

CHAPITRE I. Techniques d'élaboration d'un projet

I. processus de réalisation d'un projet

I.1. Définitions

Projet: Ensemble complexe de tâches et d'activités interdépendantes visant à produire un service ou un produit déterminé à l'avance, tout en respectant les contraintes de budget, d'échéance et de qualité. Dans notre domaine, chaque projet est unique (site, client, programme, etc.). Sa durée de vie est limitée par l'usure liée à l'intensité d'utilisation, le changement de vocation, etc. Le projet vit également un cycle de vie dynamique (implantation, croissance, maturité et vieillissement).

Maître d'ouvrage: Il s'agit de la personne (publique ou privée, morale ou physique) qui décide de réaliser une opération. Elle doit arrêter le programme, trouver le financement, identifier les étapes et définir les échéances dans le calendrier, choisir les professionnels chargés de la réalisation et signer l'ensemble des marchés (contrats d'études et de travaux).

Maître d'œuvre: C'est la personne ou l'entité que le maître d'ouvrage a choisi pour procéder à l'établissement du projet et pour en contrôler l'exécution. Dans ce cadre, elle doit notamment établir les pièces écrites et dessinées, préparer le dossier de consultation des entreprises et assurer le contrôle d'exécution des marchés de travaux.

Gestion d'un projet: C'est l'ensemble des connaissances, des compétences, des outils et des méthodes de travail mises au service d'un projet. Cela sous-entend des décisions prises et des interventions effectuées dans le but d'assurer le succès d'un projet dans toutes les phases de son développement tout en respectant le budget et les échéances projetés.

Appel d'offre : Un appel d'offre est une procédure qui permet à un commanditaire (le maître d'ouvrage), de faire le choix de l'entreprise (le soumissionnaire qui sera le fournisseur) la plus à même de réaliser une prestation de travaux, fournitures ou services. Le but est de mettre plusieurs entreprises en concurrence pour fournir un produit ou un service.

Code des marchés publics : le code des marchés publics est le code juridique regroupant les règles et procédures que les pouvoirs adjudicateurs et les entités adjudicatrices doivent respecter pour leurs achats en matière de travaux, de fourniture et de service.

I.2. Contexte de conduite d'un projet

La conduite d'un projet consiste essentiellement à en évaluer les besoins et à en cerner les obstacles de manière à proposer des solutions qui respecteront les limites de temps et les contraintes budgétaires sans compromettre la qualité.

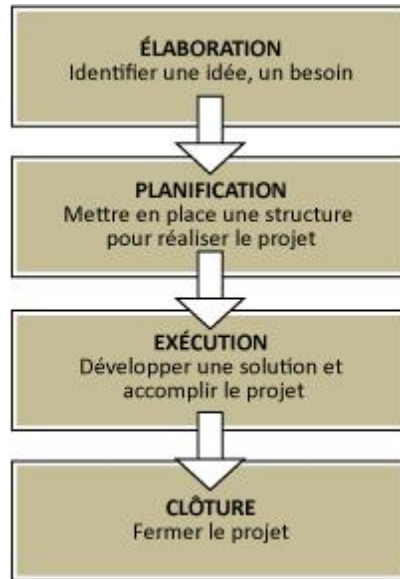


Figure I.1 Phases D'un Projet

I.2.1. Phase 1 : Elaboration

- Identification du projet et énoncé des besoins (besoin, clarification de la demande, analyse des parties prenantes, validation du besoin);
- études (*Étude d'opportunité* : viabilité du projet, identification des besoins, formulation de la commande; *Étude de faisabilité* : économique, organisationnelle et technique, amortissement du projet, impact social et économique);
- élaboration de la fiche technique de projet, envoie à la tutelle pour avis (approbation).

I.2.1.1. Choix du bureau d'étude

Pour conduire le projet à travers ces différentes phases, le maître de l'ouvrage aura besoin d'un bureau d'étude pour piloter le projet et lui apporter aide et assistance sur le plan technique.

Une consultation ou un avis d'appels d'offres est lancé pour le choix d'un bureau d'étude selon des critères techniques et financiers spécifiques à la nature et à l'envergure de l'infrastructure à réaliser en respectant les dispositions du code des marchés publics qui est un outil destiné à réglementer la commande publique.

