

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique d'Alger



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Département de génie civil

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de Master en génie civil
présenté par

CHAIB Mohamed Omar

Planification des travaux d'exécution d'une partie de l'Esplanade/Parking à Djamaâ El Djazaïr

Mémoire soutenu le 11 Octobre 2015 devant le jury composé de :

Pr.	A. BALI	ENP	Président
Mr.	A. ABDELGUERFI	ENP	Examineur
Mme.	A. CHIKH	ENP	Examinatrice
Mme.	N. BAUCHE	ENP	Promotrice

ENP 2015

Ecole Nationale Polytechnique (ENP)
10, Avenue des Frères Oudek, Hassen Badi, BP, 182, 16200 El Harrach, Alger, Algérie
www.enp.edu.dz

Remerciement

Je tiens d'abord à remercier toute l'équipe pédagogique de l'Ecole Nationale Polytechnique, et spécialement ma promotrice *Madame Nadja Baouche*, qui m'a suivi tout le long de cette période.

Je remercie également toute l'équipe de la société ANARGEMA pour l'accueil chaleureux et plus particulièrement les ingénieurs *M. FEDDANE Abdelhamid, M. TALBI Sid-Ahmed, M. BOUKMOURI Mohamed et M. Riad* pour tous les conseils et l'aide qu'ils m'ont apportés, et pour avoir pris le temps de répondre à mes nombreuses questions.

Je souhaite remercier aussi ma famille et tous mes camarades pour leur aide leur patience, et pour tous les gens qui ont contribué à compléter ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents, qui m'ont toujours encouragé et soutenu dans mes études jusqu'à atteindre ce stade de formation.

Toute ma famille, mes amis, mes camarades.

Tous les enseignants qui m'ont dirigé vers la porte de la réussite

MERCI

ملخص

التأخير في استلام غالبية أعمال البناء في الجزائر يثير ليس فقط أسئلة حول حسن سير المشاريع ولكن أيضا حول التخطيط لها فهذا التأخير يعرقل جهود الإصلاح الاجتماعي ويكلف ثمنا باهظا على الجزائر. لذلك في هذا العمل اقوم بالتخطيط لجزء من جامع الجزائر. يحتوي هذا العمل على:

- تقديم هيكل البناء لفهم خطة المشروع.
- بعض مفاهيم التخطيط.
- تطبيق هذه المفاهيم للتخطيط لبناء هذا الجزء من جامع الجزائر.

كلمات مفتاحية: بناء، خرسانة مسلحة، التخطيط، WBS، PERT، GANTT.

Résumé

Le retard enregistré dans la réception de la majorité des travaux de construction en Algérie ne suscite pas seulement des interrogations sur la bonne conduite de ces projets mais aussi sur leur planification car ce retard a des répercussions sur les efforts de réforme sociale et revient cher à l'Algérie. Nous nous intéressons donc à la planification d'une partie du Djamaâ El Djazaïr, permettant de prévoir les difficultés qui peuvent être rencontrées pendant sa réalisation.

Ce travail contient :

- Une Présentation de la structure à bâtir
- Des généralités sur la planification
- Une application des notions de planification sur la structure

Mots clés : Construction, Béton armé, Planification, WBS, PERT, GANTT.

Abstract

The delay in receiving the majority of construction works in Algeria is not only raising questions about conducting the projects but also on their planning because this delay affect social reform efforts and cost so much to Algeria. This is why in this work I deal with planning of part of Djamaâ El Djazaïr, to predict the difficulties maybe encountered during its realization. This work contains:

- A presentation of the structure
- A definition of some notions of planning
- An application of these planning concepts on the structure

Keywords: Construction, Reinforced concrete, planning, WBS, PERT, GANTT.

SOMMAIRE

Introduction générale	1
I Présentation de la structure	3
I.1 Introduction.....	3
I.2 Présentation de Djamaâ El Djazaïr	3
I.3 Positionnement du projet	4
I.4 Différentes parties du projet.....	4
I.5 Présentation de la tranche à étudier.....	5
I.6 Méthodologie de la construction	6
II Généralité sur la planification	8
II.1 Introduction.....	8
II.2 Types de planning.....	9
II.2.1 En fonction de leur stade d'utilisation :	9
II.2.2 En fonction de leur mode de présentation :	9
II.2.3 En fonction des objectifs poursuivis :.....	9
II.3 Work Breakdown Structure.....	10
II.4 LE RESEAU PERT.....	12
II.4.1 Rôle du réseau PERT :	12
II.4.2 Présentation du PERT	13
II.4.3 Définitions	13
II.5 Diagramme de GANTT	15
II.5.1 Introduction.....	15
II.5.2 Origine du diagramme de GANTT.....	15
II.5.3 Représentation d'un diagramme de Gantt	16
III Application des méthodes de planification sur la structure	18
III.1 Organigramme des tâches WBS	18
III.1.1 LISTE DES TACHES.....	18
III.1.2 Présentation de l'organigramme WBS	19
III.1.3 Interprétation :	19
III.2 Construction du réseau PERT	20
III.2.1 Hypothèse :.....	20
III.2.2 Interprétation	23
III.3 Diagramme de GANTT	24
III.3.1 Etape de la construction du diagramme à l'aide de logiciel.....	24
a. Définition d'un calendrier	24

b. Insertion des tâches	27
c. Diagramme de GANTT	28
III.3.2 Interprétation	29
IV Conclusion générale	30
Références.....	31
Annexe Plans de coffrage.....	32
Deuxième sous-sol.....	33
Premier sous-sol.....	34
Rez-de-chaussée.....	35
Premier étage.....	36
Deuxième étage.....	37
Troisième étage.....	38

Liste des figures

Figure 1 : Grande mosquée d'Alger.....	3
Figure 2 : Position de la grande mosquée.....	4
Figure 3 : Différents bâtiments du projet.....	5
Figure 4 : Partie de la mosquée étudiée.....	5
Figure 5 : Dimensions de la structure en plan.....	6
Figure 6 : Exemple d'un WBS.....	11
Figure 7 : Exemple d'un réseau PERT à potentiels étapes	14
Figure 8 : Exemple d'un réseau PERT à potentiels tâches.....	14
Figure 9 : Exemple d'un diagramme de GANTT	16
Figure 10 : WBS de la partie 4.1	19
Figure 11 : Case de tâche utilisée.....	20
Figure 12 : Réseau PERT de la structure 4.1.....	22
Figure 13 : Création d'un nouveau calendrier.....	24
Figure 14 : Définition des horaires de travail	25
Figure 15 : Définition du weekend	25
Figure 16 : Définition des jours fériés	26
Figure 17 : Insertion des tâches dans Microsoft Project	27
Figure 18 : Diagramme obtenu après insertion des tâches	28

Introduction générale

L'importance de bien mener les travaux de réalisation des constructions et l'espoir de les terminer dans les brefs délais passent d'abord par une visualisation au préalable de tout le projet. Il faut essayer d'éviter les difficultés rencontrées quotidiennement dans les chantiers. Pour cela, on doit avoir une vue panoramique du projet et de ses différents acteurs pour pouvoir prendre les précautions permettant de minimiser les retards causés par ces problèmes.

Ce travail consiste en une planification des travaux de réalisation d'une partie (4.1) de la grande mosquée d'Alger. Cette partie est un bâtiment en béton armé à trois étages et deux sous-sols. Des colonnes et des chapiteaux préfabriqués sont utilisés pour assurer la toiture de la structure. Ce travail débute par une présentation de la structure étudiée. Ensuite, il y'a lieu de présenter quelques méthodes de planification tels que le WBS et la méthode PERT. Après présentation de la partie théorique concernant la planification, vient la partie pratique où les différentes tâches à accomplir pour réaliser la structure sont exposées avec les méthodes de planification appropriées.

Compte tenu du manque des données exactes du projet et du fait que la partie est traitée séparément du reste du Djamaâ El Djazaïr, les résultats obtenus dans ce travail ne pourront pas être comparés à la réalité du terrain.

CHAPITRE I : Présentation de la structure

I Présentation de la structure

I.1 Introduction

Djamaâ El Djazaïr est un projet complexe qui nécessite une gestion minutieuse et une planification détaillée. En effet, il s'agit de prévoir les difficultés qui peuvent être rencontrées pendant sa réalisation et d'éviter les risques aptes à gêner le bon déroulement des travaux. Le temps est un élément primordial dans la planification, mais pouvoir donner le temps nécessaire à un projet passe d'abord par bien l'analyser et donc bien le comprendre. Savoir en détail chaque tâche élémentaire du projet est indispensable pour bien planifier le projet, et chaque élément incertain pourrait être à l'origine d'un retard dans la réception du projet. De ce fait, ce chapitre est consacré à la présentation de la partie à planifier.

I.2 Présentation de Djamaâ El Djazaïr

Le projet de Djamaâ El Djazaïr s'inscrit dans le cadre d'un vaste programme à caractère culturel et scientifique engagé par l'état. Il est aussi une partie qui s'intègre dans le contexte de l'aménagement de la baie d'Alger. Il s'agit non seulement de réaliser un ensemble d'équipements publics, mais aussi d'un véritable monument digne d'une capitale riche et glorieuse. Sa réalisation dans les délais les plus brefs possibles est donc une priorité.

La complexité de Djamaâ El Djazaïr, son importance et sa particularité m'ont permis de mettre en pratique les notions de planification enseignées durant mon cursus universitaire.



Figure 1 : Grande mosquée d'Alger

I.3 Positionnement du projet

Le site du projet est situé en plein axe de la baie d'Alger et offre une vue panoramique sur la méditerranée. Il présente une orientation Est/Ouest dirigée vers la Qibla, favorable pour l'implantation de la mosquée.

Il est limité :

- Au Nord par l'axe autoroutier, qui sera transformé en boulevard urbain le front de la mer.
- Au Sud par le boulevard AZZOUZ appelé à être réaménagé.
- A l'Ouest par la pénétrante d'EL-MOHAMMADIA vers l'axe autoroutier.

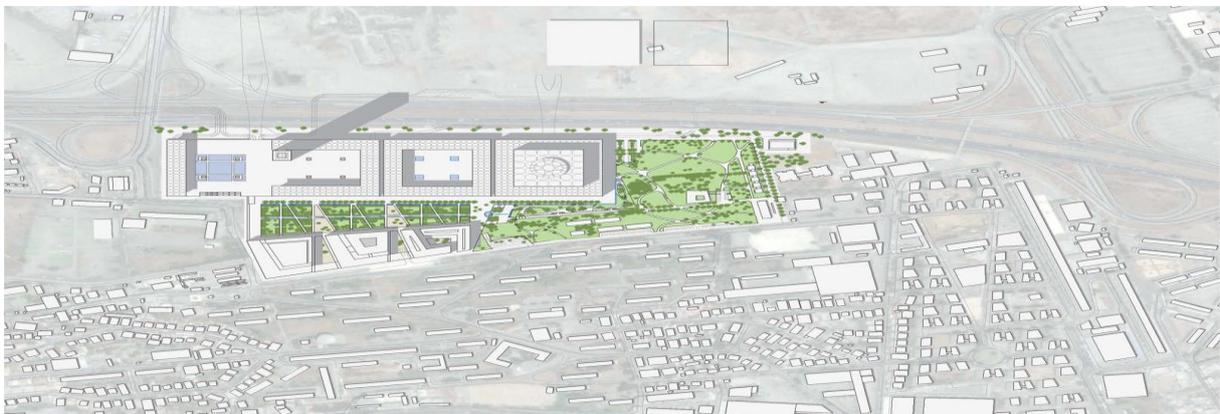


Figure 2 : Position de la grande mosquée.

