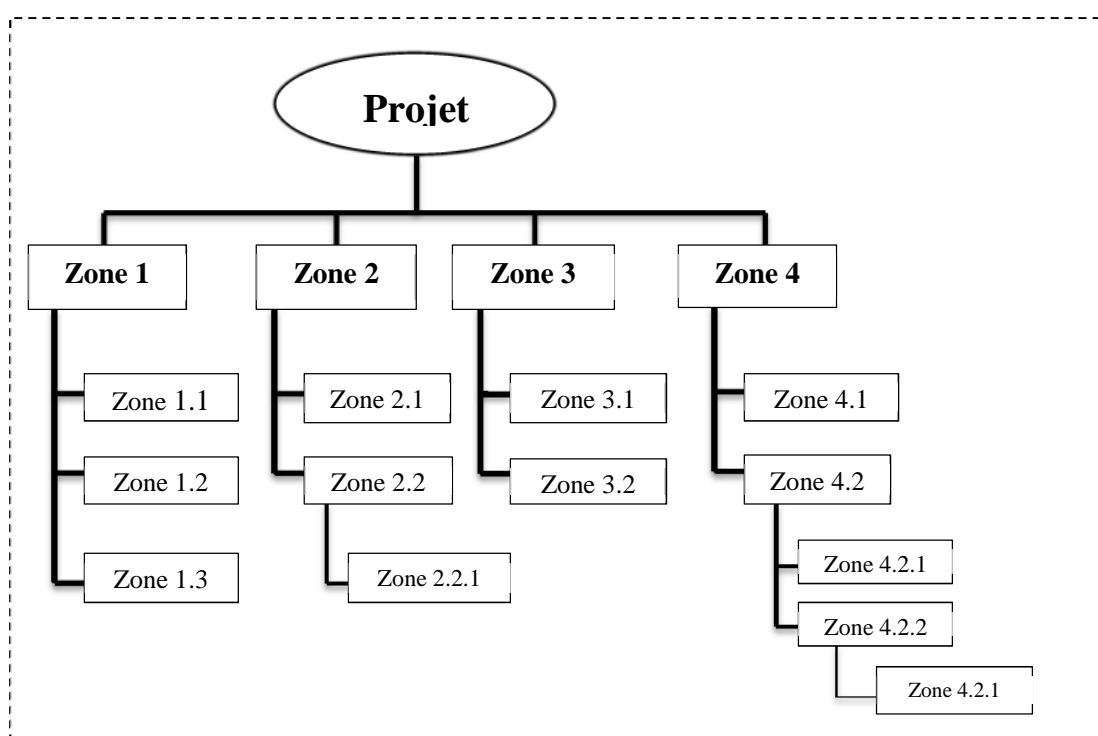


Figure III.2 : Découpage géographique de projet (GBS) [9]

III.3.3. PBS (Product Breakdown Structure)

Le PBS est la déclinaison du projet en une arborescence de produits. Il s'agit de décomposer le projet en produits cohérents du point de vue technologique (techniques et métier), géographique (localisation) et temporel (dates de réalisation).

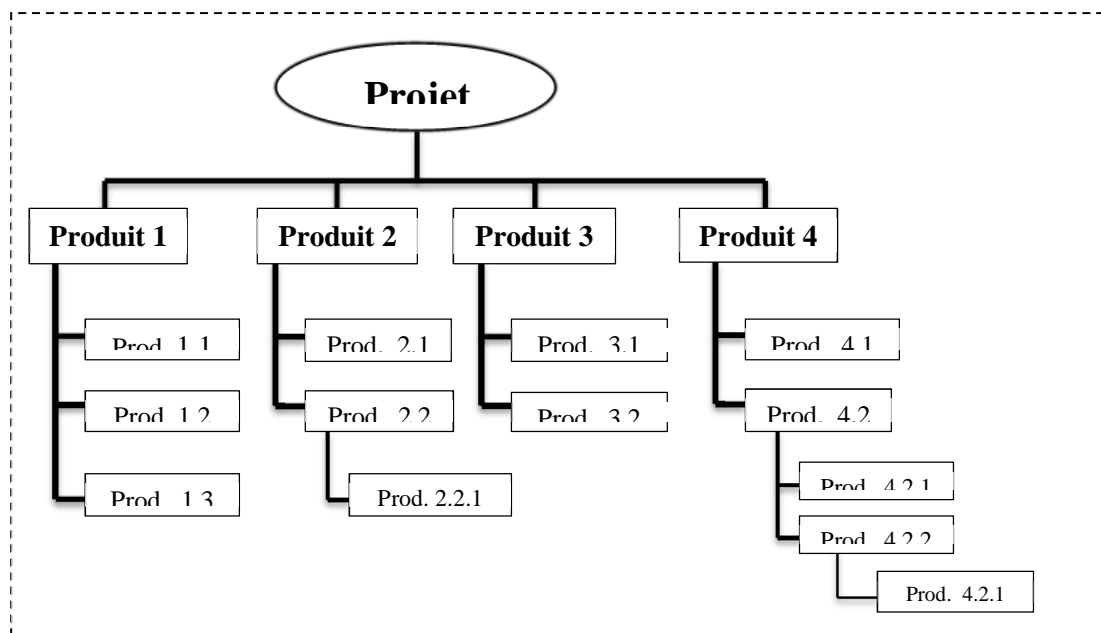


Figure III.3 : Découpage des produit (PBS) [9]

III.3.4. OBS (Organization Breakdown Structure)

C'est l'Organigramme représentant la structure des niveaux de responsabilité de réalisation de l'ensemble des lots de travaux d'un même organigramme des tâches (OT) ".

III.3.5. RBS (Resources Breakdown Structure)

C'est le recensement, selon les besoins, des ressources critiques nécessaires au projet. C'est un ensemble d'échéanciers des besoins en ressources critiques.

III.3.6. CBS (Costing Breakdown Structure)

C'est le processus d'affectation de coûts aux différentes tâches du WBS et qui aboutit au budget prévisionnel du projet.

Les taches récapitulatives sont utilisées lors de la structuration des projets. Avant de structurer un projet en niveaux hiérarchiques, il faut identifier toutes les taches d'exécutions. Ensuite les classer et créer les taches récapitulatives qui représentent un ensemble de tache.

On crée une décomposition arborescente du projet comme représenté ci-dessus : Les critères de décomposition ou le nombre de niveau hiérarchique dépendent de la

nature du projet. Le principe est qu'une maille trop grossière ne donne pas la visibilité suffisante et ne permet pas le contrôle du déroulement. Une maille trop fine est ingérable et noie le chef de projet dans les détails. Après la décomposition, chaque tâche sera dotée d'un code WBS (Work Breakdown Structure).

III.3.7. CWBS (Contract Work Breakdown Structure)

Parce que la méthodologie de travail de l'entreprise n'est pas forcément la même celle décrite dans le contrat. Il est souvent nécessaire de créer une structure WBS pour le client, c'est le Contract Work Breakdown Structure.

III.4. ORDONNANCEMENT DES TÂCHES

L'ordonnancement est l'élaboration d'un plan d'action permettant de déterminer les séquençements ou au contraire les parallélismes possibles entre l'exécution des tâches précédemment identifiées.

Dans certains projets, une marge de flexibilité peut être aménagée par le chef de projet pour l'ordonnancement des tâches, c'est à dire que le chef de projet peut prévoir plusieurs scénarios possibles concernant l'ordonnancement des tâches. En fonction de l'évolution du projet, un scénario d'ordonnancement des tâches peut être privilégié par rapport à un autre scénario.

Pour procéder à l'ordonnancement des tâches, il faut, pour chaque tâche élémentaire, lister les tâches antérieures, au vu des informations collectées sur le terrain et sélectionner les seules tâches immédiatement antérieures. Le planning doit permettre l'identification de l'ordonnancement des tâches du projet.

III.5. LES OUTILS DE GESTION DE PROJETS

Une fois identifiés, les activités et les lots de travail doivent être organisés selon une suite logique qui prend en compte leurs durées et leurs interdépendances. Deux techniques sont généralement utilisées concurremment pour réaliser le séquençement des activités d'un projet : le réseau PERT et le diagramme de GANTT.

III.5.1. Le réseau PERT

La technique PERT(Program Evaluation and Review Technique), que l'on pourrait traduire librement par technique d'ordonnancement des tâches et de contrôle des programmes, a été développée en 1957, pour la marine américaine par William Frasad,

dans le cadre du projet de développement des fusées Polaris. La technique permet de mettre en ordre, sous forme de réseau, plusieurs tâches, à identifier leurs enchaînements, leurs dépendances, leurs durées, les dates auxquelles elles peuvent être terminées au plus tôt et au plus tard et les marges ou battements, soit la différence entre la date au plus tôt et la date au plus tard d'une tâche.

Il existe trois types d'enchaînement et de dépendance entre les tâches :

Les tâches successives

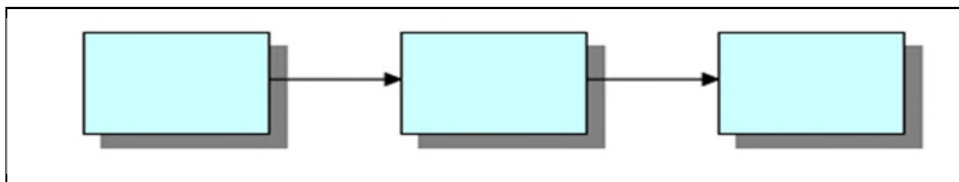


Figure III.4 : Enchaînement des tâches : tâches successives [10]

Les tâches simultanées

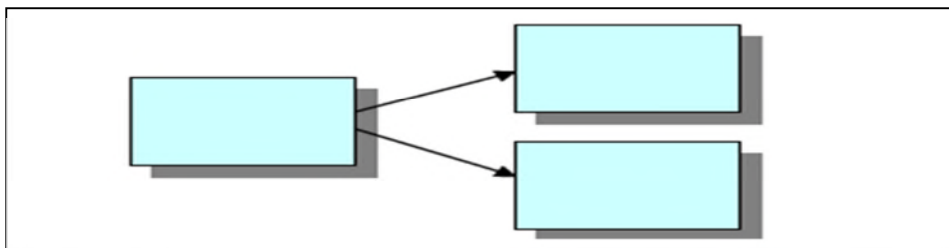


Figure III.5 : Enchaînement des tâches : tâches simultanées [10]

Les tâches convergentes

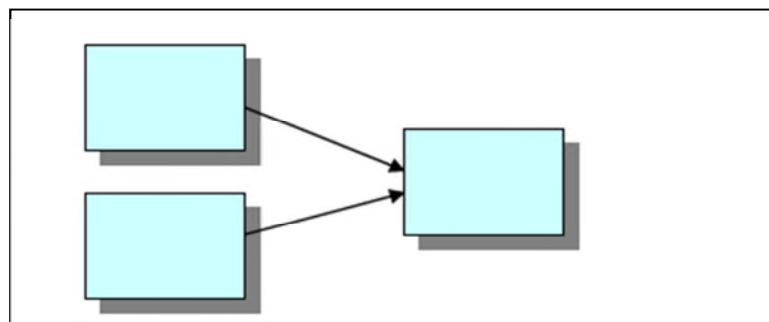


Figure III.6 : Enchaînement des tâches : tâches convergentes [10]

III.5.1.1. Durée et marges

Sur la base des informations de la structure de découpage du projet, les tâches seront ordonnées et leurs dépendances seront identifiées. Pour chacune des tâches, la durée sera établie.

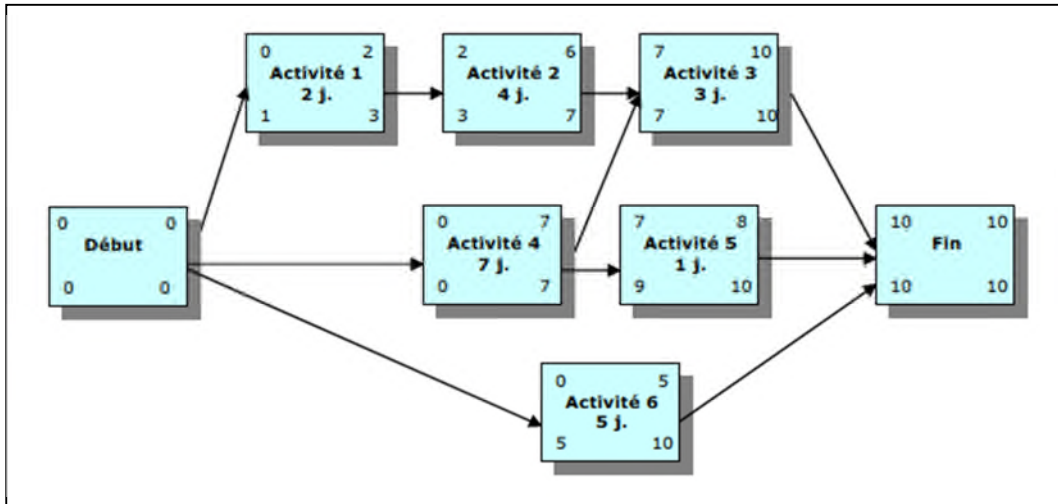


Figure III.7 : Enchaînement des tâches : durées et marges [10]

Pour chacune des tâches, il s’agit alors d’inscrire dans le coin supérieur gauche, à partir du début du projet, le moment le plus tôt auquel la tâche pourra être terminée, en tenant compte du temps nécessaire à l’exécution des tâches précédentes et dans le coin supérieur droit le moment au plus tard auquel une tâche doit être terminée à tout prix si l’on ne veut pas retarder l’ensemble du projet. Cette opération est nommée calcul avant.

Afin de pouvoir calculer le battement, aussi appelé marge, il est nécessaire de mener une seconde opération. Cette opération est nommée le calcul à rebours. Il s’agit essentiellement de mener la même opération que pour le calcul avant, en partant toutefois de la fin du projet en inscrivant les résultats dans les coins inférieurs gauche et droit des cases. Le battement (B) ou la marge est alors obtenu en soustrayant la valeur au plus tôt du calcul avant de celle au plus tard du calcul à rebours.

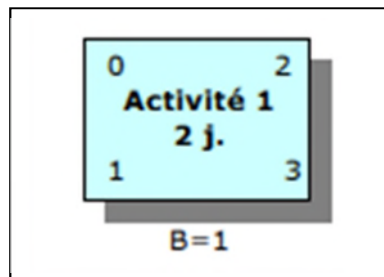


Figure III.8 : Enchaînement des tâches : battement des tâches [10]

III.5.1.2. Le chemin critique

Sur un réseau PERT, le chemin critique représente le chemin qui relie les activités ayant les marges ou battements nuls. Tout retard sur une tâche du chemin critique

provoque inévitablement l'allongement de la durée totale du projet et modifie, par voie de conséquence, la date de fin du projet.

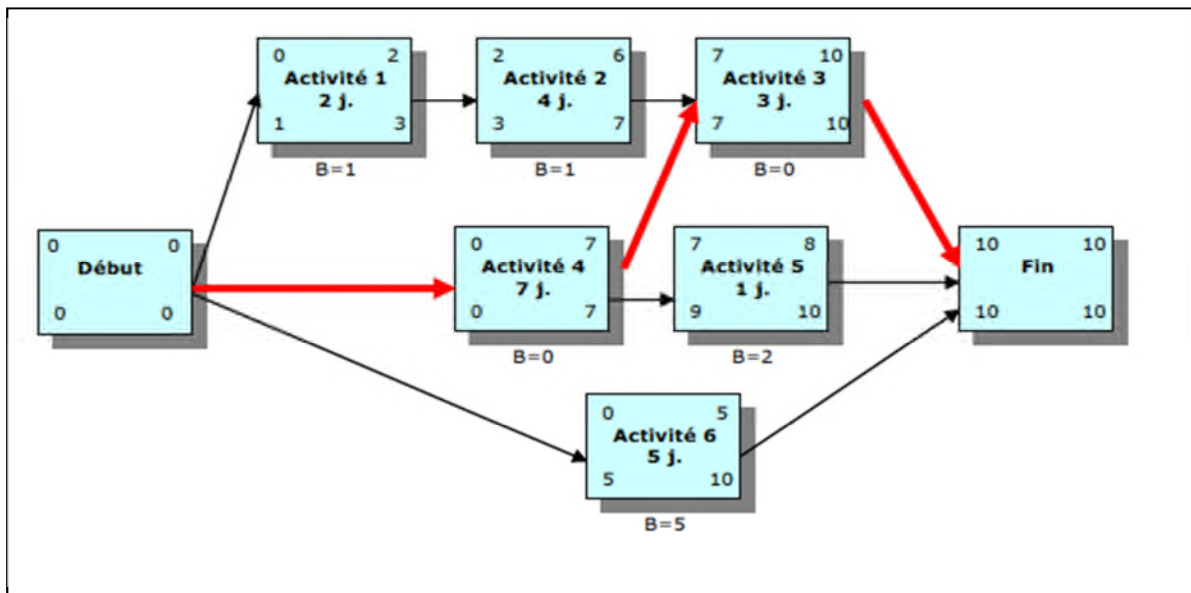


Figure III.9 : Enchaînement des tâches : Chemin critique [10]

III.5.2. Le diagramme de GANTT

Le diagramme de GANTT est un outil inventé en 1917 par Henry Laurence Gantt alors qu'il travaillait au Frankford Arsenal, une usine américaine de fabrication de munitions pour les forces armées américaines. Le diagramme de GANTT permet de modéliser la planification des tâches d'un projet.

Le diagramme de Gantt est un outil permettant de modéliser la planification de tâches nécessaires à la réalisation d'un projet.

Le temps estimé pour une tâche se modélise par une barre horizontale dont l'extrémité gauche est positionnée sur la date prévue de démarrage et l'extrémité droite sur la date prévue de fin de réalisation.

Les tâches peuvent s'enchaîner séquentiellement ou bien être exécutées en parallèle. Dans le cas où les tâches s'enchaînent séquentiellement, des relations d'antériorité peuvent être modélisées par une flèche partant de la tâche en amont vers la tâche en aval. La tâche en aval ne peut être exécutée tant que la tâche amont n'est pas réalisée.

