

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
UNIVERSITE D'ANTANANARIVO  
ECOLE SUPERIEUR POLYTECHNIQUE D'ANTANANARIVO



**Département : Bâtiment et Travaux Publics**

**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du  
DIPLOME D'INGENIEUR EN BATIMENT ET TRAVAUX  
PUBLICS**

**Etude de réalisation d'un bâtiment  
de quatre niveaux, à usage de  
clinique**

**PRESENTATION PAR : RAKOTONIAINA Hanitra Patrick**

**Rapporteurs :**

Madame RAJAONARY Veroniaina,  
Enseignant à l'ESPA

Monsieur RAKOTONIAINA Pascal  
Directeur Général de la SECE

Date de soutenance : 19 Septembre 2003

## AVANT PROPOS

Après les cinq années d'études à l'Ecole Supérieure Polytechniques d'Antananarivo (ESPA) depuis 1999, notre cursus d'Ingénieur en Bâtiments et Travaux Publics (BTP) s'achève par un mémoire de fin d'études.

Pour la réalisation de ce mémoire, le Bureau d'Etudes SECE (Société d'Etudes de Conseils et d'Expertise ) a bien voulu m'accueillir en stage et m'encadrer en me faisant participer à l'étude du projet de Construction de l'Espace Clinique d'Ambatobe dont le Promoteur est la Société Espace Clinique dirigée par le Docteur Arilaza RAZAFIMAHALEO , Docteur Gérant du Groupe Espace Médical.

Ce mémoire a été fait avec l'appui et les conseils de :

- Mon Encadreur Pédagogique, Mme RAJAONARY Veroniaina, Professeur à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA)
- Mon Encadreur de stage, Mr RAKOTONIAINA Pascal, Directeur Général de la Société d'Etudes de Conseils et d'Expertise (SECE)
- Et, du Promoteur du Projet, le Docteur Arilaza RAZAFIMAHALEO, Directeur Général de l'Espace Clinique.

L' Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA) est une école de formation d'ingénieurs, rattachée à l'Université d'Antananarivo. Elle se trouve à Vontovorona, en périphérie sud-ouest de la capitale Antananarivo. La durée des études est de cinq (5) ans dont deux (2) ans de cycle préparatoire et des stages obligatoires en entreprises à la fin des 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> années (stage d'imprégnation ) et de la 5<sup>ème</sup> année (stage pour la préparation du mémoire de fin d'études sur un sujet correspondant à la spécialité suivie par l'élève Ingénieur.

L'ESPA forme des ingénieurs dans plusieurs filières dont la filière Génie Civil qui, elle même, est divisée en trois (3) spécialités : Bâtiments Travaux Publics, Topographie et Hydraulique.

La Société d'Etudes de Conseils et d'Expertise (SECE) qui a son siège dans l'immeuble SECE au Lot VK 73 B Fenomanana Mahazoarivo, est un bureau d'études créé en 1982 par deux ingénieurs Malgaches et spécialisé dans les études de projets dans les domaines d'activités suivants :

- Développement urbain
- Economie
- Bâtiments et Travaux Publics
- Développement rural
- Organisation

Ses activités portent sur :

- Conception et élaboration de tout investissement
- Etudes économique et financière
- Assistance durant la construction et/ou l'exploitation
- Pilotage, ordonnancement et gestion des chantiers dans les domaines du Bâtiment, des Travaux Publics et du Génie Industriel
- Management des grands projets
- Contrôle des budgets
- Etudes et conseils en création, organisation et gestion d'entreprises
- Formation et organisation d'événements et manifestations nationaux et internationaux (forum, séminaires, salon, etc)
- Expertise judiciaire, expertise des sociétés d'assurance, expertises foncière et immobilière

Sur le plan organisationnel, la SECE comporte trois départements :

- Département Etudes au sein duquel nous avons effectué notre stage de fin d'études
- Département Conseils/Formation
- Département Expertise

La société Espace Clinique, quant à elle, est une société du Groupe ESPACE MEDICAL qui dispose déjà de plusieurs centres médicaux privés, repartis dans la capitale et dans d'autres villes de province (Mahajanga, Toamasina, ...) L' ESPACE MEDICAL offre différentes prestations médicales et de laboratoires depuis 1993 et ne cesse d'améliorer et d'étoffer l'ensemble de ses prestations et d'étendre ses infrastructures. C'est la raison pour laquelle il

a projeté de réaliser l'Espace Clinique d'Ambatobe qui sera un fleuron du Groupe.

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

Chapitre I            RAISON ET JUSTIFICATIONS DU PROJET “ ESPACE  
CLINIQUE” PRIVEE D ‘AMBATOBE

Chapitre II           PRESENTATION GENERALE DU PROJET

Chapitre III           ETUDE DE L’ AVANT PROJET DETAILLE

Chapitre IV           LE PREDIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES

Chapitre V            COUT DU PROJET

Chapitre VI           ELABORATION DU PLANNING D ‘EXECUTION

## CONCLUSION GENERALE

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes physiques et morales qui nous ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire. Par ailleurs, nous adressons nos sincères remerciements aux personnes ci-après pour la précieuse aide et la franche collaboration qu'ils nous ont témoignées :

- Monsieur RANDRIANOELINA Benjamin, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo,
- Monsieur RABENATOANDRO Martin, Chef de Département Bâtiment et Travaux Publics et professeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo,
- Madame RAJAONARY Veroniaina, mon Encadreur Pédagogique, Professeur à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA),
- Monsieur RAKOTONIAINA Pascal, mon Encadreur de Stage, Directeur Général de la Société d'Etudes de Conseils et d'Expertise (SECE),
- Le Docteur RAZAFIMAHALEO Arilaza, Directeur Général de l' ESPACE CLINIQUE, Promoteur du Projet,
- L'ensemble du Corps Enseignant de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui m'a formé pendant les cinq années d'études,
- Et bien sûr toute ma Famille, qui m'a toujours soutenu et encouragé pendant mon cursus.

**Un Grand Merci à tous.**

## LISTE DES NOTATIONS, ABREVIATIONS, UNITES

**$q^d$**  : résistance des pointes

**PI** : pression limite du sol

**$q'u$**  : charge admissible

**SF** : semelle filante

**G** : charges permanentes

**Q** : surcharges d'exploitation

**MF** : module de finesse

**LA** : coefficient de Los Angeles

**MDH** : coefficient Micro Deval Humide

**G/E** : grosseur et épaisseur

**2P+T** : 2 phases plus terre

**APS**: Avant Projet Sommaire

**APD** :Avant Projet Détaillé

**BTP** : Bâtiments et Travaux Publics

**BA** : Béton Armé

**BAEL** : Béton Armé aux Etats Limites

**CSF** : Clinique des Sœurs Franciscaines

**CDT** : Centre de Diagnostic d'Antananarivo

**CPA** : Ciment Portland Artificiel

**DTU** : Document Technique Unifié

**ELS** : Etat Limite de Service

**ELU** : Etat Limite Ultime

**HGB** : Hôpital Général de Befelatanana

**HJRA** : Hôpital Joseph Ravoahangy Andrianavalona

**HOMI** : Hôpital Militaire

**LNTPB** : Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment

**MCO** : Medico Chirurgico Obstétrical

**MM**: Hôpital Mpitsabo Mikambana

**OMS**: Organisme Mondial de la Santé

**PVC** : Polyvinyle chlorique

**SA** : Société Anonyme

**TBM** : Prescription Technique pour les Travaux de Bâtiment à Madagascar

**VRD** : Voiries et Réseaux Divers

**Mpa** : méga Pascal

**T/m<sup>2</sup>** : tonne par mètre carré

**Kgf/cm<sup>2</sup>** : kilogramme force par mètre carré

**Kg/m<sup>3</sup>** : kilogramme par mètre cube

**MN/m<sup>3</sup>** : méga newton par mètre cube

**T/ml** : tonne par mètre linéaire

**TM** : tonne mètre



## Liste des schémas et figures

### Schémas

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Les phases d'un projet et ses liaisons	4
2	Plan de situation générale du projet	18
3	Schéma de dimensionnement pour escalier	28
4	Schéma de couloir pour circulation ambulatoire	31
5	Schéma de l'incidence de la lumière sur les chambres	34
6	Schéma des aménagements pour salle d'opération	37

### Figures

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Type à pied large	22
2	Type à superposition	23
3	Figure pour aménagement pour handicapé	38
4	Figure de l'espace nécessaire pour un handicapé	38
5	Dimension des aménagements pour handicapé	39

## Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1	Résumé des prestations et services dans les différents établissements	14
2	Répartition des ménages selon les revenus	15
3	Fuseau de la courbe granulométrique	49
4	Caractéristiques mécaniques nominale des bétons	52
5	Contraintes limites ELS pour des dimensions de semelles	63
6	Coût du bâtiment- VRD / aménagements extérieurs	67
7	Coût équipement techniques	68

## Liste des annexes

Numéro	titre
1	Plans de l'APD
2	Rapport LNTPB
3	Feuilles annexes calcul de tassement d'une semelle
4	Descente de charges
5	Repérage des semelles/poteaux/poutres (choisis dans le cadre du mémoire)
6	Cadre de décomposition des prix



# **CHAPITRE I - INTRODUCTION**

## I.1 – CONSIDERATIONS GENERALES

Un bâtiment doit répondre aux besoins des utilisateurs. C'est la première préoccupation du Promoteur ou Maître de l'Ouvrage qu'il soit professionnel ou occasionnel. Cette mission est particulièrement difficile en raison des multiples données à prendre en compte et des contraintes non moins nombreuses qui pèsent sur le projet : contraintes architecturales et urbanistiques, réglementaires, techniques, fonctionnelles, économiques qui, de surcroît, ne sont pas indépendantes.

De ce fait, l'étude d'un projet de construction d'un bâtiment à usage de clinique, comme tout projet de bâtiment de grande envergure (industriel, commercial, etc...), passe nécessairement par différentes phases :

- Phase 1 : recueil et définition précise des besoins du Promoteur de Projet (programme, enveloppe financière, etc...)

- Phase 2 : levé topographique du terrain sur lequel sera édifié le projet suivi d'un report sur plan, base d'implantation du projet. Il est à souligner que le plan topographique à l'échelle constitue le document indispensable pour l'étude et la réalisation du projet.

- Phase 3 : demande d'alignement auprès des autorités compétentes de la Commune et du Ministère d'Aménagement du Territoire. En réponse à cette demande, les autorités compétentes établissent et remettent le procès verbal d'alignement qui définit les prescriptions d'urbanisme, à savoir : les servitudes d'alignement, la surface de bâtiment pouvant être construit par rapport à la surface du terrain, le prospect (hauteur du bâtiment, nombre de niveaux), toutes autres servitudes grevant le terrain (servitude de passage, servitude PTT, etc...) et la nature de la zone de construction (faible, moyenne ou forte densité).

- Phase 4 : étude d'Avant Projet Sommaire (APS) qui définit le parti architectural du bâtiment et tous les aspects fonctionnels (par l'Architecte), détermine l'optimisation des éléments constitutifs de la structure du bâtiment et partant du coût de la construction, c'est-à-dire les meilleures ratios prix/m<sup>2</sup> (par l'Ingénieur BTP et l'Economiste) et, enfin, précise tous les équipements

techniques : Génie Electrique, Génie Climatique, Sécurité Incendie, Plomberie Sanitaire, Fluides Médicaux, etc... (par les Ingénieurs spécialisés en la matière). Dans le cadre de cet APS, il est présenté au Promoteur trois variantes ou plus parmi lesquelles il choisit une variante qui est la variante du projet.

- Phase 5 : étude d'Avant Projet Détaillé (APD) qui, à partir de la variante choisie du projet, donne les détails du projet à réaliser : plans, spécifications techniques détaillées, cahier de charges pour l'appel d'offres et une évaluation à titre confidentiel du projet, base de l'analyse des offres des entreprises soumissionnaires.

Le schéma ci-après présente ces différentes phases et leurs liaisons.