I.4 Différentes parties du projet

Le projet comporte sur le même site un ensemble d'ouvrages offrant un espace de qualité et de confort. Le complexe est divisé en plusieurs bâtiments, qui sont :

- Bâtiment A : Cour et salle de prière
- Bâtiment B : Minaret
- Bâtiment C : Esplanade/parking (Partie concernée)
- Bâtiment D : Centre culturel
- Bâtiment E : Bibliothèque
- Bâtiment F : Dar el Coran
- Bâtiment G : Administration ANARGEMA
- Bâtiment H : Poste avancé pour la protection civil
- Bâtiment I : Logement d'astreinte
- Bâtiment k : Centrale technique
- Bâtiment L : Logements techniciens
- Bâtiment M : Centrale de sécurité

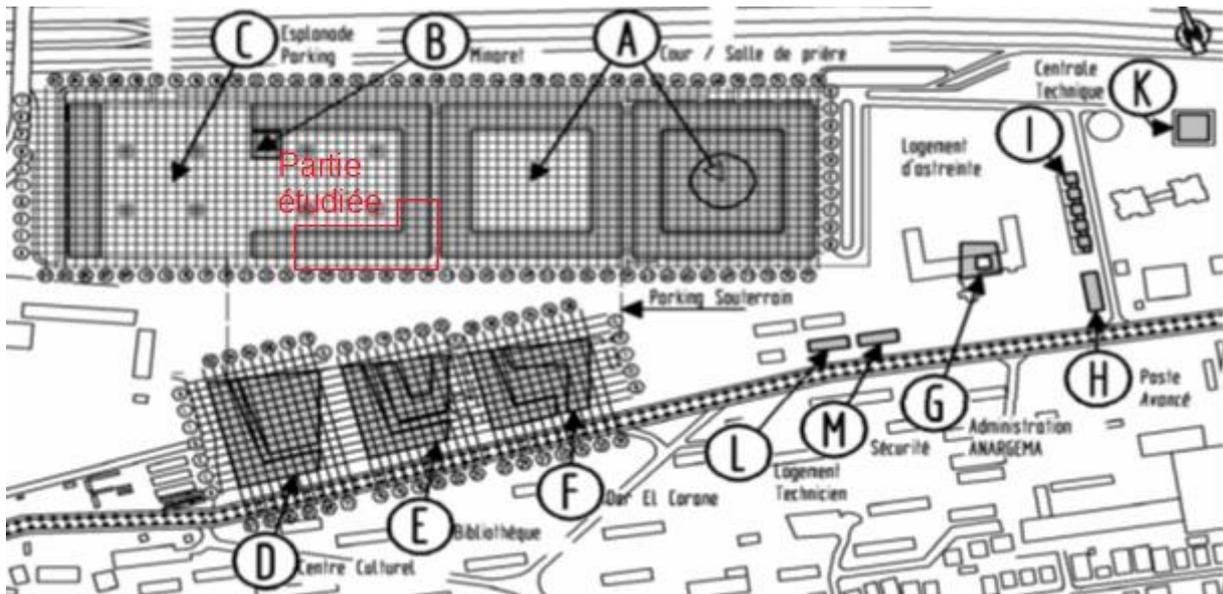


Figure 3 : Différents bâtiments du projet

I.5 Présentation de la tranche à étudier

La partie de la megastructure Djamaa El Djazaïr, concernée par l'étude, est un bâtiment comportant six niveaux dont deux sous-sols (Parking). Elle est construite essentiellement de béton armé coulé en place avec en plus quelques éléments en béton armé préfabriqués et une toiture en charpente métallique.



Figure 4 : Partie de la mosquée étudiée

Les dimensions en plan de cette partie sont représentées dans la figure suivante :

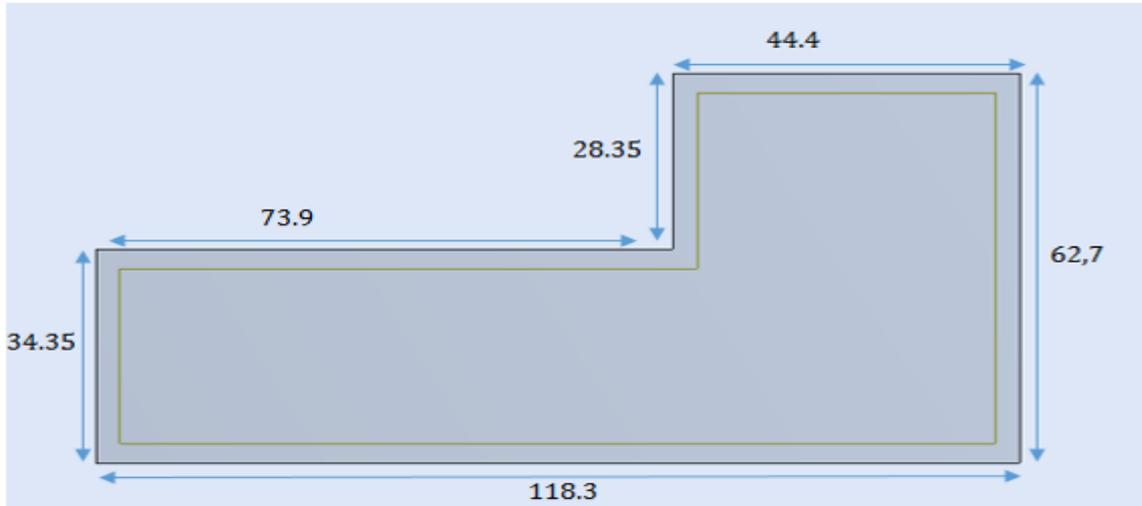


Figure 5 : Dimensions de la structure en plan

I.6 Méthodologie de la construction

Compte tenu de la grande longueur du bâtiment, il est donc nécessaire de prévoir des joints de reprise de bétonnage. Le bâtiment est donc divisé en deux parties et chaque plancher doit être coulé en deux phases et plus particulièrement les sous-sols et le rez-de-chaussée. Pour assurer une grande souplesse dans l'exécution des travaux de réalisation de cette structure, les éléments préfabriqués ne sont mis en place qu'une fois le bétonnage de la structure terminé. Les colonnes peuvent être mises en place après la réalisation du rez-de-chaussée. Et pour plus de sécurité, ces éléments ne sont disposés qu'après l'achèvement du deuxième étage.

Chapitre II : Généralités sur la planification

II Généralité sur la planification

II.1 Introduction

L'étude et la réalisation d'un projet de construction exigent un grand nombre de travaux de nature très diverse, faisant intervenir un grand nombre de participants. De plus, les tâches des uns et des autres sont le plus souvent liées, voire conditionnées les unes par les autres.

Il est donc impérativement nécessaire d'ordonner les actions de chacun et de matérialiser dans un langage approprié les décisions prises et les conséquences qui en découlent. Elaborés en phase préparation du travail, ces « plannings » sont des documents essentiels pour la coordination ultérieure et pour la gestion des chantiers (gestion opérationnelle du déroulement et gestion financière des travaux).

Ils permettent grâce à des prévisions sérieuses d'éviter de nombreux désagréments, de contrôler instantanément le déroulement du chantier et de mieux remédier aux problèmes rencontrés [3].

Qu'est-ce qu'une planification ?

La planification consiste à préciser des objectifs en mettant en œuvre des programmes organisant les tâches à accomplir et l'affectation du personnel dans des délais bien définis.

La planification est tout aussi bien un outil qu'une étape dans le cycle de vie d'un projet dont dépend en grande partie la réussite de l'exécution du projet.

Qu'est-ce qu'un planning ?

Un planning est calendrier de travail où figurent les tâches et leur durée, l'affectation du personnel, les jours et les horaires de travail, les congés et repos et l'avancement du projet.

A quoi sert un planning ?

L'élaboration d'un planning permet aux entreprises de bien organiser les tâches pour atteindre des objectifs précis en affectant le personnel convenable et nécessaire pour leur exécution dans des délais bien définis. Ce planning permet aussi le suivi de l'avancement d'un projet et ainsi il constitue une aide indispensable pour l'ordonnancement et la prise des décisions [2].

C'est quoi un bon planning ?

Un bon planning doit être le plus simple possible tout en gardant une souplesse suffisante pour s'adapter aux changements et pour traiter les imprévus quotidiens [4].

II.2 Types de planning

Plusieurs classements sont possibles [5] :

II.2.1 En fonction de leur stade d'utilisation :

- *Planning administratif*, qui comprend la procédure d'acquisition des terrains, celle nécessaire à l'obtention du permis de construire...etc.
- *Planning d'ordonnement des travaux*, qui regroupe dans l'ordre chronologique les travaux nécessaires à la réalisation de l'ouvrage.
- *Planning d'exécution ou planning détaillé de chantier*, qui est extrait du précédent et fait ressortir tous les éléments fondamentaux de la gestion des chantiers :
 - Présences de main d'œuvre
 - Emploi des matériaux
 - Utilisation des matériels
 - Coûts de production
 - Règlement du maître d'ouvrage

II.2.2 En fonction de leur mode de présentation :

- *Les graphes soit de type « P.E.R.T. »* (planning par étapes, faisant ressortir les interdépendances de tâches à tâche et le chemin critique), *soit de type « POTENTIELTACHES »* (représentation plus moderne et plus pratique d'emploi, qui est très appliquée pour l'ordonnement des travaux).
- *Les plannings à barres ou planning de type « GANTT »*. Cette forme très ancienne de planification présente l'avantage d'être lisible facilement, même pour les non-initiés car elle consiste en un graphique simple fait de barres dans un système orthonormé. Dans la plupart des cas, les relations de tâches à tâche ne sont pas matérialisées, toutefois un fléchage peut faire ressortir les contraintes principales : *planning « GANT fléché »*
- *Le planning type « chemin de fer »*, de configuration différente du précédent (coupe de l'ouvrage à réaliser figurant en ordonnée), qui reste utiliser dans certains cas.

II.2.3 En fonction des objectifs poursuivis :

Cette classification est certainement la plus réaliste, puisqu'en fait un planning est avant tout un « *outil matérialisant une prévision* », et qu'à ce titre il se doit de répondre au mieux à la visualisation souhaitée. Il convient dans ce cas de distinguer 2 types principaux :

- *Les graphes de « coordination »...le plus souvent « T.C.E. »*
 - *Objectif* : gérer le temps, c'est à dire ordonnancer les interventions, prévoir l'avancement des travaux, etc.
 - *Moyens de base* : méthode PERT ou plus couramment méthode POTENTIEL-TACHES.
- *Les plannings détaillés de chantier :*
 - *Objectif* : gérer opérationnellement et financièrement les travaux (MO, MAT et MTL nécessaires, budget prévisionnel), afin d'optimiser la qualité et de rentabiliser le chantier.
 - *Moyens de base* : le planning GANTT et les formes complémentaires de représentation (courbes, histogrammes, graphiques, etc.)[4].

II.3 Work Breakdown Structure

Une structure WBS est le fondement essentiel de tout projet. Elle permet un découpage hiérarchique en livrables spécifiques de l'ensemble du travail à accomplir. Un WBS de projet divise visuellement l'ensemble du projet en plusieurs sous-ensembles qui sont compréhensibles et appréhendables par l'équipe assignée au projet. Chaque niveau du projet propose plusieurs sous-niveaux, jusqu'à arriver au niveau final des tâches concrètes à réaliser. La structure de découpage du projet (WBS : Work Breakdown Structure ou organigramme des tâches OT) organise et définit la totalité du contenu d'un projet. Elle se présente sous forme d'organigramme dont le premier niveau est le projet entier, dans les niveaux suivants le projet est découpé de façon arborescente et hiérarchique. Les éléments du deuxième niveau sont souvent les livrables et le management de projet mais on peut trouver d'autres formes de découpage telles des fonctions du produit, des zones géographiques ou des étapes du cycle de vie du projet.