Il est généralement possible (et utile) de faire apparaître des ressources, humaines ou matérielles, sur le diagramme, afin d'estimer les besoins et donner une idée du coût global.

Le temps estimé pour une tâche se modélise par une barre horizontale dont l'extrémité gauche est positionnée sur la date prévue de démarrage et l'extrémité droite sur la date prévue de fin de réalisation.

Il existe quatre type de liens entre les tâches :

- **de fin à début**, la tâche B commence après la fin de la tâche A
- **de fin à fin**, les tâches A et B doivent se terminer en même temps mais, la fin de A commande la fin de B
- **de début à début**, les tâches A et B doivent commencer simultanément
- **de début à fin**, le début de la tâche A commande la fin de la tâche B

Le diagramme de GANTT permet également d'identifier des jalons. Un jalon peut être la production d'un document, la tenue d'une réunion, une approbation formelle ou un livrable du projet. Les jalons sont des tâches de durée nulle. Ils sont représentés sur le diagramme par un symbole particulier, la plupart du temps un triangle à l'envers ou un losange.

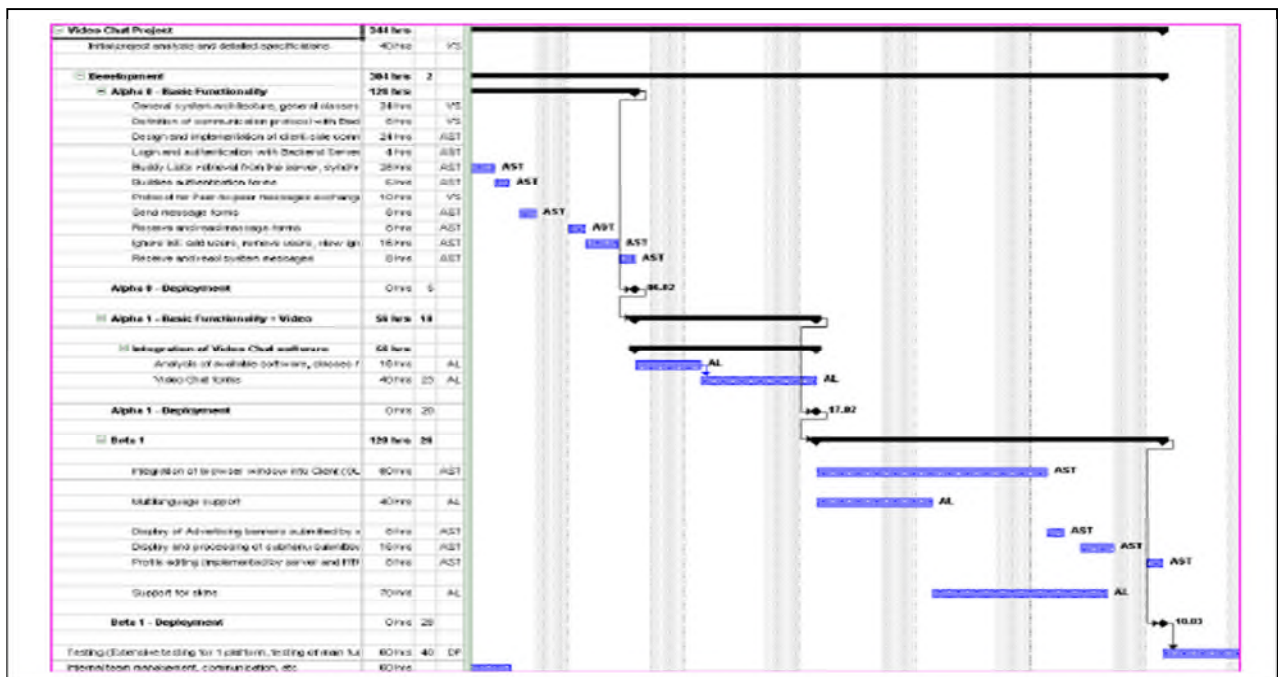


Figure III.10 : Enchaînement des tâches : diagramme de GANTT [10]

III.5.3. GESTION DES TACHES

Le cœur du système d'un outil de gestion de projet est orienté sur la gestion des tâches. Pour chaque tâche d'un projet, les informations suivantes sont présentes :

- Date de création
- Auteur
- Titre
- Avancement
- Objectif
- Pièces jointes...

Grâce à tous les détails présents, vous pouvez faire un suivi adéquat de chaque tâche et assurer le bon déroulement du projet.

Dans la majorité des projets, certaines tâches ne peuvent débuter tant qu'une autre tâche n'est pas accomplie. Ceci peut s'avérer difficile à gérer lorsque votre projet est complexe et contient beaucoup de tâches. Ces outils de gestion de tâches permettent de répondre à ces problèmes.

III.5.4. COMMUNIQUER AVEC L'ÉQUIPE PROJET

Les outils de gestion de projet mettent souvent à disposition des outils de communication entre les membres du projet. Vous pouvez ainsi envoyer des messages à un utilisateur en particulier ou à tous les membres de l'équipe projet.

Vous pouvez aussi créer et gérer un forum de discussion dans chacun de vos projets. Les forums permettent à l'équipe de communiquer efficacement.

III.5.5. GESTION DES COÛTS

Les outils de gestion de projet permettent également d'affecter, pour chaque tâche, des personnes et des ressources. Il est également possible de définir les coûts horaires des intervenants et les achats externes à effectuer pour chaque tâche afin d'estimer le budget prévisionnel d'un projet.

Dans la phase de réalisation du projet, chaque intervenant peut indiquer le temps réellement affecté à chaque tâche et les achats réalisés. Il est ainsi possible de mesurer les écarts entre le prévisionnel et le budget réel.

CHAPITRE IV : SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

IV.1. INTRODUCTION

L'expression Système d'information en anglais MIS, (Management Information System) date des années soixante et désigne les applications de gestion de l'époque et leur usage par les entreprises. Plusieurs facteurs ont contribué à la naissance des SI et ont conduit à reconnaître leur importance pour la survie et la prospérité des entreprises:

✓ **La mondialisation**

La prospérité des entreprises dépend de leur capacité de fonctionner sur le marché mondial. Marché qui repose de plus en plus sur le commerce international et qui est de plus en plus ouvert et non protégé. Dans ce genre de marché, la puissance de communication, d'analyse et la valeur de l'information prennent une importance capitale.

✓ **La transformation des économies industrielles**

Les économies industrielles importantes telles que les USA, le Japon, l'Allemagne se transforment en économies de services fondées sur la connaissance et l'information, comme les cartes de crédit, le courrier rapide, les systèmes de réservation. Les SI deviennent alors nécessaires pour optimiser le flux d'informations et de connaissances au sein de l'organisation, et pour aider les gestionnaires à tirer profit des ressources de l'entreprise sur le plan des connaissances. De plus en plus, la productivité des employés dépend de la qualité des systèmes qui les servent.

✓ **La transformation de l'entreprise**

Ce facteur concerne le changement que connaît la nature même de l'organisation et sa gestion. L'entreprise traditionnelle (hiérarchisée, centralisée, structurée) à une entreprise plus plane, moins hiérarchisée, décentralisée, souple, formée de généralistes qui dépendent d'une information instantanée pour livrer massivement des produits personnalisés

IV.2. DÉFINITION DE SYSTÈME D'INFORMATION

Un système d'information est un ensemble de ressources organisées: matériels, logiciels, personnels, procédures, données permettant d'acquérir, de traiter, de stocker et de communiquer les informations dans l'organisation

IV.3. LES FONCTIONS DU SYSTÈME D'INFORMATION

➤ La création et la collecte des informations

L'information n'existe pas spontanément, il faut la créer et s'assurer qu'elle est de bonne qualité: c'est là une fonction vitale pour les organisations. Les informations doivent être saisies, c'est-à-dire mises en forme de support sans cela elles n'existent que pour celui qui la reçoit, et disparaissent immédiatement. Lors de la mise sur support, il convient de s'assurer que l'information représente bien la réalité (objet, activité, décision) qu'elle est censée représenter.

➤ Le stockage ou mémorisation

L'information est volatile, elle disparaît aussitôt que créée si sa conservation n'est pas organisée. La fonction de mémorisation consiste à organiser l'accès et la conservation de l'information. Cette fonction est fondamentale car le fonctionnement des diverses composantes de l'organisation est par essence asynchrone. Ainsi les décideurs décident à l'avance en fonction de comportements passés. Plus la décision est de haut niveau, plus elle s'alimente sur des événements anciens ou concerne des événements situés dans un futur très éloigné.

➤ La communication

L'idéal consiste à fournir de l'information à qui en a besoin quand il en a besoin. La communication est essentielle. Il est exclu que chaque composante d'une organisation dispose en permanence de l'ensemble des informations créées dans l'organisation et susceptibles de l'intéresser. La communication concerne l'acheminement des informations. Elle est affaire de réseaux dits de communication. Elle ne doit pas être confondue avec l'accès aux informations à l'intérieur de la mémoire qui fait partie de la fonction de mémorisation.

➤ Le traitement

La création de certaines informations, notamment les décisions impliquent des opérations logiques et des calculs. Cette fonction est souvent mise en avant alors que les fonctions de création, de mémorisation et communication sont tout aussi vitales et la précèdent.

De ce qui précède, nous pouvons juger, que le système d'information offre d'énormes possibilités dans un domaine tel que celui de la gestion de projet, où il convient de manipuler une grande masse de données surtout avec le développement des outils puissants, permettent de dépasser la vision des spécialistes et de gérer de plus en plus d'informations dans des temps très courts, avec une fiabilité accrue. Parmi ces outils, le Système d'Information Géographique (SIG).

IV.4. DÉFINITION DE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG)

Plusieurs définitions sur les SIG existent, cependant il manque toujours à ce jour une définition formelle[15]. Certains ouvrages considèrent les SIG comme un ensemble de matériels et de logiciels traitant de l'information géographique, il est aussi défini comme étant un système de gestion de base de données alors que d'autres définissent le SIG comme un ensemble structuré de données à référence spatiale[14].

Le SIG est parfois défini comme l'intersection de quatre disciplines la télédétection, la cartographie automatique, la gestion des bases de données et la conception assistée par ordinateur.

La définition la plus utilisée est : [14] « un SIG est un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées ». Un tel système devra inclure les composantes qui sont relatives à :

- L'acquisition des données ;
- Stockage, à la récupération et à la gestion de base de données ;
- La manipulation et l'analyse des données ;
- L'affichage et la génération de produits ;
- Des interfaces utilisateurs.

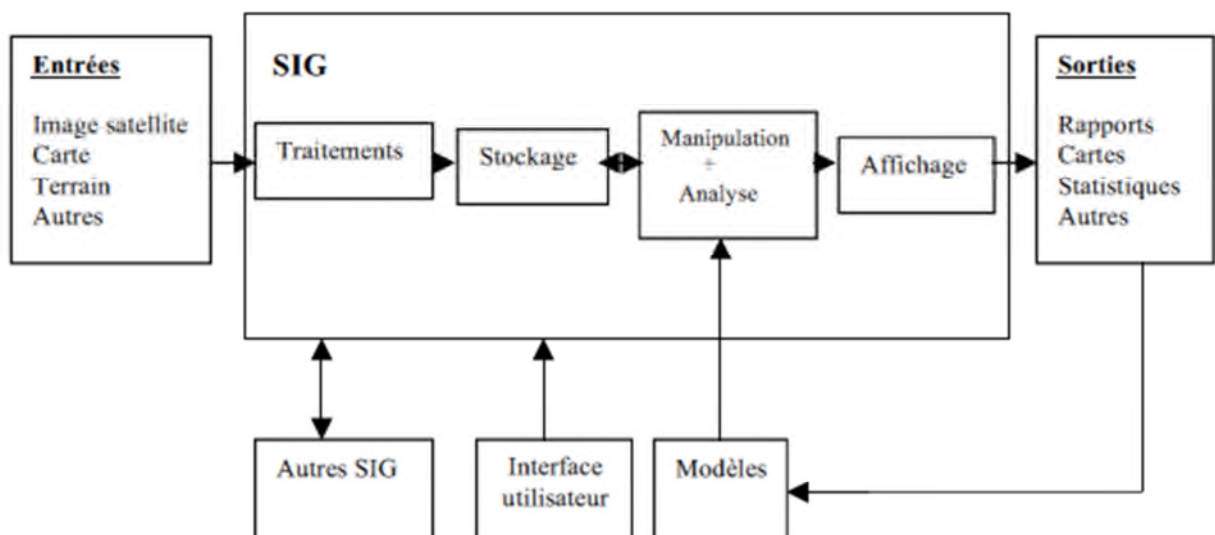


Figure IV.1 : Composants d'un SIG [16]

IV.5. UTILITÉS DES SIG

Beaucoup d'organismes ou d'entreprises disposent déjà de données informatiques comportant des références géographiques. Les outils de gestion de données classiques

comme les bases de données et les logiciels de comptabilité gèrent ce type de renseignements passivement et ne permettent d'effectuer que quelques requêtes simples.

Les SIG ont de très nombreuses applications pour :

Localiser :

- Cartographie sous forme numérique des ressources naturelles, des réseaux (énergie, liquides, routiers), etc.
- Localisation des risques naturels et technologiques,
- Suivi et gestion de flotte.

Gérer :

- Gestion des interventions des services d'urgence,
- Gestion des réseaux (énergie, liquides, routiers),
- Gestion de l'espace naturel (déforestation, parcs),
- Aménagement en zone rurale,
- Plans d'urbanisme,
- Études et projets routiers,
- Calcul et optimisation d'itinéraires,
- Études d'impacts, avant-projets.

Communiquer :

- Cartographie statistique,
- Cartes thématiques,
- Illustration de rapports & documents,
- Partage de l'information,
- Recoupement de données externes.

IV.6. REPRÉSENTATIONS DES DONNÉES SPATIALES

On s'intéresse à l'organisation de bas niveau de cette information. Cela concerne les structures données informatiques, utilisées pour coder l'information représentée ou stockée dans les SIG. Les choix qui sont faits dans les différents systèmes, à ce niveau d'organisation, ont des répercussions très importantes en terme de performances d'accès aux données et de taille de stockage des bases.

On distingue habituellement deux types d'informations pour les données des SIG: l'aspect sémantique qui donne une description dans différents champs ou attributs, comme dans un SGBD classique. L'aspect géométrique qui est la représentation graphique de l'objet localisé géographiquement.

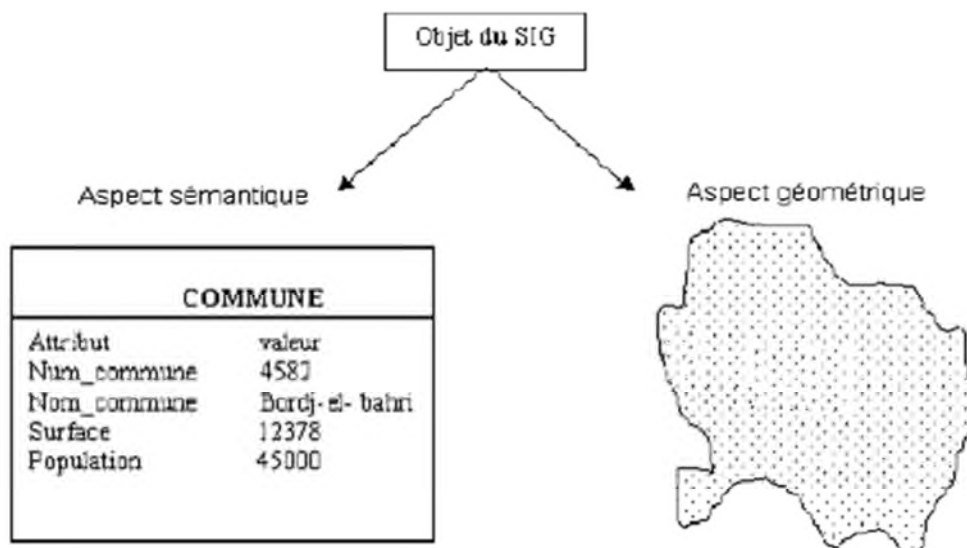


Figure IV.2 : Information géographique

Il existe deux modes de représentation géométrique des données spatiales : le mode **RASTER** qui est adapté à la représentation des surfaces géographiques en continu ; et le mode **VECTEUR** qui est adapté à la représentation des objets géographiques individualisés.

IV.6.1. Le Mode RASTER

Le mode RASTER comprend l'utilisation d'une structure des données en grille où la zone géographique est divisée en pixel (ou maille) identifiées par lignes et colonnes. Cette structure des données est également appelée trame. La dimension de pixel dans une structure des données RASTER est sélectionnée sur la base de la précision de données et de la résolution requise par l'utilisateur.

IV.6.2. Le Mode VECTEUR

L'ensemble des objets est représenté par des points, lignes ou polygones, définies en coordonnées réelles (X,Y)(dans le SIG 2D). Chaque ligne étant définie par une succession de points appelés vecteurs, et chaque surface étant définie par les arcs qui tracent ses limites.

