

BTS EEC	ETUDE DES CONSTRUCTIONS	S.2.2 Structure de la construction
COURS	Gros œuvre	Date :
LES FONDATIONS		

I. LES ESSAIS DE RESISTANCE DES SOLS

Le choix d'un système de fondation dépend notamment du type de sol (résistance, compressibilité). Des essais permettent de déterminer les caractéristiques du sol, on peut les classer en 2 types :

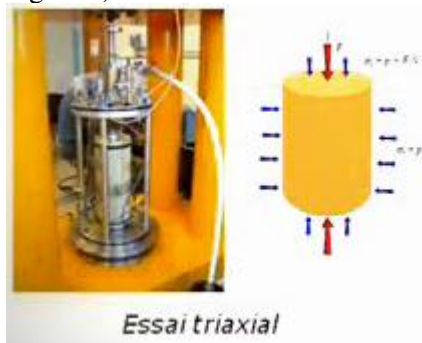
- essais de laboratoire
- essais en place (in situ)

1.1. LES ESSAIS DE LABORATOIRE

- *essai triaxial* :

Une éprouvette cylindrique de sol est soumise à une étreinte latérale (simulant la pression des terres) et à un effort de compression croissant jusqu'à rupture de l'éprouvette.

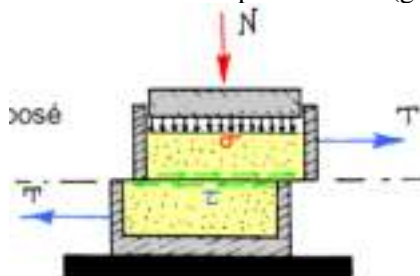
Sols concernés : sols cohérents (argile, limon, sable fin argileux)



- *essai de cisaillement direct* :

L'échantillon de sol est placé entre deux demi-boîtes qui peuvent se déplacer l'une par rapport à l'autre. Un piston permet d'exercer un effort de compression sur l'échantillon. Une demi-boîte se déplaçant au cours de l'essai, cisaille le sol suivant un plan bien défini.

Sol concerné : sols pulvérulents (grenu)



1.2. LES ESSAIS EN PLACE

- *le pénétromètre statique* :

un train de tiges terminé par une pointe est enfoncé dans le sol à vitesse constante.

Donne de bons résultats pour le dimensionnement des fondations superficielles.

[vidéo](#)



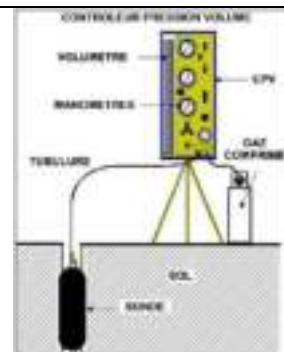
- *le pénétromètre dynamique* :

on compte le nombre de coups nécessaires pour enfoncer le train de tiges de 10 cm. On en déduit la résistance en pointe. Prédimensionnement des fondations superficielles sur des terrains pulvérulents.



- *le pressiomètre* :

réalisé grâce à l'expansion d'une cellule cylindrique descendue dans le sol. Essai tous les mètres. Sol plus ou moins meuble. Donne des informations sur la compressibilité du terrain.



II. ORIGINE DES SINISTRES

Une étude des sinistres de 1994 à 2010 (<http://www.qualiteconstruction.com/observation/evaluation-suivi-prevention.html>) a montré que les sinistres liés aux fondations représentaient :

- Moins de 8 % du nombre total de sinistres
- Leur coût était environ égal à 10 % du coût de la construction (donc assez élevé) et représentait plus de 2 fois le coût moyen d'un sinistre.

Les origines courantes de sinistre sont :

- problème de portance du sol non détectable à l'œil nu
- erreurs dans l'adaptation du bâtiment et/ou de l'aménagement des abords vis à vis de l'eau
- erreur générale d'adaptation des fondations au terrain due :
 - à la pente du terrain (différence de niveau entre amont et aval)
 - à des tassements différentiels
 - à une fondation sur déblais-remblais
- erreur de réalisation de la semelle (profondeur, dimension, coulage, fond de fouille hétérogène).

Les solutions sont donc :

- une meilleure connaissance du sol (essais de sol),
- une étude technique sur les fondations à envisager en fonction des charges et du sol,
- un suivi de la réalisation.

III. NOTIONS GENERALES SUR LES FONDATIONS

Principe de transmission des charges : Couverture → charpente → murs d'étage → plancher → murs RdC → dallage → mur de soubassement → FONDATIONS → Sol

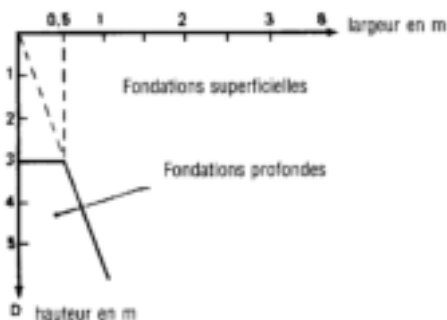
Fondations : ensemble des ouvrages enterrés qui :

- résiste aux efforts amenés par la structure
- transmet au sol le poids de la construction
- assure la stabilité de l'habitation par une répartition correcte des charges.

Fondations superficielles : fondations descendues à des profondeurs de l'ordre de 0,50 à 1 m sous le niveau du sol naturel ou sous le plancher enterré le plus bas.

Fondations profondes : quand on ne peut pas réaliser de fondations superficielles on réalise des fondations profondes pour trouver le « bon sol ».

Limite entre fondations profondes et fondations superficielles : DTU 13.11.



Une fondation est superficielle si :

- D (hauteur) < 3 m
- ou, si $D > 3$ m alors B (largeur) $> D/6$

IV. LES FONDATIONS PROFONDES

DTU 13.2 NORME FRANCAISE P 11-212 septembre 1992

Fondations profondes pour le bâtiment

4.1. LES PUITS

Un puit de fondation s'apparente à un gros pilier armé ou non prenant appui sur le sol résistant à une profondeur supérieure à 2 m mais limité en général en profondeur (environ 8 m). Il reçoit de fortes charges.

Cette solution est choisie si :

- la couche superficielle présente une résistance insuffisante pour équilibrer les charges
- les charges sont importantes et concentrées
- la rapidité d'exécution est un facteur déterminant
- les puits sont moins coûteux que le radier ou les semelles massives

Section : carrée, rectangulaire ou circulaire

Barrette : Pieu foré (à la benne) de section allongée ou composite (croix ou H). Profondeur limitée en général.

4.2. LES PIEUX

Les pieux sont destinés à reporter à une grande profondeur les charges d'une construction. Ils sont groupés et réunis en tête par une semelle très épaisse afin de répartir les charges sur chacun des pieux.

Suivant leur mise en place les pieux peuvent être en béton armé ou métal (bois anciennement), préfabriqués ou coulés en place ; profondeur 20 m et plus.