Si le maître de l'ouvrage est une entité privé il n'est pas régi par le code des marchés publics et peut par conséquent solliciter le bureau d'étude de son choix.

1.2.1.2. Faisabilité du projet architectural et autorisation

Au premier contact, le maître d'ouvrage rencontre le bureau d'étude (architecte dans le cas de bâtiments) et lui exprime ses attentes qui l'aident à préciser ses besoins et son programme pour réaliser son projet sur le plan conceptuel (architectural) dans les meilleures conditions.

Le bureau d'étude informe le maître d'ouvrage sur les conditions relatives au terrain, à la construction et aux fonctions du bâtiment, à l'éventuelle expertise additionnelle à contracter ainsi que sur les démarches administratives requises. Il s'enquiert du budget du maître d'ouvrage et apporte éventuellement son assistance pour le montage financier. L'architecte décrit l'ensemble des services qu'il se propose de fournir, les garanties qu'il apporte, en accord avec le client. Si celui-ci n'en dispose pas déjà, le bureau d'étude peut également assister le maître d'ouvrage dans la quête d'un terrain approprié.

1.2.1.3. Etudes d'esquisse ou études de diagnostic dans le cas de travaux sur un bâtiment existant

Le bureau d'étude présente les résultats de sa première étude de faisabilité du bâtiment souhaité et réalise une première esquisse en fonctions des différents paramètres liés au terrain, aux options de la construction envisagée par le maître d'ouvrage et de ses contraintes financières. Cette esquisse initiale permet une première visualisation du projet inséré dans le site et une étude des variantes. En cas de réhabilitation ou de rénovation de bâtiment existant, Le bureau d'étude fournit également son étude de diagnostic technique et architectural pour réaliser la modification souhaitée et les travaux requis.

Le bureau d'étude précise aussi une première estimation du coût des différentes options qui répondent aux attentes du maître d'ouvrage, il peut éventuellement proposer plusieurs options qui mettent l'accent sur telle ou telle condition évoquée par le maître d'ouvrage : minimisation des coûts de construction, minimisation des coûts d'utilisation et d'entretien, maximisation de la longévité de la construction, insertion optimale dans l'environnement naturel ou urbain, qualité architecturale, etc...

I.2.2. Phase 2 : Planification

I.2.2.1. Etudes d'avant-projet

Si le maître d'ouvrage est satisfait des premières études d'esquisse ou de diagnostic, il peut décider de poursuivre les travaux dans les études d'avant-projet.

I.2.2.1.1. Avant-projet sommaire – APS

A ce point de la relation, Le bureau d'étude fournit une description précise des différentes options retenues pour le projet de bâtiments et une estimation du coût et de la durée des travaux. Une certaine tolérance peut être ménagée en fonction de la taille du projet et de l'état d'avancement actuel des travaux d'études et de construction.

I.2.2.1.2. Avant-projet définitif ou détaillé – APD

Les dernières mises au point effectuées en fonction des options retenues par le maître d'ouvrage, le choix des matériaux est arrêté, les différentes prestations techniques et l'ensemble des travaux sont précisés avec leur intégration au sein du projet de construction.

I.2.2.2. Dossier de demande de permis de construire

Au-delà des documents techniques, plans et définitions des matériaux, réseaux et voiries, le bureau d'étude prépare l'ensemble des documents administratifs et juridiques, nécessaire à la constitution d'un dossier complet de demande de Permis de Construire (PC) qu'il soumet à l'autorité compétente.

Il suit l'instruction du dossier, apporte les éventuelles pièces supplémentaires requises et aide à intégrer les expertises tierces nécessaires en accord avec le maître d'ouvrage jusqu'à obtention du permis de construire.

I.2.3. Phase 3 : Exécution

I.2.3.1. Etudes de projet

Le bureau d'étude (l'architecte) prépare alors les plans détaillés de tous les niveaux du ou des bâtiments, élévations, façades et éventuellement perspectives additionnelles qui assurent une bonne compréhension de l'ensemble du projet jusqu'en dans ses moindres détails. Selon les besoins spécifiques de chaque projets, le bureau d'étude technique sélectionné met à la disposition du maître d'ouvrage une équipe pluridisciplinaire en vue d'une intégration réussie de leur expertise dans l'ensemble du projet.