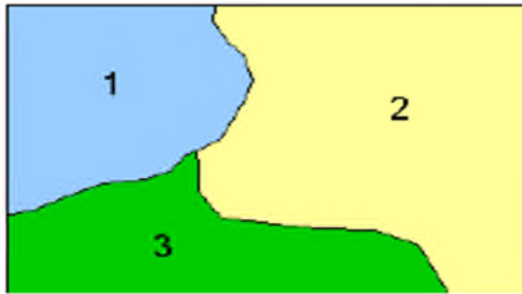


Figure IV.4 : Le Mode VECTEUR

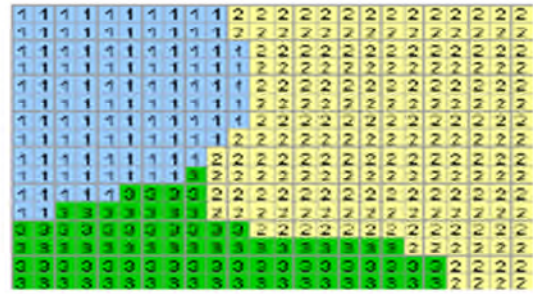


Figure IV.3 : Le Mode RASTER

Le tableau ci-dessous représente une comparaison entre les deux modes :

| | Avantages | Inconvénients |
|----------------|--|---|
| RASTER | <ul style="list-style-type: none"> • Il est plus facile d'écrire des programmes pour traiter les données ; • Modèle assurant une meilleure compatibilité avec les données maillées telles que les images satellitaires numériques ; • Meilleure compatibilité avec certaines sorties du type traceur à jet d'encre ou terminaux graphiques. | <ul style="list-style-type: none"> • Grande capacité de stockage ; • Difficultés à représenter exactement les lignes (lignes topographiques, route, chemins de fer, etc.) à moins que la taille de la cellule soit petite ; • Nécessité de disposer d'un dispositif de conversion VECTEUR/RASTER pour intégrer des données en mode VECTEUR (ex : banque de données topographiques nationales). |
| VECTEUR | <ul style="list-style-type: none"> • Beaucoup moins de mémoire requise ; • Possibilité de représenter la carte dans sa résolution initiale ; • Possibilité de représentation d'attributs multiples. | <ul style="list-style-type: none"> • Les fonctions d'analyse spatiales sont beaucoup plus complexes ; • Certaines données de variable continues (ex : représentation des milieux arides et semi-arides) ne peuvent être représentées sans traitement préalable (discrétisation). |

Tableau IV.1 : Tableau comparatif du mode RASTER et VECTEUR

IV.7. L 'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

« L'information géographique se définit dans un contexte général comme une liaison entre un objet ou un phénomène et sa position sur la surface terrestre. C'est donc une combinaison d'informations graphiques et d'informations alphanumériques pouvant être perçues d'une façon particulièrement claire au moyen de dessin. » [17].

On rassemble sous la dénomination d'information géographique des données aussi diverses:

- La distribution des ressources naturelles (sols, eaux, végétation, etc.) ;
- La localisation d'infrastructures (routes, bâti, etc.) ;

- Les limites administratives (commune, daïra, wilaya, etc.) ;
- Les statistiques (population, emploi, etc.) qui ont une extension spatiale.

IV.8. GESTION DES DONNÉES

La gestion des informations contenues dans un SIG est assurée par le système de gestion de base de données (SGBD). Globalement, les SGBD se consacrent à toutes les tâches de gestion de l'information. Aussi, ces systèmes ont les fonctionnalités permettant de diffuser l'information et de maintenir sa qualité et sa cohérence.

IV.8.1. Les Objectifs De Gestion De l'Information

➤ **Accès à l'information**

Les SGBD constituent une interface entre les données et l'utilisateur ou l'application qui les utilise. Les données sont ainsi accessibles sans que celui-ci se préoccupe de leur localisation physique. Les SGBD ont, de plus, des fonctionnalités d'interrogation qui facilitent la recherche de l'information.

➤ **Cohérence**

La diminution de la redondance facilite le maintien d'une base de données cohérente. Elle ne doit pas contenir des informations contradictoires. La gestion des données par un SGBD facilite le contrôle de cette cohérence.

➤ **Maintenance**

Les fonctions d'interrogation, la diminution des redondances, ainsi que le maintien de cohérence facilite la maintenance de la base de données. Les fonctionnalités d'interrogation permettent de sélectionner les données qui doivent être mises à jour, les contraintes d'intégrités vérifient que les mises à jour réalisées n'introduisent pas d'incohérence et la diminution des redondances aide à la complétude de ces opérations. De plus les SGBD assurent aussi la sécurité des données et les reprises après pannes lors des transactions.

IV.8.2. Qualité Des Données Dans Les Bases De Données Géographiques

L'utilisateur final doit connaître ce que sont et ce que valent les données à l'intérieur du SIG. La mise en place de ce dernier doit incorporer une documentation formelle (format, mode d'accès, etc.) et fonctionnelle (le choix de la source de données et sa fiabilité). Cette documentation est intégrée dans les SIG sous la forme de « métadonnées ». Les métadonnées donnent des informations sur les données de la base de données géographique[18].

Les données produites par le SIG sont considérées de bonne qualité si :

- Leur définition est claire et respectée ;
- Leur date ou période de validité est explicite ;
- Leur date de validité est récente ;
- Les liens entre données correctement établis ;
- Les objets géographiques du SIG occupent une position exacte dans l'espace.

IV.8.3. Modélisation De l'Information Géographique En Mode VECTEUR

Une entité spatiale est une entité que l'on veut pouvoir représenter dans l'espace en définissant sa forme (point, ligne ou polygone) et sa localisation. La relation spatiale est un type d'association liant au moins deux types d'entités spatiales et éventuellement des types d'entités non spatiales. Un attribut spatial est une propriété qui varie dans l'espace (Ex : altitude, profondeur, etc.).

▪ **Entités spatiales**

On distingue trois types différents d'entités spatiales les points, les lignes et les polygones. Ces entités, appelées par fois primitives, servent à la représentation géométrique des objets à référence spatiale présents dans la phénomène à modéliser.

▪ **Attributs spatiaux et non spatiaux**

Une entité est décrite par des attributs spatiaux (ex : altitude) et non spatiaux (ex : nom).

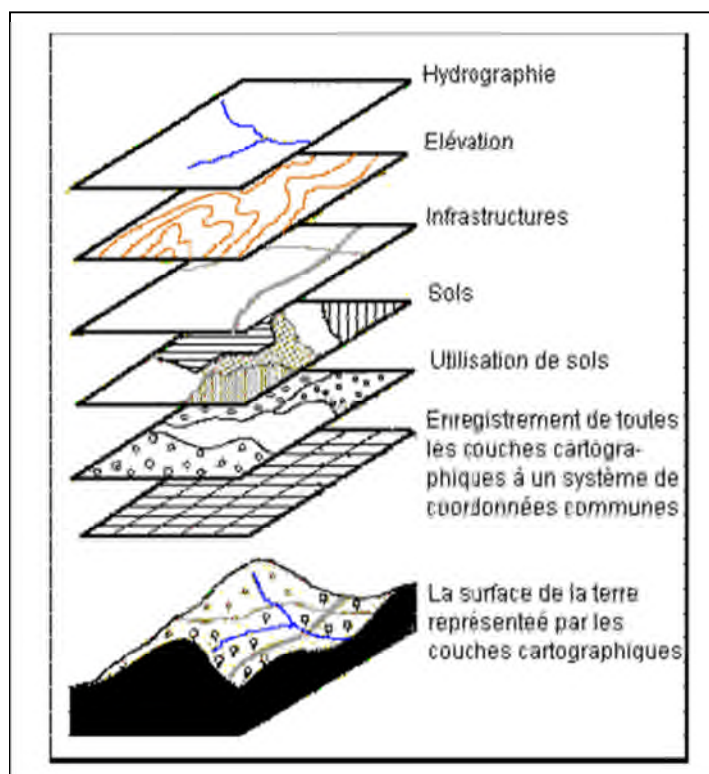
▪ **Relations spatiales**

Les relations spatiales sont générées par les SIG. Ces systèmes offrent en particulier des opérateurs spatiaux permettant à l'utilisateur d'effectuer des requêtes qui intègrent les relations spatiales. On distingue deux types d'opérateurs spatiaux : les opérateurs métriques pour effectuer les mesures et les opérateurs topologiques pour traiter les relations entre les entités. Cinq opérateurs topologiques de base sont définis « disjoint », « touche », « croise », « contient » et « égale ».

▪ **Couche**

Pour des raisons de simplification de la complexité du monde réel, les SIG stockent les informations sous un ensemble de couches (ou couvertures). Cette approche simple mais extrêmement puissante et universelle permet de gérer la complexité du monde réel afin de faciliter la compréhension des relations entre les objets géographiques. Après enregistrement des couches dans un système de projection, les données descriptives qu'elles contiennent peuvent être comparées et analysées simultanément.

Figure IV.5 : Les différentes couches d'information géographique.



IV.9. ANALYSE SPATIALE

« L'analyse spatiale peut être définie, en gros, comme l'ensemble des méthodes analytiques qui requièrent l'accès autant aux attributs descriptifs des objets analysés qu'aux attributs associés à leur localisation » [12].

Dans la plupart des SIG standards actuels, on trouve une combinaison des capacités analytiques suivantes [16] :

1. **Analyse topologique et métrique** : une recherche d'objets géographiques situés à une certaine distance d'un point, d'une ligne ou d'une surface (zone tampon) ; calcul de distance, de surface, etc.
2. **Technique de superposition de couches** : un ensemble d'opérateurs booléens et un ensemble d'opérateurs ensemblistes qui permettent à des entités géographiques, avec un ensemble de caractéristiques communes, d'être identifiées et affichées.
3. **Analyses statistiques** : un module qui peut effectuer un ensemble de manipulations statistiques sur les données descriptives des objets géographiques.
4. **Calculs d'optimisation** : ce sont généralement des calculs relatifs à l'analyse de réseaux qui peuvent déterminer le chemin le plus court d'un point à un autre.

Système d'Aide
au Pilotage de Projet de Travaux Publics

PARTIE III: APPLICATION & VALIDATION

CHAPITRE V : CONCEPTION D'UN SYSTÈME D'AIDE AU PILOTAGE DES PROJETS

V.1. INTRODUCTION

L'objectif principale de cette étude est de démontrer l'apport du SIG à la gestion de projet de construction, notamment les projets linéaires comme les autoroutes et chemin de fer, la solution proposée a été appliquée sur le projet de construction de l'autoroute de la quatrième rocade reliant KHEMISS MELIANA et BERROUAGHIA.

Notre solution propose la décomposition de tous les éléments constituant le projet en objets élémentaires sur lesquelles toutes les informations sont collectées et mises à jours au fur et à mesure de l'avancement des travaux, une base de données a été créé et gérée avec Microsoft Access et connectée à ArcGis pour la visualisation de toutes les informations des éléments.

V.2. LIMITE DE L'ÉTUDE

Notre étude et son application ont été limitées sur la construction des ouvrages d'Art pour la bonne raison que la réalisation des autoroutes reste toujours compliquée par la multitude des intervenants et des risques.

V.3. CADRE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE

La réussite d'un projet des travaux publics repose sur la satisfaction des trois conditions suivantes :

1. Maitrise des délais
2. Maitrise des coûts
3. Maitrise de la qualité et le respect des référentiels du projet

Ces trois conditions nécessitent la mise en place d'un suivi doté des outils et méthodes qui permettent de recueillir l'information sur l'avancement du projet, l'analyse des écarts, les tendances ainsi que de diffuser l'information à tous les intervenants. Sur le marché des logiciels, on trouve une infinité des logiciels dédiés à la gestion et pilotages des projet de travaux publics, comme les logiciels de planning tels que **MS Project** et **PRIMAVERA**, et d'autre logiciels de gestion budgétaire et de contrôle des couts.

L'utilisation des systèmes d'information devient de plus en plus indispensable à la gestion des projets, notamment les projets géo-localisés qui sont complexes avec la multitude des acteurs intervenants et les contraintes rencontrées au cours d'avancement des travaux, la conception d'un système d'information géographique avec tous ses composants tels que la base de données et les supports cartographiques, donne des solutions efficaces pour le bon pilotage du chantier, car sur une présentation cartographique fidèle, on peut identifier clairement les problèmes, le planning et les objectifs en temps réel, ce qui peut servir comme un bon tableau de bord pour le chef de projet, et un bon moyen de communication pour tous les intervenants sur chantier [7].

Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé le SIG pour visualiser, rechercher et illustrer les éléments constituant notre WBS, pour une bonne exploitation de notre système, notre application est limitée aux travaux des ouvrages d'art en proposant quatre modules :

- La gestion de la production,
- Le contrôle des coûts,
- La gestion et le suivi d'exécution des travaux,
- La gestion de la qualité.

V.4. DÉCOUPAGE DU PROJET

Le WBS est une structure hiérarchique : l'objectif situé en haut de la structure représente l'ensemble du projet, alors que les niveaux inférieurs découpent le projet en composants et sous-composants de manière de plus en plus détaillée, à chaque composant ou sous-composant, sont affectées les sources utilisées (RBS), les quantités de ces sources sont définies de manières claires afin de contrôler les coûts de (CBS), et les ressources matériels et humaines à mettre en œuvre d'une manière que chaque élément soit contrôlé afin d'optimiser le projet dans les coûts et le délai de réalisation.

V.4.1 Découpage des livrables

Le découpage de projet de réalisation des ouvrages d'art (Livrables de niveau 1) se fait d'une manière d'optimiser le maximum l'utilisation des moyens matériel et humains, notre projet est constitué par des ponts et Viaducs, chaque ouvrage d'art se compose des deux culées et certain nombre de Piles (Livable de niveau 2) , les piles et les culées sont composées de semelles et réalisé par des élévations (Livable de niveau 3) de hauteurs

différentes selon les moyens utilisés (la mise en place de Coffrage et de ferrailage), le schéma ci-dessous montre la déposition des ouvrages d'Art :

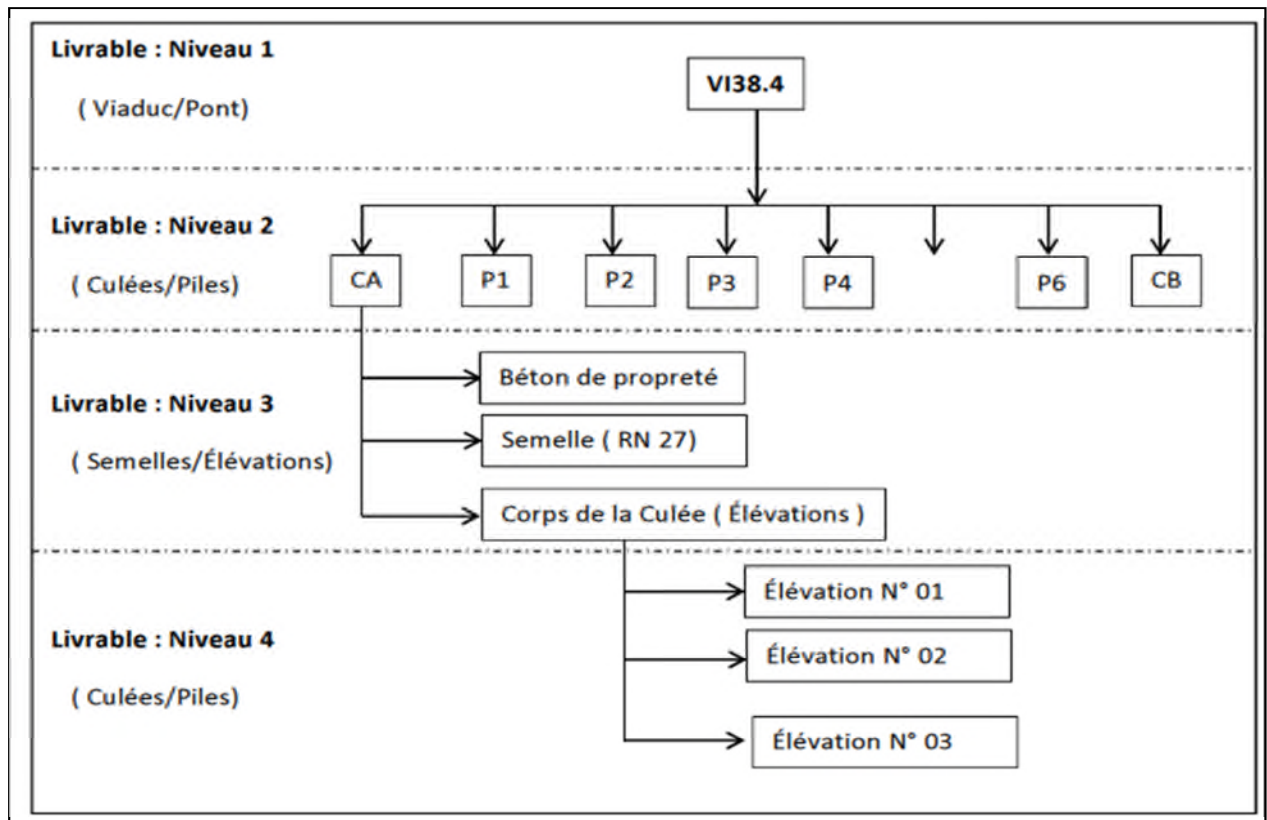


Figure V.1 : Découpage des livrables (Produits)

V.4.2 Découpage des tâches

Les tâches sont décomposées en tâches élémentaires pour la réalisation des livrables (Ouvrages d'Art), un ensemble de tâches participe à la réalisation d'un livrable (Ouvrages ou partie d'ouvrage) avec l'utilisation des moyens matériels et humains, à titre d'exemple la réalisation d'une semelle se fait par les tâches suivantes :

- La mise en place de ferrailage (Moyens : Acier, camion-grue, outils de ferrailage et main d'œuvres)
- La mise en place de coffrage (Panneau de coffrage, outils de coffrage et main d'œuvre)
- Le coulage de béton (malaxeurs, pompe à béton et main d'œuvre)

V.5. STRUCTURE GÉNÉRALE DU SYSTÈME

Le schéma ci-dessous démontre la structure générale du système, les plans des études d'exécution sont convertis en format Shape, selon la géométrie tels que points, lignes et polygones, les données descriptives sont intégrées dans la base de données géographiques, pour la visualisation des données sur un support cartographique [6].