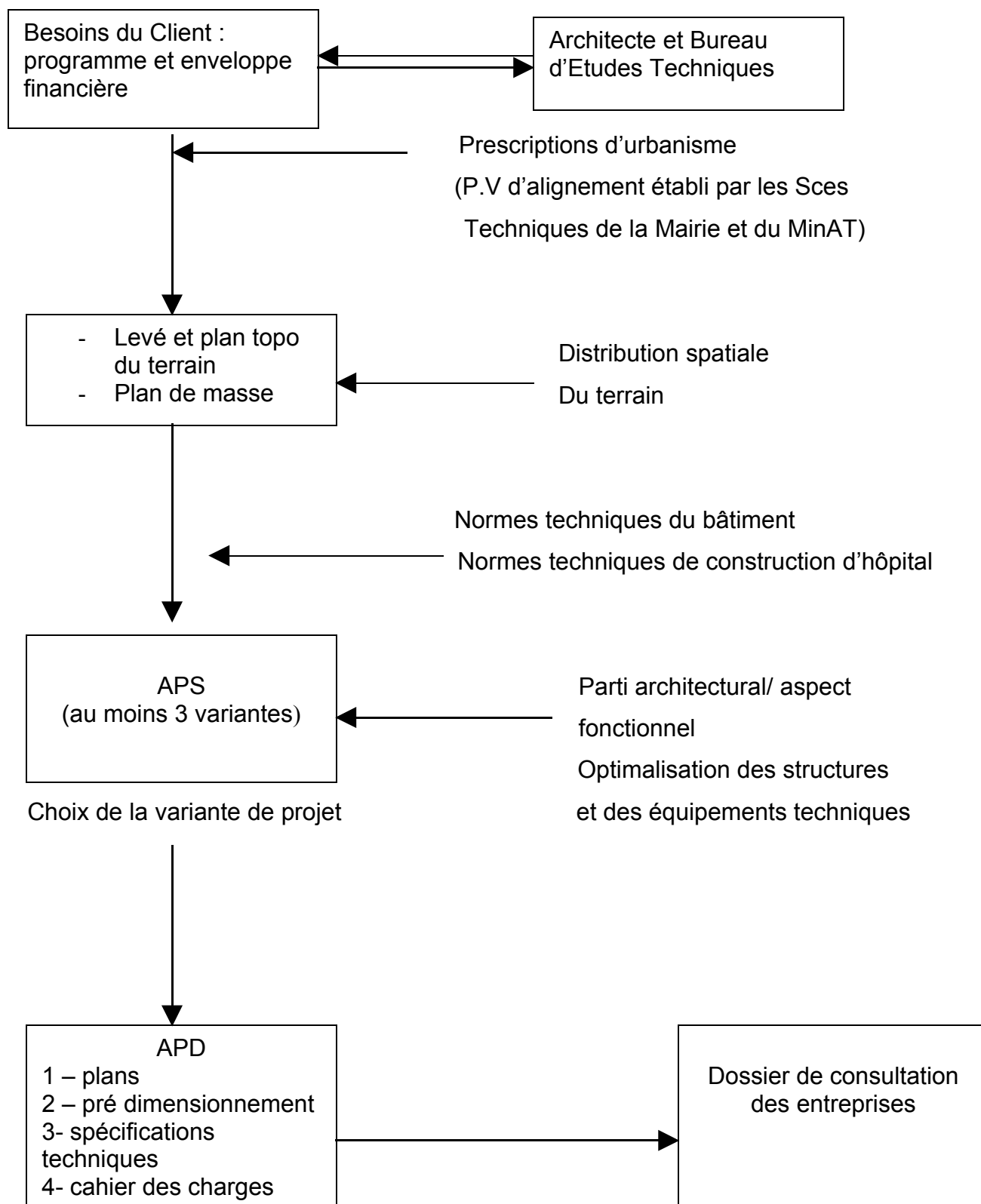


Schéma 1 – Les phases d'un projet et leurs liaisons



Il convient de signaler que la demande de Permis de Construire est introduite auprès des autorités compétentes (Commune, Ministère de l'Aménagement du Territoire) avec les plans de l'APD. L'exécution des travaux ne peut commencer qu'après l'obtention du Permis de Construire.

Au cours de notre stage à la SECE, nous avons pu participer à la réalisation de la Phase 5 « Etude de l'Avant Projet Détaillé » (APD). Toutefois, nous avons cherché également à comprendre les raisons et justifications de ce projet d'investissement.

## **I.2 – OBJET DE NOTRE ETUDE**

Notre étude porte sur l' « Etude de réalisation d'un bâtiment à quatre niveaux », à usage de clinique privée, à Ambatobe, dans la périphérie Nord Est de la ville d'Antananarivo.

L'objet de notre mémoire porte :

- sur l'étude de la justification du projet de réalisation de cette clinique privée ;
- sur l'Avant Projet Détaillé du projet : plans d'architecture, les normes dans la construction d'une clinique et les conditions techniques à respecter lors de l'exécution des travaux ;
- sur l'évaluation financière du projet ;
- sur les études techniques de l'Ingénieur BTP dans le cadre de l'étude de l'APD : choix des fondations, prédimensionnement des poteaux et poutres ;
- et sur l'élaboration du planning d'exécution des travaux.

### **I. 3 – BUT DE NOTRE ETUDE**

Notre but en réalisant cette étude est triple :

- la maîtrise des différentes phases à suivre dans le cadre de l'étude d'un projet de bâtiment ;
- la maîtrise des normes appliquées dans une construction de bâtiment en général et de bâtiment à usage d'hôpital ou de clinique en particulier ;
- la participation à l'étude d'un Avant Projet Détaillé (APD) d'un bâtiment.

Nous pensons ainsi compléter notre formation académique à l'ESPA par des applications pratiques professionnelles pouvant servir de tremplin à notre insertion professionnelle.

Par ailleurs, nous osons espérer que ce mémoire puisse aider toute personne et/ ou organisme qui désire réaliser des projets de bâtiment.

## **CHAPITRE II – RAISONS ET JUSTIFICATIONS DU PROJET « ESPACE CLINIQUE PRIVEE D' AMBATOBÉ »**

## II.1 - PREAMBULE

La Santé de la population est sans aucun doute le premier facteur à prendre en compte pour assurer le développement rapide et durable que le pouvoir public veut instaurer à Madagascar. Des efforts importants en terme de ressources humaines mais également en terme d'infrastructures sont nécessaires pour atteindre cet objectif.

A Madagascar, l'Etat, à travers le Ministère de la Santé et le Secteur Privé tentent ensemble de mettre en place des centres de soins dans chaque partie et région du pays. Malgré ces efforts communs, la couverture médicale à l'échelle nationale reste encore insuffisante aujourd'hui. Le nombre de centres de soins ou d'hôpitaux reste bien insuffisant pour satisfaire les besoins de l'ensemble de la population malgache.

Par ailleurs, plusieurs problèmes existent pour les centres déjà réalisés :

- le matériel fourni est en général insuffisant et souvent mal adapté aux besoins des patients. Ce qui oblige ceux-ci à une évacuation vers des centres éloignés et se trouvant parfois dans des pays étrangers ;
- les médicaments sont rares et obligent également, dans les cas les plus graves, à une évacuation rapide vers des centres plus équipés ;
- les produits de laboratoire nécessaires aux analyses et autres opérations paramédicales sont insuffisants. Ils sont généralement importés de pays étrangers ;
- la distribution des produits dont Madagascar dispose est lente et aléatoire. Cela empêche d'assurer un bon traitement et une régularité du service santé ;
- les infrastructures ne sont en général pas adaptées pour assurer la qualité des soins administrés aux patients ;
- enfin les moyens de communication sont insuffisants, voire inexistants, et ne facilitent pas les interventions rapides.

Remarquons également que la population se veut de plus en plus exigeante lorsque l'on parle de sa santé, particulièrement en zone urbaine.

## **II.2 – RAISONS DU PROJET**

L'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S) définit la clinique comme un « élément d'une organisation de caractère médical et social dont la fonction consiste à assurer à la population des soins médicaux complets, curatifs et préventifs et dont les services extérieurs irradient jusqu'à la cellule familiale ... ».

Cette définition donne une idée claire et précise de la fonction des bâtiments à usage de clinique.

Dans les pays en voie de développement comme Madagascar, la faiblesse des moyens tant en terme de structure qu'en matériels et médicaments, rend le rôle des établissements médicaux encore plus complexe. Par ailleurs, le respect des normes de construction et d'aménagement n'entre généralement pas dans les priorités pour différentes raisons telles : le manque d'informations, l'envie de faire les choses vite ou encore pour des raisons financières.

Pour la ville d'Antananarivo, capitale de Madagascar, avec une population estimée à 2 000 000 d'habitants, les services de santé sont plus que défaillants par rapport aux normes internationales. D'autre part, l'insuffisance des infrastructures médicales engendre des besoins non satisfaits en matière de prestations médicales au niveau de toutes les tranches de la population.

La mise en place d'une infrastructure et d'une qualité de service exemplaire dans le milieu médical ne pourra donc que satisfaire les futurs patients et les mettre en confiance.

La création d'une clinique pluridisciplinaire permettra également à l'Etat et aux particuliers de réduire leurs dépenses santé ; en effet, il ne sera plus nécessaire de faire des évacuations pour soigner les grands malades ou les personnes ayant besoin de traitements particuliers.

La création d'un nombre conséquent d'emplois n'est également pas négligeable dans l'intérêt d'un tel projet. Par ailleurs, au fil des années, ce nombre augmentera avec le développement de la clinique.

Enfin, la mise en place d'une clinique répondant aux normes internationales en terme d'infrastructure et d'équipements ne pourra qu'améliorer l'image quelque peu vieillissante du milieu médical et sanitaire malgache. Le respect de ces normes améliorera également l'image de Madagascar face à la mondialisation, qui touche tous les milieux professionnels dont le milieu médical.

## **II.3 - JUSTIFICATIONS DU PROJET**

### **II.3.1 - Considérations générales**

Un aperçu et une analyse de la situation actuelle des établissements hospitaliers (hôpitaux et cliniques) à Antananarivo sont nécessaires dans le cadre de la justification de la création de cette clinique privée.

Les données et chiffres que nous disposons pour notre étude datent de 1994 mais restent encore proches de la réalité, en tenant compte de la création en 1999 de la Polyclinique d'Ilfy et de son Centre annexe de Santé à Behoririka.

Nous donnons ci-après ce que le milieu médical malgache offre aujourd'hui, à Antananarivo, à la population : les structures existantes avec leurs différentes caractéristiques techniques. Nous détaillerons en particulier les informations sur les établissements privés similaires à l'objet de notre projet.

On dénombre à Antananarivo plus d'une quinzaine d'établissements qui ont le statut de clinique ou hôpital, et qui sont constitués :

- de petites cliniques privées, la plupart pour les accouchements et petites interventions où les malades restent au maximum 3 jours ;
- d'établissements spécialisés tels que l'Hôpital pneumo-physiologique de Fenoarivo ;

- d'Hôpitaux publics tels que l'Hôpital Befelatanana, l'Hôpital Militaire de Soavinandriana ;
- de cliniques privées.

Pour la suite de l'Etude, nous ne retiendrons que les deux derniers types d'établissements et uniquement les catégories payantes pour les Hôpitaux.

### **II.3.2 - Analyse de l'offre en établissements hospitaliers**

#### **a) Données sur les Hôpitaux publics**

##### **a.1 - Nombre**

Ils sont au nombre de trois : l'Hôpital Général de Befelatanana (HGB), l'Hôpital Joseph Ravoahangy Andrianavalona (HJRA) et l'Hôpital Militaire (HOMI).

Les deux premiers sont sous tutelle du Ministère de la Santé et le troisième l'HOMI, du Ministère de la Défense.

Bien que l'Hôpital Luthérien d'Ambohibao ne soit pas public, nous le classons dans cette catégorie à cause de ses coûts d'intervention relativement bas, se rapprochant plus des hôpitaux publics que des cliniques privées.

Sur près de 3.000 lits offerts par ces 4 hôpitaux, environ 800 (soit à peu près 35%) sont payants.

##### **a.2 - Taux d'occupation**

Pour les catégories payantes, l'HGB et l'HJRA ont des taux d'occupation très bas, respectivement 29,3% et 35.2% ; par contre, l'HOMI et l'Hôpital Luthérien atteignent respectivement 80,5% et 65%.