I.2.3.1.1. Dossier de consultation des entreprises

Suite à la mise au point définitive de la conception, l'architecte constitue le dossier de consultation des entreprises qui détaille l'ensemble des caractéristiques techniques et administratives de chaque lot du projet et estime les budgets respectifs, afin que les entreprises intervenantes proposent des devis solides. Celui-ci permet également de préciser le cadre de l'intervention des entreprises et de leurs relations avec le maître d'ouvrage et le bureau d'étude.

I.2.3.1.2. Plans d'exécution

Dans le prolongement du DCE (Dossier de consultation des entreprises), les études d'exécution ont pour objet la réalisation technique du projet : les plans d'exécution aux échelles appropriées, les notes de calcul et les spécifications d'usage pour le chantier permettent l'exécution des travaux par les différents entrepreneurs pour la construction de l'ensemble du bâtiment.

Au-delà des plans architecturaux, le maître d'ouvrage peut éventuellement charger le bureau d'étude, assisté de techniciens des spécialités requises, de réaliser les plans d'exécution et devis quantitatifs détaillés de certains lots (qui demandent des compétences spécialisées), dans une mission complémentaire des études d'exécution.

1.2.3.1.3. Sélection des entreprises de la construction et assistance aux contrats de travaux

Le bureau d'étude consulte les entreprises capables d'intervenir et analyse les offres des entrepreneurs selon des procédures bien définies. Des négociations peuvent être conduites au nom du maître d'ouvrage et des modifications peuvent être apportées pour rentrer dans les budgets alloués. Le bureau d'étude assiste le maître d'ouvrage pour la sélection des différents prestataires de la construction en fonction des critères retenus avec le maître d'ouvrage. Il peut suggérer les services de telle ou telle entreprise en fonction des expériences passées et garanties de sérieux dont il a déjà eu la preuve. Suite à la sélection des entreprises, le bureau d'étude prépare les marchés dévolus à chacune des entreprises ; celles-ci s'engagent contractuellement avec le maître d'ouvrage sur des coûts et des délais qu'elles devront respecter.

1.2.3.2. Le chantier

Le bureau d'étude prépare la mise en œuvre du chantier et organise la participation des différentes spécialités pour s'assurer du respect des règles de l'art (règles et normes en vigueur), des engagements de chacun et de la juste réalisation des plans.

1.2.3.2.1. La gestion du chantier

Le maître d'œuvre intervient sur le terrain auprès des différentes entreprises pour assurer l'exécution conforme des différentes phases de la construction du bâtiment:

- Terrassement du terrain et travaux de voirie et réseaux divers (VRD)
- Gros-œuvre : stabilité et solidité du bâtiment (fondations, structure)
- Second-œuvre : étanchéité, esthétique et confort

Le maître d'œuvre anime les réunions de chantiers dont il prépare et diffuse les comptes rendus à l'ensemble des parties concernées. Il supervise également le paiement des intervenants et l'accomplissement des prestations correspondantes dans les temps prévus.

I.2.3.2.2. Ordonnancement, coordination et pilotage du chantier

L'analyse des tâches élémentaires qui composent les études d'exécution et les travaux, leur enchaînement et les points critiques de cette suite d'interventions, constituent la mission d'ordonnancement et de planification, qui est complémentaire de la maîtrise d'œuvre. Celle-ci a pour but de planifier avec soin l'imbrication optimale des différentes interventions des entreprises pour une construction la plus rapide et la moins onéreuse possible.

I.2.4 Phase 4 : Clôture du projet

Assistance aux opérations de réception et livraison du bâtiment au maître d'ouvrage

Le bureau d'étude contrôle l'ensemble des travaux effectués et de la réalisation des prestations jusque dans leurs ultimes détails. Il se charge aussi du décompte général des factures des différents prestataires et solde les comptes de chantier.