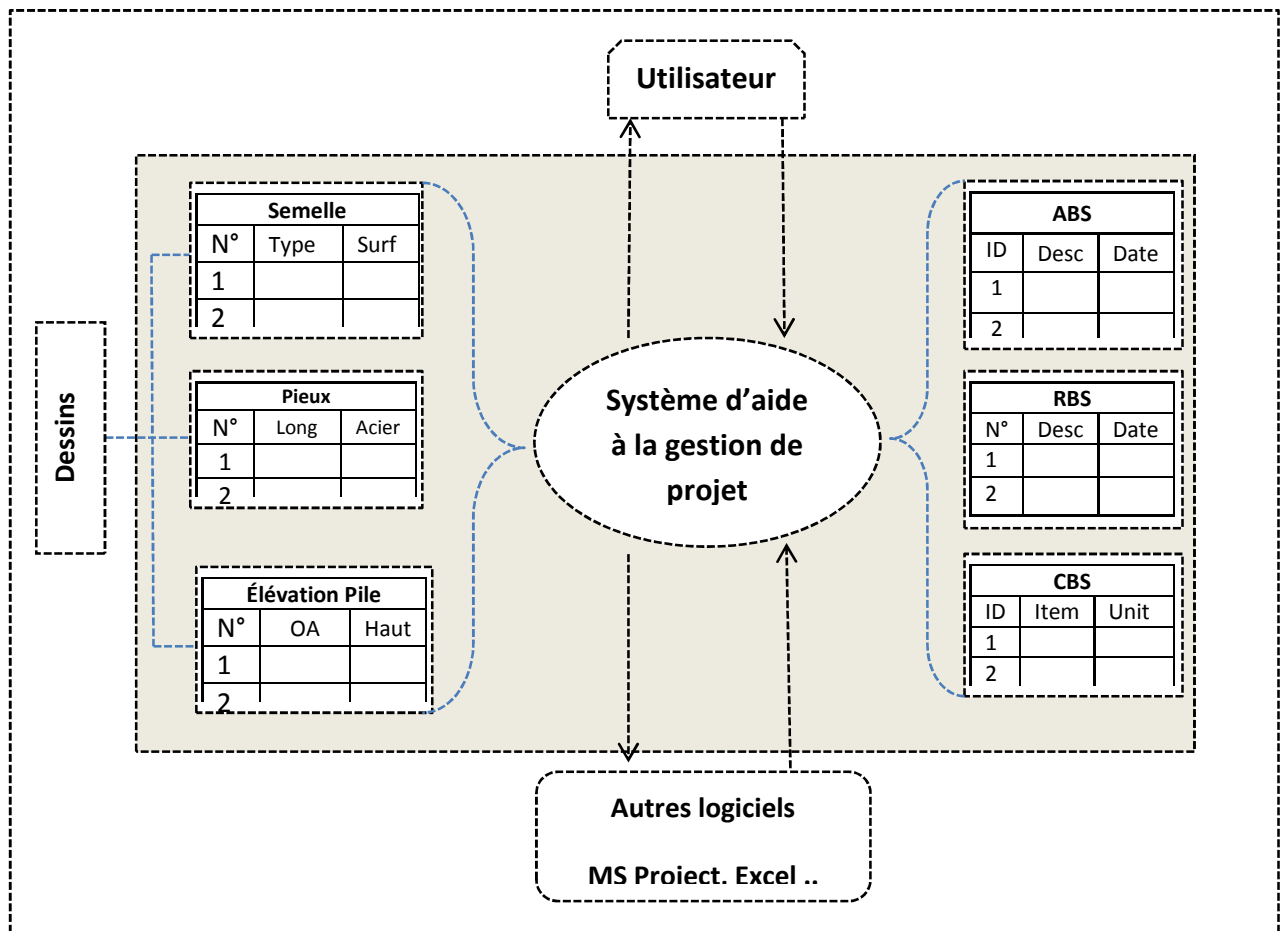


Figure V.2 : Schéma de la structure du système

V.6. CONCEPTION DE LA BASE DE DONNÉES

La figure 2.1 montre le cheminement de la création de la base de données, deux type de données sont à créer : données géographiques, données descriptives

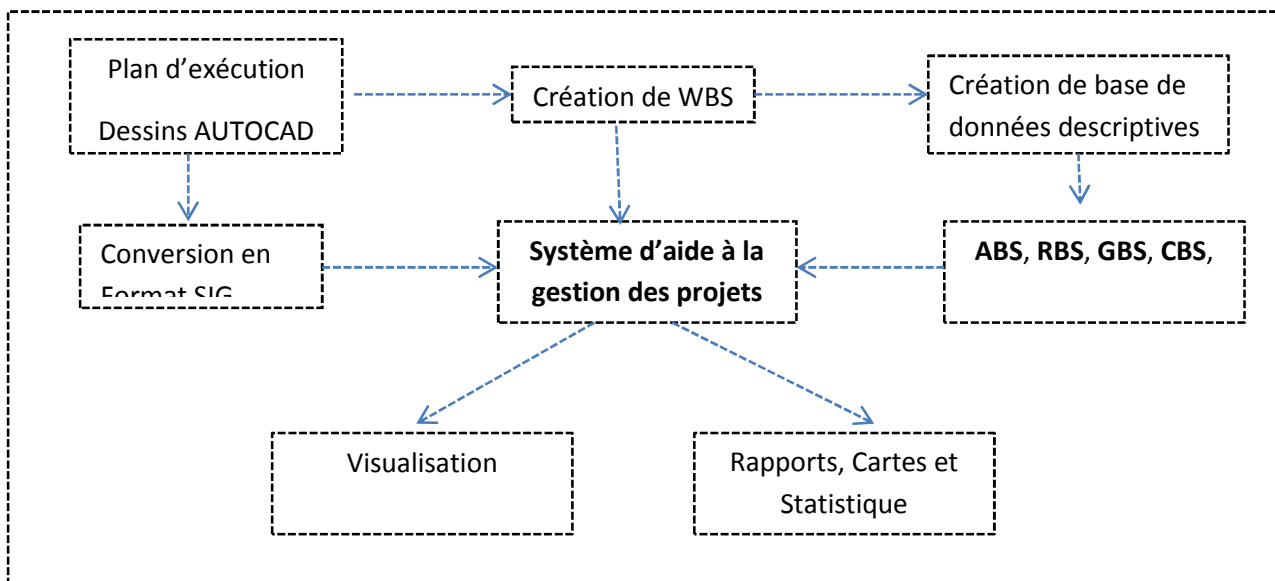


Figure V.3 : Schéma de cheminement de création du système

V.6.1. Données alphanumériques

V.6.1.1. Création du dictionnaire brut

Les principales données utilisées pour la gestion de notre projet ont été organisées selon plusieurs entités. À partir des objectifs assignés à l'étude et pour bien comprendre les différentes phases de conception de la base de données, nous avons créé un dictionnaire brut de données sous forme de tableaux qui représentant des entités.

V.6.1.2. Création de la BD sous Microsoft Access

Access est un système de Gestion de Base de Données Relationnel qui permet d'enregistrer, de gérer des systèmes d'informatiques dans l'environnement graphique de Windows. La figure XX présente l'interface de Microsoft Access (version 2010) utilisé dans ce travail.

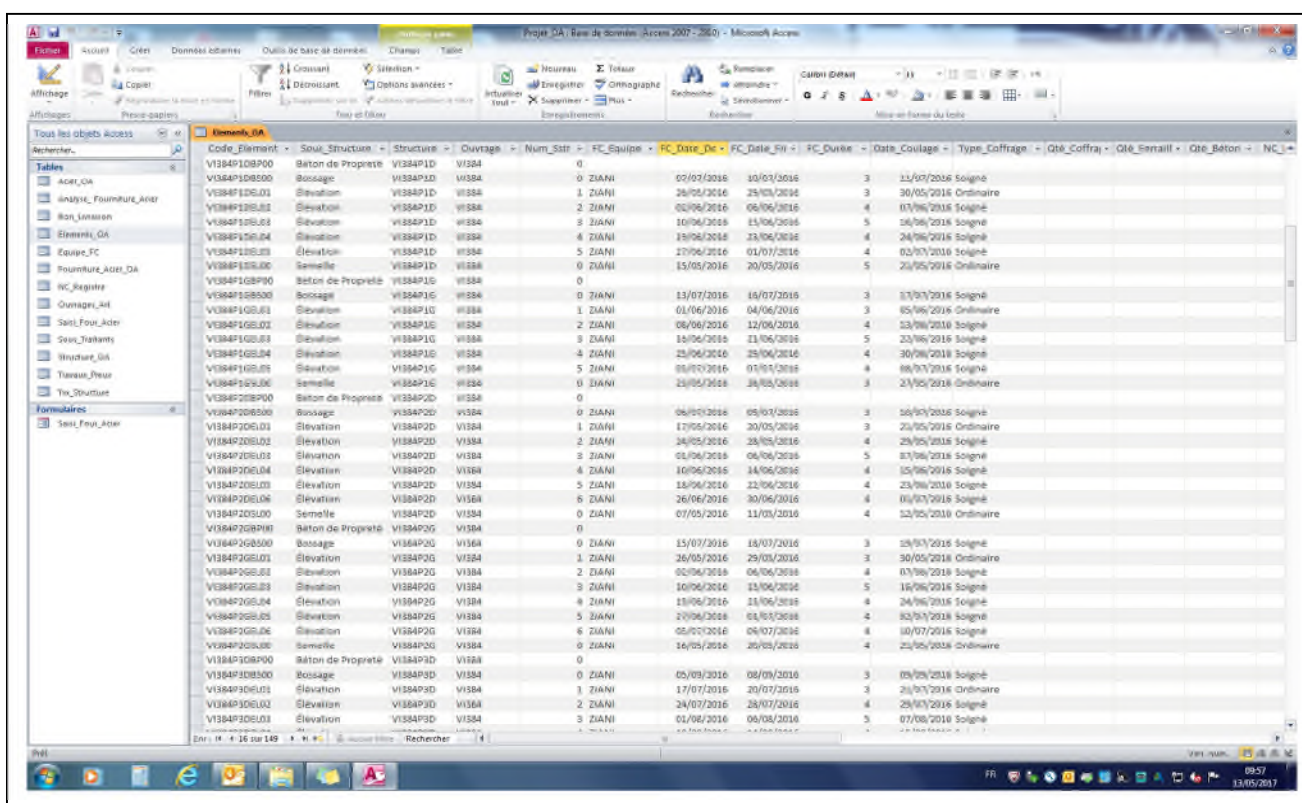


Figure V.4 : Interface de MS Access

V.6.1.3. Alimentation de la base de données alphanumériques

Ces données parviennent de multiples sources selon les Métiers (Domaines de connaissance), chaque service de son coté, collecte et alimente la base de données de toutes les informations à titre d'exemple on peut citer les informations utiles pour le service de planification, de production, de qualité et de la comptabilité des travaux :

1. Service de études d'exécution :

- Établissement les études d'exécution (conception de projet et notes de calcul)
- Préparation des plan d'exécution (Plan Autocad).

2. Service de Planification :

- Définition des tâches, lieux date de début et celle de fin et leur enchainements,
- Établir le planning et la mise à jour au fur et à mesure d'avancement des travaux,
- Affecter les sources nécessaire à chaque tâche.

3. Service de production :

- Saisir les travaux réalisé en temps réel (Rapport journalier)
- Saisir les sources réellement affectées à chaque tâche,

4. Service qualité :

- Signaler toute Non-conformité enregistré dans le chantier
- Établir le programme de fermeture des non-conformité

5. Comptabilité des travaux :

- Établir le métré de chaque taches
- Introduire le prix et le cout unitaire de chaque tâche

V.6.2 Données géographiques

La première étape de chaque projet est généralement l'analyse de l'existant et des utilités. Afin de pouvoir effectuer une vraie analyse sur laquelle nous pouvons justifier la suite de nos travaux, il est primordial d'abord d'identifier les sources d'information, et puis les grouper parfaitement.

V.6.2.1 Système de projection

Le système de projection utilisé dans toutes les études d'exécution est UTM 31 (Clark 84), ce système est universel et utilisé par tous les intervenant de notre projet.

V.6.2.2 Collecte d'informations

La collecte des données constitue une étape primordiale dans notre étude. C'est une phase qui représente le moteur de la réalisation du S.I.G. Le tableau 2 présente les données cartographiques avec lesquelles nous avons commencé la création de notre base de données géographique.

| Source de données | Support | Géo-référencement | Date de production |
|--------------------|-----------|-------------------|--------------------|
| Image aérienne | Numérique | UTM 32 | 2015 |
| Plan AutoCAD *.dwg | Numérique | UTM 32 | 2015-2017 |

Tableau V.1 : Tableau des principale sources de l'information géographique

V.6.2.3. Les données numériques Autocad

Le format *.dwg est un format relatif au logiciel Autocad. Ce format vectoriel est souvent utilisé comme format d'échange entre les S.I.G. ArcMap sait lire directement ce type format. Nous avons importé ces données pour obtenir des couches vectorielles indépendantes dont leurs tables attributaires improductives comme c'est marqué dans la figure X.

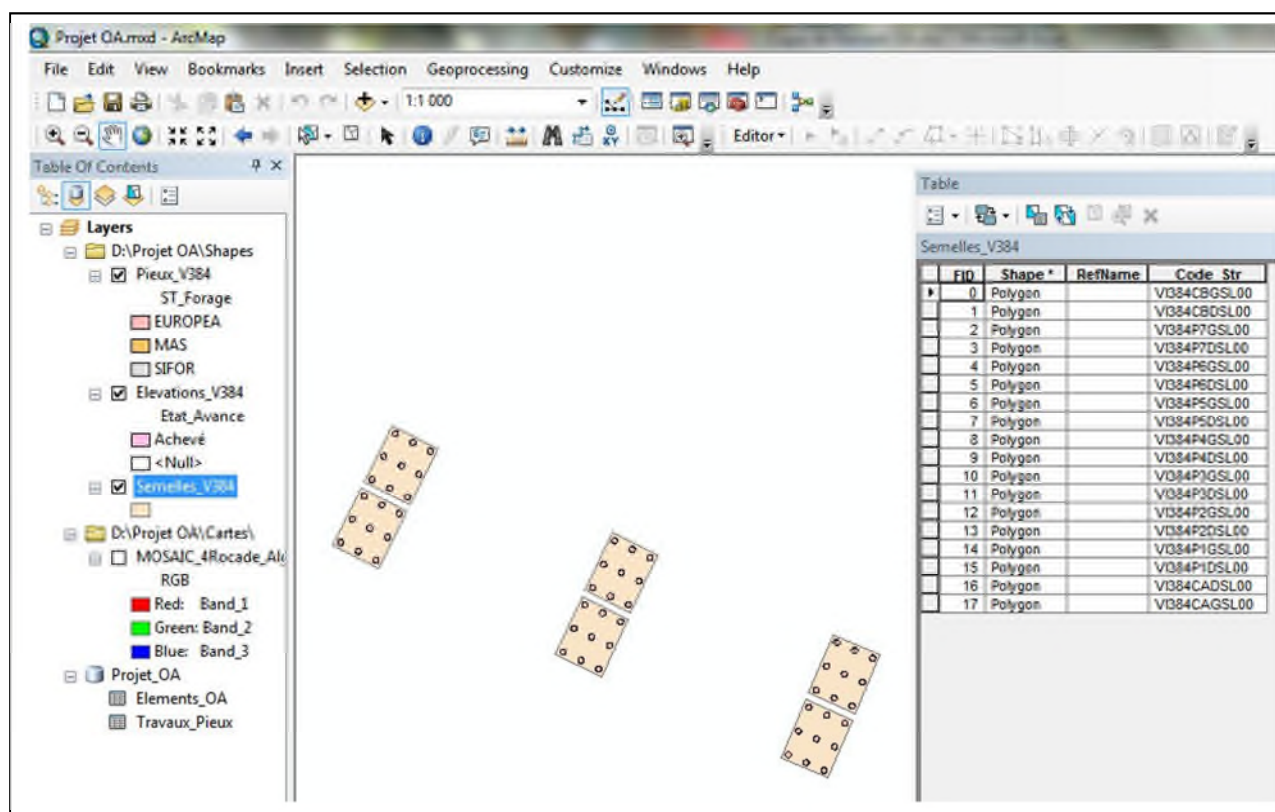


Figure V.5 : Importation de fichier Autocad (*.DWG)

Ceci nous a ramené à affiner notre travail et à nettoyer toutes les tables. L'autre restructuration de données, que nous avons opérée, est la transformation de quelques couches sous la forme ligne en couche polygone.

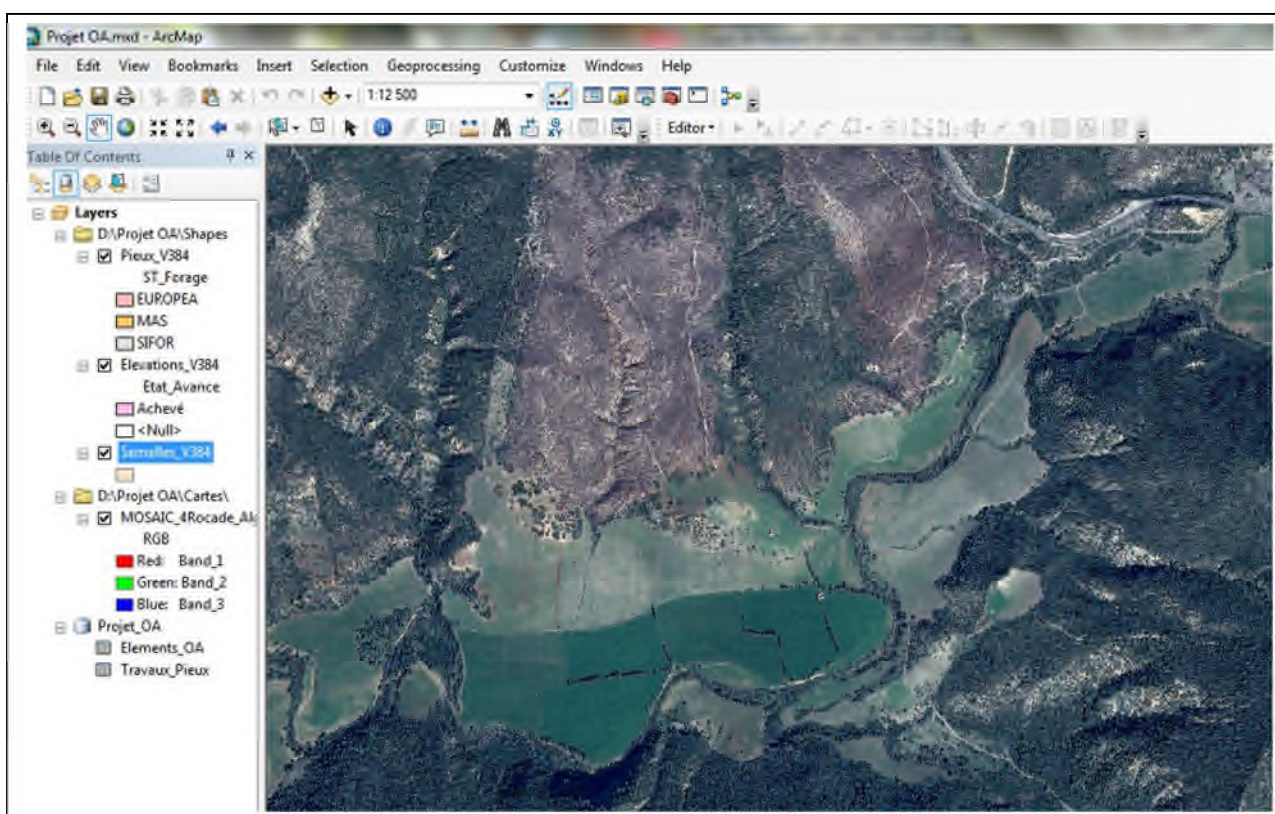
Ces données sont issue des plans des études d'exécution par conversion des dessins AutoCAD en formats SIG (points, lignes et polygones).