##### **a.3 - Types de prestations médicales et de services techniques offerts**

L'Hôpital Luthérien a axé ses activités sur la Médecine Générale et la Toxicologie. Les trois autres Hôpitaux offrent entre autres, les prestations médicales ci-après pour l'hospitalisation :

- Médecine Générale,
- Chirurgie sauf l'HGB,
- Pédiatrie,
- Maternité...

En ce qui concerne les services techniques annexes, hormis l'HGB qui ne dispose que des Services Pharmacie et Radiologie, tous ces hôpitaux sont équipés de services techniques tels : la radiologie, le laboratoire d'analyses, l'électrocardiogramme, l'échographie....

Des consultations externes par des médecins généralistes et des spécialistes sont effectuées par les hôpitaux.

#### b) Données sur les Cliniques privées

##### b.1 - Nombre

Elles appartiennent soit à des congrégations religieuses (Sœurs Franciscaines), soit à des groupements laïcs (Clinique d'Anosibe, ex-bâtiment OSTIE) ou encore à des privés (Mpitsabo Mikambana, Clinique SAINT PAUL, Clinique de Tanjombato, Polyclinique d'Ilafy).

Ces cliniques sont très sollicitées, ce qui a amené l'extension, la diversification et la spécialisation de leurs activités ces dernières années.

Au total, l'ensemble de ces Cliniques privées offre actuellement une moyenne de 300 lits, soit une capacité totale moyenne de 109 500 lits jours/an.

##### b.2 - Taux d'occupation

La CSF atteint un taux d'occupation de 80% , la Clinique St Paul a un taux d'occupation de 75%.



Les Cliniques MM 24/24 et Anosibe ex-OSTIE ont un taux d'occupation de 50% et 60%.

La Polyclinique d'Ilfy, quant à elle, compte un taux d'occupation de 70%.

### b.3 - Types de prestations médicales et de services techniques offerts

Les cliniques privées disposent des prestations médicales ci-après pour la Section Hôpital :

- Médecine Générale,
- Pédiatrie,
- Chirurgie Générale,
- Maternité sauf au CSPL,
- ORL sauf au CSPL

En ce qui concerne les services techniques, elles offrent les services suivants :

- Radiologie
- Echographie
- Electro-cardiogramme
- Laboratoires d'analyses

Ces services techniques sont ouverts aux clients externes ; il en est de même pour les consultations de Médecine Générale et de Spécialités.

### c) Centres Techniques Spécialisés

Outre ces Cliniques et Hôpitaux qui fournissent des services techniques externes, quelques centres médicaux privés offrent les mêmes services. En particulier, le Centre de Diagnostic d'Antananarivo (CDT) pratique des examens non dispensés ailleurs :

- Scanner (corps entier),
- Examens en cardiologie.

Le CDT dispose également de matériels adéquats, permettant d'effectuer :

- des radios standards : squelettes et viscères ;
- des examens divers ;
- de l'échographie : grossesse, etc...

Les examens se font sur prescription médicale ou éventuellement sur convention établie entre le CDT et l'organisme intéressé.

Le tableau 1 ci-après résume les prestations et services assurés par les différents établissements cités dans notre étude :

DESIGNATION	HOMI	CSF	CSPL	M.M	OSTIE	ILAFY
Médecine générale	x	x	x	x	x	x
Spécialiste	x	x	x	x	x	x
Radiologie	x	x	x	x	x	x
Echographie	x	x	x	x	x	x
ECG	x	x	x	x	x	x
Laboratoire	x	x	x	x	x	x
Hospitalisation	x	x	x	x	x	x
Maternité	x	x	-	x	x	x
Pédiatrie	x	x	x	x	x	x
Médecine générale	x	x	x	x	x	x
Chirurgie	x	x	sauf ORL	x	x	x
Ambulance	x	-	-	x	x	x

Tableau 1 - Résumé des prestations et services dans les différents établissements

### II.3.3 - Analyse de la demande (Marché Potentiel)

Dans les pays développés où le réseau hospitalier est structuré et dense, on utilise divers facteurs mesurables ou non pour l'analyse et la prévision de la demande qui est élastique.

Dans notre cas, on déterminera la population cible du projet pour l'évaluation du marché potentiel et partant du marché accessible à la nouvelle clinique.

#### a) Population nationale

Comme les cliniques installées à Antananarivo reçoivent également des malades des autres Faritany, on prend en considération l'ensemble de la population malgache dont la répartition des revenus par ménage est la suivante :

<b>Activité du Chef de Famille</b>	<b>Tranche de Revenu (Millions de Fmg)</b>	<b>CODE</b>	<b>Ménages (%)</b>
Inactif, manœuvre, ouvrier.....	Moins de 4	A	29,62
Agriculteur, artisan, employé.....	4 à 6	B	57,22
Commerçant non employeur.....	6 à 10	C	6,18
Gros commerçant, cadre.....	10 à 12	D	5,96
Propriétaire foncier, Cadre supérieur, employeur.....	plus de 12	E	1,02
<b>TOTAL.....</b>			<b>100,00</b>

Tableau 2 – Répartition des ménages selon les revenus

Seuls les ménages codifiés C, D et E et disposant d'un revenu supérieur à 6 000 000 FMG/an, sont pris en considération. Ce sont des commerçants non employeurs (6,18%) des gros commerçants, cadres et propriétaires fonciers (5,96%), des cadres supérieurs et employeurs (1,02%) ; soit 13,16% des ménages.

La structure moyenne d'une famille malgache est de 4 personnes pour les ménages ciblés par notre projet.

b) Population étrangère :

Suivant le recoupement de différentes sources d'informations, environ 11.000 étrangers résident actuellement à Madagascar. Si la promotion des Investissements aura des échos favorables, cette communauté pourrait enregistrer une augmentation d'environ 2% par an.

### **II.3.4 - Population cible du Projet**

En confondant les populations nationale et étrangère, la clinique vise les malgaches à haut revenu, les cadres moyens, la population indo-pakistanaise et les expatriés. Par sa situation géographique même, nous pouvons dire que notre projet se trouve près de sa population cible.

Un nombre important de cette population cible se rend à l'étranger, en particulier à La Réunion, pour toutes sortes de soins, la qualité du service médical national n'étant pas suffisamment sûre pour assurer leur sécurité.

Ce nombre de la population cible est estimé à 274 200 personnes, ainsi détaillé :

- pour la population malgache :

Les ménages codifiés C, D et E dans le tableau ci-dessus représentent 13,16% de la population, soit pour la population d'Antananarivo :  $2\,000\,000 \times 13,16\% = 263\,200$  personnes.

- pour la population étrangère : 11 000 personnes

Le nombre de lits disponible dans les cliniques privées de 300 unités est vraiment insuffisant pour une population cible de 274 200 personnes. En effet, sur la base d'un ratio de 5 lits pour 1000 habitants (normes internationales), il faudrait

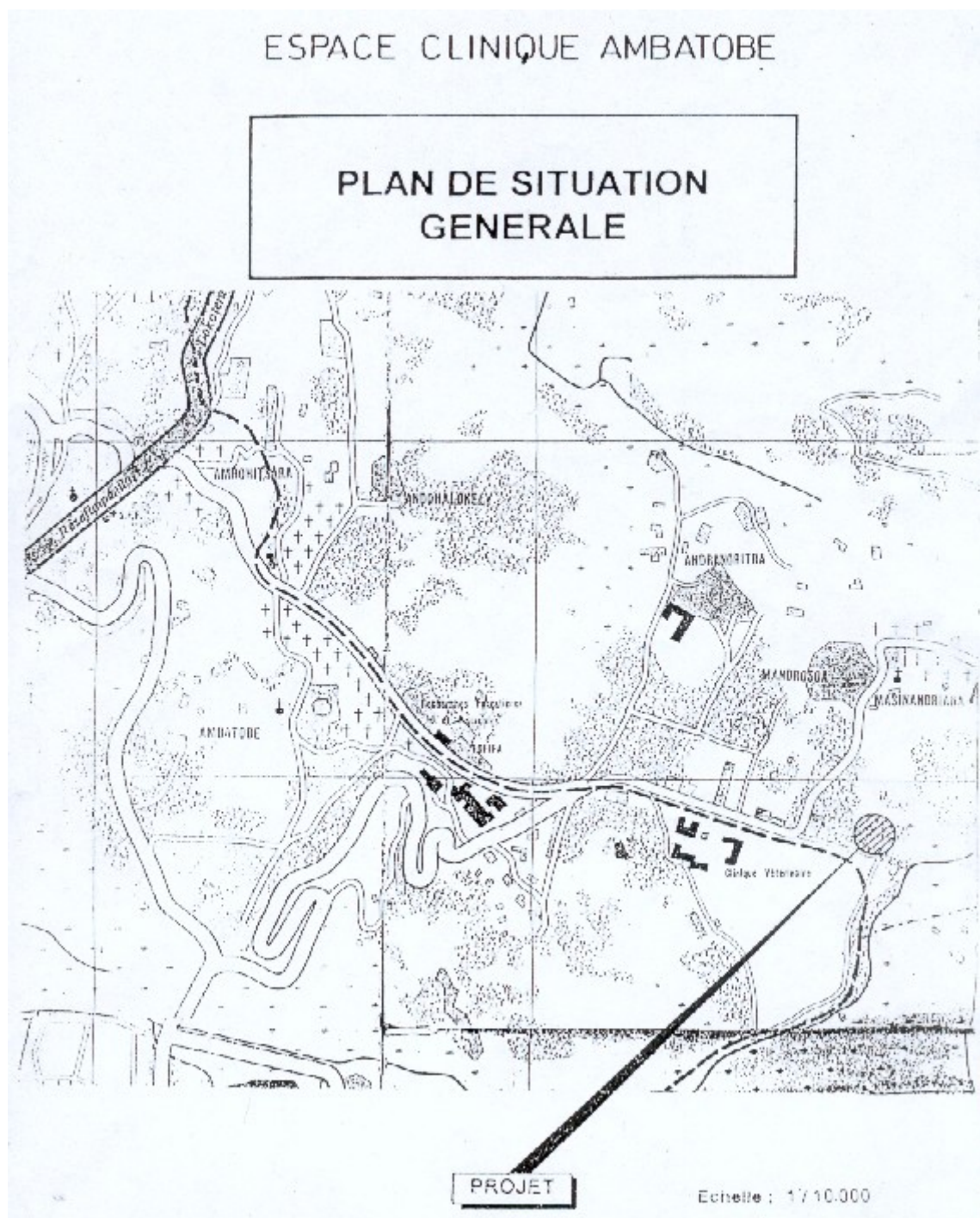
au moins 1371 lits. De ce fait, la réalisation de la Clinique Privée d'Ambatobe prévue pour 80 lits est amplement justifiée.

### **CHAPITRE III – PRESENTATION GENERALE DU PROJET**

### III.1 – LOCALISATION DU PROJET

La Clinique Privée d'Ambatobe est construite à Ambatobe dans la zone d'extension Nord-Est de la ville d'Antananarivo, sur un terrain d'une superficie totale de 10 000m<sup>2</sup>.

L'accès facile à la clinique se fait soit par la route nationale qui mène à Ambohimanga, soit par la rue d'Ambatobe menant au Lycée Français d'Antananarivo.





## Schéma 2 - Plan de situation générale du projet

Le choix de ce site a été fait en raison de l'implantation d'un établissement scolaire français, le Lycée Français d'Antananarivo (LFT) dans la zone. Cette implantation annonçait le développement de cette périphérie de la ville d'Antananarivo, périphérie qui a vu la création de toute une zone résidentielle, avec la construction du lycée, mais aussi des différentes résidences et logements privés. Notons, par ailleurs, que la Capitale s'étend actuellement dans cette partie de la ville.

### **III.2 – LA CLINIQUE PRIVEE D'AMBATOBE**

La Clinique Privée d'Ambatobe, d'une capacité de 40 lits au lancement de l'exploitation, et un maximum de 80 à 100 lits, aura un statut juridique de Société Anonyme (S.A.) dont les principaux actionnaires sont le Docteur RAZAFIMAHALEO Arilaza et la Société d'Assurances ARO. Une faible partie des actions revient à des investisseurs réunionnais.

Il convient toutefois de signaler que la clinique sera exploitée par deux entités différentes : une SA pour la partie immobilière; celle-ci sera propriétaire du terrain et de l'ensemble du bâtiment ; une seconde SA sera responsable de toute l'exploitation. Cette dernière louera les locaux à la Société Immobilière et assurera tout le bon fonctionnement de la Clinique.