Le bureau d'étude clôture alors le dossier des ouvrages réalisés et confirme ainsi la conformité de l'ouvrage afin de correspondre aux termes des contrats de garanties. Des pénalités peuvent être appliquées aux entreprises qui dépasseraient la durée prévue pour leur intervention.

Une fois l'ensemble des travaux validés par le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage, ceux-ci s'accordent de la réception provisoire du bâtiment, et la passation complète de la responsabilité du ou des bâtiments au maître d'ouvrage.

La réception définitive sera prononcée douze mois après la mise en service ou la mise en exploitation de l'édifice.

II. Critères pour le choix du site

Le choix du site d'implantation d'une infrastructure est motivé par plusieurs paramètres, on pourra citer :

II.1. La topographie

Un terrain présentant des dénivellations importantes engendrera des coûts élevés en matière d'aménagement (murs de soutènement, talutage,..) et de dispositif de protection contre les eaux pluviales, ainsi le choix d'un terrain plat serait l'idéale.

II.2. La nature géotechnique

Le choix d'un site présentant des caractéristiques géotechniques de terrains avec des portances plus ou moins acceptables est la variante la plus intéressante car elle conduit à l'adoption de modes de fondations les moins onéreux possible. Les sites caractérisés par des formations géotechniques plutôt médiocres sur le plan mécanique (capacité portante) engendrent l'adaptation de fondations spéciales coûteuse financièrement, difficile à réaliser et nécessitant un délai d'exécution important.

Sachant que les quasis majorité des désordres observés dans les différentes infrastructures sont d'ordre géotechnique, ceci exige de nous une attention particulière sur la nature et les études de sol.

II.3. Les risques naturels

Il serait plus judicieux d'éviter les sites présentant des risques naturels tels que :

Les zones inondables,

Les zones présentant des instabilités de pentes (risque de glissement de terrain).

II.4. Notion d'insertion urbaine

Les bâtiments publics jouent un rôle particulier dans la ville. Ils ont souvent une importance symbolique et inscrivent dans le paysage urbain une vision de l'organisation de la société (lieux de décision, de débat, de formation, de régulation, ...) et de la hiérarchie des valeurs (justice, solidarité, instruction, culture, ...). Ils doivent donc naturellement se distinguer, par leur image et par leur visibilité, des immeubles de logement ou des bâtiments commerciaux qui abritent quant à eux des intérêts plus individuels.

C'est entre autres possible grâce à une architecture expressive et manifeste, mais avant cela par une mise en scène appuyée par des perspectives et des espaces publics. Le site d'implantation est donc à choisir en conséquence.

II.5. Protéger et mettre en valeur l'environnement

Le progrès technique a entre autres permis le développement d'une société prospère, répondant aux besoins matériels d'une population croissante, il a cependant été

démontré que ce développement n'a pas été neutre et que les écosystèmes en ont beaucoup pâti.

L'urbanisation étendue, a réduit l'espace disponible pour la faune et la flore et a segmenté les territoires, dressant des obstacles à la propagation des gènes. De nouvelles formes urbaines, soit plus denses, soit plus protectrices, sont capables de réduire la pression exercée sur la nature.

III. Investigations géotechnique

III.1. Notions générales sur la géotechnique

III.1.1. Le sol matériau de construction

Sert à réaliser des barrages, des digues en terre, route, autoroutes, remblais,...

III.1.2. Le sol support de fondations

Les fondations reprennent les charges et surcharges ou plus généralement les sollicitations transmises par la structure (superstructure), puis les transmettent au sol à même d'assurer la stabilité de l'ouvrage.

III.2. Stabilité et tassement

Les conditions de stabilité doivent conduire à respecter le principe fondamental de l'égalité des actions transmises par la structure avec les réactions transmises par le sol. Le terrain d'assise ne doit pas tasser. Quoiqu'en réalité les tassements existent et sont tolérés jusqu'à certains seuils, sauf sur les sols rocheux.

- Tassement instantané : sans évolution dans le temps
- Tassement différé : évolue dans le temps.