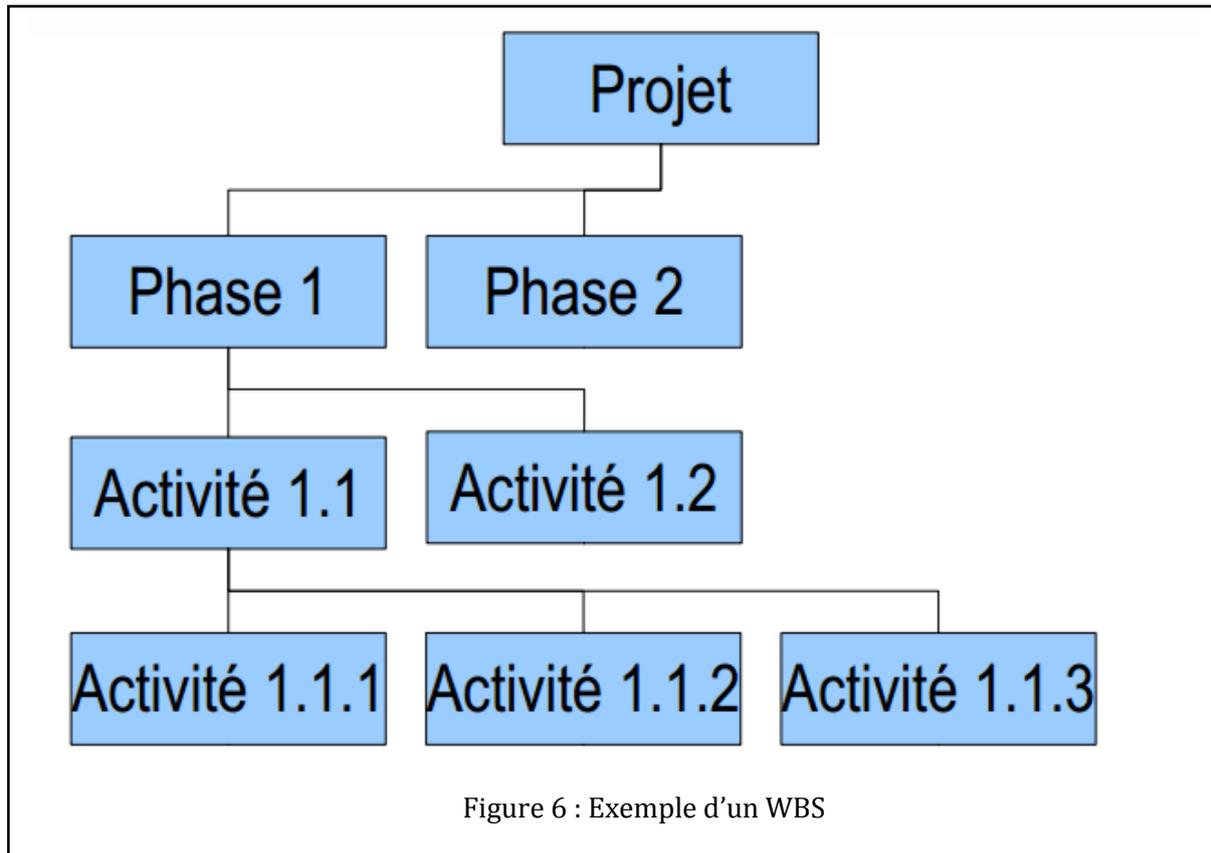
Les éléments qui se trouvent au niveau inférieur de la WBS sont appelés lots de travaux et correspondent à des résultats livrables du projet.

Ce découpage simplifie le projet mais aussi affecte à chaque lot de travaux un responsable, un code unique. Cela permet d'améliorer la précision des estimations de coût, de délais et de ressources, d'établir une référence de base pour toutes les parties prenantes du projet de faciliter l'affectation claire des responsabilités.

La structuration du projet dépend de nombreux paramètres (type de management, complexité du projet, la structure de l'organisation, la disponibilité des ressources ...) mais l'objectif est de découper le projet en éléments plus petits donc plus faciles à gérer afin que l'on puisse définir des coûts et des durées pour chaque élément ainsi que des résultats tangibles et mesurables.

Bien que chaque projet soit unique beaucoup de projets réalisés par la même organisation sont similaires et peuvent utiliser la même WBS. Dans certaines organisations des WBS standard sont utilisées comme modèles [9].

Exemple d'un WBS [8]



II.4 LE RESEAU PERT

Le Program Evaluation and Review Technic (Technique d'Evaluation et de Contrôle des Programmes) est une méthode mise au point aux USA en 1958 par Willard FRAZARD. Elle permit à l'US NAVY de gagner 2 ans sur la fabrication des fusées Polaris (projet établi initialement sur 7 ans). Cette technique a permis de coordonner les travaux de près de 6000 constructeurs dans les délais imposés par le gouvernement américain. Le projet POLARIS représentait entre autres :

- 250 fournisseurs,
- 9000 sous-traitants,

Cette méthode s'est ensuite étendue à l'industrie américaine puis à l'industrie occidentale.

Le PERT est « une méthode consistant à mettre en ordre sous forme de réseau plusieurs tâches qui, grâce à leur dépendance et à leur chronologie, concourent toutes à l'obtention d'un produit fini » [7].

La méthode PERT est le plus souvent synonyme de gestion de projet importants et à long terme. C'est pourquoi, un certain nombre d'actions sont nécessaires pour réussir sa mise en œuvre.

- Définir de manière très précise le projet d'ordonnement.
- Définir un responsable de projet, auquel on rendra compte et qui prendra les décisions importantes.
- Analyser le projet par grands groupes de tâches, puis détailler certaines tâches si besoin est.
- Définir très précisément les tâches et déterminer leur durée.
- Rechercher les coûts correspondant ce qui peut éventuellement remettre en cause certaines tâches.
- Effectuer des contrôles périodiques pour vérifier que le système ne dérive pas.

II.4.1 Rôle du réseau PERT :

Le PERT présente d'une façon visuelle l'enchaînement logique des tâches en vue :

- d'en faciliter la coordination et le contrôle,
- d'améliorer les prévisions de durée et de coût.

Le tracé du réseau PERT permet de connaître le chemin critique (c'est-à-dire le chemin le plus long entre la première et la dernière étape) et par conséquent :

- la durée totale du projet,
- les tâches pour lesquelles tout retard entraîne l'allongement du projet.

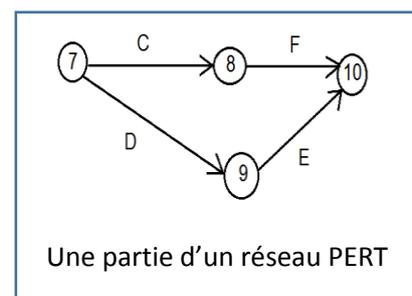
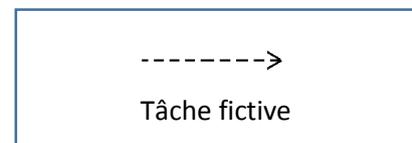
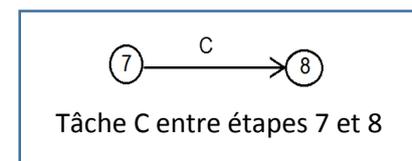
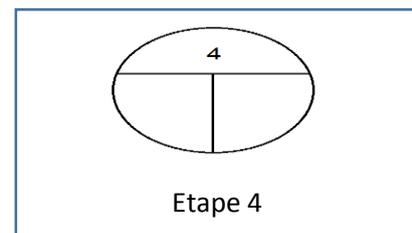
II.4.2 Présentation du PERT

Contrairement à celle du GANTT, la méthode PERT s'attache surtout à mettre en évidence les liaisons qui existent entre les différentes tâches d'un projet et à définir le chemin dit « critique ». Le graphe PERT (à potentiels étapes) est composé d'étapes et de tâches (ou opérations). On représente les tâches par des flèches ou vecteurs. La longueur des flèches n'a pas de signification ; il n'y a pas de proportionnalité dans le temps.

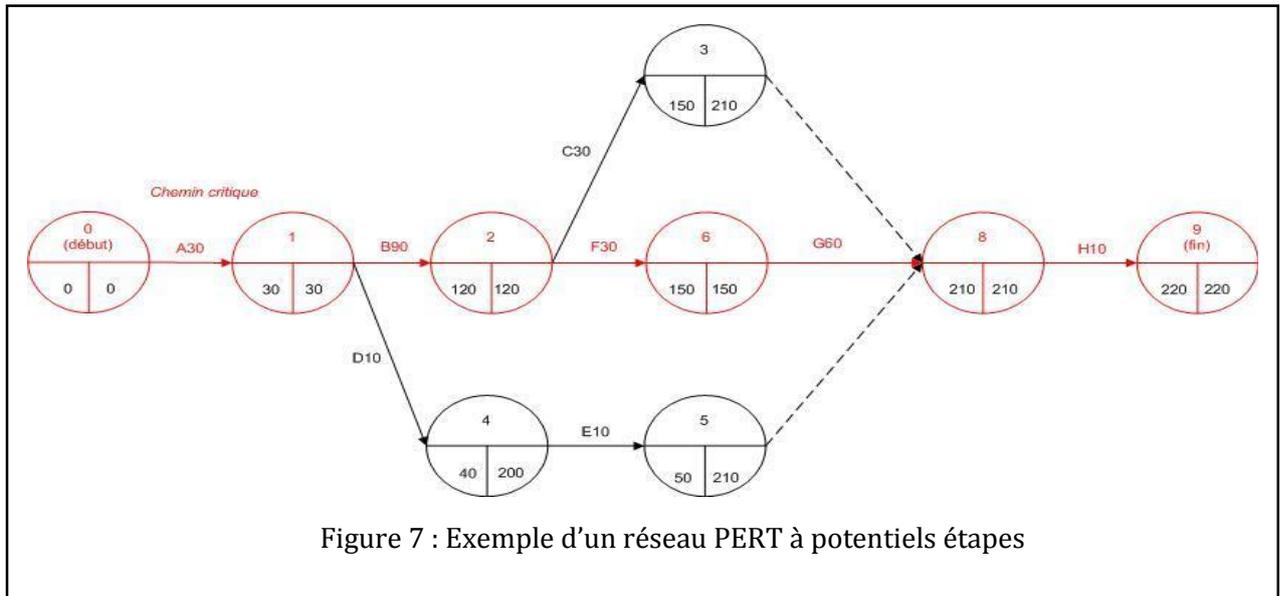
II.4.3 Définitions

Le réseau PERT (à potentiel étapes) est composé des éléments suivants

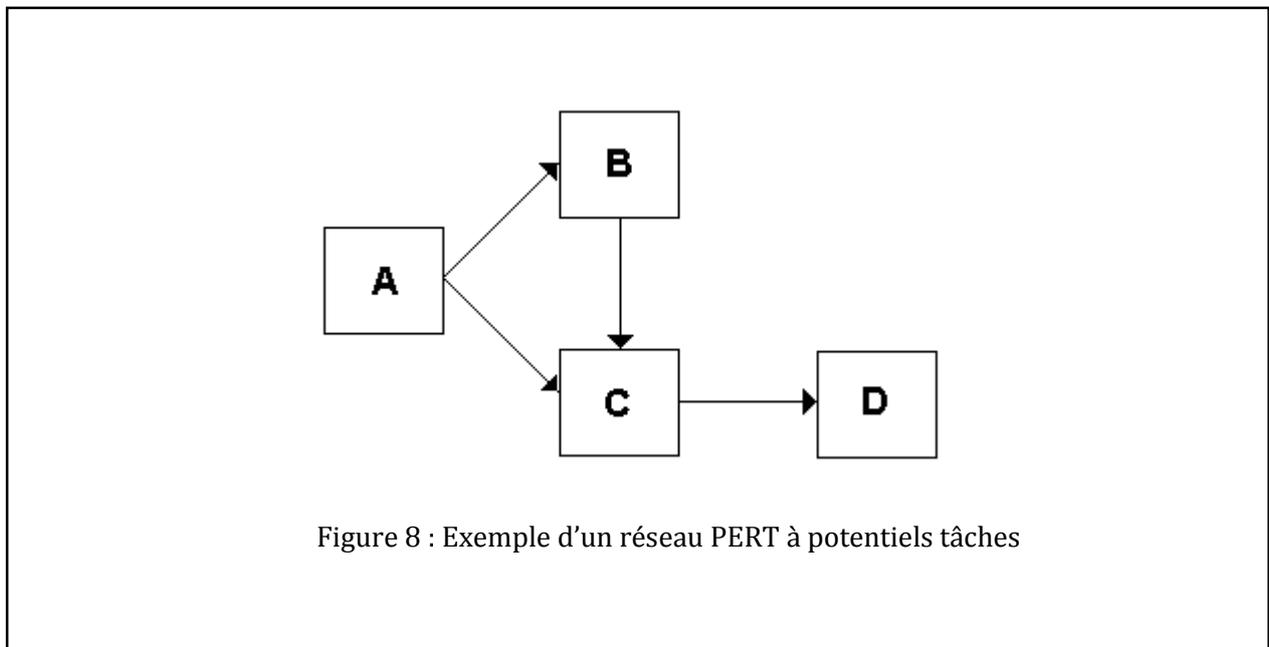
- **Étape**, c'est-à-dire le début et la fin d'une tâche. Chaque tâche possède une étape de début et une étape de fin. A l'exception des étapes initiales et finales, chaque étape de fin est étape de début de la tâche suivante. Les étapes sont en règle générale numérotées et représentées par un cercle, mais elles peuvent parfois avoir d'autres formes (carré, rectangle, ovale, etc.).
- **Tâche** (parfois activité ou étape), représentée par une flèche. A chaque tâche correspond un code et une durée. Néanmoins, la longueur de la flèche est indépendante de la durée.
- **Tâche fictive**, représentée par une flèche en pointillés, permet d'indiquer les contraintes d'enchaînement entre certaines étapes.
- **Réseau**, C'est l'ensemble des tâches et des étapes qui définissent le projet. Il met en évidence les relations entre les tâches et les étapes.