Leur mise en œuvre peut se faire par :

- battage ou vibrofonçage
- forage (sol cohérent, au dessus nappe phréatique)
- forage et tubage (tubage en cours de forage puis enlevé au coulage)
- forage et boue (de maintien des parois)

Principe de réalisation

Schéma de principe n°1 : l'arase des longrines est la même que celle des pieux

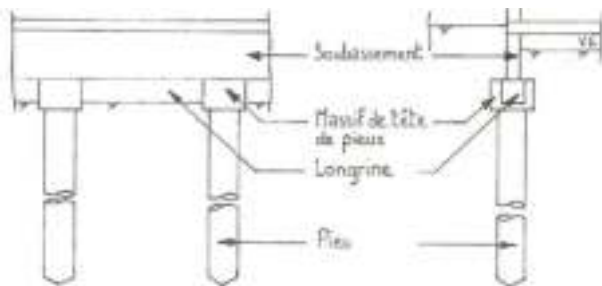
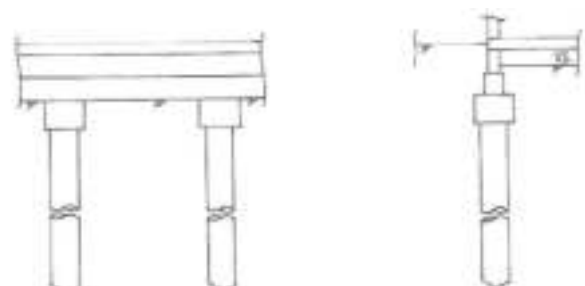


Schéma de principe n°2 : les longrines sont au-dessus des têtes de pieux



La tête du pieu est constituée d'un massif de tête de pieu (ou plot) en béton armé

La longrine repose sur ces massifs. C'est une poutre en béton armé sur deux appuis.

Chaque pieu est recépé au niveau défini par le plan de pilotage, c'est-à-dire que sa tête est dégarnie ou préparée, en vue de l'exécution de la suite des ouvrages.

Principe de fonctionnement : frottement latéral et effet de pointe.

Le pieu transmet les efforts de la descente de charges au sol de deux façons :

- la résistance de pointe: ce sont les efforts verticaux repris à la pointe du pieu par le sol
- le frottement latéral: ce sont les efforts verticaux repris par le frottement des faces latérales sur le sol

Plus le pieu est long, plus ces deux facteurs augmentent la réaction aux efforts de la descente de charge:

Micro pieux : principe identique aux pieux mais pieu de diamètre inférieur à 250 mm et en général de profondeur réduite (moins de 30 m en général). Ces pieux travaillent essentiellement au frottement latéral.

V. LES FONDATIONS SUPERFICIELLES

DTU 13.1 NORME FRANCAISE P 11-211 mars 1988
Fondations superficielles

En maison individuelle et dans les petits bâtiments industriels, les fondations sont habituellement peu profondes. Elles sont dites superficielles.

On distingue trois principaux systèmes de fondations superficielles :

- les semelles (filantes ou isolées)
- les plots et longrines
- les radiers

Le choix entre ces différents systèmes est fonction de la résistance du sol.

5.1. LES SEMELLES

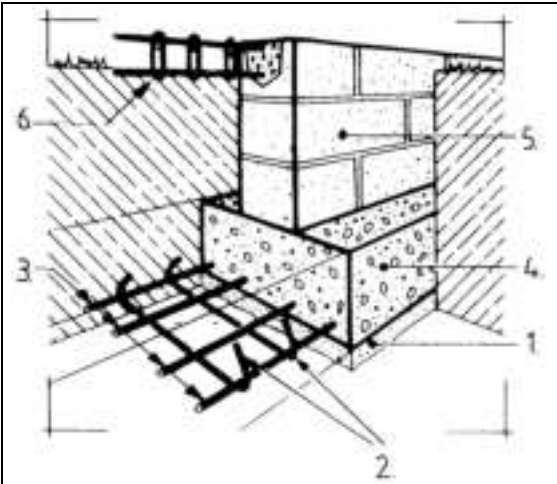
Les semelles sont des ouvrages en béton placés sous les éléments porteurs de la construction. Les semelles sont :

- continues ou filantes sous un mur
- isolées sous un poteau

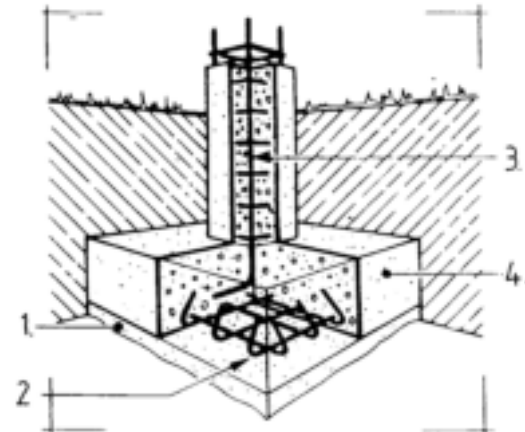
5.1.1. Semelle en gros béton

Semelle en béton non armé, ouvrages de faible importance (abri).

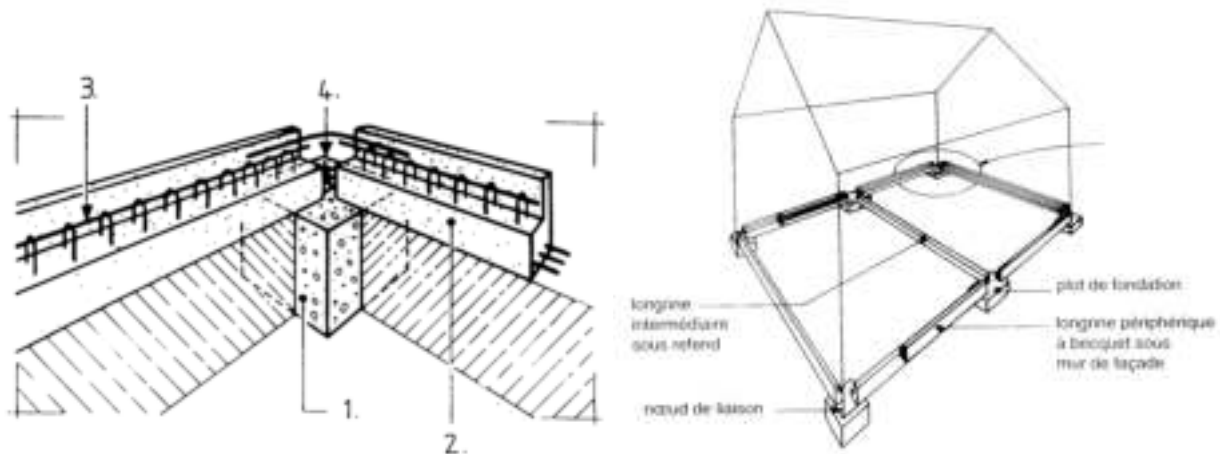
5.1.2. Semelle filante en béton armé

	N°	Désignation	Rôle ou définition
	1		Evite les risques de souillures des aciers de la semelle en cours de coulage (peut-être remplacé par une feuille de polyéthylène)
	2		Reprennent les efforts
	3		Servent à raidir la semelle et à transmettre les efforts
	4		
	5	Soubassement	
	6	Chaînage horizontal	

5.1.3. Semelle isolée

	°	Désignation	Rôle ou définition
	1	Béton de propreté	
	2	Armatures croisées de la semelle	
	3	Armature du poteau	
	4	Semelle isolée en B.A.	