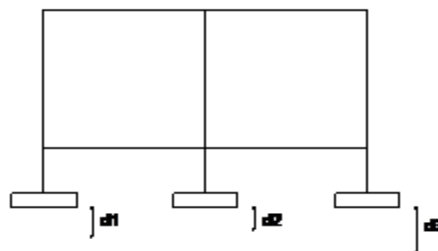


Figure I.2 Illustration d'un tassement différentiel

Désordres après tassement différentiel (d_1 différente de d_2 et de d_3) : fissures au niveau des cloisons, rotules plastiques au niveau des nœuds,...

Les tassements différentiels apparaissent dans les cas suivants :

- Mode de fondations différent (profondes et superficielles)
- Assise non homogène
- Remblais récent mal consolidé

III.3. Choix du type de fondations

- Compte tenu des charges de la superstructure
- Propriétés des sols en place
- Niveau de la nappe phréatique
- Les ouvrages avoisinants

III.4. Reconnaissance des sols

III.4.1. Essais in situ (sondage carottés, pénétromètres, préssiomètre, études géophysiques)

Les essais géotechniques in situ ont pour but la reconnaissance des sols destinés à recevoir des projets de construction. Ils permettent d'obtenir des informations sur l'état du sol en place, de préciser l'organisation des différentes couches et de relever les paramètres mécaniques à leur attribuer afin de passer au calcul des ouvrages.

III.4.2. Essais en laboratoire (identification des différentes couches, détermination des caractéristiques physiques et mécaniques des sols en place, calcul des tassements, calcul de la portance.)

Afin de connaître les caractéristiques physiques et mécaniques du sol ainsi que son comportement en place en état de contrainte, des essais simulant ces conditions doivent être réalisés. Le rôle des essais de laboratoire est, tout d'abord d'identifier le matériau du point de vue physico-chimique puis de déterminer ses caractéristiques mécaniques et son comportement lorsqu'il sera dans les conditions mécaniques réelles imposées par l'ouvrage.

Tableau I.1 Deux exemples d'essais géotechniques in situ-caisse avec carottes.







	Types d'essais	But
	Sondage carotté	Sert à prélever des échantillons de sols pour analyse au laboratoire.
	Essai pénétrométrique	Donne une idée sur la portance des sols sans prélèvement de carottes.
	Carottes prélevées et mises dans des caissons.	Pour le transport au laboratoire et leurs protections.

Tableau I.2 Quelques exemples d'essais géotechniques en laboratoire

	Types d'essais	But
	Essai triaxial	Déterminer les paramètres de cisaillement
	Analyse granulométrique par tamisage	Identification des sols
	Essai cisaillement rectiligne.	Détermination de la cohésion et de l'angle de frottement.

IV. Dispositions préparatoires et installation de chantier pour l'exécution des travaux

- **Installation de barrières** (délimitation et protection du chantier)
- **Installation de chantier**
 - Signalisation du chantier (pose des panneaux d'indication),
 - Pose de baraquements et de bureaux,
 - Approvisionnement en matériaux,
 - Déterminer les accès au chantier.
- **Identifications des réseaux existants**
- **Matérialisation des accès et voiries pour la mobilité des engins**

Délimitation des zones d'excavations pour déterminer les servitudes nécessaires à même de permettre un fonctionnement efficient des travaux et garantir une mobilité fluide des intervenants (ouvriers, conducteur de travaux)

Identification des aires de stockage des matériaux, de préfabrication, de façonnage des aciers, mise en dépôt des déblais,...

- **Débroussaillage**

Enlèvement des buissons, d'arbustes, la coupe d'arbres et le désherbage,
L'arrachage des souches et des racines,
Evacuation des produits en dehors du terrain.

- **Décapage de la couche végétale**

Il s'agit de décaper la couche de terre végétale variant de 20cm à 50cm suivant la nature du sol, cette opération consiste à :

Enlever la couche végétale de très faible portance,
Evacuation des terres en dehors des limites de l'emprise des ouvrages,
La mise en dépôt des terres arables pour leur éventuelle réutilisation.