Exemple d'un réseau PERT à potentiels étapes :



On peut tout de même avoir un réseau PERT à potentiel tâches en représentant les tâches par des cases et les liaisons entre-elles par des flèches comme le montre la figure suivante



II.5 Diagramme de GANTT

II.5.1 Introduction

Le diagramme de GANTT est un outil permettant de modéliser la planification de tâches nécessaires à la réalisation d'un projet. Il s'agit d'un outil inventé en 1917 par Henry L. GANTT. Etant donné la relative facilitée de lecture des diagrammes GANTT, cet outil est utilisé par la quasi-totalité des chefs de projet dans tous les secteurs. Le diagramme GANTT représente un outil pour le chef de projet, permettant de représenter graphiquement l'avancement du projet, mais c'est également un bon moyen de communication entre les différents acteurs d'un projet. Ce type de modélisation est particulièrement facile à mettre en œuvre avec un simple tableur mais il existe des outils spécialisés dont le plus connu est Microsoft Project. Il existe par ailleurs des équivalents libres de ce type de logiciel [3].

II.5.2 Origine du diagramme de GANTT

Le premier diagramme de Gantt fut élaboré dans les années 1890 par l'ingénieur polonais Karol Adamiecki dans le cadre de ses recherches en techniques de gestion et de planification. Mais c'est la version de ce diagramme réalisée quinze ans plus tard par l'américain Henry Gantt, ingénieur et consultant en management, qui fut définitivement adoptée dans les pays occidentaux sous le nom de son inventeur.



Karol Adamiecki



Henry Gantt

Dans les premiers temps, l'élaboration d'un diagramme de Gantt était un travail fastidieux ; à chaque modification du projet, le diagramme devait être retouché manuellement, voire recréé de toutes pièces. La plupart des projets faisant l'objet de changements continuels tout au long de leur déroulement, cette contrainte en limitait considérablement l'utilité. Avec l'arrivée de l'informatique et des logiciels de management, les opérations de création, de mise à jour et d'impression d'un diagramme de Gantt ont toutefois beaucoup gagné en simplicité.

Aujourd'hui, la plupart des diagrammes de Gantt servent à modéliser les tâches nécessaires à la réalisation d'un projet et à en assurer le suivi. Ce qui fait l'intérêt de ces diagrammes est qu'il est possible d'y représenter les liens de dépendance entre les tâches, le degré d'accomplissement de chaque tâche à tout moment, les ressources impliquées et ainsi de suite.

II.5.3 Représentation d'un diagramme de Gantt

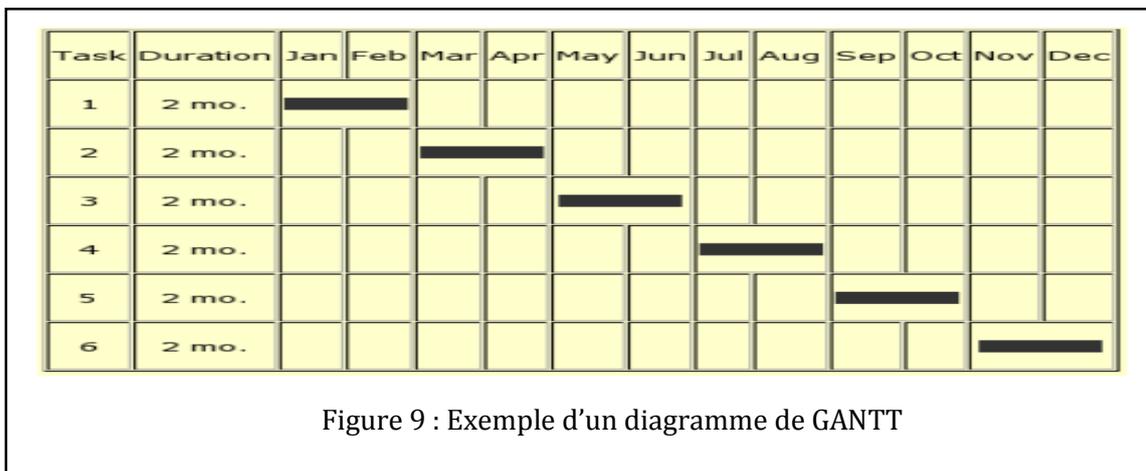
Il existe plusieurs types de représentation graphique pour un planning, mais une seule est vraiment utilisée dans le BTP qui est le diagramme de Gantt. Il s'agit d'un graphique à une seule dimension : le temps. Un calendrier est donc placé en ordonnée (une barre chronologique) et une liste de tâches est placée dans une colonne à gauche. En face de chaque ligne, une barre est dessinée. Placée sous la barre chronologique, celle-ci représente la période du calendrier durant laquelle cette tâche est appliquée. Il est également fréquent de matérialiser par des flèches, les liens de dépendance entre les tâches (la flèche relie la tâche précédente à la tâche suivante). Dans la pratique, et à la différence du PERT, le diagramme de base est souvent complété en ligne par la liste des ressources affectées à chacune des tâches ainsi que par divers indicateurs, fonction de la charge ou du délai, permettant d'en suivre l'avancement.

Ce diagramme permet donc de visualiser d'un seul coup d'œil :

- Les différentes tâches à envisager
- La date de début et la date de fin de chaque tâche
- La durée escomptée de chaque tâche
- La date de début et la date de fin du projet dans son ensemble

En résumé, un diagramme de Gantt répertorie toutes les tâches à accomplir pour mener le projet à bien, et indique la date à laquelle ces tâches doivent être effectuées (le planning).

Exemple d'un diagramme de GANTT :



Chapitre III : Application des méthodes de planification à la structure étudiée

III Application des méthodes de planification sur la structure

III.1 Organigramme des tâches WBS

Pour planifier les travaux de réalisation de la structure étudiée, on commence par la construction d'un WBS regroupant les différentes tâches de la construction de la plus grande à la plus élémentaire des tâches, comme par exemple, le ferrailage.

Etant donné que la liste des tâches est très longue, on se contente dans ce qui suit de ne citer que les plus importantes.

III.1.1 LISTE DES TACHES

I. Travaux de terrassement

- Excavation et évacuation des terres
- Réception de la fouille
- Mise à la terre et pose équipotentielle des câbles
- Réseaux enterrés
- Fourniture et mise en œuvre des couches de gravier filtrant et géotextile

II. Gros-œuvre

- Béton de propreté
- Réalisation du Radier
- Réalisation du deuxième sous-sol
- Réalisation du premier sous-sol
- Réalisation du RDC
- Réalisation du premier étage
- Réalisation du deuxième étage
- Réalisation du troisième étage
- Pose des colonnes
- Pose des chapiteaux

III. Second-œuvre

- Chapes, faux-planchers et planchers techniques
- Cloisons et plafonds
- Plâtrerie et enduits
- Menuiserie métallique
- Menuiserie bois
- Travaux de peinture et enduits de lissage
- Carrelage
- Revêtement résines
- Système de cléage et signalétique
- Nettoyage avant réception

III.1.2 Présentation de l'organigramme WBS

En considérant la liste précédente des tâches, on obtient le WBS suivant :

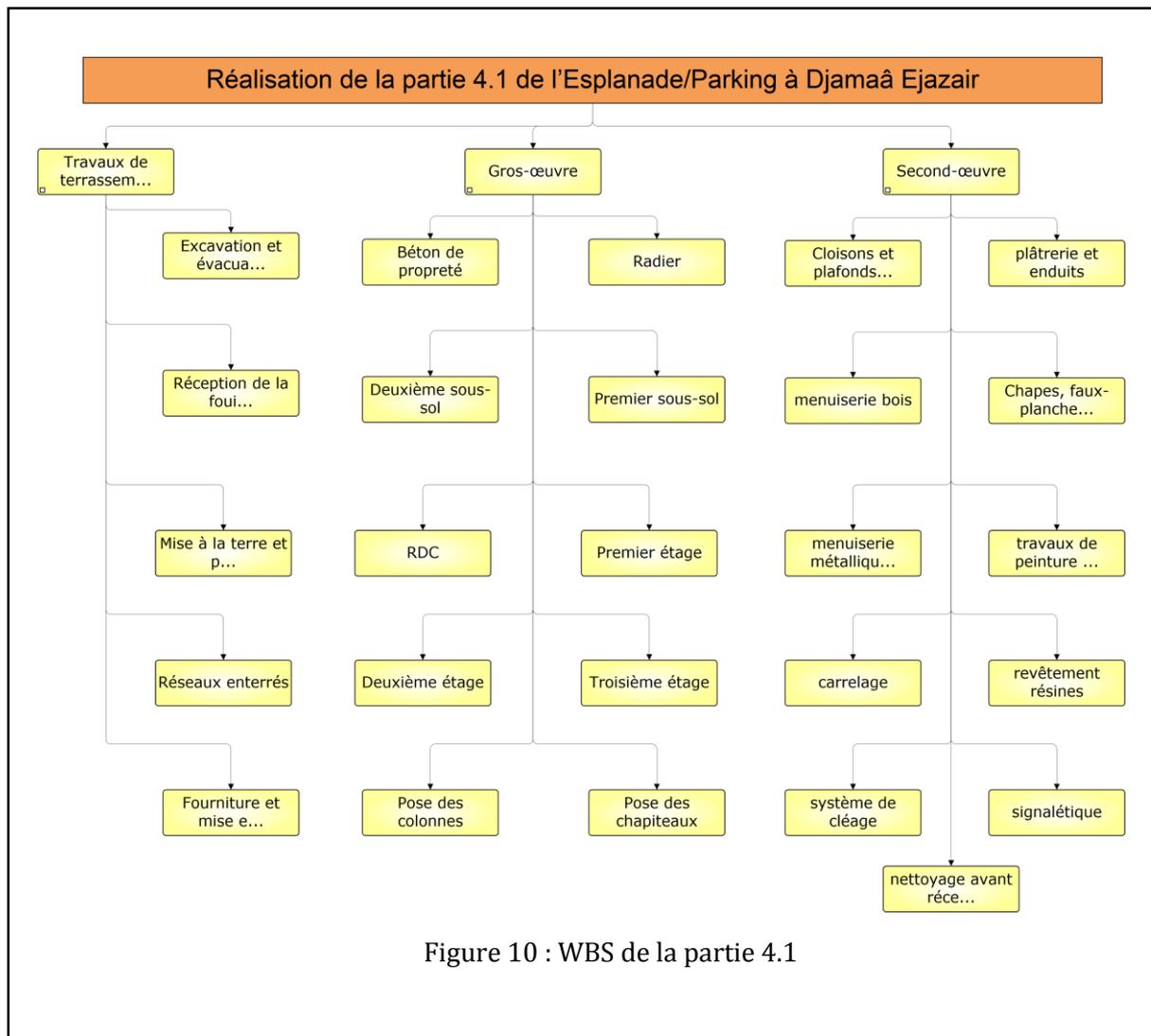


Figure 10 : WBS de la partie 4.1

III.1.3 Interprétation :

Le WBS permet de hiérarchiser les tâches en niveaux de la plus grande tâche à la plus élémentaire. Ceci entraîne une bonne compréhension du livrable à proposer et permet de faciliter l'affectation des tâches aux personnels.

III.2 Construction du réseau PERT

Après l'élaboration d'un WBS des tâches à remplir pour réaliser la structure, nous commençons par construire le réseau PERT permettant de déterminer le chemin critique ainsi que les tâches ne tolérant pas de retard.