5.2. LES PLOTS ET LONGRINES

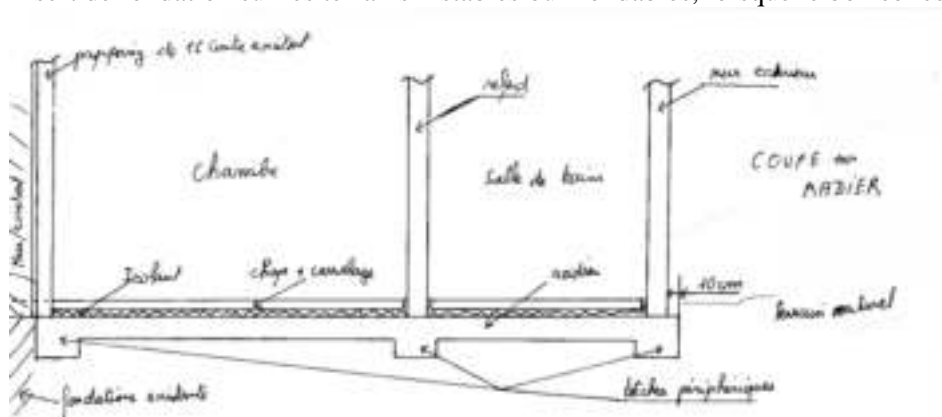


N°	Désignation	Rôle ou définition
1		Massifs en béton situés sous les murs de façades et de refends
2		Poutres en béton armé Reposent sur les plots et servent d'appui aux poutrelles du plancher
3	Chaînage filant incorporé	
4	Nœud de liaison ou clavetage	Permet de liasonner l'ensemble

5.3. LES RADIERS

Un radier est une épaisse couche de béton fortement armé, coulée directement sur le sol pour constituer l'assise et le plancher bas d'une construction.

Il sert de fondation sur les terrains instables ou inondables, lorsque le bon sol est trop profond.



5.4. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

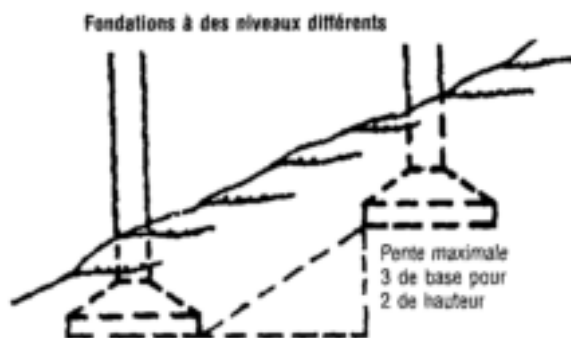
5.4.1. Mise en œuvre des bétons

Les fondations peuvent être bétonnées à pleine fouille, c'est-à-dire sans coffrage latéral si les parois présentent une tenue suffisante.

Dans le cas particulier du bétonnage dans l'eau, l'emploi de tube plongeur évite le délavage du béton.

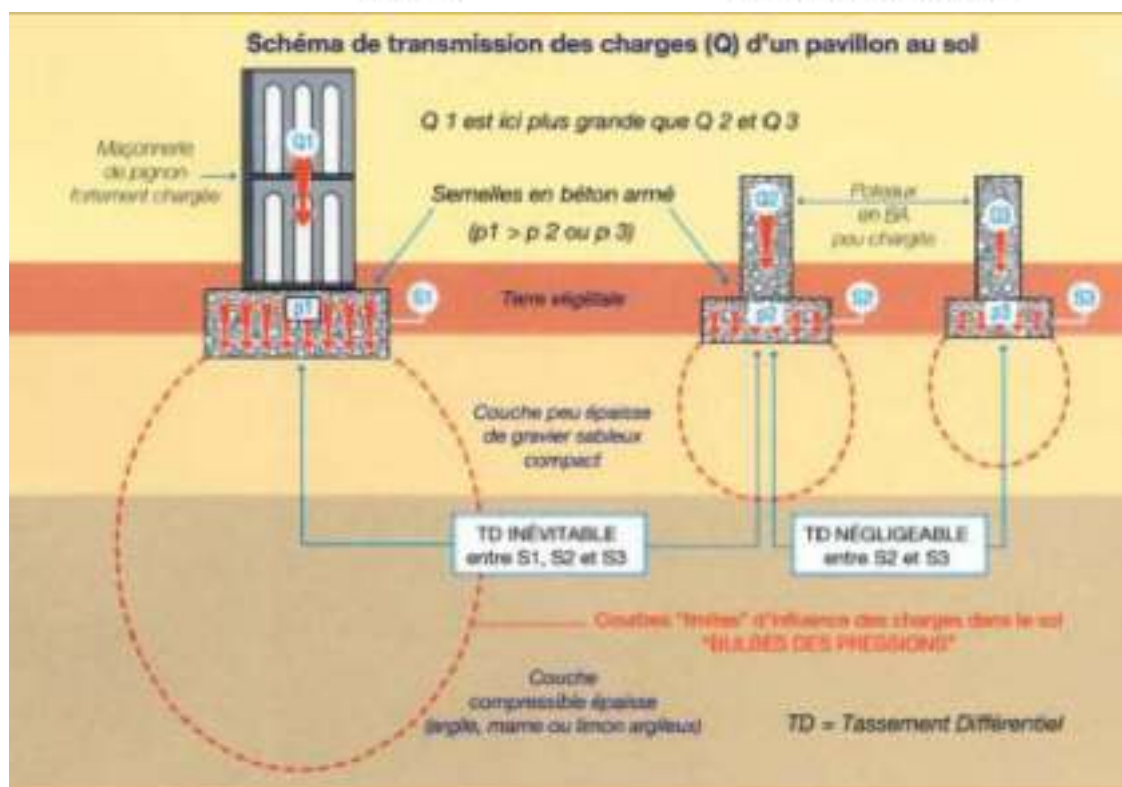
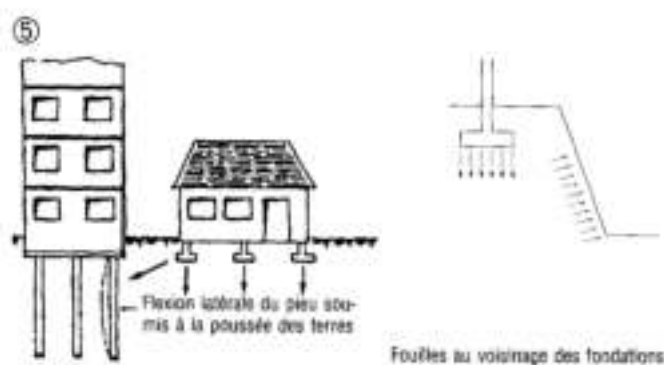
5.4.2. Dispositions particulières

① Fondations sur un terrain incliné ou à des niveaux différents : pente maxi de 3 de base pour 2 de haut :