V. IMPLANTATION DES OUVRAGES

L'implantation est l'opération qui consiste à reporter sur le terrain, suivant les indications d'un plan, la position de bâtiments, d'axes ou de points isolés dans un but de construction ou de repérage. La plupart des tracés d'implantation sont constitués de droites, de courbes et de points isolés.

Les instruments utilisés doivent permettre de positionner des alignements ou des points : théodolites, équerres optiques, rubans, niveaux, etc. l'instrument choisi dépend de la précision recherchée, elle-même fonction du type d'ouvrage à implanter : précision millimétrique pour les fondations spéciales, centimétrique pour des ouvrages courants, décimétriques pour des terrassements, etc.

V.1. Plan général d'implantation des ouvrages

Le plan général d'implantation des ouvrages est un plan orienté qui précise la position des ouvrages, en planimétrie, par rapport à des repères fixes.

V.2. Piquetage général

Le piquetage général consiste à reporter sur le terrain la position des ouvrages définie par le plan général d'implantation, au moyen de piquets numérotés solidement fixés au sol, dont les têtes sont raccordées en plan et en altitude aux repères fixes mentionnés dans le plan d'implantation.

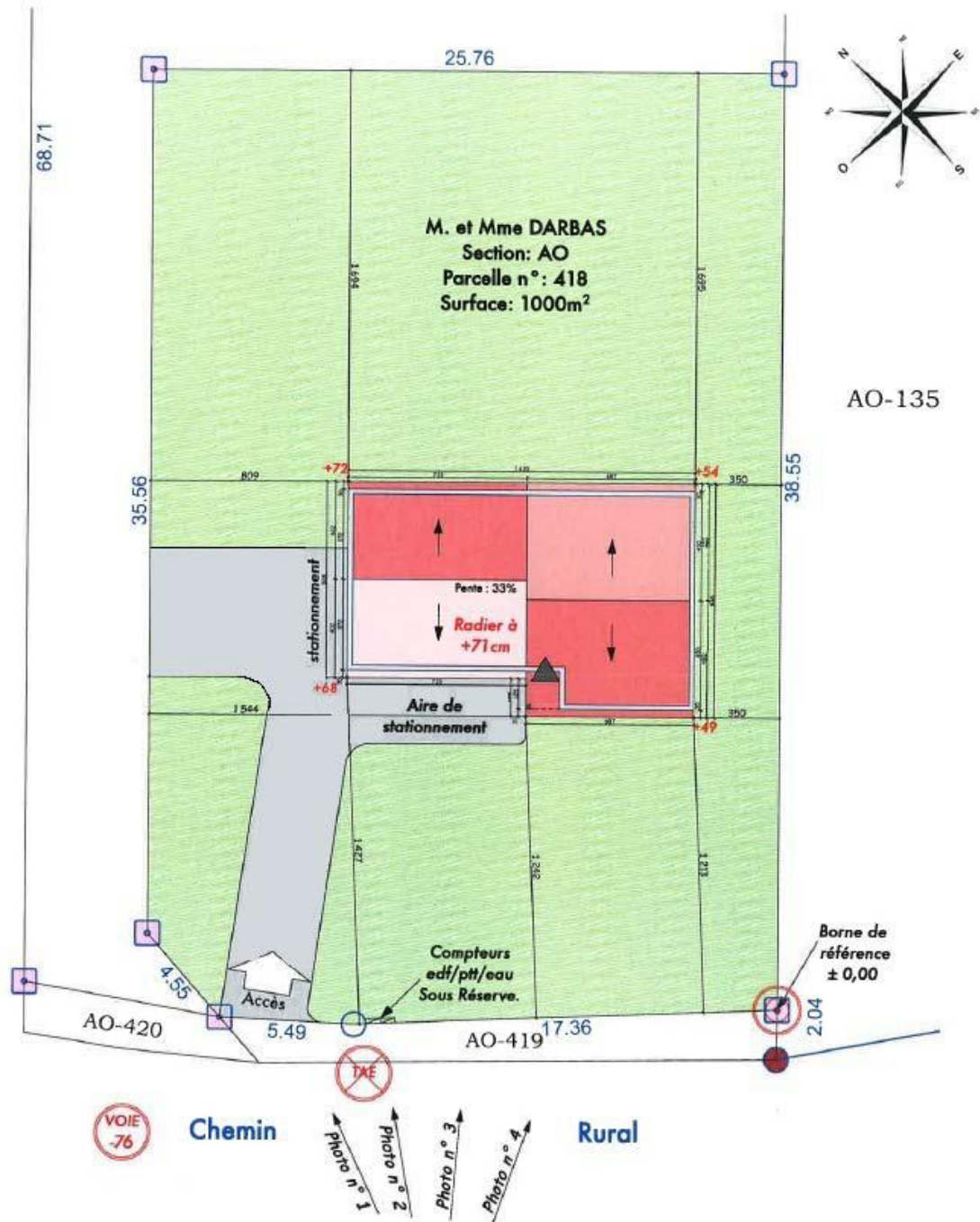


Figure I.3 Exemple d'un plan d'implantation

V.3. contenu d'un plan d'implantation

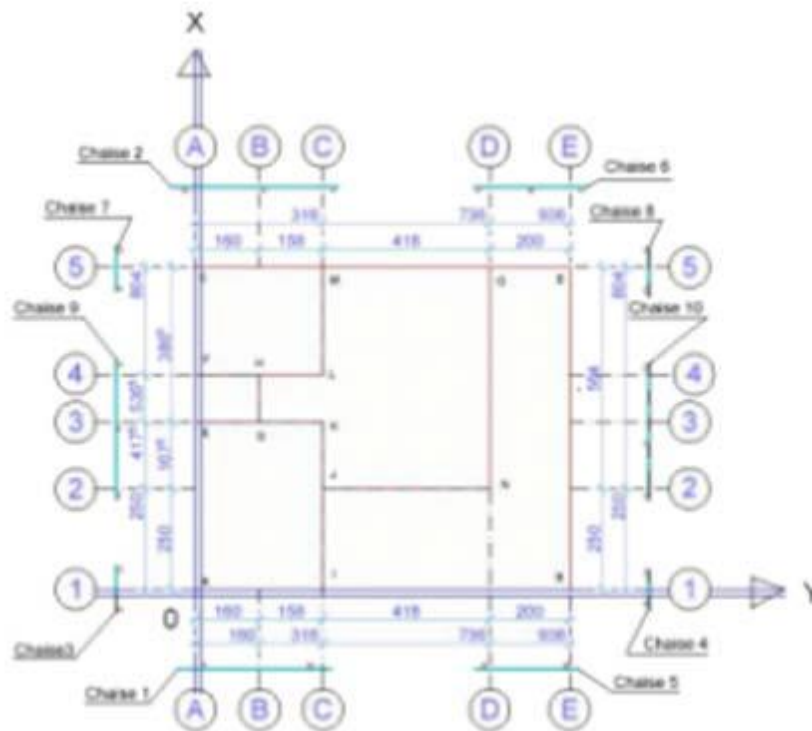


Figure I.4 Contenu d'un plan d'implantation

V-4. Comment réaliser l'implantation ?

Le piquetage qui consiste à :

- Positionner des lignes de référence OX et OY (repère orthonormé) situées respectivement sur les axes A et 1.
- Placer les points a, b, c, d à l'aide de piquets enfoncés dans le sol.

Cela représente l'implantation sommaire de la maison visant à positionner les chaises. Elle peut être faite avec la règle des 3,4,5 (équerre) ou mieux, ce qui est conseillé, le théodolite (appareil électronique permettant entre autres de tracer des lignes perpendiculaires).

La pose des chaises (1 mètre du sol :) N.B. : Ecartées de 1,50m à 3m pour permettre les fouilles, le passage des engins et faciliter le travail des opérateurs.

Le report des axes (A,B,C,D,E et 1,2,3,4,5) sur les chaises.

Les erreurs courantes à éviter :

- Mauvais emplacement de l'ouvrage,
- Inversion des façades,

- Fausse équerre,
- Dimensions erronées.