III.2.1 Hypothèses :

- Après consultation et traitement des documents disponible au niveau de l'entreprise de construction, j'ai élaboré la liste des tâches, leur durée et les dépendances entre-elles. Ce travail a été fait en étroite collaboration avec les ingénieurs travaillant sur le chantier concerné.
- Etant donné que les tâches sont présentées par des cases, on utilise donc un réseau PERT à potentiels tâches.
- La case de la tâche utilisée est représentée dans la figure suivante :

D_O	Durée	F_O
Activité		
D_A	M_T	F_A

Figure 11 : Case de tâche utilisée [1]

Avec :

D_O : Date de début au plus tôt

D_A : Date de début au plus tard

F_O : Date de fin au plus tôt

F_A : Date de fin au plus tard

M_T : Marge totale

La durée des tâches et les liaisons entre-elles sont représentées dans le tableau ci-après :

Tableau : Les durées des tâches et liaisons entre-elles				
Numéro de la tâche	Nom de la tâche		Durée (jours)	Prédécesseurs
1	Travaux de terrassement	Excavation et évacuation des terres	35	
2		Mise à la terre et pose équipotentielle des câbles	40	1
3		Réseaux enterrés	30	2
4		Fourniture et mise en œuvre des couches de gravier filtrant et géotextile	30	3
5	Gros-œuvre	Béton de propreté	4	4
6		Réalisation du Radier	41	5
7		Réalisation du deuxième sous-sol	40	6
8		Réalisation du premier sous-sol	40	7
9		Réalisation du RDC	54	8
10		Réalisation du premier étage	261	9
11		Réalisation du deuxième étage	266	10
12		Réalisation du troisième étage	40	11
13		Pose des colonnes	25	11
14		Pose des chapiteaux	15	12 ; 13
15	Second-œuvre	Chapes, faux-planchers et planchers techniques	35	14
16		Cloisons et plafonds	72	15
17		Plâtrerie et enduits	15	16
18		Menuiserie Métallique	34	17
19		Menuiserie Bois	20	18
20		Travaux de peinture et enduits de lissage	30	19
21		Carrelage	17	20
22		Revêtement résines	24	21
23		Système de cléage	5	22
24		Signalétique	5	22
25	Nettoyage avant réception	5	24 ; 23	

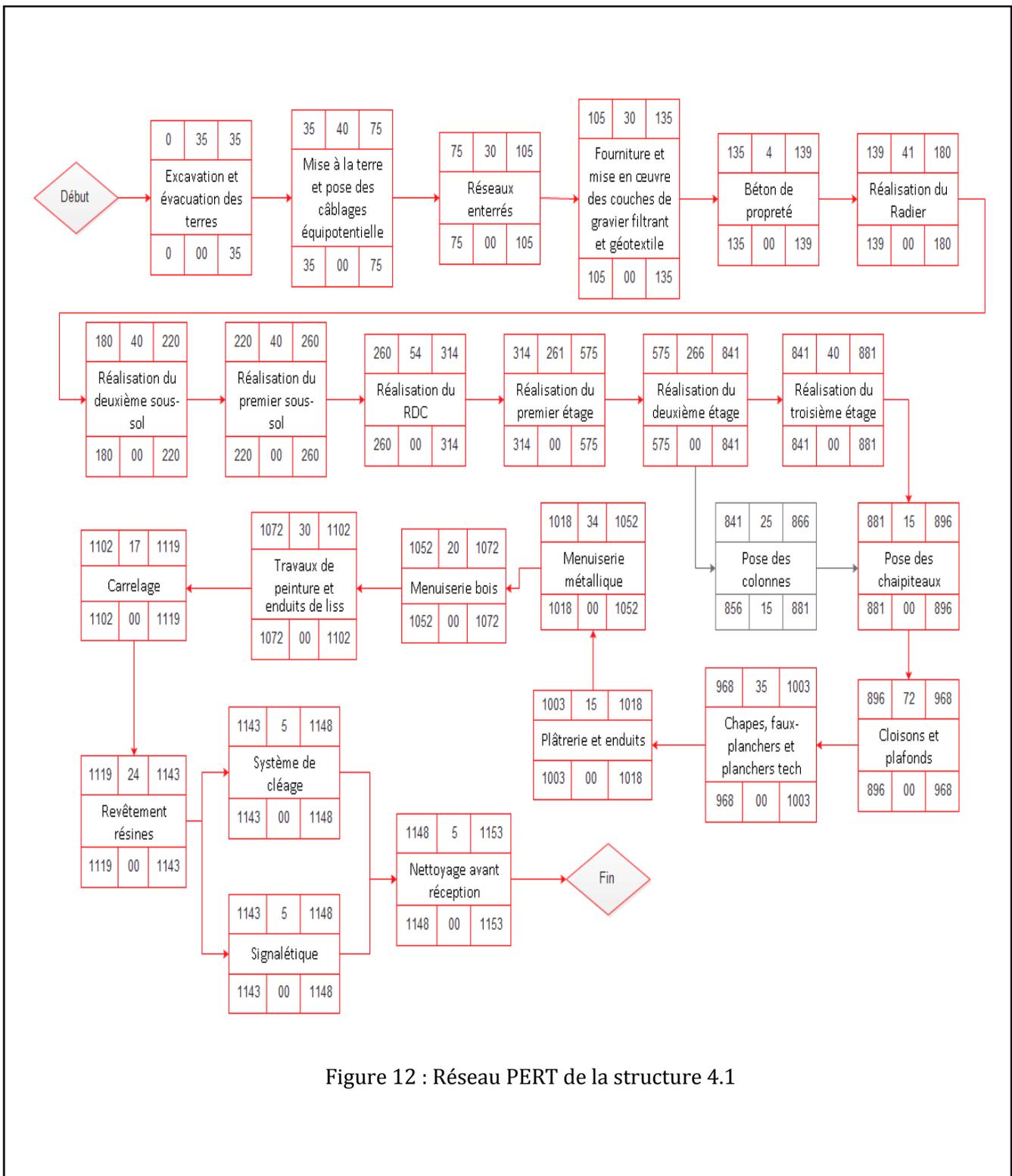


Figure 12 : Réseau PERT de la structure 4.1

III.2.2 Interprétation

Le réseau PERT permet d'une part, de calculer le délai de l'exécution des travaux du projet et d'autre part de déterminer les tâches tolérant du retard. Le chemin critique contient les tâches n'acceptant aucun retard car chaque retard pour n'importe quelle tâche apparaîtra à la fin de projet. Ce chemin critique est coloré en rouge dans la figure précédente.

Tâches ne tolérant pas de retard :

- Excavation et évacuation des terres
- Mise à la terre et pose équipotentielle des câbles
- Réseaux enterrés
- Fourniture et mise en œuvre des couches de gravier filtrant et géotextile
- Béton de propreté
- Réalisation du radier
- Réalisation du deuxième sous-sol
- Réalisation du premier sous-sol
- Réalisation du RDC
- Réalisation du premier étage
- Réalisation du deuxième étage
- Réalisation du troisième étage
- Pose des chapiteaux
- Chappe, faux-planchers et planchers techniques
- Cloisons et plafonds
- Plâtre et enduits
- Menuiserie métallique et menuiserie bois
- Travaux de peinture et enduit de lissage
- Carrelage
- Revêtement résines
- Système de cléage et signalétique
- Nettoyage avant réception

Il faut faire très attention à l'avancement de ces dernières tâches car chaque retard a de répercussions sur la date de réception du projet.

Tâches tolérant un peu de retard :

- Pose des colonnes (Maximum 15 jours)

III.3 Diagramme de GANTT

Pour la construction du diagramme de GANTT, on utilise le logiciel Microsoft Project. Il permet de gérer les tâches en les projetant sur un calendrier pour surveiller l'avancement des travaux dans le temps [6].

III.3.1 Etape de la construction du diagramme à l'aide de logiciel

- Définition d'un calendrier respectant le temps de travail en Algérie sans oublier de mentionner les jours fériés
- Insertion des tâches, leur durée et les liaisons entre-elles
- Obtention du diagramme de GANTT en respectant les liens et les dates de début et de fin des tâches

a. Définition d'un calendrier

On définit les jours ouvrables, le weekend et les jours fériés en suivant le chemin : **Projet > Modifier les horaires de travail > Créer un nouveau calendrier**. Ce processus est illustré par les figures ci-dessous :