Exemples :

| WBS | Géométrie | Structure OA | Ouvrage |
|-----------|-----------|--------------|---------|
| Pieux | Point | Pile 1 | V38.4 |
| Semelle | Polygone | Culée A | V34.5 |
| Élévation | Polygone | Pile 3 | V34.2 |

Tableau V.2 : Types de données géographiques**V.6.2.4 Vue aérienne**

Une vue aérienne du tracé de notre projet avec une bonne résolution spatiale comme c'est évoqué dans la figure X, nous a servi pour localiser et visualiser toutes les informations cartographiques (forets, interférences et routes ...).

**Figure V.6** : Importation d'Image aérienne**V.6.3. Relation entre données spatiales et alphanumériques**

Le schéma ci-dessous montre le cheminement des informations dans le système, chaque entité géographique est connectées à la base de données alphanumériques, la visualisation des informations alphanumériques pour chaque entité géographique se fait par analyse spatiale, la base de données alphanumérique est alimentées par les intervenants du projet, chacun selon son métier, par contre, les informations géographiques sont issues des plans d'exécution, ceux dernier après avoir traité par le service de planning (découpage des Produit-Livrable) sont injectés dans le logiciel SIG en

lui affectant des identifiants communs entre la base de données alphanumériques (MS Access) et la base de données géographiques ArcGis).

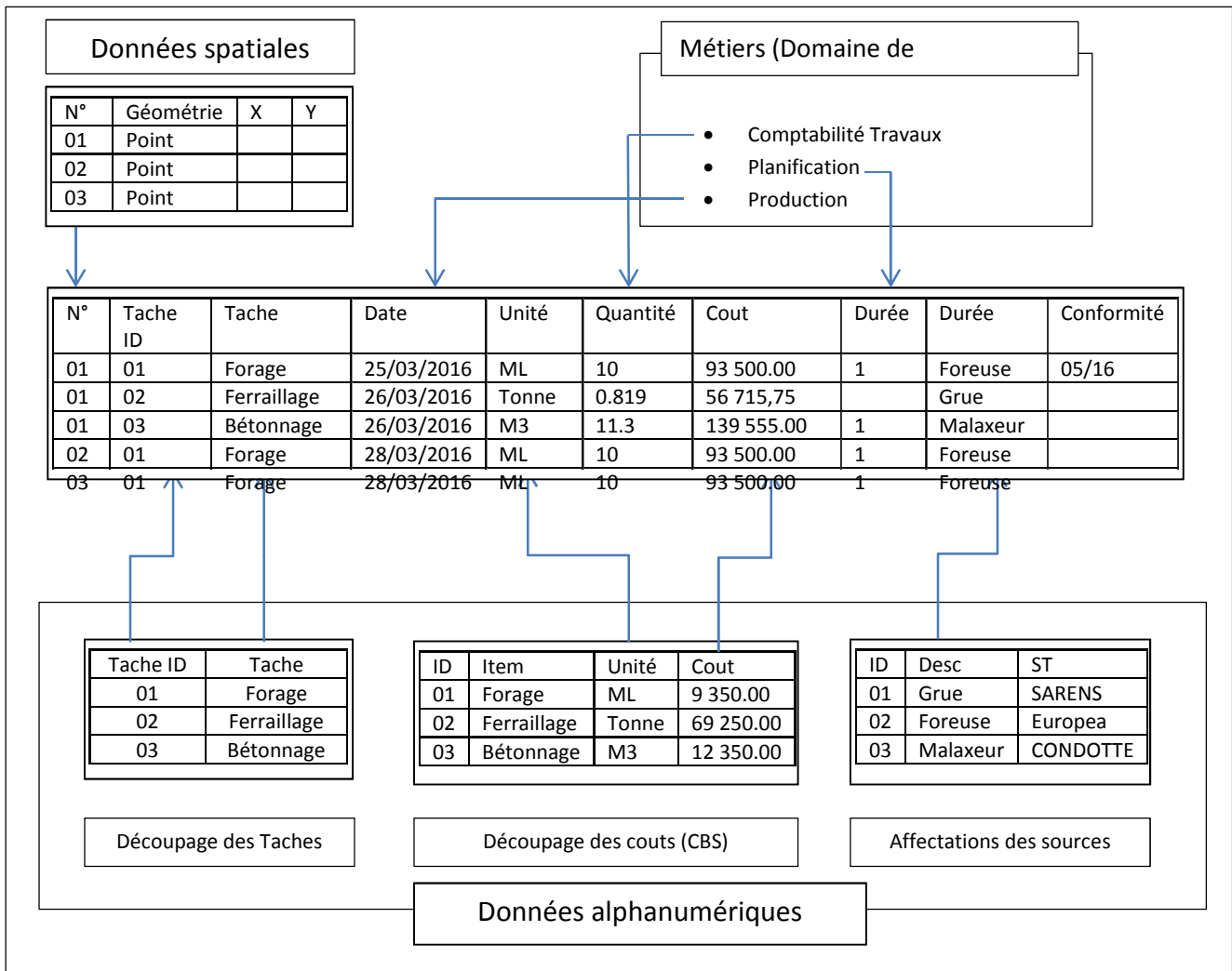


Figure V.7 : Relation entre données spatiales et alphanumériques

V.6.3.1. Connexion de la base de données Microsoft Access dans ArcGis

La connexion de la base de données MS Access vers ArcMap se fait via une connexion OLEDB. En termes de définition, OLE DB est un module de partage de données entre des applications, nous autorisant de communiquer la base de données Access dans ArcMap.

Pour maintenir l'intégrité des données, nous devons changer l'extension *.accdb vers l'extension *.mdb dans Access. Et toutes les bases de données Microsoft Access (.mdb) seront affichées et accessibles à l'aide d'ArcCatalog.

V.7. CONCLUSION

Dans cette partie, nous avons pu modéliser notre base de données. Cette modélisation était faite en deux parties. La modélisation de la B.D.G. dans un premier temps et la modélisation de la B.D.A. dans un deuxième temps.

CHAPITRE VI : RÉALISATION D'UN SYSTÈME D'AIDE AU PILOTAGE DES PROJETS

VI.1. INTRODUCTION

L'objectif de ce travail est de réaliser une plateforme d'interface d'un système d'aide au pilotage des projets de travaux publics, la manipulation des données se fait dans un système de gestion de base de données (MS Access) dans lequel toutes les informations sont saisies, stockées et traitées, la base de données est connectée au logiciel SIG (ArcGis) et sur ce logiciel les tables importées sont liées aux table attributaires avec jointure dynamique, celle-ci permet à actualiser automatiquement toute les données géographiques de notre projet.

VI.2. PLATEFORME LOGICIELLE

Dans notre application, les informations acquises de diverses sources sont traitées sous une plateforme multi-logicielle (ArcGis, Autocad, Microsoft Access) et ce dans le but d'élaborer une base de données riche permettant la manipulation, la mise à jour des données ainsi que la visualisation des différents résultats. Nous décrivons brièvement la dite plate-forme dans les paragraphes suivantes :

VI.2.1. Logiciel SIG ArcGis

ArcGis est un logiciel permettant d'exploiter un SIG. Il permet l'acquisition, le stockage, la mise à jour, la manipulation et le traitement de données géographiques [21]. En effet, il permet de créer des bases de données cartographiques formées par les données spatiales attributaires. Dans notre cas, ArcGis est utilisé pour le géo-référencement et la numérisation des cartes nécessaires ainsi que pour l'habillage des cartes. Aussi ArcGis nous permet d'importer des données descriptives à partir d'une base de données Access sous forme de tableaux tout en utilisant une connexion de type OLE DB.

VI.2.2 Logiciel DAO Autocad

Autocad est un logiciel de type D.A.O. Dans notre cas, nous avons exporté les données à partir de son extension *.dwg vers l'extension de l'ArcGis *.shp.

VI.2.3 Logiciel SGBD Microsoft Access

MS Access est un système de Gestion de Base de Données Relationnelle qui permet de gérer des informations dans une base et de fournir les fonctions nécessaires pour les manipuler. Nous avons exploité ce logiciel dans notre projet afin de structurer la base de données alphanumérique.

VI.3. IMPLÉMENTATION DU SYSTÈME

VI.3.1. Découpage des ouvrages d'art

Le découpage de projet a été fait suivant les études d'exécution par unité d'Ouvrage d'Art (Viaduc et Pont), une unité est découpée en deux (02) Culée et certain nombre des pile selon la longueur de l'Ouvrage, les culées et les piles ont été à son tours décomposées en une semelle et des élévations, ce découpage a été établi par le service de Planning selon les moyens matériels et humains (main d'ouvre, ferrailage et coffrage disponible sur chantier) , le schéma suivant montre la méthode de découpage du Viaduc 38.4 :

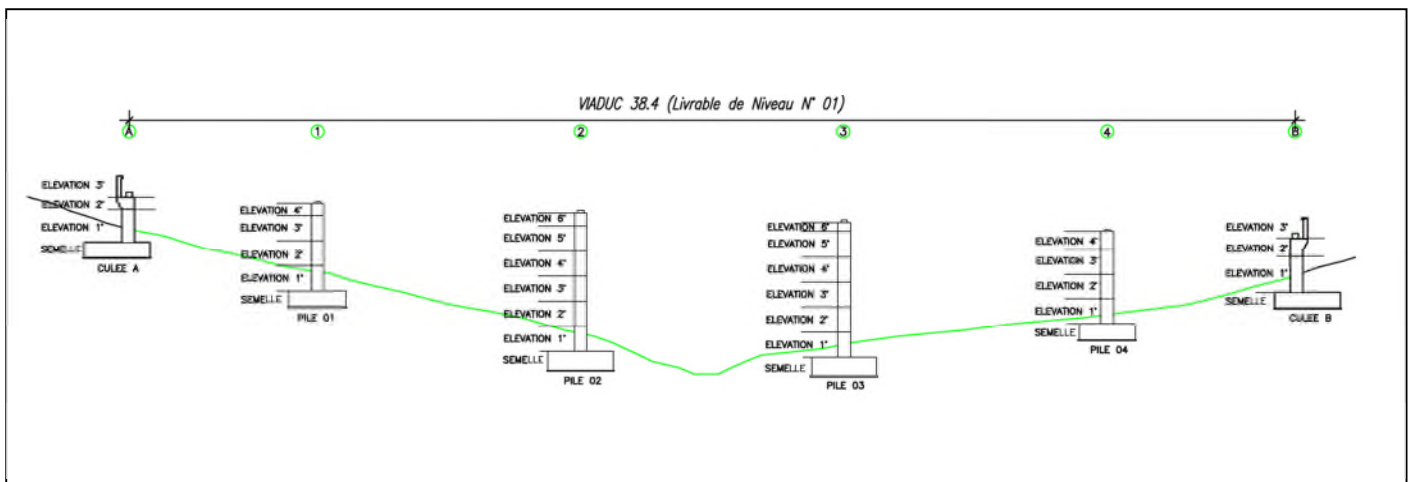


Figure VI.1 : Découpage des ouvrages d'art

VI.3.2. Découpage des taches

Pour simplifier le projet, le découpage des taches a été établi en deux :

1. **Tache de préparation** : cette tache comprend la mise en place de coffrage et le ferrailage, avec toutes les opérations intermédiaires comme l'échafaudage, le réglage et la réception finale (autorisation de coulage). Généralement cette tache se dure environ de 4 à 5 jours ouvrables.
2. **Tache de coulage** : cette tache comprend le coulage du béton, c'est une tâche unique qui se fait dans la même journée.

VI.3.3. Création de la base de données alphanumériques

La base de données alphanumériques a été réalisée par le logiciel MS Access, selon le modèle de découpage des ouvrages d'Art, la figure XX montre les tables créées et la relation entre elles :

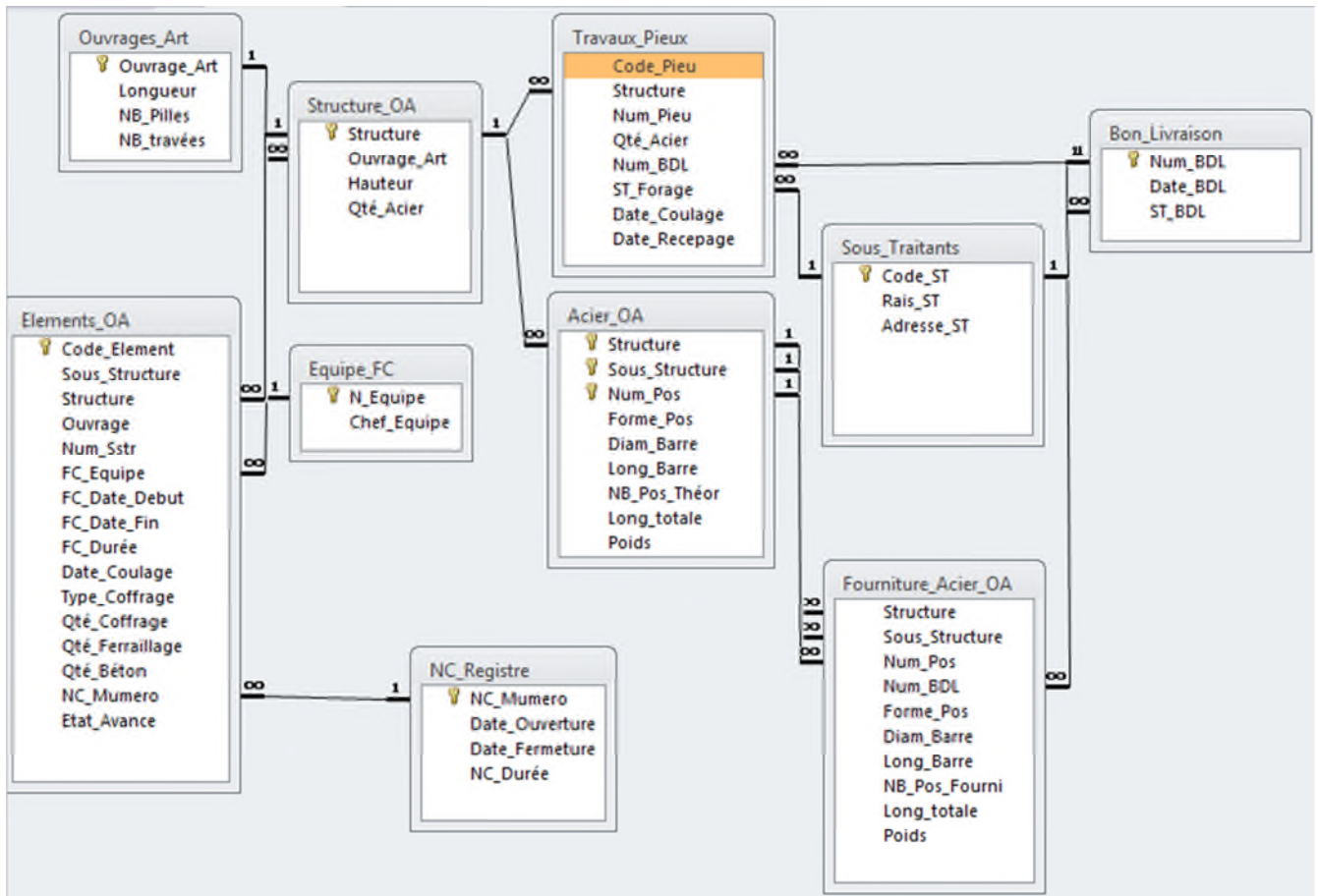


Figure VI.2 : Relation des table des données sous MS Access

VI.3.4. Création de la base de données géographiques

La base de données géographiques a été créée par l'importation des plans d'exécution, La B.D.G du projet comporte plusieurs données, qui sont représentées sous forme des couches suivant les données disponibles :

- **Couche Élévation** : elle comprends pour chaque livrable de niveau 2, la semelle et les élévations.
- **Couche Pieux** : elle comprends pour chaque livrable de niveau 2, l'ensemble des pieux et le béton de propreté.

VI.4. CAS D'APPLICATION : PROJET DE RÉALISATION DE LA 4^{ÈME} ROCADE

VI.4.1. PRÉSENTATION DU PROJET

La 4^{ème} Rcade d'Alger s'inscrit dans le Schéma Directeur Routier et Autoroutier (SDRA) élaboré par le Ministère des Travaux Publics dans le cadre du développement et de la modernisation des infrastructures routières et autoroutières du pays Celui-ci englobe, entre autres, l'étude et la réalisation de plusieurs Rocades destinées à désengorger la région du « Grand Alger », à savoir :

- La 2^{ème} rocade qui relie Zeralda à Boudouaou ;
- La 3^{ème} Rcade qui relie Cherchel à Tizi-ouzou ;
- Et la 4^{ème} Rcade qui relie Bordj Bou Arreridj à Khemis Miliana.