Cette manière de répartir le statut de la Clinique est appliquée dans la plupart des Cliniques dans le monde, pour des raisons principalement fiscales.

La Clinique sera une Clinique Médico Chirurgico Obstétrical (MCO); c'est à dire qu'elle sera généraliste, avec comme orientation médicale :

- La cardiologie
- La chirurgie générale
- La chirurgie traumatologique
- L'obstétrique

Elle offrira également des prestations diverses externes, telles que : la radiologie, le scanner, les analyses diverses, les consultations médicales.

Le personnel d'exploitation (médical et para médical) sera principalement composé de nationaux avec au moins 5% de personnel expatrié. Le personnel expatrié assurera, entre autres missions, la formation du personnel local. Ce dernier n'étant pas encore suffisant pour satisfaire aux besoins de l'établissement, des novices seront formés directement dans la Clinique.

Enfin, la publicité étant interdite dans le milieu médical, la promotion de l'établissement s'appuie sur la satisfaction des clients et le bouche à oreilles.

## **CHAPITRE IV – ETUDE DE L' AVANT PROJET DETAILLE**

## **IV.1 – AVANT PROPOS**

Les travaux de génie civil relatifs à la réalisation de l'Espace Clinique à Ambatobe comportent, tel que le fait apparaître le plan masse ci-annexé :

- La construction d'un bâtiment R+1 avec deux niveaux inférieurs R-1 et R-2 de surface au sol 2500m<sup>2</sup> à usage de clinique privée, soit quatre niveaux.
- La construction d'un bâtiment à simple rez de chaussée de surface au sol 10m<sup>2</sup> à usage de poste de garde.
- Les travaux de Voieries et Réseaux Divers (VRD) : voies de desserte, parking, réseau d'adduction d'eau, réseau d'assainissement, éclairage extérieur, réseau incendie, espaces verts.
- Les murs de soutènement et les murs de clôtures.

L'implantation de ces divers ouvrages respecte les prescriptions d'urbanisme indiquées dans le Procès Verbal d'alignement établi par les services techniques de la Mairie et du Ministère de l'Aménagement du Territoire.

Notre mémoire ne concerne que l'Avant Projet Détaillé du bâtiment à quatre niveaux à usage de clinique privée.

## IV.2 – NORMES TECHNIQUES SPECIFIQUES A LA CONSTRUCTION D'UN BATIMENT HOSPITALIER

### IV.2.1 - Normes techniques architecturales

Suivant les normes d'architecture et d'aménagement d'un bâtiment à usage de clinique, il existe deux types de construction qui, certes, peuvent varier sur certains points, mais qui restent quand même la référence en milieu hospitalier : le type à pied large (fig.1) et le type à superposition (fig.2).

La construction à pied large est un bâtiment plat à répartition horizontale pour les traitements et à répartition verticale pour les soins.

La construction à superposition est, quant à elle, un bâtiment de traitements et de soins à répartition verticale.

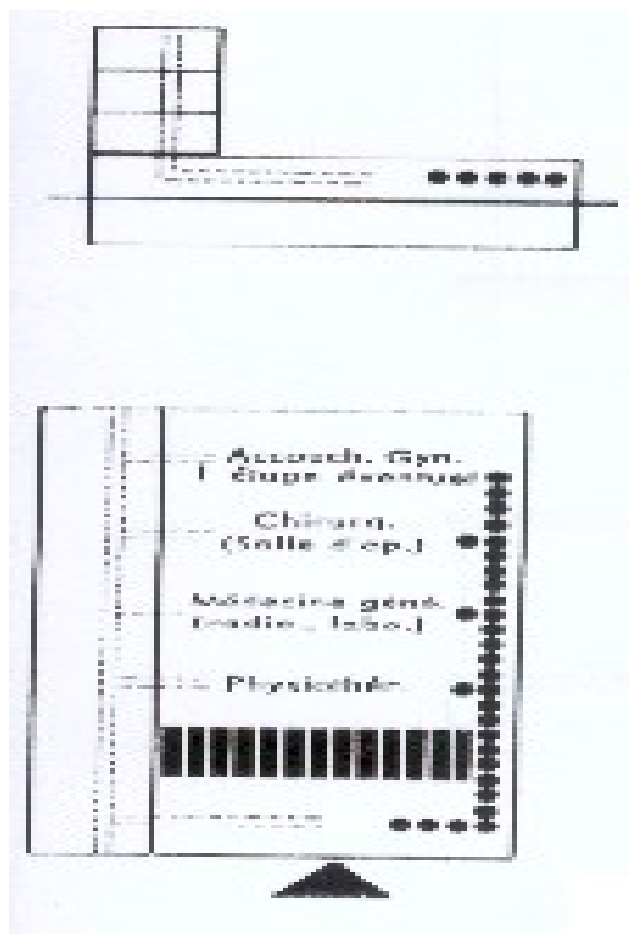


Fig.1 - Type à pied large

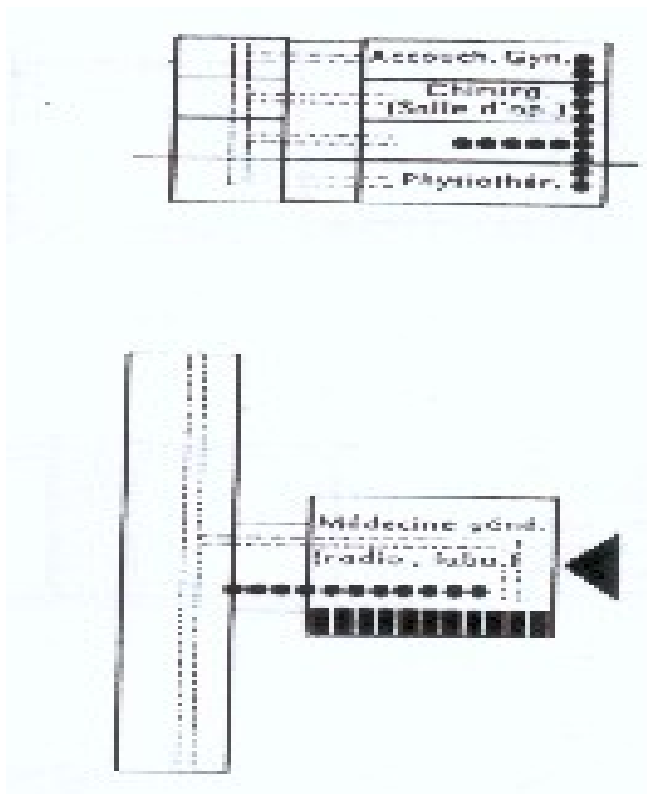


Fig.2 - Type à superposition

Le type de construction de notre projet est à la fois du type à pied large et du type à superposition, les zones de traitements et de soins étant réparties à la fois horizontalement et verticalement entre les niveaux RDC et 1<sup>er</sup> étage.

L'orientation du bâtiment a été choisie en fonction des différentes pièces de celui-ci: une orientation sud est pour les chambres et nord- ouest/ nord- est pour les différentes salles.

A l'intérieur du bâtiment, toutes les dimensions et proportions du bâtiment ont été conçues en tenant compte des normes internationales.

Tout d'abord la circulation, avec des couloirs d'une dimension de quatre (4) mètres dans les halls à forte circulation et de 1, 80 mètres au moins à l'intérieur des différents services. L'éclairage sera assuré artificiellement, les couloirs se trouvant à l'intérieur du bâtiment et non en bordure.

Les escaliers comme les ascenseurs ont une position centrale, avec des dimensions de 1,50 mètres pour les escaliers, et un nombre de 4 ascenseurs dont 2 pour le grand public et 2 pour les malades.

Les chambres et les différents services sont placés de manière à faciliter l'exploitation des locaux et l'interactivité entre ceux-ci, mais également dans le but d'assurer la rapidité, l'efficacité des services, et surtout la sécurité des patients et du personnel de la clinique.

#### **IV.2.1 - Normes techniques spécifiques de construction**

Des normes internationales de construction et d'aménagement existent dans le cadre de construction des hôpitaux.

Chaque partie du bâtiment a ses contraintes : le type de la construction, le dimensionnement de chacune d'entre elles, la répartition des différentes unités : soins, traitements, approvisionnement, urgence,...

Dans le cadre de notre projet, nous allons plus nous porter sur tout ce qui a trait à la construction elle même, à savoir le type de construction et les dimensionnements de chaque structure.

##### **a) Rôle du bâtiment dans le milieu hospitalier :**

Un établissement vise en premier lieu à assurer le bon fonctionnement de l'activité qui s'y pratique. Pour un hôpital, la structure technique a pour rôle d'accueillir, de diagnostiquer et de soigner des personnes ayant des problèmes de santé.

Plusieurs points sont considérés comme problématiques pour l'aménagement d'un hôpital :

- l'activité hospitalière appliquée en un même lieu est multidisciplinaire, chacune de ces disciplines ayant son équipement et ses besoins.
- le nombre de personnes et la logistique (énergie, produits, informations, équipements,...) circulant dans le bâtiment sont importants.
- le service d'hébergement à assurer pour l'ensemble des patients et du corps médical sont plus que conséquents, et comparables à un hôtel (nourritures, services, vestimentaires,...).

- assurer la sécurité des patients tant dans le cadre d'une maladie (risque d'infection, stérilisation,...) que dans le cas d'un accident (incendie, inondation, tremblement de terre,...).

La considération de ces différents problèmes engendre bien entendu un coût de constructions, des aménagements, des équipements et de maintenance particulièrement élevé.

Autre critère à considérer : l'hôpital est, au-delà du côté médical et technique, un lieu d'accueil humain, soucieux de répondre à tous les besoins des patients pour le soin bien entendu, mais aussi écouter, orienter, conseiller et rassurer ceux-ci.

#### b) Les normes techniques:

Dans un hôpital, des normes existent à tous les niveaux. Nous allons présenter ci-après quelques unes de ces normes, celles que nous considérons comme en relation directe avec la construction du bâtiment, à savoir toutes les questions de dimensionnement et de configuration.

- L'orientation

La meilleure orientation pour les salles de traitements et de services est nord-ouest à nord-est par nord.

Les chambres des malades doivent être exposées de sud à sud-est : le soleil agréable le matin, faible accumulation de chaleur, économie de pare-soleil, pas trop de chaleur le soir.

Par contre les pièces orientées est-ouest ont un ensoleillement plus profond.

- Le terrain

Il doit être entouré par une clôture à l'exception de la zone d'arrivée.



Il doit y avoir délimitation entre la zone hospitalière et celle d'habitat. Il faut un environnement calme.

Le terrain ne doit pas être exposé à des brouillards, vents, poussières, fumées, odeurs, insectes ; le sol doit être sain.

La surface non construite sera répartie entre les espaces verts, les V.R.D et la cour de service. L'espace devra être sans circulation devant les chambres des malades

Enfin un minimum de 40m jusqu'aux routes secondaires, de 80m jusqu'aux routes nationales et chemins de fer.

- Arrivées

Une seule arrivée pour voitures et piétons depuis la rue, selon les règlements des pompiers, est à prévoir.

L'arrivée principale pour piétons devra se faire par chemin depuis la station de transport public jusqu'à l'entrée principale.

L'arrivée principale pour voitures devra être à sens unique, le parking sera suffisamment éloigné du complexe hospitalier.

L'arrivée des malades allongés devra se faire à l'abri des regards depuis l'entrée principale. On prévoira des accès spéciaux pour les secteurs pour maladies infectieuses et éventuellement le secteur pédiatrie.

L'accès à la cour d'économat (au moins 600m<sup>2</sup>) se fera par deux voies à rayon de giration  $\geq 15\text{m}$  pour les arrivages et les départs (livraisons pour cuisine, laverie, chaufferie, centrale énergétique et gaz, garages).

L'accès à la dissection (morgue, prosectorat) doit être séparé de la circulation générale d'arrivée et du domaine des malades. Cet accès peut éventuellement se faire par la cour d'économat mais ne doit pas être vu depuis l'entrée principale et les chambres des malades.

- Couloirs

Ils seront éclairés et aérés par des baies espacées entre elles de 25m maximum. Il faut prévoir une bonne isolation phonique. Il faut prévoir une largeur minimale libre de 2,20m (voir 2,30m).