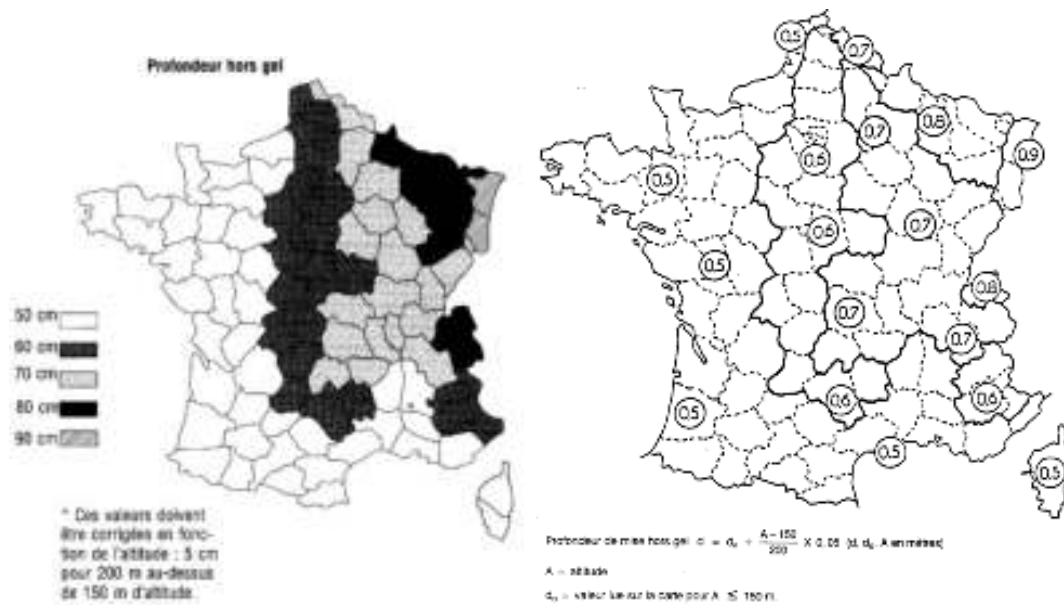


② Fondations au voisinage de fouilles, de pieux,...

Il faut vérifier que les efforts supplémentaires peuvent être supportés sans dommage.



③ **Précautions contre le gel** : le niveau d'assise des fondations devra être descendu à un niveau de sol non soumis au gel (car les cycles de gel / dégel modifie les caractéristiques du sol. Cette profondeur minimale n'est pas définie de manière réglementaire il existe néanmoins des cartes, par exemple :



Carte de CADIERGUES

VI. CONSOLIDATION DE SOLS

Pour éviter les fondations profondes et conserver des fondations superficielles, on peut, avec certains types de sols, améliorer les performances du sol par consolidation ou reconstitution.

Exemple d'une solution :

Les colonnes ballastées

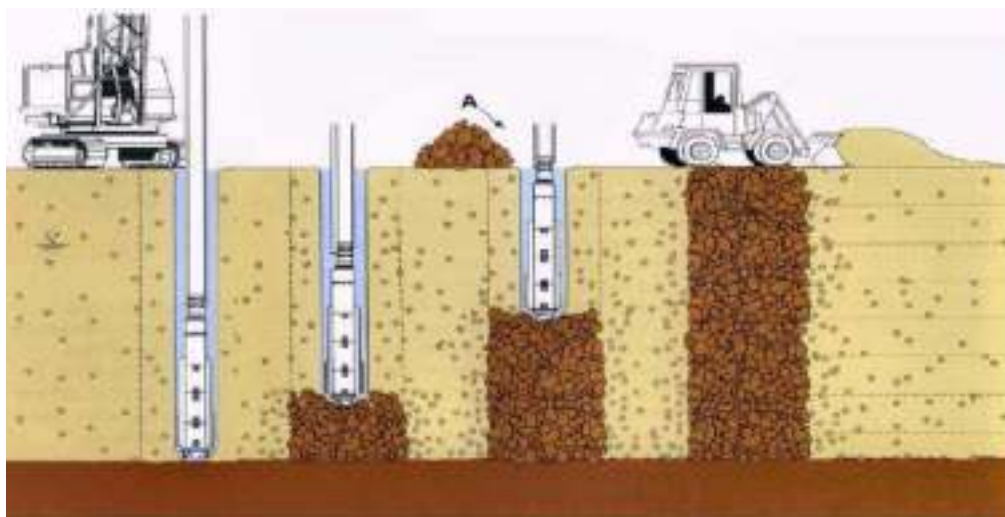
Les colonnes ballastées sont des colonnes constituées de matériaux granulaires, sans cohésion, mis en place par refoulement dans le sol et compactés par passes successives.

Le traitement d'un sol par colonnes ballastées conjugue les actions suivantes :

- Augmenter la capacité portante du sol ;
- Diminuer les tassements totaux et différentiels ;
- Diminuer le temps de consolidation par création d'éléments drainant ;
- Diminuer les risques induits par les phénomènes de liquéfaction lors des séismes.

Cette technique est utilisée dans les sols cohérents tels limons et argiles

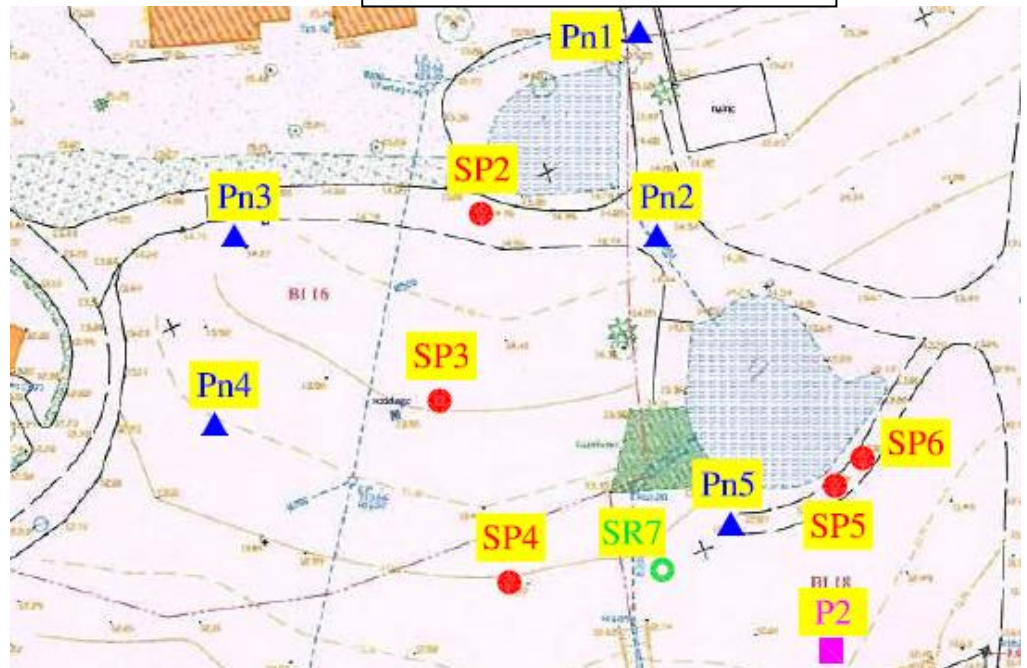
Méthode applicable dans les cas de fondations de dallages, de charges réparties en général et de semelles ponctuelles de bâtiment industriel, stockages, bâtiment d'habitation ou de bureaux de hauteur limitée, etc... et d'amélioration de sols en place en particulier pour des ouvrages de génie civil.