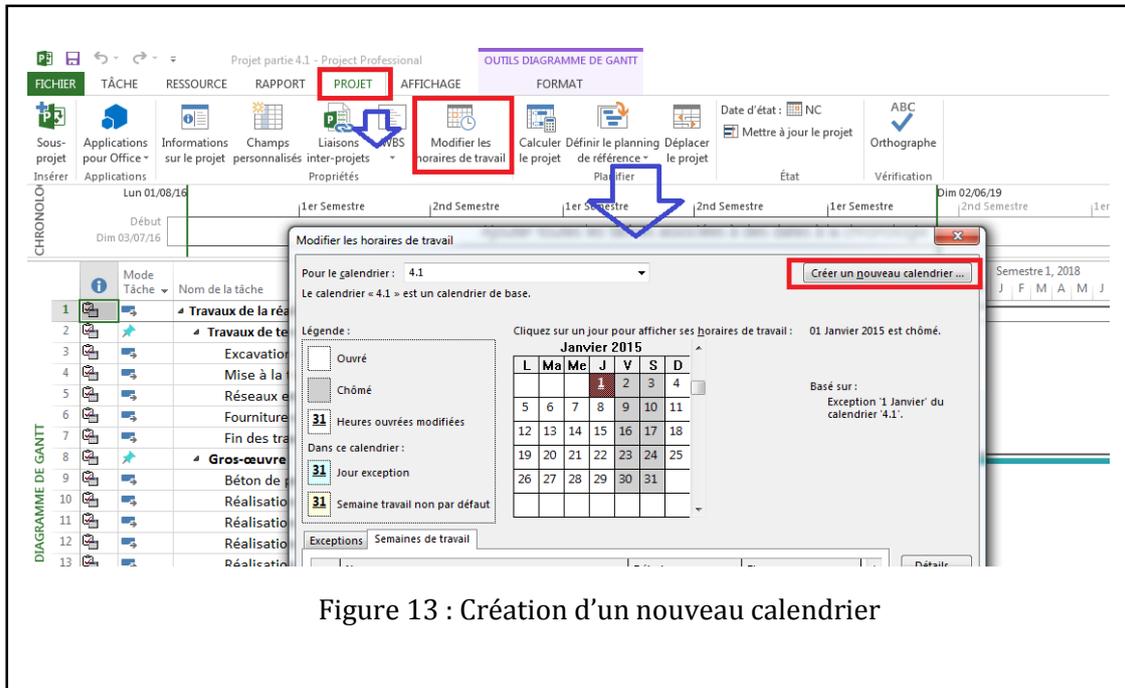


Figure 13 : Création d'un nouveau calendrier

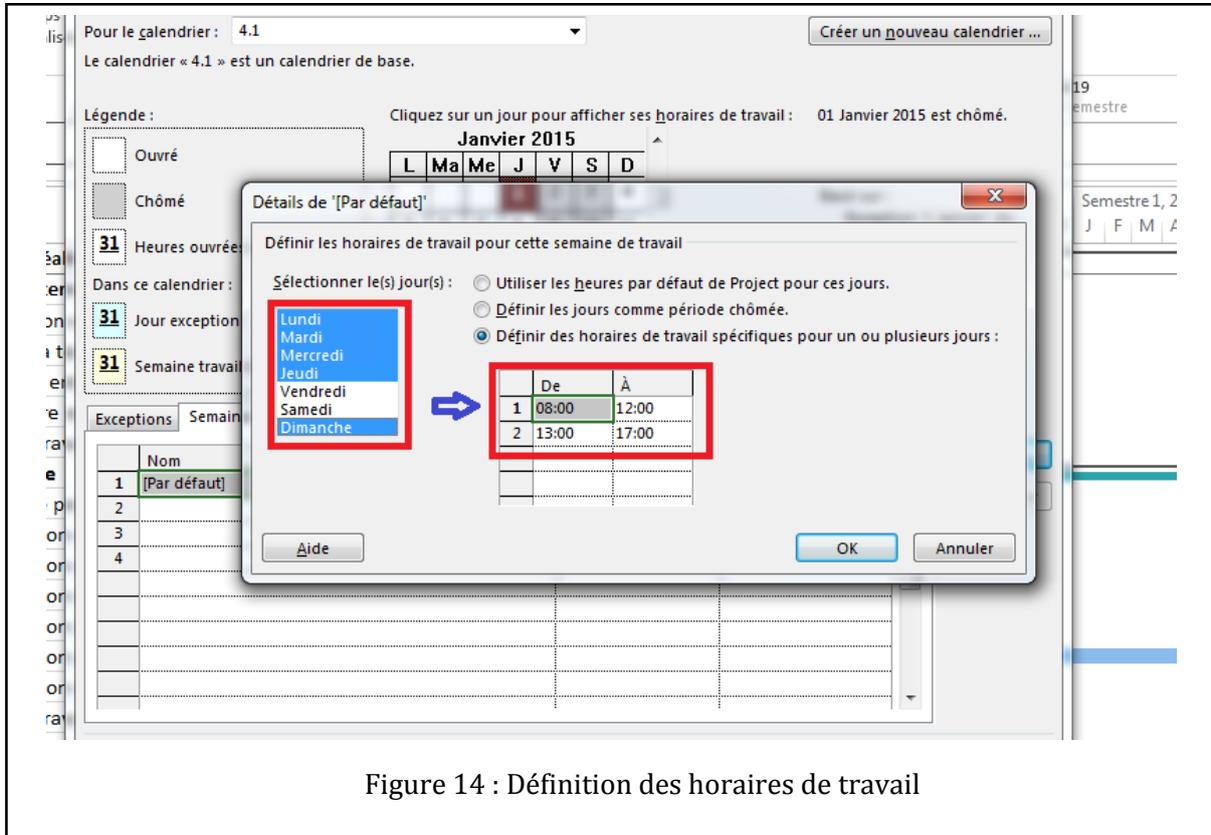


Figure 14 : Définition des horaires de travail

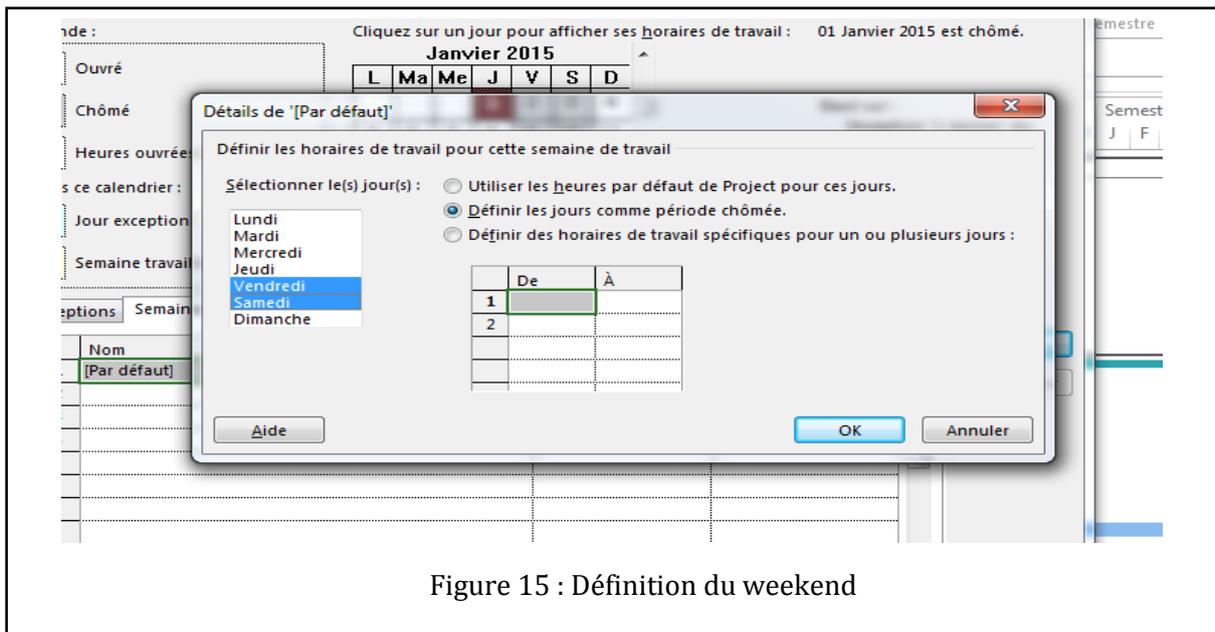


Figure 15 : Définition du weekend

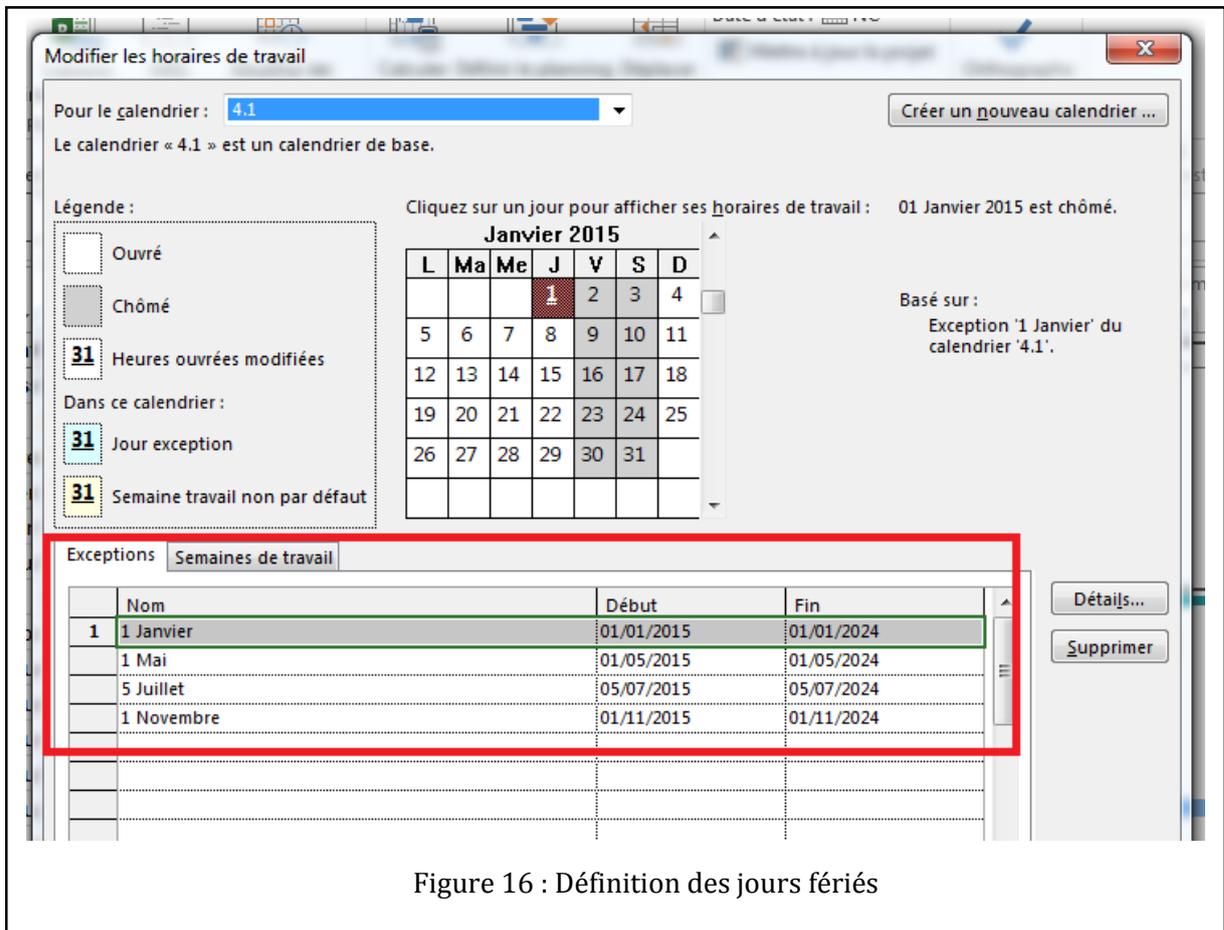


Figure 16 : Définition des jours fériés

La définition du calendrier local (où se déroulent les travaux) est très importante car elle permet d'éviter toute confusion entre l'entreprise de construction et le maître d'ouvrage, particulièrement dans le cas d'entreprises étrangères.

b. Insertion des tâches

L'insertion des tâches avec leur durée et leurs liaisons est représentée dans la figure suivante. Il faut faire attention aux liaisons entre les tâches.

		Mode Tâche	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseur
1			Travaux de la réalisation	1158 jours	Dim 03/07/16	Mar 29/12/20	
2			Travaux de terrassement	135 jours	Dim 03/07/16	Mar 10/01/17	
3			Excavation et	35 jours	Dim 03/07/16	Dim 21/08/16	
4			Mise à la terre	40 jours	Lun 22/08/16	Dim 16/10/16	3
5			Réseaux enter	30 jours	Lun 17/10/16	Lun 28/11/16	4
6			Fourniture et r	30 jours	Mar 29/11/16	Mar 10/01/17	5
7			Fin des travau	0 jour	Mar 10/01/17	Mar 10/01/17	6
8			Gros-œuvre	761 jours	Mer 11/01/17	Mar 24/12/19	
9			Béton de prop	4 jours	Mer 11/01/17	Lun 16/01/17	7
10			Réalisation du	41 jours	Mar 17/01/17	Mar 14/03/17	9
11			Réalisation du	40 jours	Mer 15/03/17	Mer 10/05/17	10
12			Réalisation du	40 jours	Jeu 11/05/17	Jeu 06/07/17	11
13			Réalisation du	54 jours	Dim 09/07/17	Mer 20/09/17	12
14			Réalisation du	261 jours	Jeu 21/09/17	Mer 26/09/18	13
15			Réalisation du	266 jours	Jeu 27/09/18	Mar 08/10/19	14
16			Fin des travau	0 jour	Mar 08/10/19	Mar 08/10/19	15
17			Réalisation du	40 jours	Mer 09/10/19	Mar 03/12/19	16
18			Pose des color	25 jours	Mer 09/10/19	Mar 12/11/19	16
19			Pose des chap	15 jours	Mer 04/12/19	Mar 24/12/19	18;17
20			Fin des Gros-o	0 jour	Mar 24/12/19	Mar 24/12/19	19
21			Second-œuvre	262 jours	Mer 25/12/19	Mar 29/12/20	
22			Chapes, faux-p	35 jours	Mer 25/12/19	Mer 12/02/20	20
23			Cloisons et pl	72 jours	Jeu 13/02/20	Dim 24/05/20	22
24			Plâtrerie et en	15 jours	Lun 25/05/20	Dim 14/06/20	23
25			Menuiserie M	34 jours	Lun 15/06/20	Dim 02/08/20	24
26			Menuiserie Boi	20 jours	Lun 03/08/20	Dim 30/08/20	25
27			Travaux de pei	30 jours	Lun 31/08/20	Dim 11/10/20	26
28			Carrelage	17 jours	Lun 12/10/20	Mer 04/11/20	27
29			Revêtement ré	24 jours	Jeu 05/11/20	Mar 08/12/20	28
30			Système de cl	5 jours	Mer 09/12/20	Mar 15/12/20	29
31			Signalétique	5 jours	Mer 16/12/20	Mar 22/12/20	30
32			Nettoyage ava	5 jours	Mer 23/12/20	Mar 29/12/20	30;31
33			Réception de l	0 jour	Mar 29/12/20	Mar 29/12/20	32

Figure 17 : Insertion des tâches dans Microsoft Project

c. Diagramme de GANTT

Le diagramme obtenu est le suivant :