Zones de soins et approvisionnements.....	2,20m
Zones de traitements.....	2,50m
Devant ascenseurs polyvalents.....	3,50m
Couloirs secondaires avec peu ou sans circulation de lits.....	1,50m

La largeur utile dépend du matériel roulant utilisé ; un évasement au droit des chambres de malades (niches) est rendu souhaitable par le rayon de giration des lits.

- Escaliers (cf. Schéma 3)

Pour des raisons de sécurité, les escaliers doivent être exécutés de sorte à pouvoir assurer, le cas échéant, toute la circulation verticale. Ils ne doivent pas permettre la transmission des bruits et odeurs ou des courants d'air.

Pour l'escalier principal : pas plus de 15 marches par volée, sortie directe à l'extérieur, cage à l'abri de la fumée.

Pour les escaliers secondaires : exigée par le règlement des pompiers, une sortie extérieure directe et éventuellement des escaliers extérieurs.

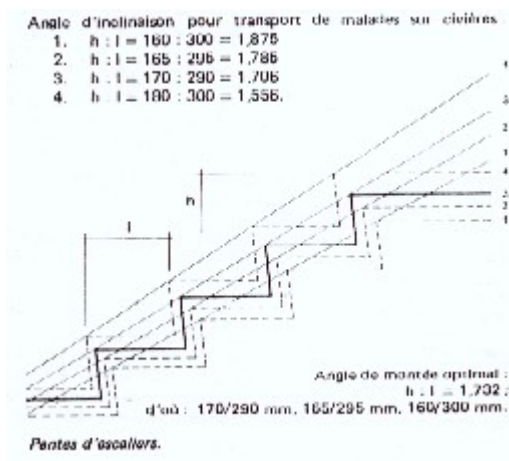


Schéma 3 - Schéma de dimensionnement pour escalier

- Principaux nœuds de circulation

Sauf dans les grands hôpitaux, les différentes zones ne sont desservies et alimentées que par une circulation verticale (point fixe), c'est-à-dire qu'escaliers, ascenseurs et gaines sont en position centrale.

Au point fixe de chaque niveau devront se trouver, séparées, les toilettes pour hommes et femmes, pour malades ambulatoires, visiteurs et personnel.

- Les ascenseurs

En disposant centralement aux nœuds de circulation une batterie d'ascenseurs polyvalents, on assure une répartition continue du transport des personnes, des chariots à médicaments, linges et nourritures, et des lits de malades. Pour des raisons hygiéniques et esthétiques, on peut convenir d'une séparation dans l'emploi des ascenseurs. Arrivée en ligne droite vers l'ascenseur.

Les dimensions de l'ascenseur sont définies d'après celles du matériel à transporter : lit avec dispositifs d'extension, ou 2 chariots à nourritures avec un accompagnement pour chacun :

- Cabine ~ 1,80 x 2,50 m,
- Cage ~ 2,50 x 2,80m.

On doit prévoir 1 ascenseur polyvalent pour environ 100 lits, sinon au moins 2 ascenseurs polyvalents par nœud de circulation.

- Hospitalier

Concentration et centralisation accroissent le danger d'infection hospitalière. Parallèlement aux mesures préventives cliniques et médicales s'imposent des mesures d'ordre architectonique ; la construction en pavillons n'étant plus fonctionnelle, on applique aujourd'hui la règle suivante : séparation des circulations et locaux des contagieux et non contagieux (zones « septique » et « aseptique »), avec sas et cellules de stérilisation devant les locaux absolument aseptiques.

Il faut éviter, dans l'exécution des détails, toute possibilité d'accumulation de poussière (carrelage avec plinthes à gorge, pas de frises ni de bords saillants, portes lisses). On utilise de préférence des matériaux lisses et d'entretien facile.

La répartition des zones de soins et de traitement se fera selon la solution fonctionnelle et architectonique suivante : on groupe pour chaque section sur un même niveau les zones de traitements et de soins. On superpose les étages de sorte que les zones identiques de chaque discipline soient toujours placées les unes au-dessus des autres et reliées entre elles par une circulation verticale : bâtiment de traitements et soins à répartition verticale.

D'un point de vue architectural, une telle construction se présente en plan sous forme d'un T ou d'un Y

- Circulation ambulatoire (cf. Schéma 4)

Disposition et situation des locaux de traitements ambulatoires sont décisives dans l'amélioration des circuits de circulation, l'organisation et la forme de la construction. La fréquence et le volume des installations de traitement ambulatoire sont différents et dépendent des services spécialisés existants, de la zone desservie

(éventuellement indépendante de celle de l'hôpital), des statuts des médecins-chefs, etc.

La règle générale pour la disposition des voies de circulation et ambulatoire et des salles d'attente est: la séparation, sans croisements, de la médecine ambulatoire et de la médecine hospitalière.

Il est décisif pour l'organisation de savoir quelles sont les installations de l'hôpital qui sont utilisées et quelles sont celles qui doivent être créées pour la consultation.

Un service indépendant pour les consultations ambulatoires peut être créé s'il y a un nombre important et régulier de malades : le dispensaire fait alors partie d'un complexe de bâtiments comprenant aussi d'autres services.

Un dispensaire est attribué à chacun des différents services lorsqu'il y a un nombre faible et irrégulier de malades.

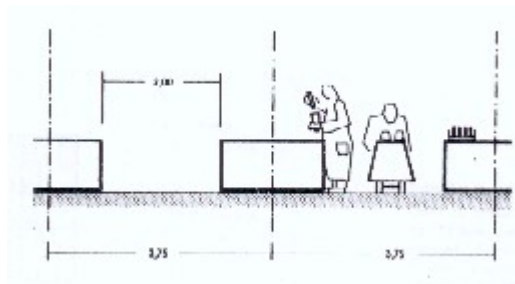


Schéma 4 - Schéma de couloir pour circulation ambulatoire

- Administration

L'« unité –bureau », c'est-à-dire table de travail (largeur 68 ou plutôt 78 cm), fauteuil et desserte, sera la base de dimensionnement des locaux administratifs :

- Petit axe du bureau = 156 cm (625/4cm), pour desserte latérale
- Grand axe du bureau = 187,5 cm (750/4 cm), pour desserte arrière.

- Salles de traitements

Les grands locaux déterminants en ce domaine sont les salles d'opération, avec une hauteur libre de 3,00m au moins.

- Salles de Soins

Les chambres de malades constituent la base des immeubles à lits, qui résulte de la dimension, du nombre et de la disposition des lits.

- Hauteur libre des pièces : 3,00m selon les règlements.
- Surface au sol : 7,5m<sup>2</sup>/lit. Volume : 25m<sup>3</sup>/lit.

- Les chambres

Les intervalles entre lits doivent suffire pour une table de nuit et une chaise confortable (visiteur), une table roulante (repas et service) et les examens effectués par le médecin ou l'infirmière. Les lits de malades doivent être accessibles de 3 côtés, généralement tête contre mur.

Le constant emploi d'une chambre de malades demande que l'installation en soit pensée très soigneusement.

Le coin lavabos sera équipé d'un miroir, souvent combiné avec des placards, à l'abri des courants d'air et des regards (rideau). Espace libre d'au moins 0,60 x 1,00m devant le lavabo (équipé d'un rince-bouche).

Une cellule d'eau desservant une ou deux chambres, avec lavabo, baignoire, WC, est préférable au lavabo dans la chambre. Elle est généralement accessible par un sas entre couloir et chambre.

Les WC sont en moyenne de 1 WC pour 12 malades, en fonction des services compétents, plus 1 urinoir pour 10 hommes ; l'accès au WC doit se faire par un sas, sauf contre-indication médicale.

Pour des raisons de standard, de danger de contagion ainsi que pour faciliter le séjour des malades et du personnel, on prévoit un WC pour 2, plus rarement pour 1 chambre de malade (0,85 x 1,30m mini.), avec accès par sas lavabo, portes à verrous de sûreté, cuvette éventuellement montée sur le mur, poignée d'appui de chaque côté, aération et ventilation mécanique pour un WC en position centrale.

La salle de bains pour malades (15m<sup>2</sup>) avec baignoire accessible trilatéralement, tête au mur, douche séparée, éventuellement WC isolé par un sas, évent, baignoire sabot. On doit pouvoir accéder avec le lit du malade dans la salle de bains.

- La profondeur des pièces

Celle-ci est définie selon le nombre et l'échelonnement des lits : 3,0 à 6,5m ; si la lumière du jour arrive bilatéralement dans les salles : 7,0 à 9,0m.

Plus la pièce est profonde, plus on diminue les frais de construction, les longueurs de couloirs, les voies de circulation et les frais d'exploitation. Par ailleurs, on augmente en même temps la capacité.

- Les cloisons

Les cloisons entre les pièces de soins, pleines ou doubles, auront une épaisseur d'environ 24cm.

Les cloisons de séparation démontables ont des épaisseurs minimales de 10cm environ, mais au détriment de l'isolation phonique.

- Les portes

Elles doivent fermer hermétiquement et silencieusement sur leurs 4 côtés. Elles sont généralement en contreplaqué, à bords d'acier avec bande en caoutchouc (isolation phonique, manœuvre silencieuse, pas de dépôt de poussière). Malgré les tailles presque identiques des lits, on exige des largeurs minimales différentes selon les régions, de 1,10 à 1,20m de passage.

- Les fenêtres

Des chambres des malades doivent avoir une bonne isolation phonique et thermique, être faciles à manœuvrer, permettre une aération sans courants d'air

(fente d'aération facile à régler) ; du côté ensoleillé, on prévoit un pare-soleil situé à l'extérieur de la vitre intérieure.



Les fenêtres doivent être disposées à l'écart de toute circulation.

- L'Eclairage naturel (cf. Schéma 5)

Toute chambre de malade doit recevoir sans obstacle la lumière du jour. Cette condition est considérée comme réalisée quand :

- l'angle entre le plan du sol de la chambre et le plan défini par l'arête postérieure de ce sol et les faîtages voisins ou dénivellations du terrain vis-à-vis est  $\leq 16^\circ$  ; pour les salles de repos des malades pendant le jour, jusqu'à  $23^\circ$  ;
- l'angle entre le plan du sol et celui défini par l'arête postérieure de ce sol et les linteaux des fenêtres ou saillies telles que balcons, toits, etc. est  $\geq 20^\circ$ .

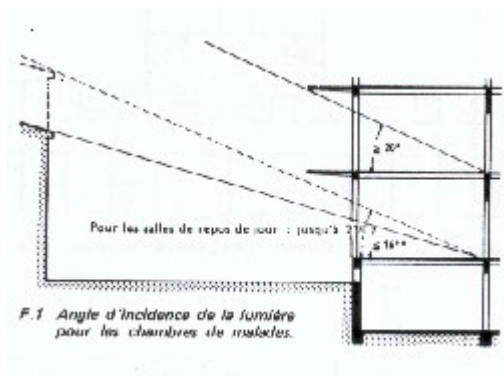


Schéma 5 - Schéma de l'incidence de la lumière sur les chambres

- Les locaux de service pour les unités de soins

Les installations et équipements sont toujours en fonction des données des services compétents. On diminue le nombre et l'importance de ces locaux par approvisionnement central ou en changeant les conditions (nourritures surgelées, etc.).

Les débarras (10m<sup>2</sup>) seront équipés d'évier, d'une évacuation des eaux usées, un dépôt de linge sale, de vide-ordures, d'un balcon de nettoyage, et d'un dépôt de chariots et appareils.

- Les laboratoires

Une antichambre (15m<sup>2</sup>) constitue le seul accès au laboratoire, avec un poste contigu pour prélèvements, et local de traitement (10m<sup>2</sup>) avec divan, séparés par rideau, ainsi que WC. Il est utile de pouvoir passer les prélèvements au laboratoire par une hotte fermée accessible des deux côtés.

- Bloc de radiologie

En l'absence d'un service propre, la radiologie dépend du service de médecine générale. Il faut une bonne communication avec le service chirurgie, beaucoup de malades viennent de l'extérieur. Tenir compte dans les plans des nombreuses conditions techniques et prescriptions de sécurité. Valeurs minimales de protection, dépendant de la distance, de la tension maximale, etc. les revêtements du sol dans les services radio thérapeutiques et de diagnostic radiologique doivent être peu conducteurs, mais une trop grande isolation peut nuire au personnel et aux malades. Si la radiologie est située en sous-sol, il se pose un problème d'humidité de l'air. On doit également faire attention à la haute tension.