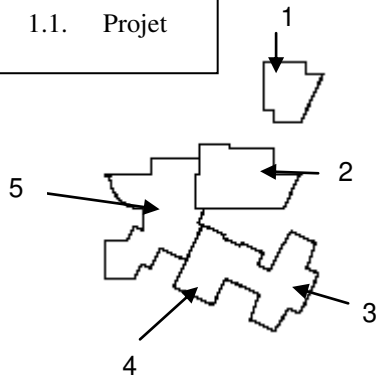
ANNEXE 1 : EXTRAITS RAPPORT DE SOL /

Dossier Challans (85) : Création d'un groupe scolaire

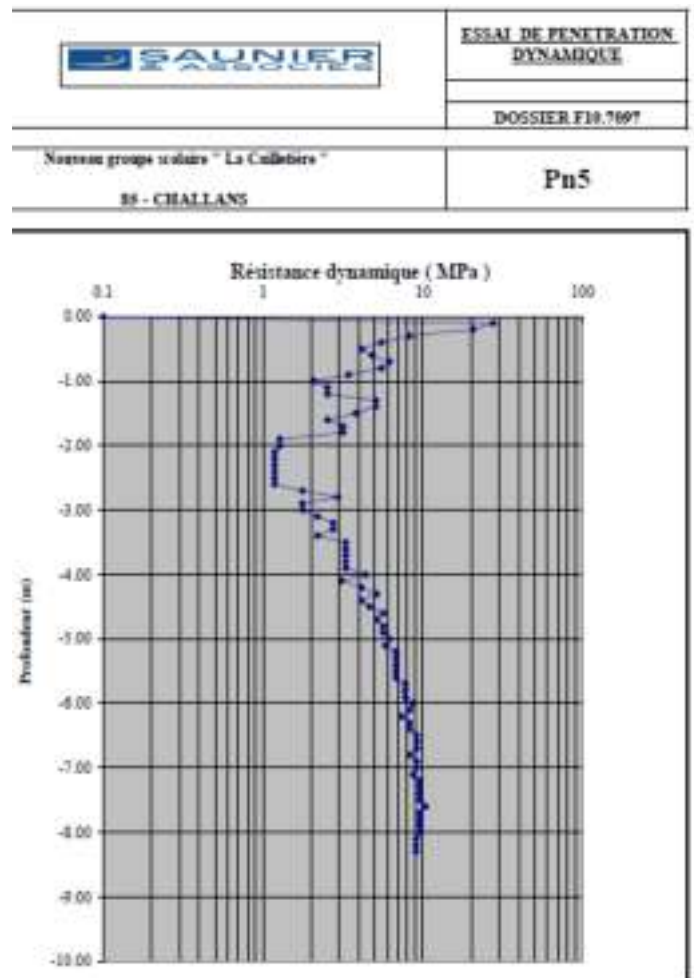
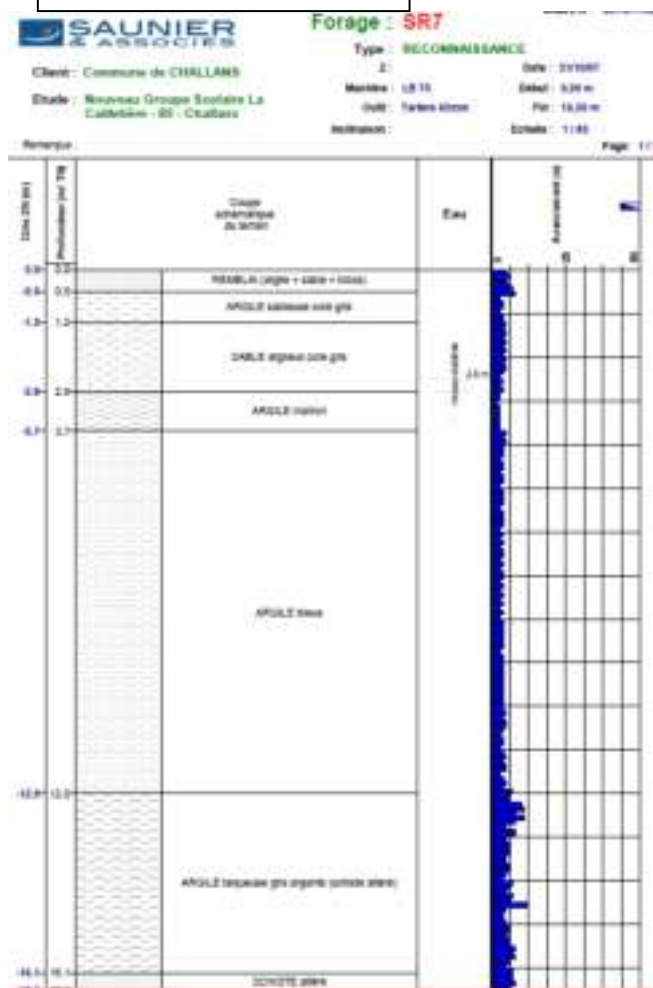
1.2. Localisation des essais