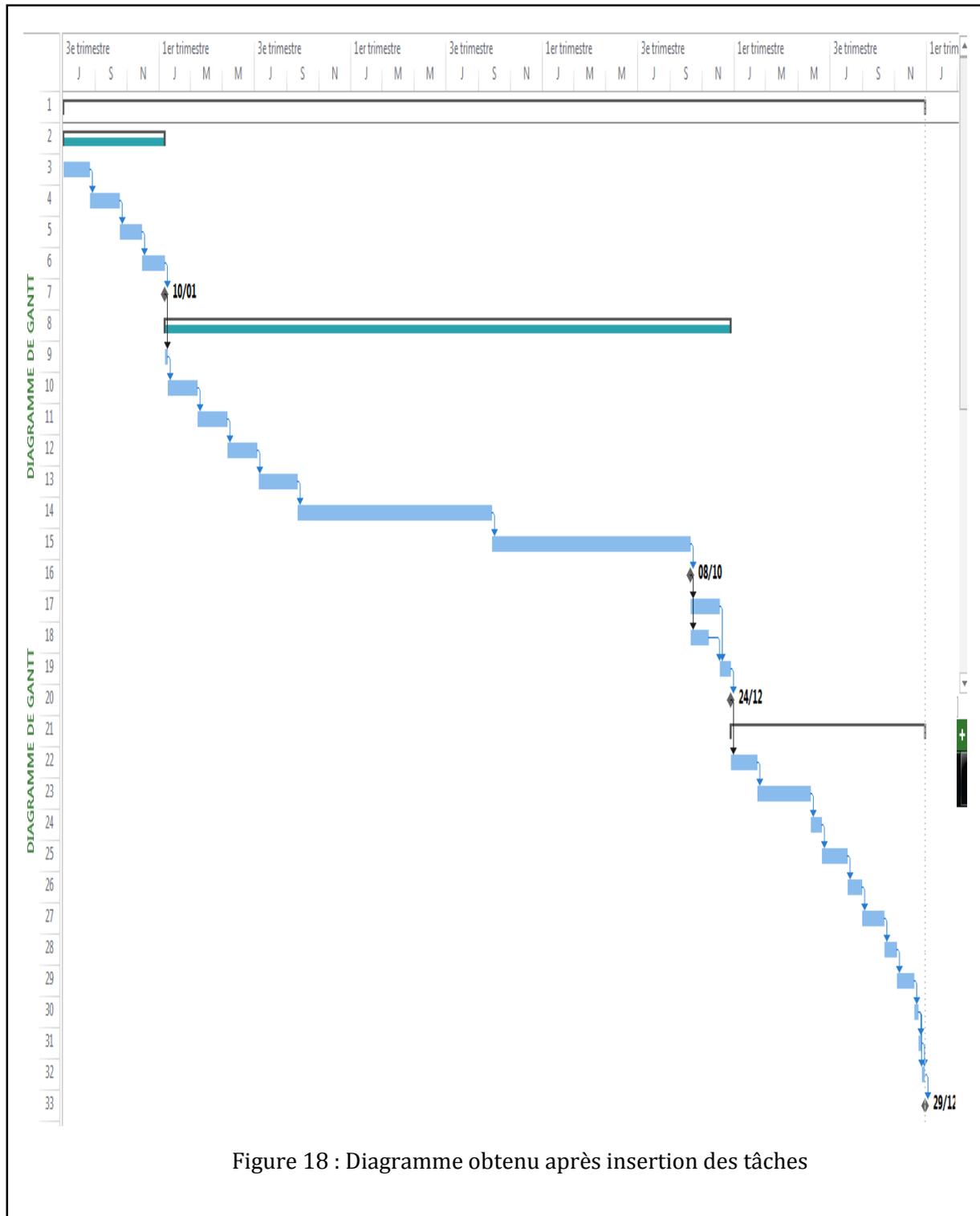


Figure 18 : Diagramme obtenu après insertion des tâches

III.3.2 Interprétation

Le diagramme de GANTT permet de projeter l'exécution des travaux sur un calendrier. Ce processus facilite énormément le suivi et la surveillance de l'avancement des travaux dans le temps, chose qui n'est pas possible avec le PERT car il n'a pas de dimension temps.

La dimension du temps dans le diagramme de GANTT permet de savoir quand il faut faire une tâche spécifique pour bien préparer les ressources nécessaires à sa bonne réalisation.

Dans ce projet, la tâche « pose des colonnes » est très importante. Le fait de connaître la date du lancement des travaux (03/10/2019) nous permet de mobiliser et de bien préparer les outils, le matériel et le personnel pour assurer son bon déroulement. L'enchaînement des tâches choisies présente 15 jours de retard toléré (durée de réalisation est de 25 jours) ce qui entraîne une durée totale de 40 jours pour l'achèvement de la tâche (21/11/2019).

IV Conclusion générale

Cette modeste contribution met l'accent sur l'un des plus grands problèmes rencontrés dans le domaine des Bâtiments et Travaux Publics, à savoir : la planification des projets de construction. Elle permet tout au long du projet d'éviter les difficultés, de minimiser les risques et suivre l'avancement des travaux. Ce sont ces propriétés qui vont permettre aux décideurs et aux directeurs de projets de prendre des décisions plus rationnelles possibles pour limiter au maximum les risques liés aux imprévus.

Afin d'éclaircir les tâches et de fournir plus d'informations sur le projet et son déroulement, la planification doit être faite en utilisant les différents outils disponibles comme le WBS, le réseau PERT ou le diagramme de GANTT.

L'outil informatique facilite les changements fréquemment rencontrés durant la réalisation d'un grand projet. Il est donc très important pour la planification car il offre une grande souplesse aux diagrammes nécessaires à la diffusion de l'information.

Références

Ouvrages

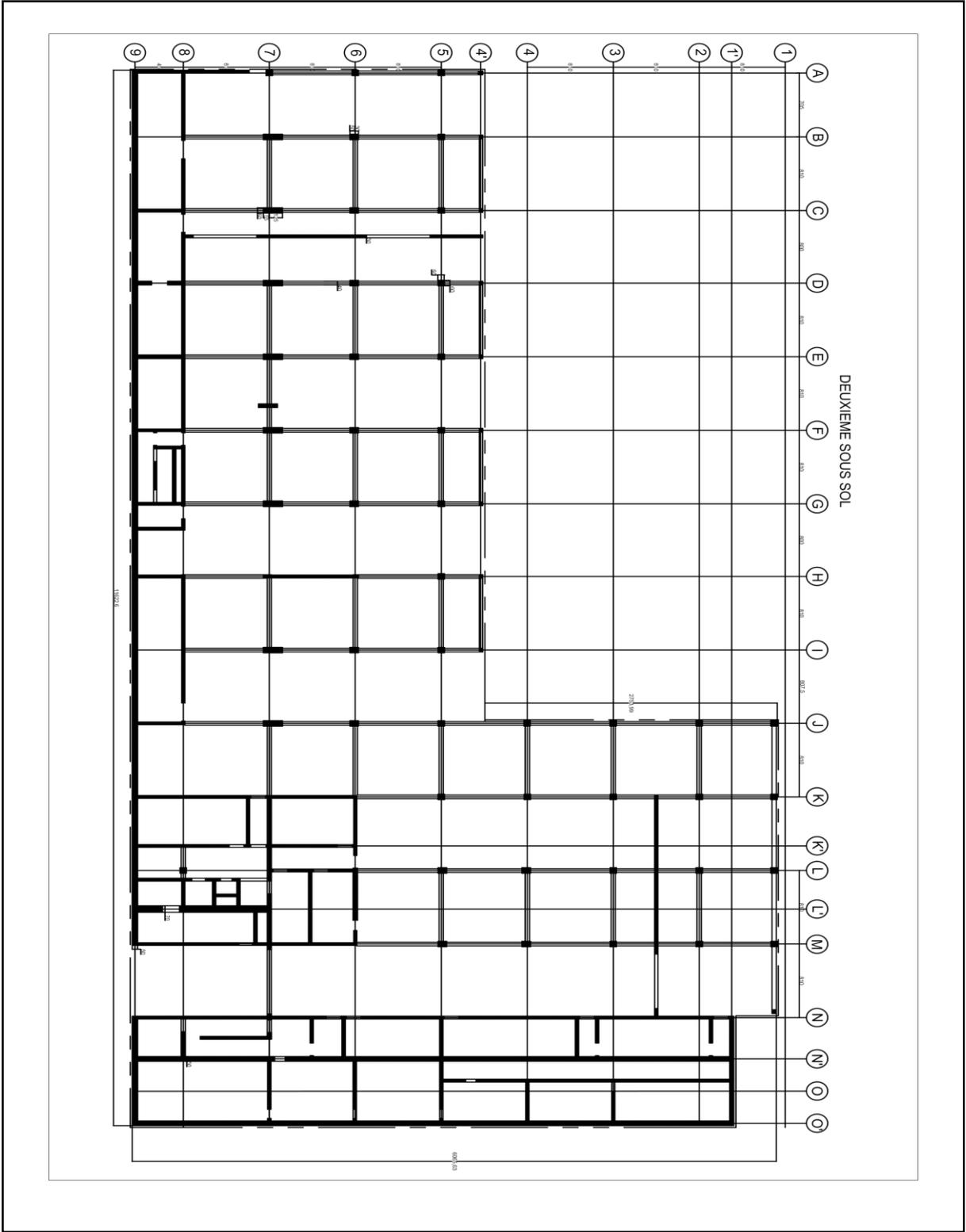
- [1] Abdelguerfi A, « Cours d'organisation de chantier », Ecole Nationale Polytechnique, 2014
- [2] Claude c, « Processus d'élaboration d'un projet de construction » Culture et Communication Québec, 2005
- [3] Gérard Claude, « Gestion de projet », Université de Lorraine, 2010
- [4] Laurent Ouallet « Diagramme de GANTT », Ecole d'ingénieurs LaSalle Beauvais, 2009
- [5] M. GURCEL « Planification et gestion financière des travaux », Fédération du bâtiment, 2010
- [6] Vincent ISOZ, « Elément de gestion de projets », Sience.ch, V5.7 2012
- [7] « L'ordonnancement des travaux », ISF,2012

Sites WEB :

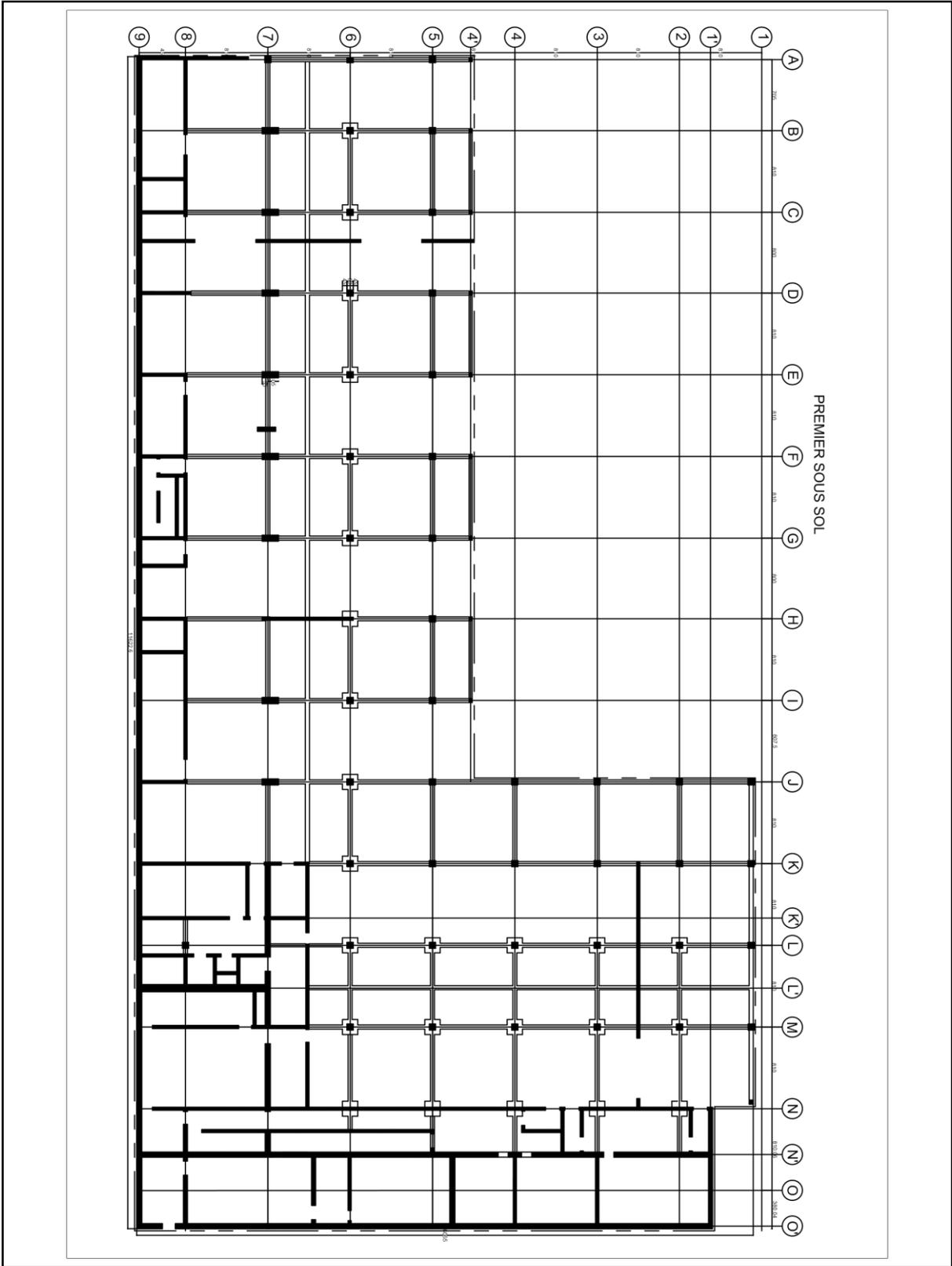
- [8] Dominique Revuz, « Gestion de projet agile », SCRUM,[en ligne]
<http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/techniques/2517/2517-gestion-de-projet-agile.pdf>, page consulté en Juillet 2015
- [9] Work break down structure, [en ligne],
<http://www.workbreakdownstructure.fr/>, page consultée en Septembre 2015