Les locaux pour diagnostics radiologiques proprement dits comprennent radioscopie et radiographie et éventuellement un local polyvalent pour examens spéciaux (25m<sup>2</sup>) intercalés ; centraux et bien visibles, le ou les postes de manœuvre, en même temps locaux de service (20m<sup>2</sup>), avec bureau et préparation de boissons opaques. Pièce attenante pour travail et examen des clichés, archives pour clichés radiographiques, éventuellement comme pièce de communication entre salle de manœuvre et de service et poste de manœuvre (6m<sup>2</sup>), chambre noire (10m<sup>2</sup>) accessible par sas-labyrinthe avec places pour travail à sec et pour travail humide. Installation : sas vers tableau de distribution et récipients, débouchant dans la salle de distribution, ou armoire éventuellement au sous-sol avec liaison verticale. Places d'attente ainsi que trajets sont séparés pour malades ambulatoires et hospitalisés, pour ces derniers lits d'attente placés sous surveillance des locaux de manœuvre et de service.

- Salles d'opération (cf. Schéma 6)

De 5,5 à 6,5m généralement au carré, mais les formes rectangulaires ou elliptiques sont possibles. Une hauteur libre d'au moins 3,0m, autrefois même jusqu'à 4,5m. On tend vers une standardisation de l'équipement pour toutes salles d'opération. La position centrale est avantageuse (nécessité d'éclairage artificiel et de climatisation).

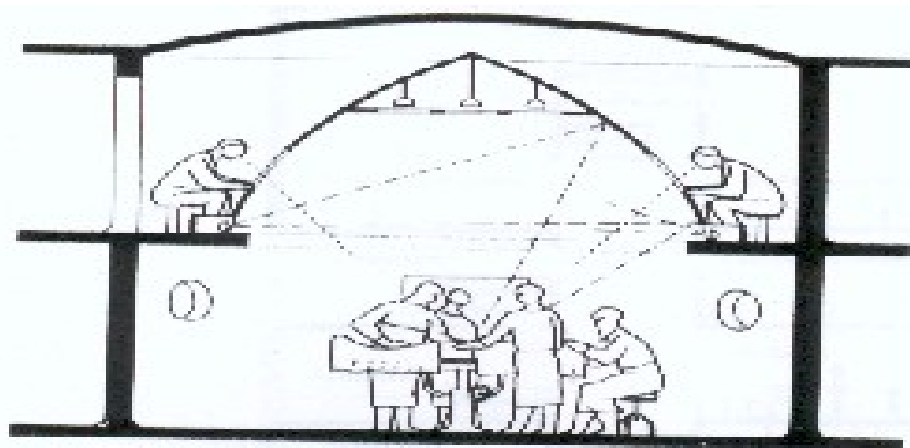
Il faut un espace de travail autour de la table d'opération mobile d'au moins 4 x 4m. Les appareils de prises de vues sont encastrés dans le mur.

L'installation technique est importante, il faut une conduite d'amenée au plafond et également partiellement dans le socle de la table d'opération.

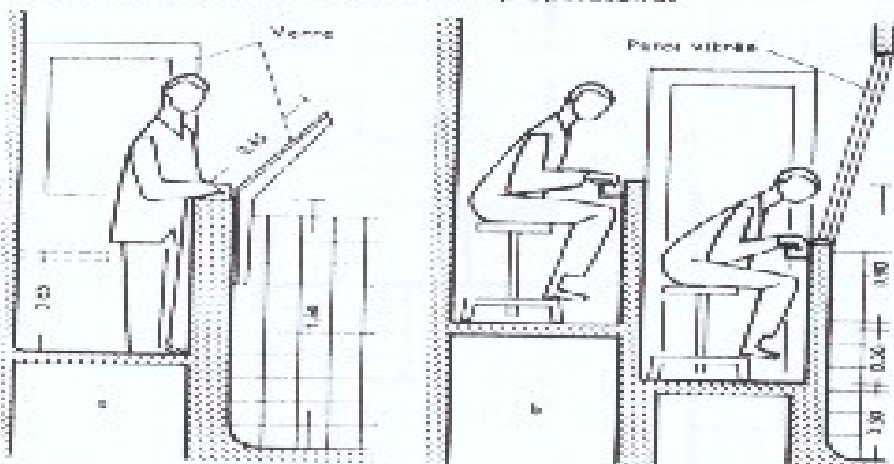
La communication avec les pièces voisines se fait par de grandes ouvertures sans porte ou éventuellement par des portes coulissantes d'une largeur d'au moins 1,40m.

Un renouvellement abondant de l'air est nécessaire mais doit se faire sans courant d'air, une température constante variant entre 22 et 26° doit être maintenue, et il faut tenir compte du rayonnement de chaleur des lampes et des assistants pour ce faire.

Les murs et planchers de toutes les salles d'opération doivent être uniformément lisses, avoir des joints, être lavables et avoir des gorges arrondies. Le revêtement doit être en carreaux gris clair  $\geq 2$ m de haut, si possible jusqu'au plafond.



F.1 Le rayonnement de chaleur par les projecteurs et les assistants n'a pas d'influence sur la salle d'opération. Eclairage indirect, bonne visibilité sur le champ opératoire.



F.2 Séparation entre la galerie des spectateurs et la salle d'opération par a) vitrage partiel, b) vitrage total. Pour b) une installation de haut-parleur est indispensable.

### Schéma 6 - Schéma des aménagements pour salle d'opération

- Aménagement pour les handicapés

Un environnement qui tient compte des handicapés demande une adaptation des constructions en fonction des appareils qu'ils utilisent et de l'espace nécessaire au déplacement de ces appareils. Le module correspond aux dimensions du fauteuil roulant (Fig 3) et au volume dans lequel l'handicapé peut se mouvoir (Fig 4)



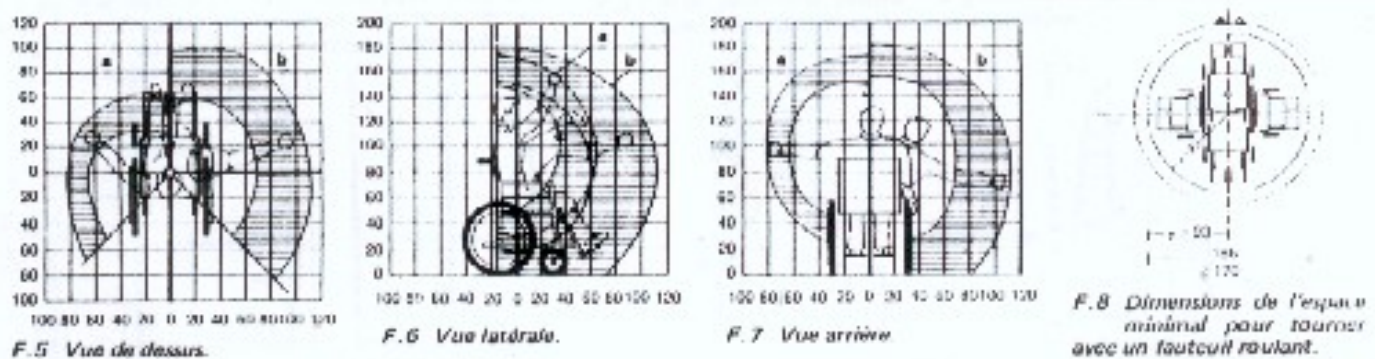


Fig.4 - Figures de l'espace nécessaire pour un handicapé

Les dimensions des pièces, les largeurs des portes et les dimensions des ascenseurs en résultent (Fig 5).

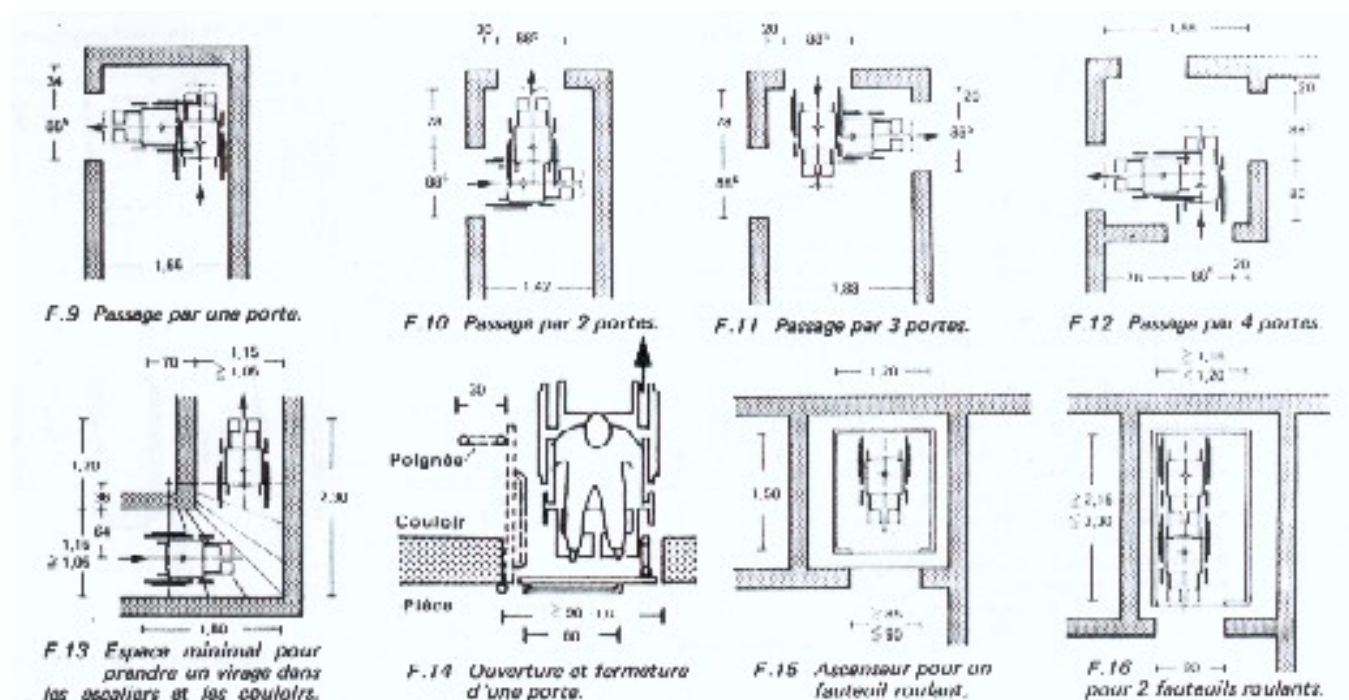


Fig.5 - Dimensionnement des aménagements pour les handicapés

Lorsqu'on réalise un projet d'ensemble, les trajets, vers les WC par exemple, doivent être accomplis concrètement. Il faut connaître le nombre de portes, d'interrupteurs, etc., qui sont utilisés. Il faut mettre à profit les ressources

techniques : fermetures magnétiques pour les portes par exemple. Les portes doivent être en retrait par rapport au couloir de 35 à 40cm environ vers l'intérieur de la pièce, fixer sur les portes une barre, côté serrure, mais décalée vers le milieu. Il faut tenir compte pour les WC des possibilités d'accès ( Fig 5). Aménager une pente  $\leq 8\%$ .

Tous les interrupteurs, distributeurs automatiques, distributeurs de papier en rouleau, boutons dans les ascenseurs, toutes les poignées, armatures, fermetures de fenêtres, etc. ; doivent être à la portée de la main et accessibles au bras ou légèrement incliné( Fig 4).

Dans les projets d'urbanisme, il faut prévoir de plus la possibilité pour les personnes qui se déplacent à l'aide d'un fauteuil roulant d'accéder aux points fréquentés par tout le monde, par exemple supermarché, restaurant, bureau de poste, boîte à lettres, caisse d'épargne, bureau d'assistance publique, pharmacie, cabine téléphonique, boucherie, boulangerie, parking, tramway, arrêt d'autobus, etc.