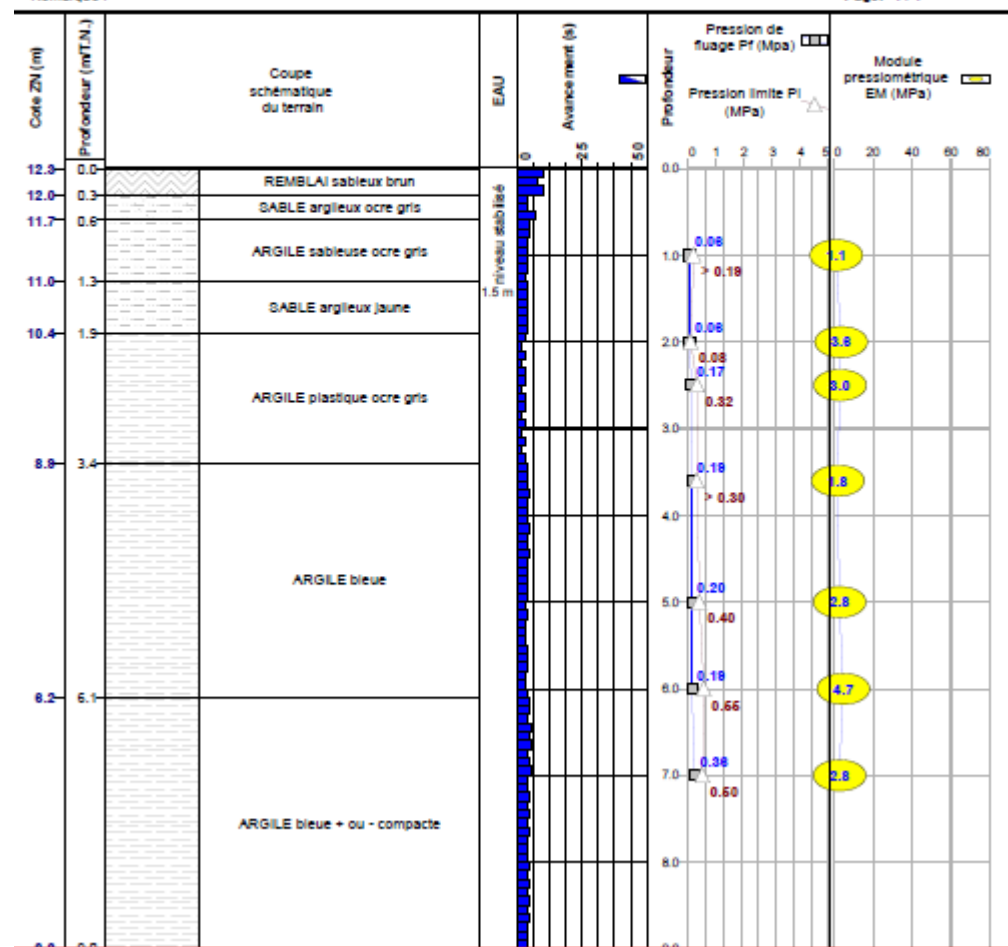
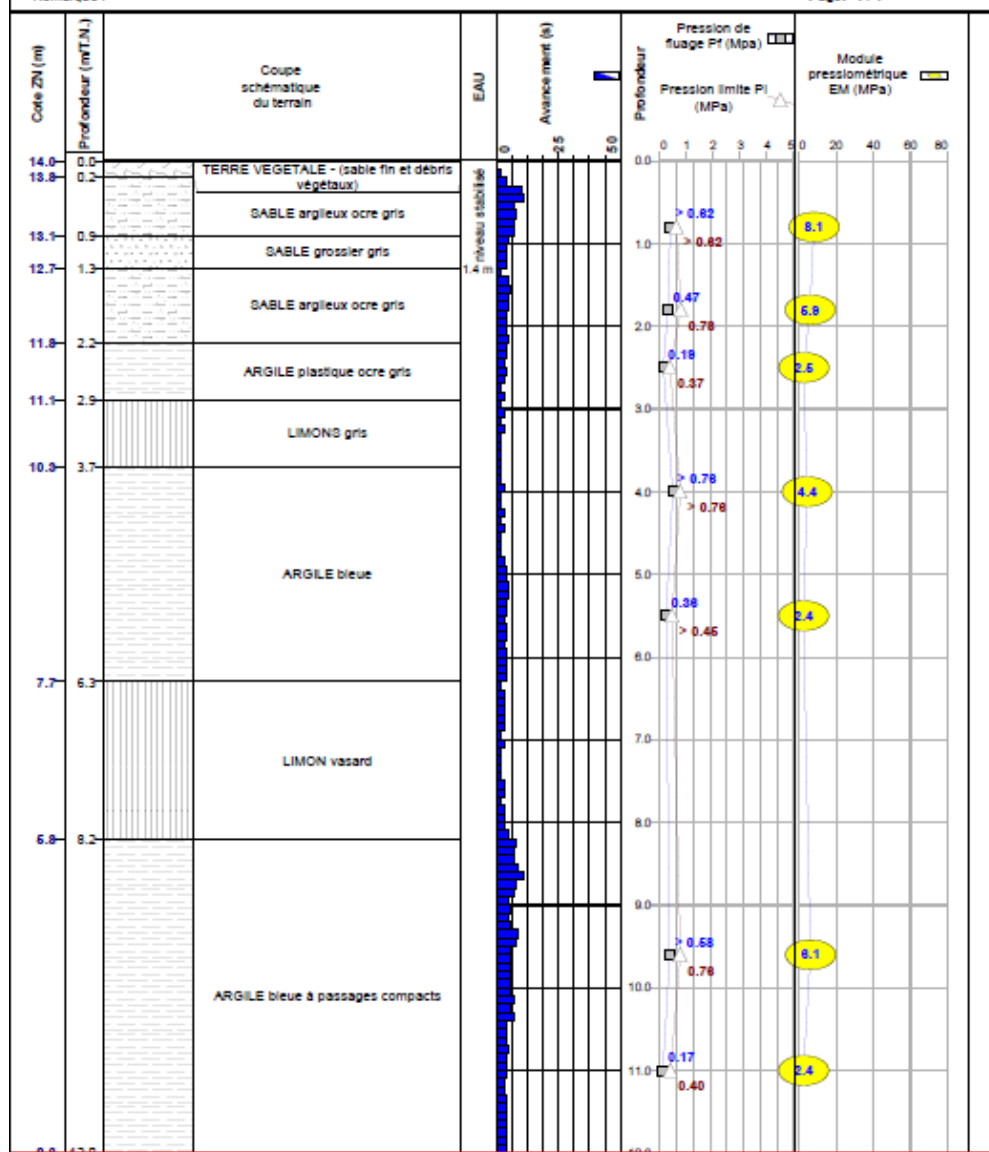


1.1. Projet



1.3. Les résultats





1.4. Analyse des essais (extrait de la page 8)

Les formations sableuses superficielles sont de qualités moyennes, peu compactes mais normalement consolidées. Seul le sondage SP5 fait état de sols sableux de qualité médiocre, assez lâches (sols décomprimés remblayés ou remaniés).