La 4^{ème} Rcade Autoroutière contribuera au soulagement des régions du centre du pays du trafic de transit Est-Ouest, ainsi qu'au renforcement et à la consolidation de l'infrastructure routière de la région du Titteri (Médéa) et celle du sud de Bouira. Cette nouvelle infrastructure à péage constituera à terme une option de plus pour le trafic empruntant l'autoroute Est-Ouest et permettra également de diminuer la pression, de plus en plus accrue, qui s'exerce sur les principaux axes routiers tels que la RN4, la RN5 et la RN1 [**Site officiel du ministère de travaux publique**].

VI.4.1.1. Descriptif du tracé

La 4^{ème} Rcade d'Alger est une Autoroute à péage qui traverse les territoires de cinq (05) Wilayas Du centre du pays, à savoir : Ain Defla, Médéa, Bouira, M'Sila et Bordj Bou Arreridj. Elle prend naissance dans la wilaya d'Ain Defla, au niveau de l'échangeur de l'Autoroute Est-Ouest situé à 03 Kms de Thémis Miliana et traverse le territoire de cette Wilaya en passant par Les localités de Djendel et Ammoura, puis traverse le territoire de la Wilaya de Médéa, en passant Par les localités de Hanacha et Ouled Bouachra, pour arriver à environ 5 km au sud de la ville de Berrouaghia (au niveau de la RN1), puis Rébaïa et Chellalet El Adhaoura. Elle traverse par la suite les territoires des Wilaya de Bouira et M'Sila en passant non loin de Dirah, De Sidi Aissa et de Tarmount, pour terminer en fin sa course dans la Wilaya de Bordj Bou Arreridj, Au niveau de l'Autoroute Est-Ouest, en passant près des localités d'El Ache et El Hamadia [**Site officiel du ministère de travaux publique**]



Figure VI.3 : Tracé du projet de la quatrième Rocade

VI.4.1.2. Travaux de construction d'Ouvrages d'Art

Dans le cadre de la réalisation de l'autoroute 4^{ème} Rocade, 6 Viaducs et 5 pont sont en construction (sans compter les passages inférieurs, passages supérieurs et les Ouvrages Hydrauliques – Buses et Dalots-), les Viaduc et les Ponts sont comme suit :

| | Longueur Gauche | Longueur Droite | Type |
|-----------|--------------------|--------------------|-------|
| | (m) | (m) | |
| VIA 34,2 | 225 | 225 | acier |
| VIA 34,5 | 186 | 186 | acier |
| VIA 35,3 | 186 | 186 | acier |
| VIA 35,6 | 228 | 228 | acier |
| VIA 38,4 | 375 | 375 | acier |
| VIA 39,7 | 102 | 102 | acier |
| PONT 40,2 | 59.6 | 59.6 | béton |
| PONT 41,5 | 81.2 | 53.6 | béton |
| PONT 46,0 | 137.1 | 137.1 | béton |
| PONT 47,5 | 53.6 | 81.2 | béton |
| VIA 52,0 | 125 | 275 | acier |
| PONT 53,3 | 120.8 | 120.8 | béton |
| VIA 65,0 | 275 | 225 | acier |
| VIA 65,6 | 125 | 125 | acier |
| VIA 66,0 | 325 | 325 | acier |

Tableau V.1 : Liste des Viaducs des Ponts

VI.4.1.3. Effets Socio-Économiques Attendus

L'étude socio-économique a permis d'estimer les effets attendus sur les secteurs économiques et sur la Structure du territoire dont les principaux sont les suivants :

Développement agricole : Impact sur les prix du sol et émergence d'industries agricoles. Développement de l'élevage : Notamment en ce qui concerne les wilayas de Médéa, Bordj Bou Arreridj et M'Sila.

Localisation industrielle : Il est prévu l'essor de grandes zones industrielles, surtout à proximité des Intersections avec les principales routes nationales qui se présentent tout au long du parcours.

Développement urbain et structure du territoire : La réalisation de la 4ème Rocade va Permettre une restructuration des régions traversées, par l'essor de grandes villes et l'émergence de Nouvelles localités avec un renforcement du potentiel résidentiel et touristique. Les zones les plus favorisées seront les villes les plus proches des liaisons : Khémis Miliana, Djendel, Berrouaghia, Chellalet el Adhaoura, Sidi Aissa, Hammam Dalaa, El Hammadia et Bordj Bou Arreridj.

VI.4.1.4. Sociétés chargées de réalisation du projet

Le Groupement momentané d'entreprises **GEMIA 4R** est chargé de la réalisation de ce projet, il est constitué des entreprise suivante :

- 1. CONDOTTE S.P.A** : (Chef de file) société italienne chargée de la réalisation des travaux des terrassements et des ouvrages hydrauliques du PK 40+000 eu PK 48+000 et de tous les ouvrages d'Art.
- 2. ROTAHEM S.P.A** : société Algérienne privé de travaux publics chargée de la réalisation des travaux des terrassements et des ouvrages hydrauliques du PK 48+000 eu PK 59+000 .
- 3. EPTP Alger** : société Algérienne étatique de travaux publics chargée de la réalisation des travaux des terrassements et des ouvrages hydrauliques du PK 59+000 eu PK 67+000 .
- 4. EPTTRS** : société Algérienne privé de travaux publics chargée de la réalisation des travaux des terrassements et des ouvrages hydrauliques du PK 34+000 eu PK 40+000 .

Notre projet d'étude a été établi au sein de l'entreprise CONDOTTE, elle est Créée le 7 avril 1880 déjà sous la forme actuelle de société anonyme, la « CONDOTTE » avait pour but la réalisation de travaux d'adduction d'eau pour l'alimentation des villes, des

zones agricoles à irriguer et des industries. Son activité se développe alors surtout à l'étranger, aussi bien en Europe, en Russie, au Siam (actuelle Thaïlande) et en Chine. La société s'est ensuite diversifiée dans les travaux publics en général. Elle a notamment réalisé le percement du tunnel du Mont-Blanc et la plupart des lignes du métro de Milan[15].

VI.5. Application du Système SAP-PTP

Notre « *système d'aide au pilotage des projets de travaux publics* » appelé en abréviation **SAP-PTP**, a été réalisé, appliqué et validé au sein de l'entreprise CONDOTTE, ce système sert d'une manière générale au :

VI.5.1. Suivi l'avancement des travaux des Ouvrages d'Art :

Le principal objectif de notre système est le suivi de l'avancements des travaux. Il est alimenté à la fin de chaque journée de travail de toute les activités réalisées, le SAP-PTP visualise toutes les données sur ArcGis pour chaque élément.

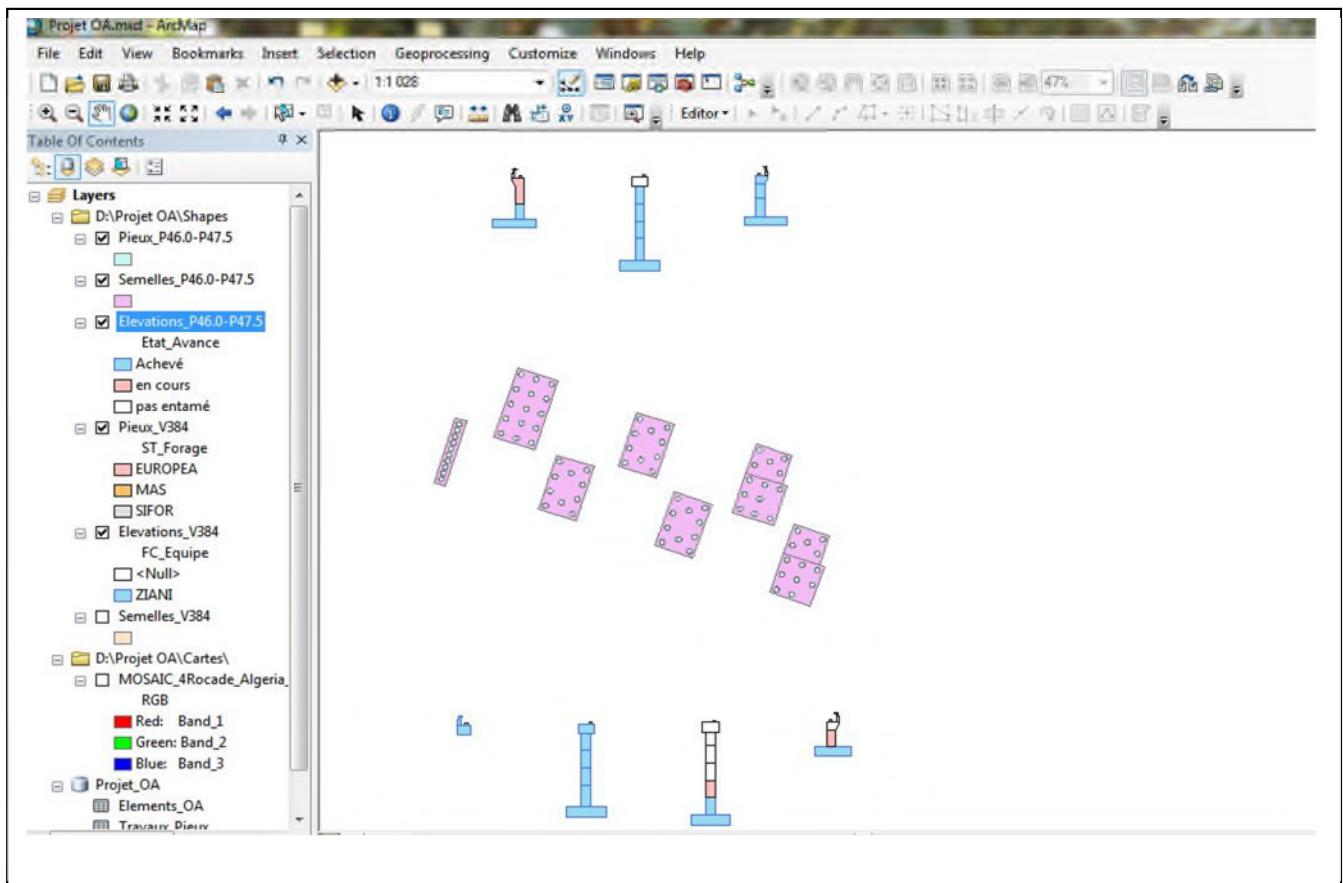


Figure VI.4 : Avancement des travaux des ouvrages d'Art

VI.5.2. Suivi des travaux des équipes:

Le SAP-PTP peut donner des informations les équipes qui interviennent sur les Ouvrages d'Art, pour les travaux achevés et également pour les travaux en cours.

VI.5.3. Contrôle de rendements des équipes

Le SAP-PTP sert à contrôler le rendement de chaque équipe avec la visualisation des parties des ouvrages d'Art en indiquant la durée de réalisation.

VI.5.4. Contrôle des Non-Conformités

Le SAP-PTP sert à visualiser pour chaque élément réalisé toutes Non-Conformité enregistré et pas encore levée avec son numéro, d'autres informations sur la Non-conformité peuvent être consultées dans la base de données alphanumérique.

VI.5.6. Présentations des Rapports

L'aspect cartographique des SIG facilite énormément la présentation des rapports, un rapport enrichi des présentations cartographiques en visualisant la réalité avec des plans coloré portant toutes les informations devient plus facile à lire et à comprendre.

Les figures suivante montre toutes les présentations traitées dans le sous-chapitre « **Application du Système SAP-PTP** ».

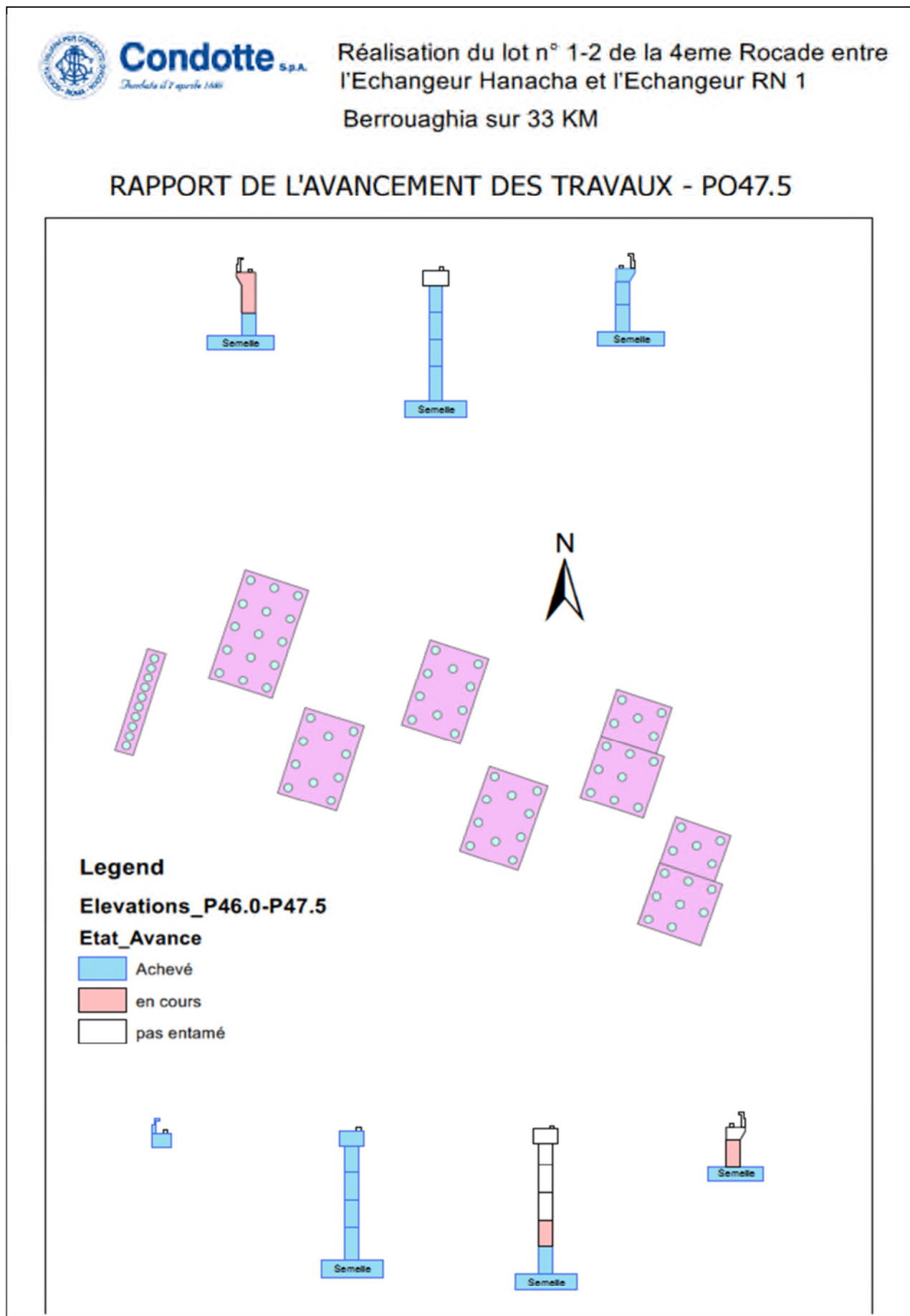


Figure VI.5 : Rapport d'Avancement des travaux – Pont 47.5

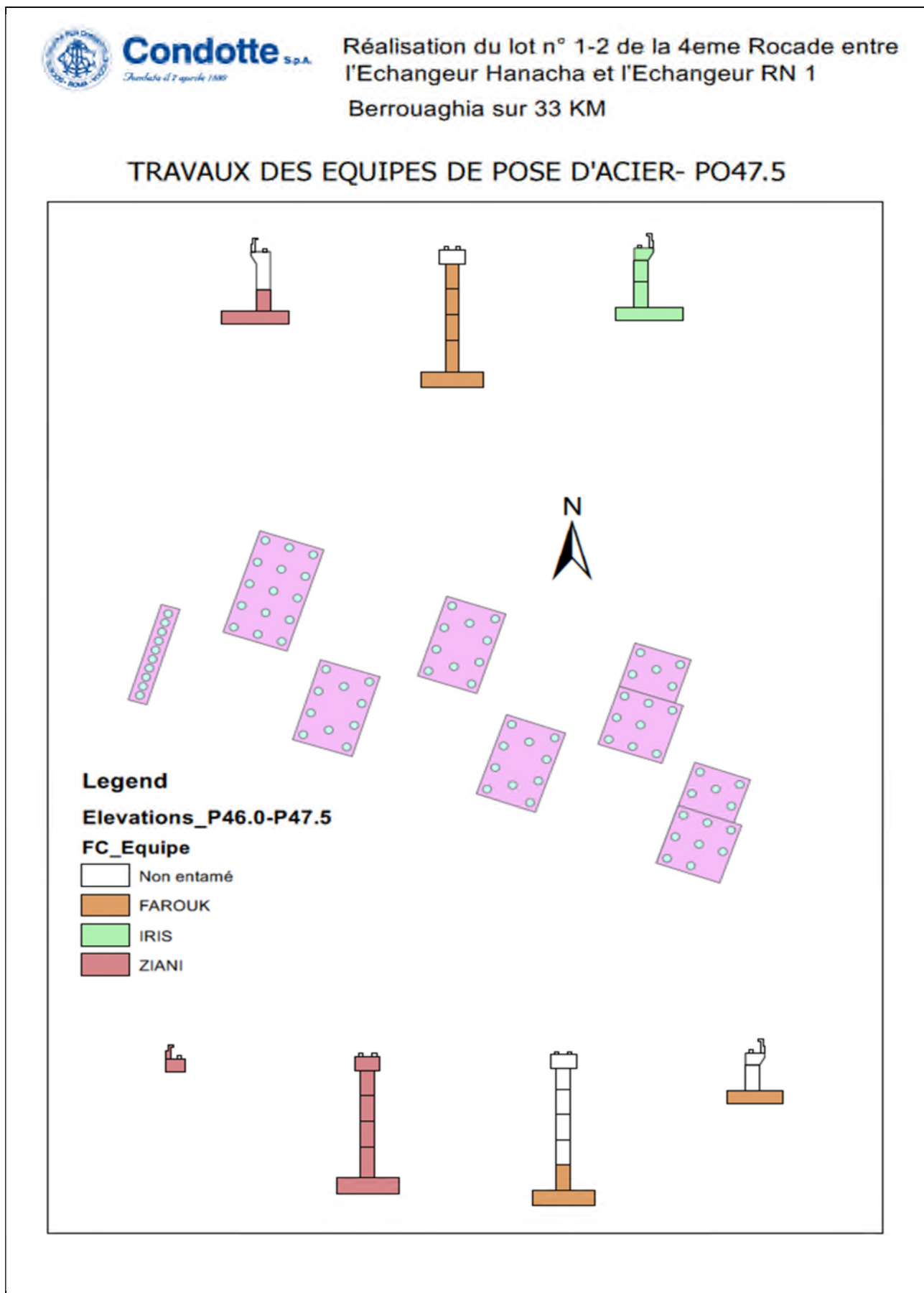


Figure VI.6 : Travaux des équipes de Pose d'Aciers – Pont 47.5



Condotte S.p.A.
Fondata il 7 aprile 1990

Réalisation du lot n° 1-2 de la 4eme Rcade entre
l'Echangeur Hanacha et l'Echangeur RN 1
Berrouaghia sur 33 KM