Les terrains destinés à des constructions pour handicapés doivent être choisis en vue d'offrir des conditions favorables en ce qui concerne ce qui est écrit ci-dessus. Les zones dangereuses sont les rampes et les pentes, les terrains de jeux, les salles d'eau et les radiateurs non protégés dans les couloirs. Les murs doivent résister aux chocs et aux égratignures. Il faut prévoir des plinthes contre les chocs occasionnés par les fauteuils roulants.

### **IV.3 – LES PLANS DE L'AVANT PROJET DETAILLE**

Les plans de l'Avant Projet Détaillé (APD) ont été conçus et dessinés en tenant compte scrupuleusement d'une part des normes techniques applicables à la construction des bâtiments à Madagascar (le Cahier des Prescriptions Techniques pour les Travaux de Bâtiment à Madagascar dit TBM, le Document Technique Unifié DTU, les Règlementations et Normes CEI, UTE, ISO, AFNOR) et d'autre part les Normes Techniques Spécifiques à la construction de bâtiment hospitalier citées ci-dessus.

Ces plans donnés en annexes comprennent :

Plan N°1 : Plan de Masse

Plan N°2 : Plan Toiture

Plan N°3 : Plan Etage

Plan N°4 : Plan Rez de chaussée

Plan N°5 : Plan Niveau -1

Plan N°6 : Plan Niveau -2

Plan N°7 : Plan de Fondation Rez de chaussée

Plan N°8 : Plan de fondation Niveau -2

Plan N°9 : Plan Façades Principale et Postérieure

Plan N°10 : Plan Façades Latérales Droite et Gauche

Plan N°11 : Coupes



## **IV.4 – LES SPECIFICATIONS TECHNIQUES D'EXECUTION**

Les spécifications techniques particulières relatives à la construction du bâtiment clinique portent sur les caractéristiques de l'ensemble des matériaux que l'Entrepreneur aura à utiliser pour réaliser le projet, ainsi que la manière dont ceux-ci devront être mis en oeuvre. Une attention particulière a été portée dans la rédaction de ces spécifications techniques. De l'exhaustivité et de la clarté de ces spécifications dépendent le bon déroulement des travaux d'exécution et la qualité des ouvrages réalisés.

Ces spécifications font l'objet d'une pièce annexe au dossier d'appel d'offres intitulée : Cahier des Clauses Techniques Particulières et contenant les différents points ci-après :

### **IV.4.1 - Lieux d'extraction des matériaux de carrières :**

Les carrières devront être agréées par le Maître d'œuvre Délégué, sans que cet agrément n'atténue la responsabilité du Titulaire.

### **IV.4.2 – Sable pour mortiers de bétons :**

Le sable pour mortiers de bétons sera de rivière agréée par l'Autorité chargée du contrôle des travaux.

Il ne doit pas contenir en poids plus de 5% de grains fins traversant le tamis de 900 mailles. Il doit présenter un équivalent de sable ES supérieur à 75%.

Il ne doit pas renfermer des grains dont la plus grande dimension dépasserait les limites ci-après :

- sable pour maçonnerie et enduit : 2,5 mm
- sable pour béton armé : 5 mm
- sable pour béton non armé : 10 mm

Module de finesse MF :  $2,20 < MF < 2,80$

Il devra présenter une réaction satisfaisante aux essais suivants :

- à la soude

- alcali-réaction.

La composition granulométrique devra être la suivante :

- Contenance en poids de 20% à 25% de grains ayant toutes leurs dimensions inférieures à 0,5 m/m et de 30 à 35% des grains ayant toutes leurs dimensions supérieures à la moitié de la dimension maximum.

L'emploi du sable de broyage et de concassage est formellement interdit.

#### **IV.4.3 - Gravillons pour béton ordinaire moulé ou armé :**

Les granulats pour béton ordinaire, moulé ou armé, seront constitués d'éléments denses, stables et exempts de toute trace de terre ou débris végétaux.

Il sera distingué en fonction du classement granulométrique :

- les gravillons : calibre 5/15 mm
- les gravillons : calibre 15/25 mm
- la caillasse : calibre 25/40 mm

Ces calibres correspondent au diamètre de trous des passoires normalisées.

Les éléments passant au tamis de 2 m/m doivent être inférieurs à 2% du poids.

#### **IV.4.4 - Ciment :**

- Mode de livraison :

- Le liant sera livré en sac d'origine. L'utilisation de ciment ré ensaché est interdite.

- Nature et qualité du liant :

- Les ciments utilisés seront du ciment Portland Artificiel satisfaisant la norme N.F.P 301.

- Il sera procédé à un prélèvement pour essais par lot de 50 Tonnes de ciment emmagasiné. Ces essais auront lieu au LNTPB.

- Un essai défavorable entraînera le rebut de l'ensemble des travaux.

- Emmagasinage :
  - Le ciment sera stocké dans les locaux parfaitement abrités du soleil et de l'humidité.
  - Ces locaux devront pouvoir abriter la quantité de ciment nécessaire à la marche du chantier pendant un mois, telle que cette quantité ressortira des programmes approuvés.
  - Les ciments ayant fait prise, même partiellement, et les ciments éventés devront être retirés des dépôts.

#### **IV.4.5 - Eau de gâchage :**

L'eau entrant dans la composition des bétons devra être pure, sans acide ni alcali.

L'eau de gâchage devra avoir les qualités physiques et chimiques fixées par la norme AFNOR.

#### **IV.4.6 - Aciers pour armatures :**

Les aciers à utiliser pour le béton armé sont classés en deux catégories :

- Barres lisses de nuance douce, mi-dure ou dure (ou ronds) :
  - Limite d'élasticité nominale supérieure à 2 200kgf/cm<sup>2</sup>
  - Coefficient de fissuration égal à 1
  - Coefficient de scellement égal à 1
- Barres à haute adhérence (ou Tor) :
  - Limite l'élasticité nominale supérieure à 4 200kgf/cm<sup>2</sup> des barres de diamètre inférieur ou égal à 20 m/m
  - Coefficient de fissuration égal 1,6
  - Coefficient de scellement égal à 1,5

Les aciers ronds seront utilisés pour les armatures transversales. Les aciers TOR seront utilisés pour les armatures longitudinales et éventuellement transversales.

Toute barre présentant un défaut d'homogénéité sera éliminée.

Les aciers d'armature devront être débarrassés de toute trace de rouille non adhérente.

Les fils de ligature seront en fil de fer souple ou en acier doux recuit.

#### **IV.4.7 - Métaux ferreux pour les autres ouvrages :**

Acier doux qualité soudable sous forme de rond, carré, plat, tube galvanisé etc...

Toutes les pièces métalliques seront livrées sur le chantier avec une couche antirouille au chromate de zinc ou similaire.

#### **IV.4.8 – Briques pleines en terre cuite :**

Les briques doivent être de très bonne qualité (équarris, de vives arêtes) et conformes à la condition du TBM pour que l'on puisse en faire des murs à parements jointoyés.

#### **IV.4.9 – Bois :**

Les bois de coffrage seront choisis parmi les meilleurs bois dur du pays, bois de sciage pour planches, madriers, bastings, bois en grume parfaitement droits.

Les bois pour les menuiseries seront en bois dur du pays séchés naturellement et de premier choix, équarris à vives arêtes, rabotés soigneusement. Ils seront en palissandre, varongy ou mantaly ou équivalent.

Les bois devront être tous conformes aux prescriptions du TBM.

Les bois utilisés devront être imprégnés avant assemblage d'un produit présentant une efficacité fongicide de longue durée ou similaire. Le produit employé devra, après séchage, permettre l'application des peintures et de vernis. L'imprégnation sera effectuée par trempage.

Les bois d'importation devront répondre aux définitions des normes R.E.E.F.

#### **IV.4.10 – Objets de quincaillerie –serrurerie –grillage :**

Tous les objets de quincaillerie, serrurerie, grillage, ferronnerie doivent correspondre exactement aux nécessités du travail à exécuter.

Leurs caractéristiques et leur qualité seront conformes aux normes du TBM complétées les cas échéant par les normes R.E.E.F.

#### **IV.4.11 – Appareils sanitaires, robinetteries :**

Tous les appareils sanitaires seront en céramique émaillée suivant les indications du descriptif.

Toutes les robinetteries devront porter l'étiquette d'origine et le label de qualité. Ils devront être d'une marque commune de fabrication de grande série afin de permettre les réparations ultérieures et l'interchangeabilité des pièces et leur remplacement aisé.

Toutes les installations et appareils feront l'objet de contrôle et essais conformes aux normes.

Les installations seront essayées et réglées de toutes les malfaçons repérées, les prestations omises seront complétées.

Tous les appareils non conformes seront remplacés.

#### **IV.4.12 – Canalisations et appareils électriques :**

Les canalisations employées pour les travaux d'électricité seront sous tube plastique à encastrer avec interrupteur encastré dans la maçonnerie épaisse.

Les canalisations apparentes passeront dans des conduits plastiques résistant aux agents atmosphériques.

Dans les locaux humides, les installations seront du type « étanche ».

La mise à la terre sera prévue pour tout appareillage d'électricité et d'éclairage qui le nécessite en application des règles en vigueur.

Les travaux de distribution seront exécutés et équipés selon les besoins d'utilisation précisés dans le devis.

L'appareillage à utiliser est du type extra-plat, les prises et interrupteurs seront munis de fusibles indivisibles incorporés.

#### **IV.4.13 – Peinture :**

Les matériaux employés seront de la meilleure qualité et répondent aux normes prescrites par le TBM complétées éventuellement par les normes françaises NFT.

Les peintures ainsi que les produits de rebouchage et enduit seront choisis en fonction de l'exposition des surfaces, notamment intérieures ou extérieures.

Les produits de marque de réputation solidement établie parviendront sur le chantier dans des récipients clos comportant les marques d'origine et d'identification.

Les produits courants seront conformes à la qualité des échantillons agréés.

Les peintures intérieures doivent répondre aux exigences sanitaires des hôpitaux et cliniques.

#### **IV.4.14 – Vitrerie :**

Les verres à vitrer sont de vitrage normal (verre triple, verre double, verre demi-double, glace claire) ou demi-claire (Antello,...).

#### **IV.4.15 – Matériaux pour couche de base :**

La couche de base des voiries sera réalisée au moyen de tout-venant concassé 0/40 issu de carrières agréées par l'Ingénieur et devant satisfaire aux exigences suivantes :

- Il devra être exempt de matières organiques et détritiques divers,
  - Avoir un coefficient Los Angeles (L.A) inférieur ou égal à TRENTE CINQ (35),
- Le coefficient Micro-Deval Humide (M.D.H) devra être inférieur ou égal à TRENTE (30),
- L'indice de plasticité (mortier) devra être inférieur à CINQ (5),
- L'équivalent sable (mortier) devra être supérieur à QUARANTE (40),
- Le coefficient d'aplatissement devra être inférieur à VINGT CINQ (25). Ce coefficient est défini comme étant le pourcentage des éléments tels que  $G/E > 1,58$  (G et E étant respectivement la grosseur et l'épaisseur du granulat),
- La courbe granulométrique de la grave concassée 0/40, après mise en œuvre, devra être inférieure au fuseau défini au tableau suivant :

<b>Tamis(mm)</b>	40	31,5	20	10	6,3	4	2	0,5	0,2	0,08
<b>% Passant</b>	100	85-100	62-90	35-62	25-50	19-43	14-34	5-20	3-14	2-10

Tableau 3 – Fuseau de la courbe granulométrique

- Les essais Los Angeles et Micro-Deval Humide tous les MILLE (1 000) METRES CUBES, au minimum un essai par source de matériaux,

- Un essai granulométrique, indice de plasticité, équivalent sable et coefficient d'aplatissement tous les DEUX CENTS (200) METRES CUBES, au minimum un essai par source de matériaux.

#### **IV.4.16 – Liants hydrocarbonés :**

Les liants hydrocarbonés utilisés pour l'imprégnation des couches de chaussées des voiries et la mise en œuvre des enduits de surface seront des bitumes fluidifiés (cut-back).

Les classes utilisées seront :

- Le bitume fluidité (cut-back) 0/1 ,
- Le bitume fluidité (cut-back) 400/600.

Les bitumes fluidités pourront être fabriqués sur place par fluidification de bitume pur 80/100 ou livrés sur chantier après fluidification .

#### **IV.4.17– Gravillons pour enduits superficiels :**

Les gravillons pour enduits superficiels (voies, trottoirs) proviendront exclusivement du concassage et du criblage de roches issues de carrières agréées.