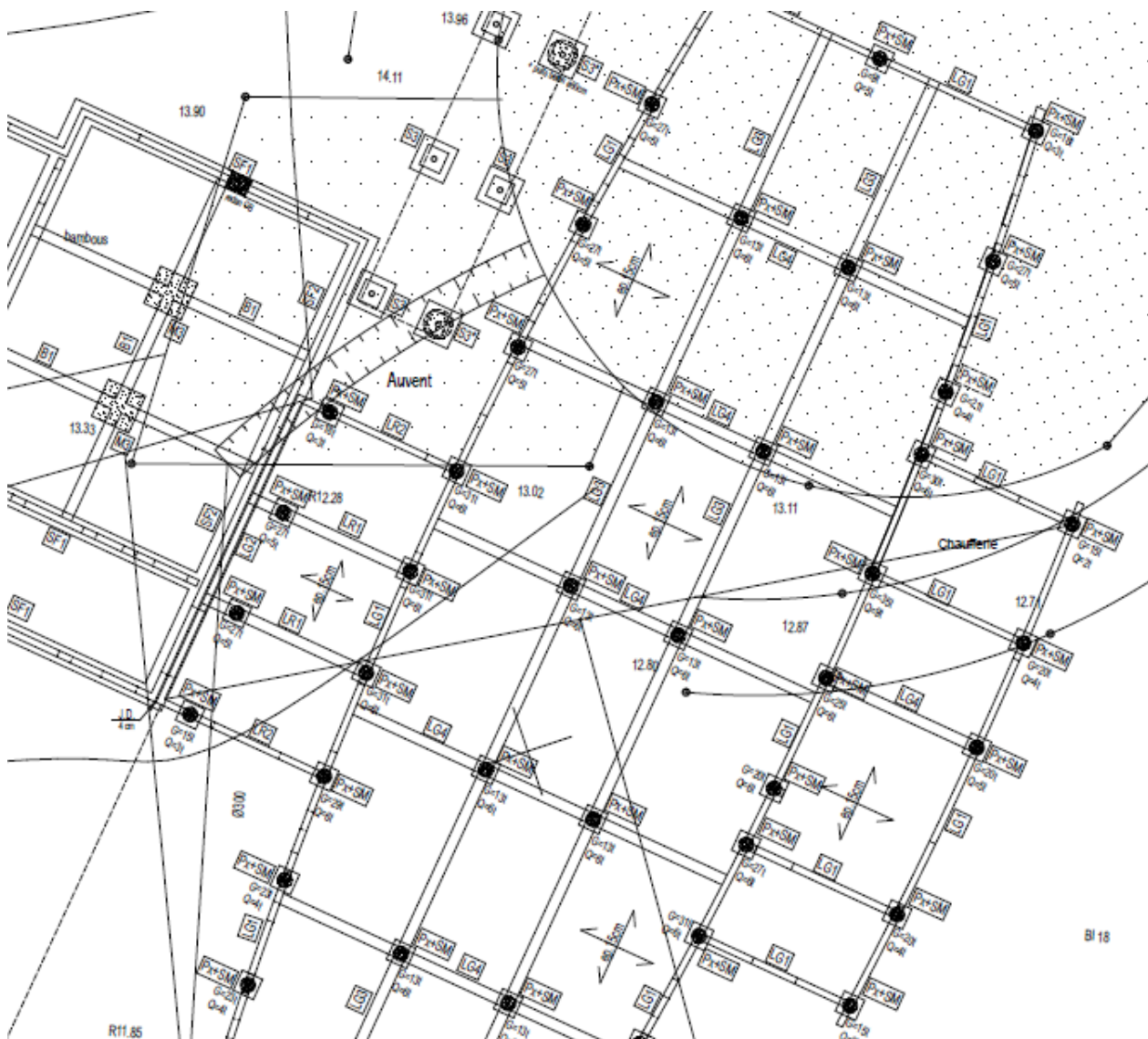
1.5. Préconisation du système de fondation (extrait de la page 10)

Ce contexte géologique et géotechnique, ainsi que l'agencement du groupe scolaire, conduira à effectuer une approche spécifique des solutions de fondations pour chaque élément majeur du groupe scolaire.

Ainsi l'étude détaillera successivement le pré-dimensionnement des fondations des unités suivantes :

- la salle E.P.S. (fondations sur semelles filantes),
- la partie école élémentaire (fondations sur semelles filantes),
- la partie école maternelle (fondations sur semelles filantes),
- les salles à manger (fondations sur pieux forés tubés).

1.6. Extrait du plan de fondation (liaison zones Maternelle / Restauration)



ANNEXE 2 : CLASSIFICATION DES PIEUX

Type de matériau

- Bois



- Acier



- Béton armé ou précontraint



Emplacement de fabrication

- Construction **avant** la mise en place



Pieu préfabriqué

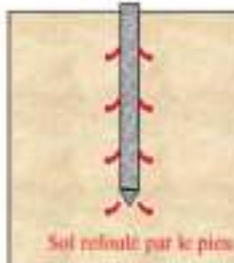
- Construction **lors de** la mise en place