Annexe Plans de coffrage

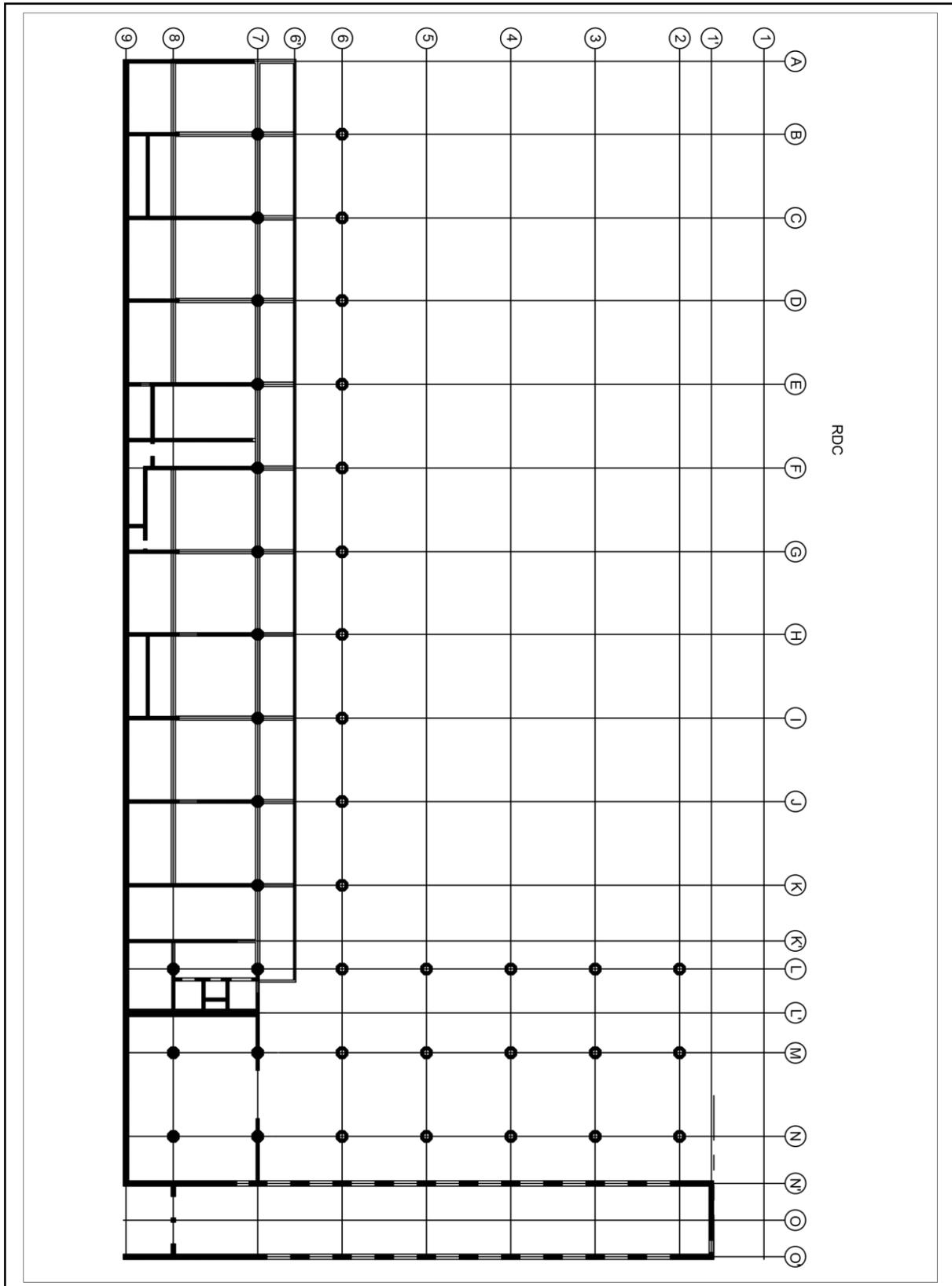
Deuxième sous-sol



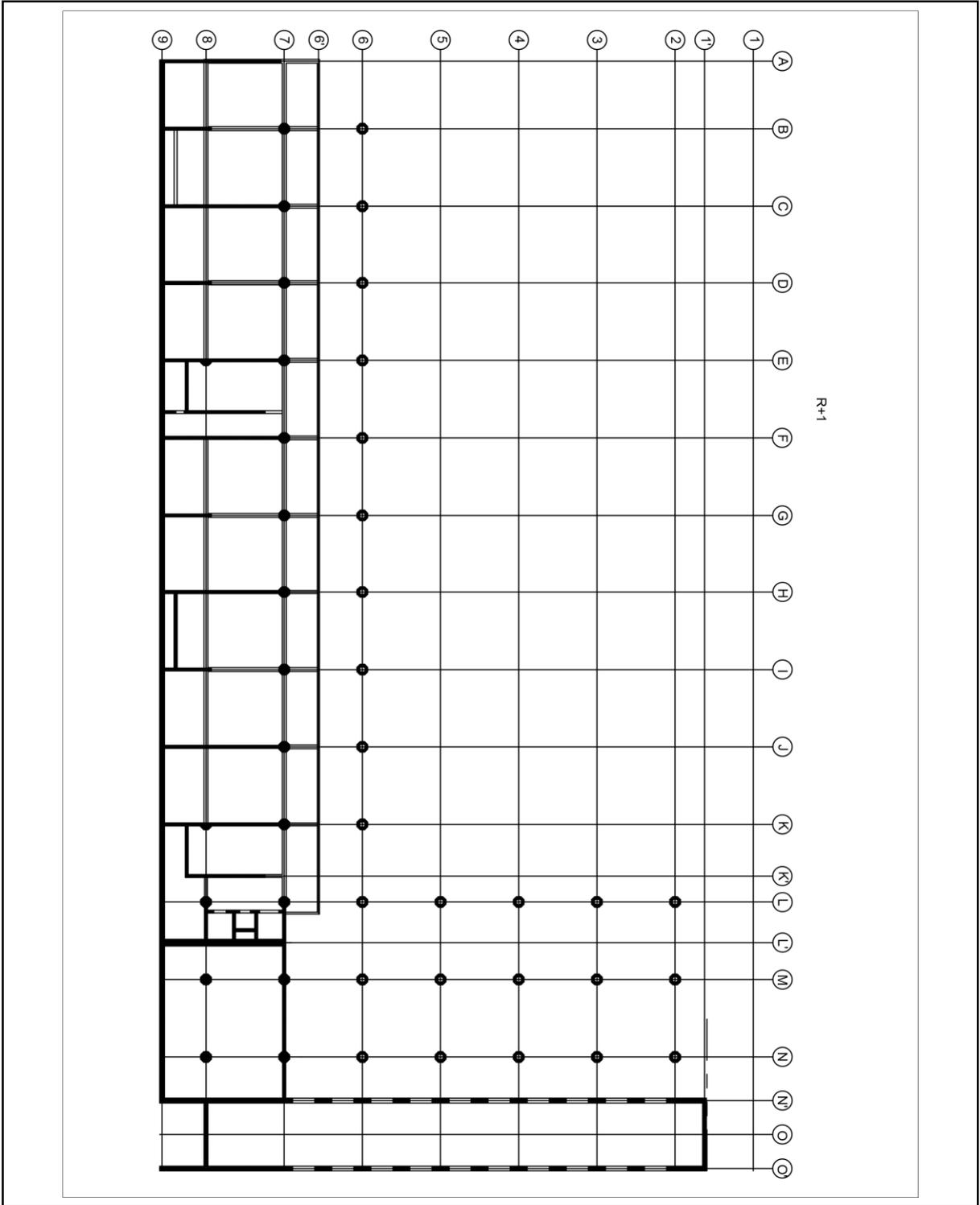
Premier sous-sol



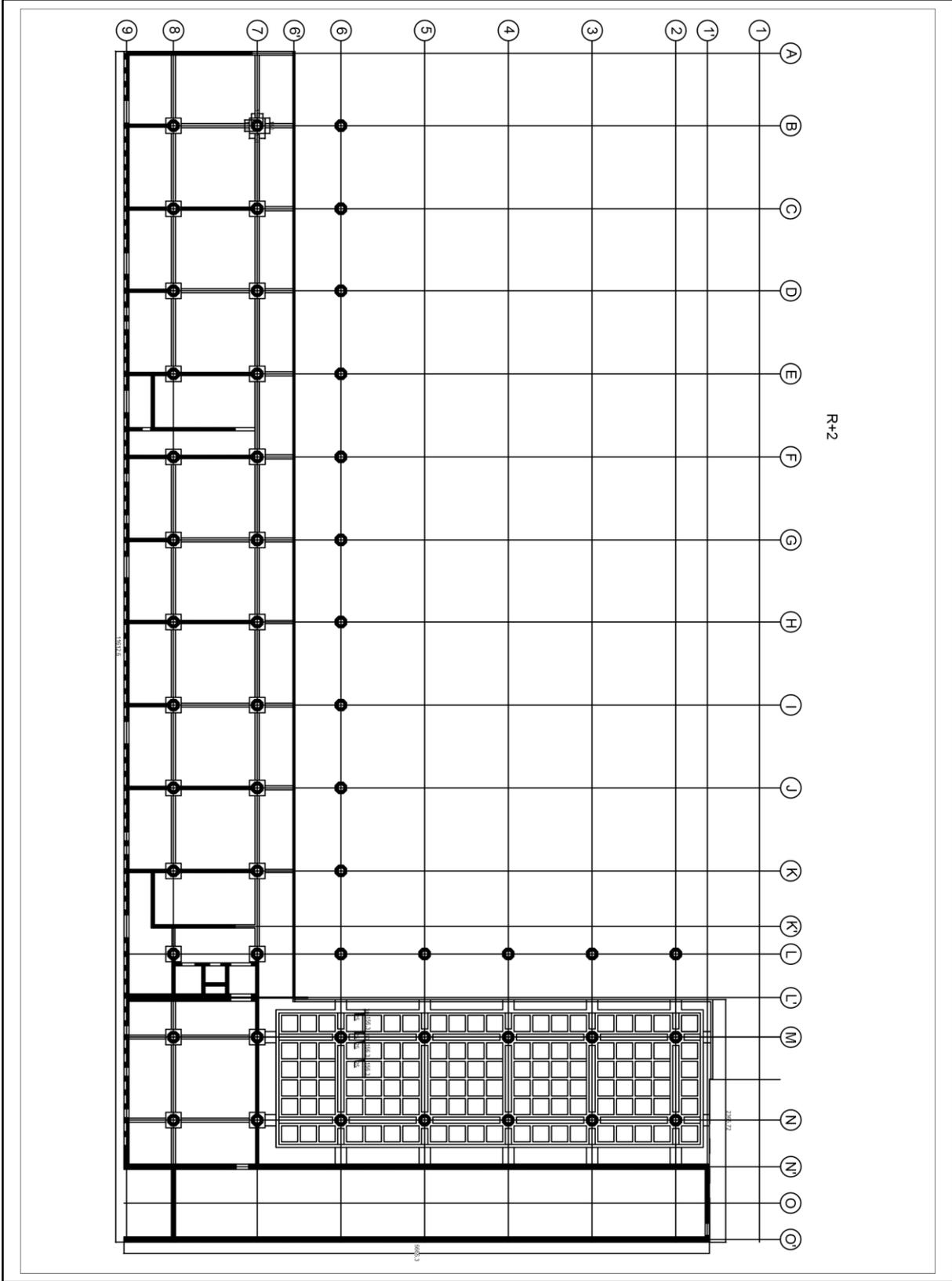
Rez-de-chaussée



Premier étage



Deuxième étage



Troisième étage