DUREES DE POSE D'ACIER EN JOURS- PO47.5

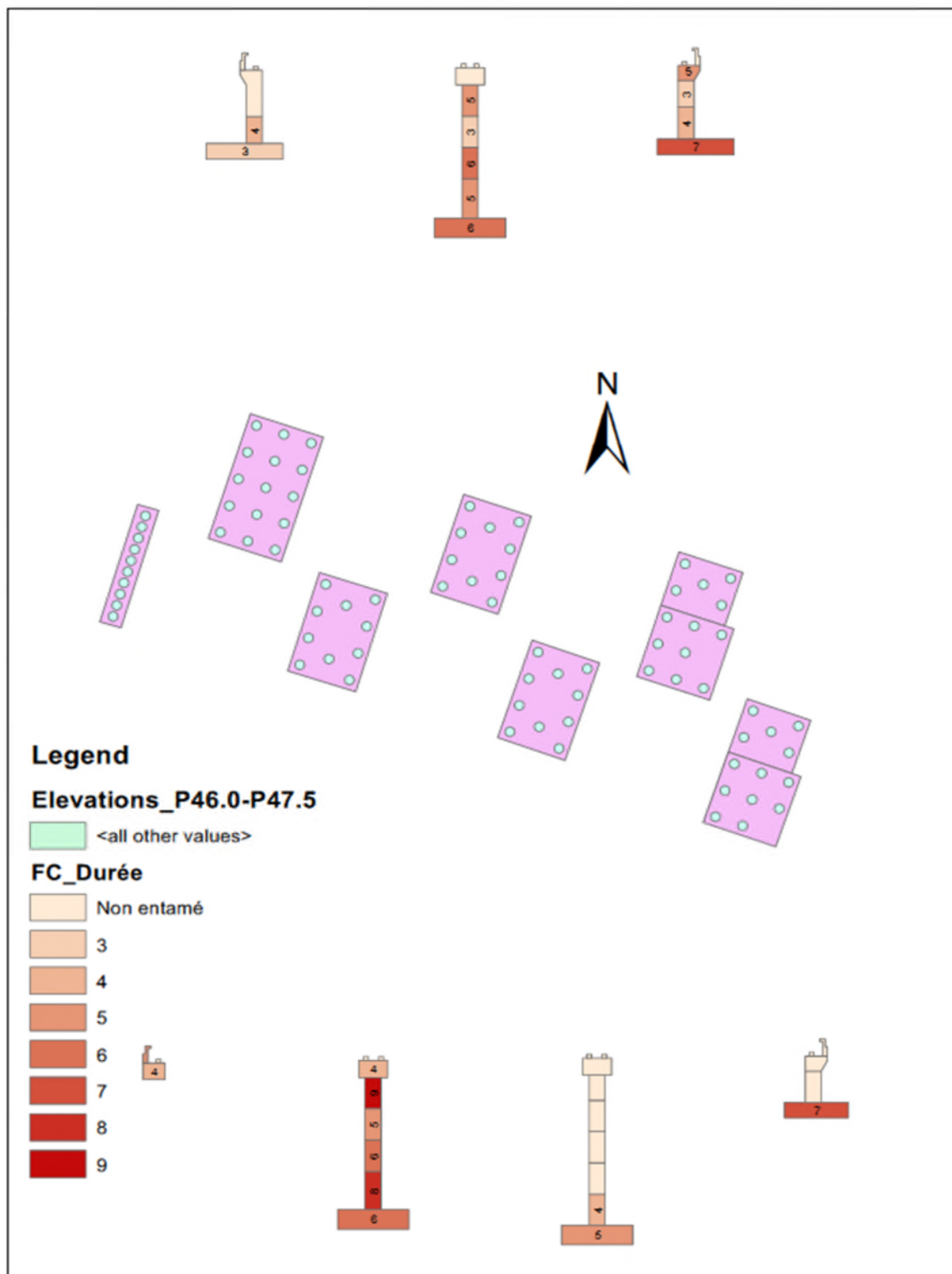


Figure VI.7 : Durées de Pose d'Aciers en jours– Pont 47.5

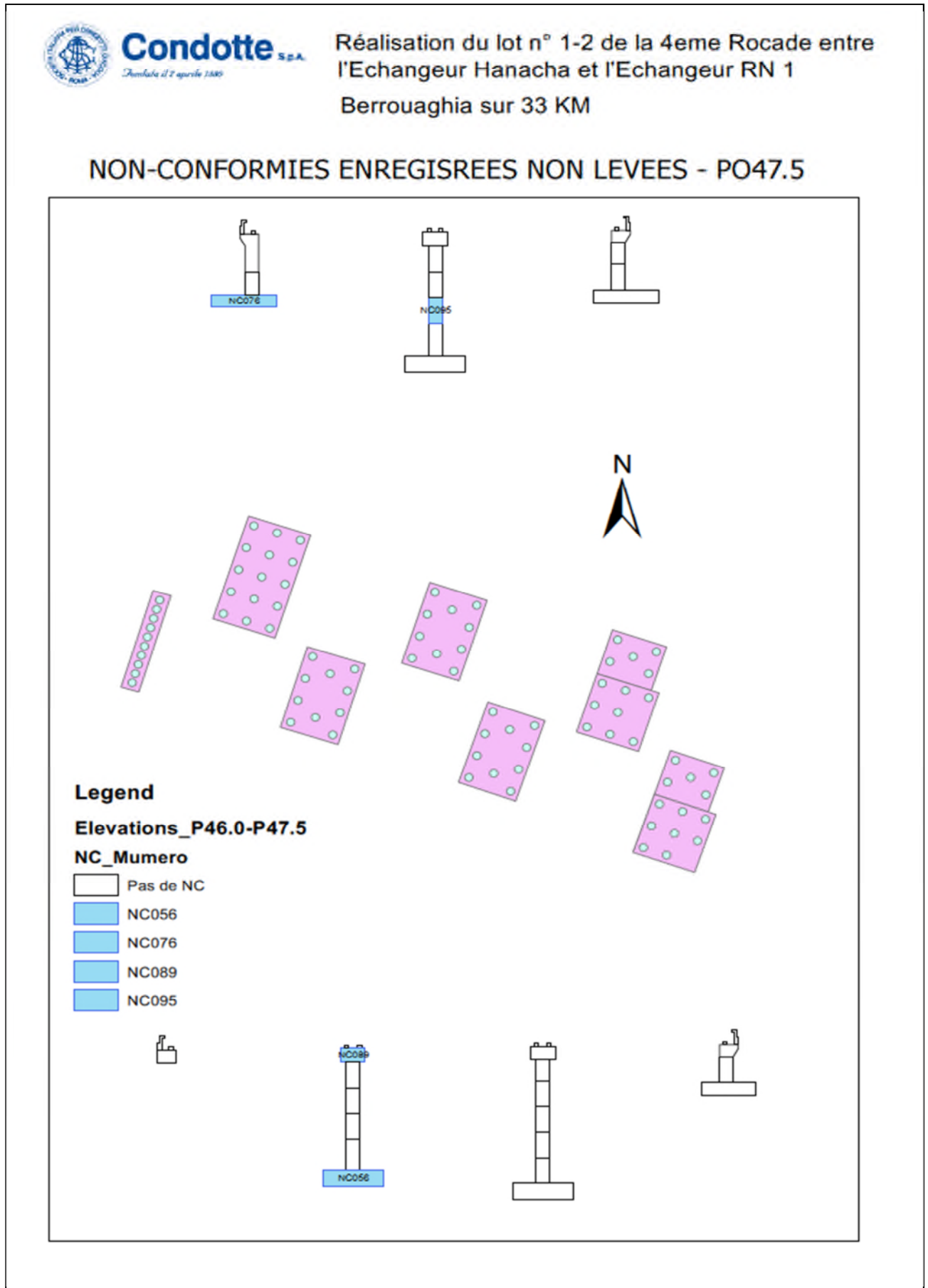


Figure VI.8 : Non-conformités enregistrées non levées – Pont 47.5

Système d'Aide
au Pilotage de Projet de Travaux Publics

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce travail nous a permis le développement d'une méthodologie de conception de bases de données pour la création d'un SIG. Nous avons pu développer également un ensemble de méthodes pour faciliter l'organisation de l'information dans un projet contenant plusieurs intervenant. En effet, le principal objectif de notre travail était de prouver l'importance que revête le SIG dans la gestion de projets.

De toutes les façons, il est encore trop tôt pour juger si la mise en place du SIG pour la gestion des projets a atteint son objectif majeur qui est l'aide à la décision. L'outil n'est pas pour l'heure finalisé et est appelé à évoluer dans le futur. La composante humaine du système d'information reste maîtresse et les mentalités doivent progressivement évoluer, pour d'une part utiliser l'outil au mieux en gardant à l'esprit les biais qu'il intègre, d'autre part le prendre réellement en considération à l'heure des choix et de la prise.

Les résultats issus de la présente étude, ont permis en effet de constater plusieurs insuffisances pour l'intégration des SIG dans la gestion de projet et pilotage des chantier des travaux publics. Aussi bien au niveau des documents disponibles, qu'au niveau références bibliographiques, À savoir:

- Manque de données dans le projet lui-même, le projet est toujours presque à sa période de préparation (préparation des études d'exécution) ;
- La plupart des ouvrages d'Art ne sont pas encore entamé (dans la période de préparation de cette étude);
- La non appréhension du concept des SIG dans la gestion des projets de travaux publics;
- L'absence de documentations (références bibliographiques) sur le thème principal de cette étude .

Dans le cadre du présent projet de fin d'étude de Master, ces insuffisances ont constitué un handicap, notamment pour le temps consacré à la recherche bibliographiques. Toutefois, force est tout de même de souligner que les résultats issus de la présente étude, peuvent à juste titre, être considérés comme le point de départ de l'intégration des SIG dans la gestion des projets de travaux publics.

En définitive, le travail présenté dans ce projet initie une démarche. Il apporte une vue d'ensemble sur la problématique traitée, situe une contribution et démontre la faisabilité de cette approche. Plusieurs aspects de ce travail demandent à être suivis. Par ailleurs, nous envisageons de nombreuses pistes pour compléter et étendre cette contribution telles que :

- Conception du SIG pour la planification des projet de travaux publics ;
- Application des SIG sur le métré (quantité) des projet de travaux publics ;
- Application des SIG sur le management des projets de Bâtiments ;
- Conception du SIG sur les travaux de terrassements généraux et mouvements des terres.

De ce qui a été détaillé ci-haut, l'application des SIG sur la gestions de projets de travaux publics reste un domaine très vaste et exige d'aborder le sujet de tous les métiers pour arriver un jour à concevoir tout un système complet et performant qui va servir plus tard à développer nos entreprises de travaux publics.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Ghynel NGASSI NGAKEGNI, 2010 - « *Impact des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) sur le tissu productif des biens et services au Maroc* », INSEA Rabat - Ingénieur d'État en Statistique et Économie – Maroc.
- [2] Sedki Esmaeel Rezouki, 2012 - « *Application of Geographic Information System for Preparing the Bill of Quantities of Construction Projects*», University of Baghdâd- Irak.
- [3] Mohammed Ahmed Al-gahzari, 2011 - « *APPLICATION OF GIS IN CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT*», king fahd university of petroleum and minerals - Saudi Arabia.
- [4] M. Naik, Aditya M., and Suma B. Naik, 2011 - « *GIS Based 4D Model Development for Planning and Scheduling of a Construction Project*», International Journal of Innovation, Management and Technology, Vol. 2, No. 6, December 2011.
- [5] Sandip N Palve, 2013 - « *APPLICATIONS OF GIS IN INFRASTRUCTURE PROJECT MANAGEMENT*», international journal of structural and civil engineering research.
- [6] Sanghyeok Kang, Jongwon Seo, 2013 - « *GIS-BASED ROADWAY CONSTRUCTION PLANNING*», Hanyang University., Seoul, Korea.
- [7] Kolagotla Vijay., 2012 - « *GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM AND ITS APPLICATION TO PROJECT MANAGEMENT IN CONSTRUCTION INDUSTRY*», Gammon India Ltd., Mumbai.
- [8] Hamad Ahmed Altuwaijri, 2014 - « *A Study of the Relationship between the Use of GIS and Project Success in Selected Construction Organizations*», Eastern Michigan University, USA.
- [9] Jean-Tves Moine, 2008 - « *Manuel de Gestion de projet*», Edition AFNOR, France.
- [10] Gilles Boulet PMP, 2009 - « *ÉLÉMENTS DE GESTION DE PROJET*».

- [11] BENKHOLIF Noudjem et CHAOUI Brahim , 2005 - « *Système d'aide à l'instruction des autorisation d'urbanisme* » », CNTS - Algérie.
- [12] GOODCHILD M.F., 1987. « *A spatial analytical perspective on geographical information system* », *International Journal of Geographical information system*, vol 1/4.
- [13] DIDIER M.,1992. *Utilité et valeur de l'information géographique* », *Economica*.
- [14] PORNON H. 1992. *SIG, des concepts aux réalisations*. Service Techniques de l'Urbanisme, Hermès, France.
- [15] TUFFERY C.,1997. « *Les SIG dans les entreprises* », Hermès, Paris.
- [16] LAARIBI A., 1995. « *Systèmes d'information géographique et analyse multicritère : intégration pour l'aide à la décision à référence spatiale* », Thèse (Ph. D.), Département de géographie Université Laval, Québec.
- [17] DAVID B., Lamy S, 1993. « *Données géographiques de référence* », *revue de géomatique (n°1-2)*.
- [18] ROUET P., *Les données dans les systèmes d'information géographique* » ; Éditions Hermès, Paris,
- [19] Dr. LADOUANI Abdelkrim, « *ORGANISATION DE CHANTIER ET GESTION DE PROJET* » ; enseignant-chercheur au Département d'Hydraulique, USTOMB, Algérie.
- [20] DESREUMAUX Alain. « *Théorie des Organisations* ». Caen, Éditions management Société, 1998.
- [21] Luc BOYER – Noëi EQUILBEY. « *ORGANISATION : THÉORIES ET APPLICATIONS* ». Éditions d'Organisation, 2003.

Site web :

1/. www.wikipedia.org

2/. www.gestiondeprojet.net

2/.www.gestiondeprojet.net

ANNEXES

Annexe 01 : Modèle du rapport journalier des travaux

Annexe 02 : Modèle de programme journalier de réception des travaux

Annexe 03 : Rapport de Non-Conformité

Annexe 01 :

Modèle du rapport journalier des travaux

PROJET: Réalisation du lot 1-2 de la 4eme Rcade entre l'Echangeur Hanacha et l'Echangeur RN 1 Berrouaghia sur 33km.

Service Contractant : Agence Nationale des Autoroutes A.N.A.

Objet:

Rapport Journalier des activités du :

Conditions Météorologiques :

BEAU TEMPS

29 Mars 2017

VIA 34.2 = Pile 3 Travaux d'excavation pour le fond de fouille + Culee B excavation coté gauche et remise en état du lieu après les intempéries (2 excavateurs, 2 camions)

VIA 34.5 = Culee B Droite Mur Paregravel Decoffrage. (2 Grues, 1 Chariot Elev, 2 Générateurs, 1 Compresseur)

VIA 35.3 = Pile 1G Appuis Decoffrage. + Pile 3D Semelle Decoffrage.
Pile 3G II elevation Decoffrage. (1 grue, 1 generateur, 1 compresseur, 1 pompe varisco)

VIA 35.6 = Pile 1G Semelle prêt à couler + Pile 1D Semelle montage coffrage.
Culee B Gauche et Droite Beton de Propreté = Coulage 148,00 m3 B.P. (74 skako - 74 euromecc) (1 chargeur, 1 retrochargeur)

VIA 38.4 = Culee A Gauche Semelle prêt à couler + Pile 1D V elevation prêt à couler + Pile 2D V elevation Decoffrage + Pile 3G Appuis R.A.S. + Culee B Gauche nettoyage +
Pile 3D V elevation Decoffrage. (3 grues, 1 bobcat, 1 miniexcavateur, 2 generateurs) (1 pompe varisco)

VIA 39.7 = Travaux d'evacuation des eaux. (1 pompe varisco)

39+700 à 40+000 = Travaux de Deblais en cours d'execution. (1 exc, 1 niv, 1 dozer, 1 charg, 4 camions)

PONT 40.2 = Culee A Gauche II elev prêt à couler + Pile 1D II elevation Decoffrage. + Culee B Gauche montage coffr et ferr I elev (1 grue)

40+600 à 41+000 = Travaux de talutage aux bermes coté gauche. (2 excavateurs, 2 camions)

P.I. 41.3 = Badigeonnage du corp central. (1 elevateur)

PONT 41.5 = Pile 3 Chevetre Decoffrage. (2 grues, 1 generateur, 1 compresseur)

PASSAGE SUPERIEUR 41.6 = R.A.S.