Pieu moulé dans le sol

Effet sur le terrain encaissant

- Pieu **à** refoulement



Sol refoulé par le pieu

- Pieu **sans** refoulement



Volume du pieu égal au volume de sol extrait

Méthode de mise en œuvre

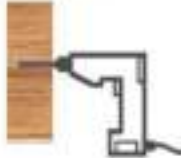
- Battage



- Fonçage



- Forage



Mode de travail du pieu

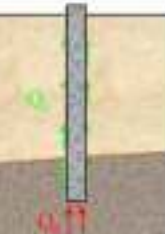
pieu colonne
ou
pieu de pointe



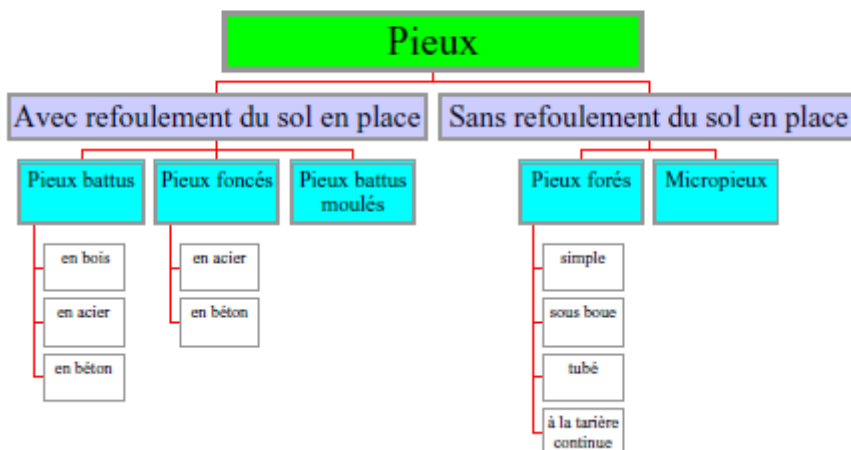
pieu flottant
ou
pieu de frottement



Combinaison
des deux



Classification des pieux



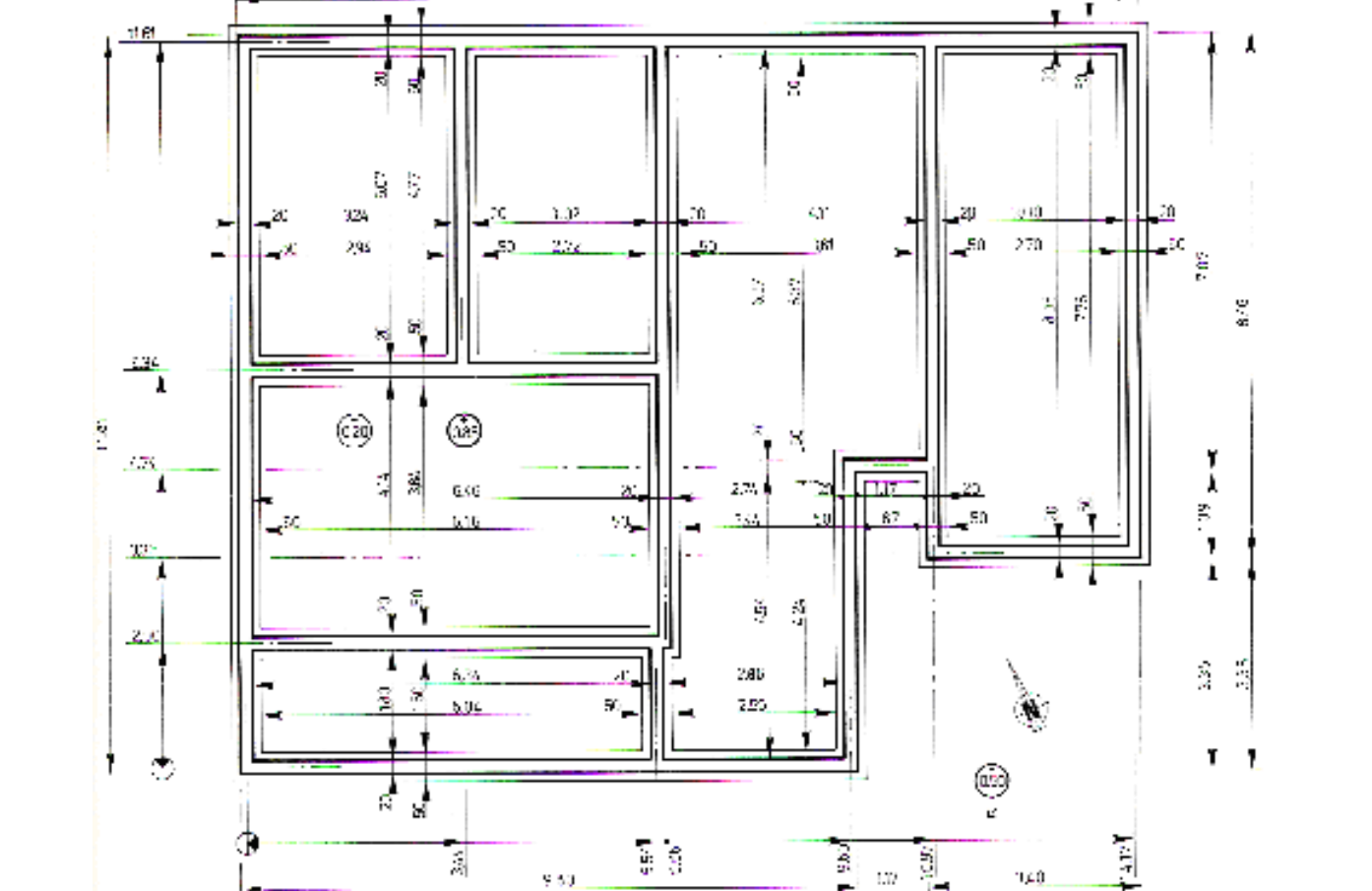
ANNEXE 3 : PLAN DE FONDATION

Les dessins de fondations comportent généralement :

- le plan de fondations (échelles courantes : 1/50 et 1/100)

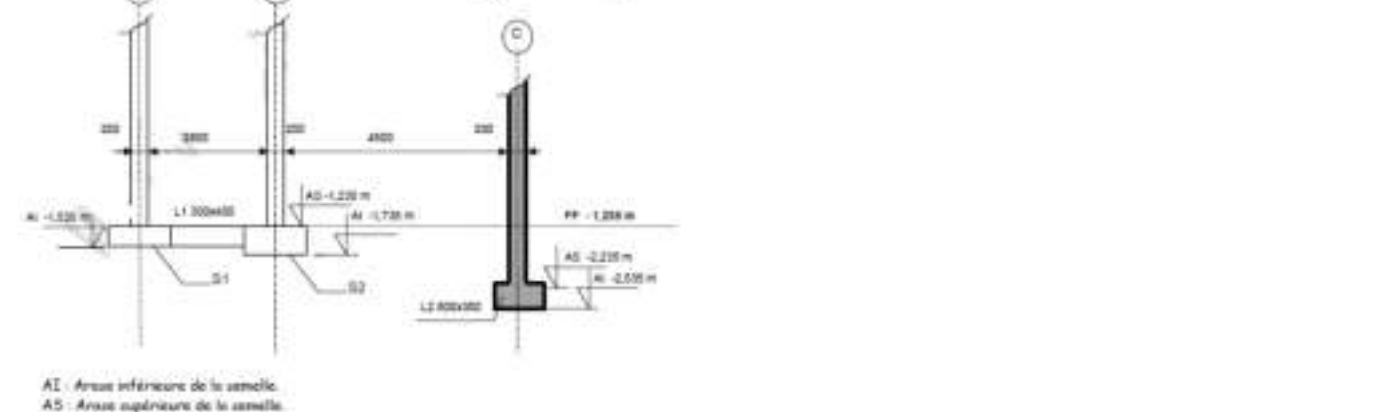
- LE PLAN DE FONDATIONS** est une coupe horizontale exécutée immédiatement au-dessus des fondations. On utilisera des plans

Age Group	Percentage
0-10	10%
11-20	20%
21-30	30%
31-40	25%
41-50	15%
51-60	10%
61-70	5%
71-80	2%
81-90	1%
91-100	1%



Des coupes partielles à plus grande échelle précisent les sections de chaque semelle, les niveaux de fond de fouille et du terrain.

(A) (B)



3.3. LA COTATION

Doivent figurer les cotes permettant l'implantation et l'exécution des fondations.

VUE EN PLAN

COTES INTERIEURES

➤ **Pour les murs**

1^{ère} ligne de cotes brutes avec :

- Epaisseurs des murs non enduits,
- Distance de mur à mur.

➤ **Pour les rigoles de fondation**

2^{ème} ligne de cotes brutes avec :

- Largeur de fondation,
- Distance entre rigoles.

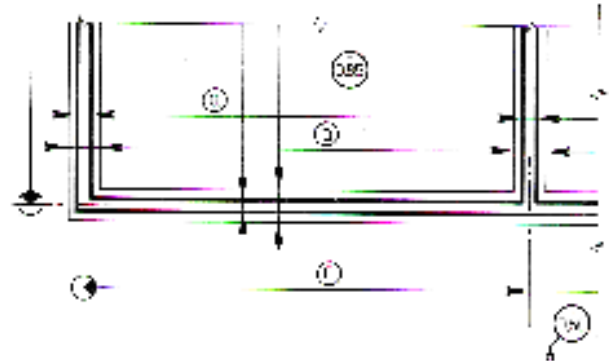
COTES EXTERIEURES

➤ **Pour l'implantation des murs : cotes cumulées à l'axe à partir d'une origine**

- Origine : flèche à 90°, noircie, placée à l'intérieure d'un cercle,
- Cotes cumulées : comptées à partir de l'origine jusqu'à l'axe du mur considéré.

➤ **Pour la vérification (voir exemple p.6)**

- Cotes de mur à mur
- Cotes totales



- (a) Ligne de cotes brutes relatives aux murs
- (b) Ligne de cotes brutes relatives aux rigoles de fondation.
- (c) Ligne de cotes cumulées relatives aux axes de murs.

COUPES

➤ **Cotation des épaisseurs**

➤ **Cotation des niveaux**

3.4. DEMARCHE A SUIVRE POUR LA REALISATION D'UN PLAN DE FONDATION

Pour réaliser un plan de fondation, il faut suivre les étapes suivantes :

Sur le dossier de plans architecte :

- identifier les ouvrages verticaux porteurs (murs, poteaux) sur le plan du rez-de-chaussée
- rechercher ces mêmes ouvrages sur le plan du sous-sol s'il existe
- identifier et repérer les différentes semelles sur les coupes verticales
- lire le descriptif et notamment les informations sur les fondations

Ensuite votre travail consiste à :

- calculer les cotes gros œuvre en déduisant les épaisseurs d'enduit (extérieur) et de cloisons de doublages (intérieur)
- tracer les axes verticaux, les axes horizontaux (niveau d'arase)
- dessiner les porteurs, les fondations
- coter