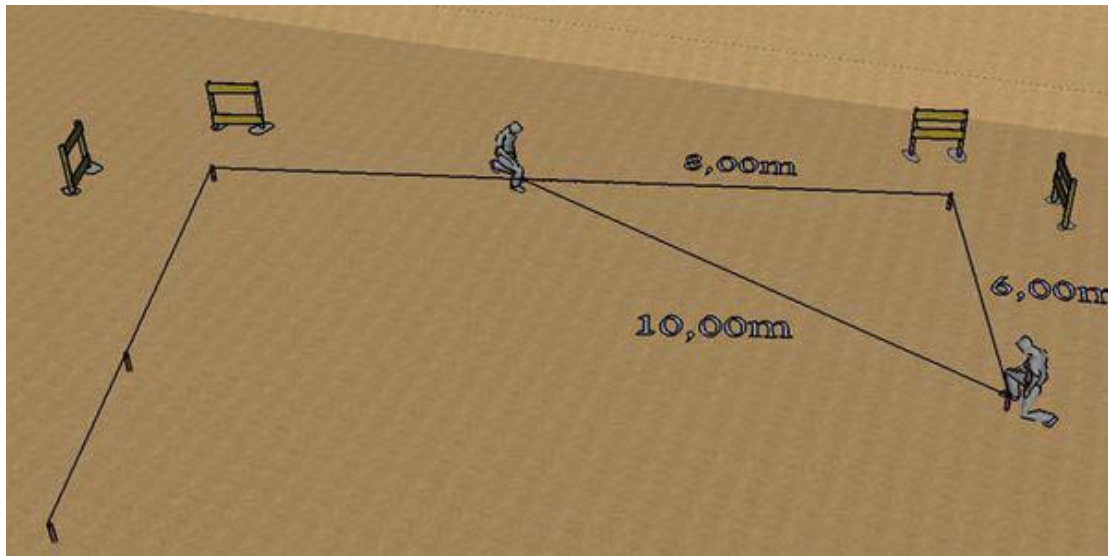


Figure I.5 Procédé de réalisation d'une équerre sur chantier

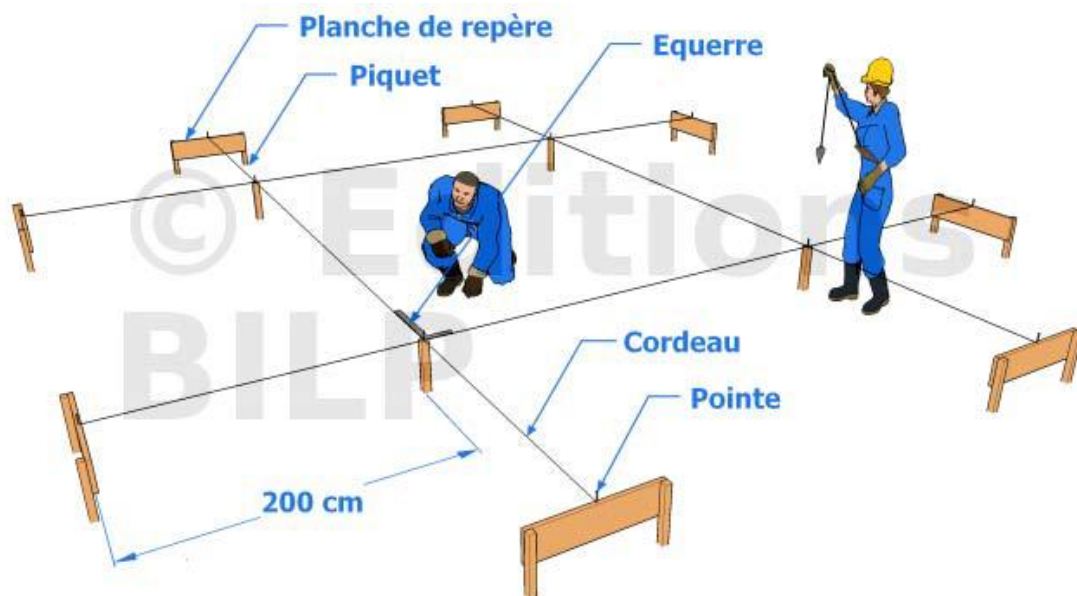


Figure I.6 Exemple de mise en place de chaises d'implantation