TERRE ARME' 41.5 = Travaux terminés.

Retab. 41.6 = Travaux de Deblais et Talutage de la partie en bas de la terre armée (2 excavateurs, 1 chargeur, 2 camions)

1x2,0x2,0 DALOT 42.1 = Remplacement du matériel de fondation. (1 excavateur, 2 camions)

1x2,0x2,0 DALOT 43.3 = Coulage de 4,00 m3 BP x 200 LF (euromecc).

RECALIBRAGE OUED 43.7 = R.A.S.

1500 Ø BUSE 43.4 = R.A.S.

1x3,5x3,5 DALOT 44.1 = Zone "B" Dallage de couverture Decoffrage lateraux. (1 grue, 1 generateur, 1 compresseur)

1500 Ø BUSE 44.2 = Travaux Terminés.

2000 Ø BUSE 44.3 = R.A.S.

1x2,5x2,5 DALOT 44.4 = Regard Decoffrage. (1 elevateur)

(E92) 44+950 à 45+125 = Travaux de Remblais avec matériaux provenant de Deblais (1 nivel, 1 compact, 1 dozer, 1 citerne d'eau, 6 camions)

PK 45+125 = Construction de couche drainante = 25m x 35m x 0,30m. (1 excavateur, 2 camions)

ZONE 45.1 = Travaux de Remblais provenant du Deblais sur la structure. (1 compacteur, 1 niveleuse, 1 citerne d'eau, 3 camions)

PONT 46.0 = Culée A Droite Butées Sismiques et Des d'Appui decoffrage + Culee B Droite Decoffrage (1 grue, 1 chariot elev, 2 generateurs, 1 compresseur, 1 pompe à beton)

45+525 à 46+650 = Fosses de Crete: Travaux arrêtés à cause des Intempéries et Impraticabilité

1500 Ø BUSE 46.4 = Montage de No. 9 Buses Ø 1500mm = 2,90 ml.

PASSAGE SUPERIEUR 46.6 = Culees C1 Elevation = 176,00 m3 Beton x 390 LF (skako) (1 compresseur, 1 grue, 1 chariot elev, 1 generateur, 1 pompe à beton)

DALOT 47.1 = R.A.S.

(E 92) ZONE 47.1 = Travaux de Remblais avec matériaux provenant du Deblais (1 excavateur, 1 niveleuse, 1 compacteur, 1 citerne d'eau, 4 camions)

1500 Ø BUSE 46.3 = Terminés.

PONT 47.5 = Montage Ferrailage et Coffrage du Tablier aux deux cotés. (1 grue, 2 generateurs)

1500 Ø BUSE 47.2 = A' l'arrêt pour manque d'expropriation du terrain de part du Client.

1500 Ø BUSE 47.3 = R.A.S. (outillage nécessaire)

VIA 52.0 = Pile 3 Coulage Pieux No. 09 = 22,00 m3 Beton x 390 LF (skako). (2 Foreuse, 1 Grue, 1 Retrochargeur)

PONT 53.3 = R.A.S.

VIA 65.6 = Culee A Gauche et Droite Montage coffrage de la semelle.

VIA 66.0 = Culee A Coulage des Pieux 01 - 02 - 03 - 04 - 29 = 50,00 m3 beton x 390 ECDE (Alger Pavé). (1 Foreuse, 1 Grue, 1 Retrochargeur, 1 Dozer, 1 Excavateur, 1 Camion)

Annexe 02 :

**Modèle de programme journalier
de réception des travaux**

| | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|
| Viaduc 34.2 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Semelle | | | | | | | |
| Pile 3 G - 13:30 h | | | | | | | |
| Pile 3 D - 13:30 h | | | | | | | |
| Elevations | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Dés d'appui | | | | | | | |
| Pile 2 G - niveaux | | | | | | | |
| Viaduc 34.5 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Elevations | | | | | | | |
| Pile 1 D apareile d' appui | | | x | | | | |
| Culée A G (1°) | | | x | | | | |
| Culée A D (1°) | | | x | | | | |
| Culée B Droite - apareile d' appui | | | x | | | | |
| Viaduc 35.3 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Semelle | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Elevations | | | | | | | |
| Pile 3 D (1°) - 10:00 h | | | x | | | | x |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Viaduc 35.6 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Semelles | | | | | | | |
| Culee A G+D - niveaux BP | x | | | | | | x |
| | | | | | | | |
| Elevations | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Viaduc 38.4 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Semelles | | | | | | | |
| Culée A G | | | x | | | | |
| Elevations | | | | | | | |
| Pile 1 D - Dés d'appui | | | x | | | | |
| Pile 2 G (6°) | | | x | | | | |
| Pile 2 D Dés d'Appuis | | | x | | | | |
| Pile 3 D (7°) + des d'appui | | | x | | | | |
| Culée B G (1°) | | | x | | | | x |
| Dés d'appui | | | | | | | |
| Pile 3 D | | | | | | | |
| Viaduc 39.7 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Semelles | | | | | | | |
| Culée A' | | | | | | | |
| Pont 40.2 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Elevations | | | | | | | |
| Culee B D (1°) | | | x | | | | |
| | | | | | | | |
| PI 41.3 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| | | | | | | | |
| Remblai au Pk 41+400 | Topographie | | | | | Essais | Rec. BCS |
| | | | | | | | |
| Pont 41.5 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Semelles | | | | | | | |
| Culée B' | | | x | | | | |
| Culée B | | | x | | | | |
| Elevations | | | | | | | |
| Culée A 1° Elevation | | | x | | | | |
| Pile 2 (2°) | | | x | | | | |
| Chevetre | | | | | | | |
| Pile 2 | | | | | | | |
| Dés d'appui | | | | | | | |
| Pile 3 - niveaux butée sismique | | | x | | | | |
| Dalot 42.1 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |

| | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|
| Fond Fouille | | | | | | | |
| Dalot 43.3 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Tete d'entrée - 09:00 h | | | x | | | | |
| Dalot 44.1 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Dalle partie C + E | | | x | x | x | | x |
| Buse 44.3 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| | | | | | | | |
| Dalot 44.4 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Tete de sortie | | | x | | | | x |
| Remblai au Pk 44+600_44+925 | Topographie | | | | | Essais | Rec. BCS |
| 12° couche | | | | | | | |
| Remblai au Pk 44+950-45+150 | Topographie | | | | | Essais | Rec. BCS |
| 12° couche | | | | | | | |
| Remblai au Pk 45+125-45+150 | Topographie | | | | | Essais | Rec. BCS |
| | | | | | | | |
| Remblai au Pk 45+500-45+625 | Topographie | | | | | Essais | Rec. BCS |
| | | | | | | | |
| Remblai 45+625-45+775 | Topographie | | | | | Essais | Rec. BCS |
| 4° couche | | | | | | | |
| Fosses de crete | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| 46+000 | | | | | | | |
| Pont 46.0 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Elevations | | | | | | | |
| Culée A D - Mur lateral | x | | x | x | | | x |
| Culée A D - Para gravier | | | x | x | x | | x |
| levé contre-fleche des poutres | x | | | | | | x |
| | | | | | | | |
| Remblai 46+775 - 46+825 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| | | | | | | | |
| Remblai 46+925 - 47+175 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| 12° couche | | | | | | | |
| Buse 46.2 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| | | | | | | | |
| Buse 46.4 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Tete d'entrée | | | x | x | x | | x |
| PS 46.6 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Elevations | | | | | | | |
| Culée C2 (2°) | x | | x | | | | x |
| Dés d'appui | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Remblai 46+925 | Topographie | | | | | Essais | Rec. BCS |
| Pk 46+925 - 14 éme couche | | | | | | | |
| Buse 47.3 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Regard central | | | x | | | | |
| Dalot 47.1 | Topographie | | | | | Essais | Rec. BCS |
| cote amont (26°) couche | x | | | | | x | x |
| zone de Dalot 47.1 (20°) couche | x | | | | | x | x |
| Pont 47.5 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| levé contre-fleche des poutres du tablier Gauche | x | | | | | | x |
| Buse 47.2 | Implantation/ Verification | | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| | | | | | | | |
| Viaduc 52.0 | Implantation/ Verification | Fourage | Ferrailage | Coffrage | Coulage | Essais | Rec. BCS |
| Pile 2 - 1 pieu | | x | x | | x | | x |

Annexe 03 :

Rapport de Non-Conformité

| | | | | | | |
|--|--|--|--------------|--|----------------------|------|
| Groupement G.E.M.I.A. 4.R | RAPPORT DE NON CONFORMITE | | N° ...32.... | | DATE : 09/07/2016 | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> PRODUIT <input type="checkbox"/> SYSTEME | | CODE | | REV | PAGE |
| Chantier : (Tronçon, WBS, PK) CONDOTTE, Pont 46.0, Pile 2 Droite Pieux P2 | | | NC | | B | |

| | | |
|-------------------|--|--|
| CLASSIFICATION NC | <input checked="" type="checkbox"/> GROUPEMENT (Intérieur) | <input type="checkbox"/> BCS (Extérieur) |
| | Notification n° Rapport de non-conformité n°. | |

A - IDENTIFICATION : Différences altimétriques de la cage du pieux P2 de la Pile 2 Droite.

ANNEXE 1

DEPARTEMENT : Ouvrages d' Art

DESCRIPTION NC : Après recepage de les pieux de la Pile 2 Droite du Pont 46.0 ont a trouvé une différence altimétrique relativement au niveau du plan de la cage du pieux P2 de +1,30m.

REFERENCES DE LA NCP :

FOURNISSEUR / SOUS-TRAITANT

DATE RELEVÉ NC: ...25/06/2016.....

NOM ...CONDOTTE.....

SIGNATURE.....

DATE OUVERTURE NC: ...09/07/2016.....

SIGNATURE (RAQ)

NOM (RAQ) ...Amaral, João.....



B - DESCRIPTION TRAITEMENT ET PROPOSITION DE RESOLUTION:

AVEC LA SORTIE DE LA CAGE METALLIQUE DU PIEU EN OBJET, LA ZONE RENFORCEE RESULTE REDUITE DE 1,80 m À 3,50 m, MAIS DE TOUTE FAÇON SUPERIEURE À LA VALEUR DE 2,40 m (2d) FIXÉ PAR LA NORMATIVE (S 7.2.2 DU RPOA 2008), DONC LA VERIFICATION AU CISAILEMENT DATE/ PHASE PREVUE POUR RESOLUTION RESULTE SATISFAITE. (*)

SIGNATURE pour NCP (DC / DDG) *Walter Socafati* SIGNATURE pour NCS (RAQ)

(*) LA PORTANCE DU PIEU N'EST PAS MISE EN DISCUSSION, PARCE QUE SA GEOMETRIE EFFECTIVE N'A PAS ÉTÉ MODIFIÉE PAR RAPPORT AU PROJET. ENFIN RESULTE VERIFIÉE AUSSI LA SECTION À 1.80 m DE LA POINTE DU PIEUX (VOIRE ANNEXE 1)

| | | | | |
|--|--|--------------|----------------------|-----|
| Groupement G.E.M.I.A. 4.R | RAPPORT DE NON CONFORMITE | N° ...32.... | DATE : 09/07/2016 | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> PRODUIT <input type="checkbox"/> SYSTEME | | CODE | REV |
| | Chantier : (Tronçon, WBS, PK) CONDOTTE, Pont 46.0, Pile 2 Droite Pieux P2 | NC | B | |

| | |
|------------------------------|--|
| TRAITEMENT (pour NCP) | <input type="checkbox"/> a) re-fabrication; |
| | <input type="checkbox"/> b) acceptation; |
| | <input type="checkbox"/> b1) autorisation à l'utilisation du produit: emploi autorisé de l'élément non conforme aux prescriptions prévues; |
| | <input type="checkbox"/> b2) acceptation de la partie d'ouvrage, sans effectuer aucune réparation; |
| | <input checked="" type="checkbox"/> b3) acceptation après réparation; |
| | <input type="checkbox"/> c1) élimination; |
| | <input type="checkbox"/> c2) démolition du composant/partie d'ouvrage; |
| | <input type="checkbox"/> d) utilisation du produit Non Conforme pour emplois alternatifs adéquats aux prescriptions du même. |

C – VERIFICATION MODALITE DE TRAITEMENT (NCP)

SIGNATURE pour NCS (DC / DDG) *Mitea Socapetti* DATE:.....

APPROBATION RBT pour NCP (si nécessaire) *Jamiano Gaulte* DATE:.....

D – APPROBATION MODALITE' DE TRAITEMENT

| NC MINEURE | NC MAJEURE |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> SIGNATURE pour NCP (DC/DDG)..... | <input type="checkbox"/> SIGNATURE (BCS) <i>Mitea Socapetti</i> DATE 02/09/2016 |
| <input type="checkbox"/> SIGNATURE pour NCS (RSGQ)..... | |
| DATE..... | |

E-EXECUTION DU TRAITEMENT DE RESOLUTION

SIGNATURE (RAQ) *Mitea Socapetti* DATE:

VERIFICATION RESOLUTION: POSITIVE NEGATIVE: RNC N°..... DU

SIGNATURE : (RAQ).....

NOTIFICATION CLÔTURE: DDG *Mitea Socapetti* BCS.....

RAPPORT ACTIONS CORRECTIVES Réf (RAC n°.....) du

ANNEXES (total = n° feuilles):

NOTES:

.....

.....

.....

.....

RAPPORT DE NON CONFORMITE DU PRODUIT : N° 032

ANNEXE TECHNIQUE 1

PO 46.0 – PILE 2 DROITE

Après recepage des pieux de la pile 2 DROITE du pont 46.0, on a trouvé une différence du niveau supérieur de la cage de 1.30 m maximum par rapport au niveau du projet.

Cela n'a aucune incidence sur la capacité portante des pieux parce que les effets de flexion et de cisaillement, dus à la force horizontale de sommet, deviennent négligeables à la base du pieu.

Les justifications sont effectués dans la section non armée, à 1.80 m de la base du pieu, en suivant la procédure de calcul pour les « Structures en béton non armé ou faiblement armé » (NF EN 1992-1-1/12.6.3).

Si V_d est l'effort tranchant sur la tête du pieu, l'effort fléchissant et l'effort de cisaillement, au long du fût des pieux, sont pris (Winkler avec $K_f = \text{const.}$):

$$M_d = V_d \times \frac{\lambda}{2} \times I_4$$

$$T_d = V_d \times I_1$$

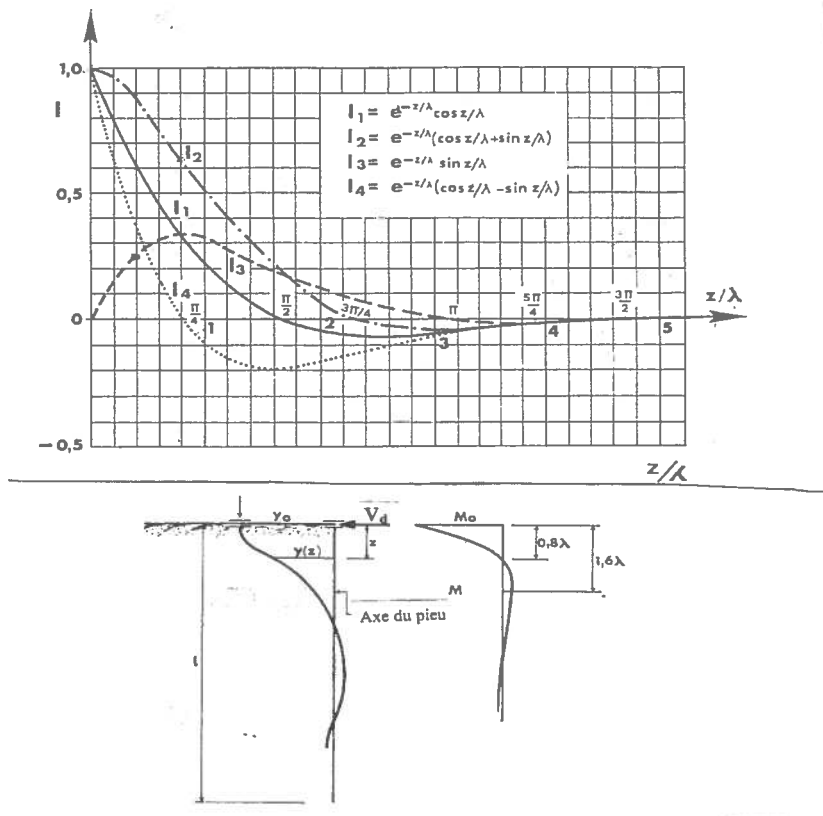
$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{k_f B}}$$

où :

E = module de Young du béton

$J = \pi B^4 / 64$

Pour $z = 0$ ($M_o = M_{\text{max}}$), la vérification a été effectuée dans le rapport de calcul LOT12-DEX-05-PO-460-RT-002 avec les armatures de projet.



Pour $z = 20.00 - 1.80 = 18.20$ m (section non armée) nous avons :

$$M_d = 441 \times \frac{4.45}{2} \times 0.004 = 3,92 \text{ kNm}$$

$$T_d = 441 \times 0,0098 (I_1) = 4,32 \text{ kN}$$

ou:

$V_d = 441$ kN est l'effort tranchant sur la tête du pieu (pag. 125 du rapport)

$\lambda = 4.45$ m (pag. 125 du rapport)

$$I_4 = 0.004 \quad \text{pour } z/\lambda = 18.2 / 4.45 = 4.09$$

$$I_1 = 0.0098 \quad \text{pour } z/\lambda = 18.2 / 4.45 = 4.09$$

$$F_{\max} = 5824 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{cpmax}} = 0.98 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{c,lim}} = 20.8 \cdot 2 \cdot \sqrt{(1.89(1.89 + 20.8))} = 7.70 \text{ N/mm}^2 > \sigma_{\text{cp}} = 0.98 \text{ N/mm}^2$$

La section résulte toujours vérifiée.