Ils devront en outre satisfaire aux caractéristiques suivantes :

- Granulométrie

Les dimensions des granulats seront en principe celles de la classe :

- enduit bicouche : 1<sup>ère</sup> couche : 10/14  
2<sup>ème</sup> couche : 6/10
- enduit mono couche : 10/14

- Propreté du granulat

Le granulat sera lavé afin que le pourcentage en poids des particules inférieures à 0,08mm soit inférieur à UN POUR CENT (<1%) du poids de l'échantillon soumis à l'essai.



- Coefficient Los Angeles (L.A)

Le coefficient Los Angeles devra être inférieur à TRENTE (30) en granulométrie C.

- Résistance à l'usure

Le coefficient Micro-Deval en présence d'eau devra être inférieur ou égal à VINGT CINQ (25).

- Forme

La fraction pondérale des gravillons dont la somme de la longueur et de la grosseur est supérieure à CINQ (5) fois l'épaisseur ( $L+G>5e$ ) devra être inférieure à VINGT POUR CENT (20%).

#### **IV.4.18 – Terrassement :**

L'aménagement du terrain :

- Dressement général de la plate-forme et enlèvement des décombres avant l'exécution des travaux d'assainissement et d'aménagement de parking et d'espaces verts.

Les fouilles :

- Fouilles en rigole, en excavation, en tranchée, etc...

Les fouilles comprendront les dressements des parois et des fonds, tous jets de pelle, manutention, le pilonnage aux endroits de moindre compacité...

#### **IV.4.19 – Remblais :**

Les remblais seront fortement pilonnés par couche de 0,20m (20cm) d'épaisseur maximum. Les terres employées seront exemptes de tous débris végétaux, gravois ou autres. Elles ne devront ni gonfler, ni tasser. Les terres excédentaires seront évacuées ou mises en dépôt pour réutilisation.

#### **IV.4.20 – Béton :**

Les ouvrages en béton armé seront calculés suivant les règles BAEL 91.

Les bétons doivent être préparés mécaniquement, il est précisé que le BA doit être pervibré. Ces bétons seront mis en place et serrés par vibration dans la masse.

Pendant le coulage, il faudra tenir en réserve sur le chantier des quantités suffisantes de matériaux nécessaires à la fabrication des bétons pour éviter toute interruption de coulage.

#### **IV.4.21 – Composition des bétons :**

La composition des bétons devra être déterminée scientifiquement selon la granulométrie des gravillons et constamment ajustée au chantier à la suite des essais.

Les bétons ordinaires sont caractérisés par l'utilisation, en plus de sable, des gravillons 5/15 et 15/25.

L'utilisation d'un adjuvant devra faire l'objet de l'agrément de l'Autorité chargée du contrôle.

#### **IV.4.22 – Essai de béton :**

Tous les essais seront réalisés par le LNTPB. Dans la mesure où des essais de vérification donneraient des résultats insuffisants, l'ordre de destruction et de reprise des ouvrages concernés peut être fait, ou alors on prévoit une révision du prix si ceux-ci peuvent être utilisés en état.

#### **IV.4.23 – Caractéristiques mécaniques nominales des bétons :**

Les dosages et compositions des bétons définis ci-dessous ont été retenus pour permettre l'obtention sur le chantier de béton ayant au minimum les caractéristiques mécaniques suivantes exprimées en kg/cm<sup>2</sup>.

<b>DOSAGE : KG CIMENT PAR M3 D'OUVRAGE</b>	<b>COMPRESSION : KG/CM<sup>2</sup></b>	<b>TRACTION : KG/CM<sup>2</sup></b>
	28 jours	28 jours
250	180	18
300	230	20,5
350	270	22

Tableau 4 – Caractéristiques mécaniques nominales des bétons

#### **IV.4.24 – Coffrage :**

Il est en bois dur du pays ou demi-dur, parfaitement raidi pour éviter toutes déformations surtout au moment du coulage du béton.

La surface du coffrage devra présenter une correcte planéité et doit épouser la forme exacte des ouvrages à coffrer.

#### **IV.4.25 – Armatures :**

Elles seront façonnées à froid du premier coup aux dimensions strictement conformes aux dessins d'exécution.

Aucune déformation de ces armatures ne sera tolérée en dehors du façonnage prévu au projet. En particulier, il est rigoureusement interdit de plier les armatures pour le transport ou les dévier provisoirement après mise en place dans les coffrages.

Toute armature qui viendrait à être déformée devra être remplacée et non redressée.

Toute soudure même simple fixation est interdite.

**IV.4.26 – Hérissonnage :**

Le hérissonnage en pierres sèches de 0,15 m minimum sera parfaitement réglé et compacté.

**IV.4.27 – Maçonnerie :**

Les maçonneries de briques pleines seront hourdées au mortier dosé à 300kg de CPA. Les parements seront parfaitement dressés à la règle.

**IV.4.28 – Enduits :**

Les enduits verticaux seront exécutés en deux couches de 0,015m d'épaisseur au mortier dosé à 350kg de CPA.

1<sup>ère</sup> couche : Crépissage accompagnée d'un redressage sommaire sur toutes les surfaces à enduire

2<sup>ème</sup> couche : Finition de l'enduit, compris lissage à la truelle ou au bouclier.

La surface définitive de ces enduits devra présenter le même aspect et être bien plane. Un mouillage suffisant des murs sera obligatoirement nécessaire avant l'application des enduits.

**IV.4.29– Chape :**

Exécutée au mortier dosé à 450kg de CPA et de 0,02m d'épaisseur. Elle sera lissée à la truelle ou au bouclier suivant qu'elle soit de revêtement de sol ou devant recevoir des carrelages.

La chape de revêtement de sol sera bouchardée.

**IV.4.30 – Revêtements :**

Les revêtements verticaux et horizontaux en différentes catégories suivant usage (carreau de faïence, carreau grès cérame) seront du choix commercial et seront :

- à bord vif en remplissage
- à bord rond en rives.

#### **IV.4.31 – Menuiserie, quincaillerie :**

##### **a) Menuiserie bois**

Les sections ou épaisseurs des bois indiquées dans le cours de la description des ouvrages correspondent à celles des menuiseries finies, établies d'après les règles des normes française R.E.E.F .

Les menuiseries à établir ne pourront en aucun cas présenter des épaisseurs inférieures à celles indiquées dans les normes précitées.

Les bois seront travaillés avec le plus grand soin, les profils et assemblages seront exécutés parfaitement. Les parements bruts seront affleurés, les parements corroyés seront parfaitement dressés.

Les rives seront droites et non épaufrées.

Il ne pourra être employé de mastic ni autre pâte pour cacher les imperfections des bois. Le ponçage sera parfaitement effectué.

Toutes les menuiseries seront livrées sur le chantier sans couche d'impression. Après réception, il sera donné l'ordre d'exécuter immédiatement ces couches d'impression. Tout l'ensemble ou l'élément jugé défectueux lors de cette réception devra être remplacé, la réception définitive des ouvrages n'ayant lieu qu'à la fin du chantier.

#### b) Menuiserie métallique, Aluminium et PVC

Toutes les menuiseries métalliques seront livrées au chantier avec une couche antirouille du type chromate de zinc ou similaire. Lors de la réception, tout ensemble ou élément jugé défectueux devra être remplacé.

Toutes les menuiseries en Alu ou en PVC devront comporter des joints d'étanchéité entre les murs et les cadres.

#### c) Quincaillerie

Toute la quincaillerie sera mise en place avec le plus grand soin. Les entailles nécessaires auront la profondeur voulue pour ne pas altérer la force des bois. Elles présenteront la forme précise des ferrures.

Toutes les pièces de quincaillerie ou ferrure recevront une couche de minium de plomb ainsi que les entailles destinées à les recevoir.

Les ouvrages qui ne seraient pas convenablement posés pourront être déposés et remplacés. Pour la fixation des quincailleries, il sera interdit l'emploi des clous.

Les travaux de menuiserie comprennent la fourniture, la pose et le réglage de tous les éléments, y compris quincaillerie et les habillages de toutes sujétions pour une bonne finition de l'ensemble suivant les règles de l'art.

#### **IV.4.32 - Ferronnerie :**

Toutes les pièces métalliques seront livrées avec une couche de peinture antirouille.

Les grilles de protection seront confectionnées avec des aciers profilés ou tubes, des fers plats et assemblés à la soudure à l'arc électrique et seront posées avec des pattes à scellement de 140 mm.

#### **IV.4.33 - Plomberie sanitaire :**

Les alimentations en eau seront proportionnelles aux débits nécessités par le nombre d'appareils afin que ceux-ci aient un fonctionnement parfait.

Elles comprendront tout robinet d'arrêt nécessaire aux sectionnements de l'installation et à l'isolement de chaque groupe d'appareils.

Les canalisations de vidange seront en tube en fer galvanisé. Elles auront les sections suffisantes pour éviter tout engorgement ; elles comporteront tous les tés et bouchons de visite nécessaire à leur ramonage.

Les installations des appareils feront l'objet de contrôle et essais conformes aux normes, elles seront essayées et réglées, les prestations omises seront complétées.

#### **IV.4.34 - Electricité :**

##### **a) Installations intérieures**

Les installations intérieures seront exécutées conformément aux normes NFC.

Les sections des conducteurs, les calibres des coupe-circuits, des disjoncteurs seront conformes aux normes précitées et calculées de façon à permettre l'utilisation simultanée de toutes les installations.

##### **b) Tableaux de distribution générale**

Un tableau de distribution générale est à installer pour l'ensemble du bâtiment. Des tableaux de distribution par niveau et par zone sont également à installer. Chaque tableau sera repéré afin de permettre une distinction correcte de chaque pièce ou ensemble de pièces correspondant. Chaque tableau sera sous coffret.

Les coupe-circuits auront les calibres adéquats et une tension d'isolement.

Les éléments fusibles seront du type cylindrique de dimensions standards avec voyant témoin de fusion.

Le tableau de distribution générale sera câblé en aval direct de l'arrivée générale de la JIRAMA (local groupe de secours).

Les câbles seront enfouis à l'intérieur de tube de protection du type isorange avec fil d'aiguillage.

Les prises comportent toutes une borne terre (2P+T, 3P+T) et seront reliées électriquement à la terre.

#### c) Installations extérieures

Les câbles extérieures pour l'éclairage extérieur seront choisis comme suit:

- section suivant puissance points lumineux
- âme cuivre
- isolement au PVC

Les poteaux auront une hauteur minimum hors sol de 4m. Ils seront montés sur des dés en béton de dosage et dimensions correctes (350kg/m<sup>3</sup>).

Les câbles de liaisons terres seront reliés entre eux pour aboutir à une barrette de prise de terre. De celle-ci seront issus les câbles de cuivre nu de section 29mm, enterrés à une profondeur de 80cm et de 10m de longueur environ.

Les électrodes de terre seront constituées de piquet en tube galvanisé de dimensions 20x27, de 2,50m de longueur.

Les électrodes disposées en patte d'oie seront reliées aux câbles par brasure.



**IV.4.35 – Peinture :**

Tous travaux de peinture ne seront faits qu'après préparation des surfaces à peindre : époussetage, égrenage, brossage à la brosse dure des tâches de mortier sur les boiseries, de la couche de rouille sur les fers et aciers par martelage ou jet de sable ou tout autre procédé approprié, rebouchage des cavités, fissures ou joints de menuiseries, ponçage etc...

Peinture plastique à l'eau exécutée en deux couches sur une couche de préparation. Peinture à l'huile exécutée en deux couches sur couche d'impression, y compris tous travaux préparatoires. Peinture antirouille en une couche et deux couches de peinture glycérophtalique.

**IV.4.36 - Vitrerie :**

Pour l'ensemble des vitrages, les dénominations, les épaisseurs nominales et réelles, les tolérances sont celles du DTU.

Toutes les catégories de vitrerie sur les menuiseries en bois seront posées sous pare close bois.

**IV.4.37 – Escalier de secours :**

Ouvrage métallique constitué de :

- marches, limons et paliers métalliques
- garde corps en profilés métalliques
- largeur 10,80m/hauteur montée 10,80m

**IV.4.38 – Circuits téléphone et TV :**

Des réservations en tube isorange sont à placer pour les circuits téléphone et TV.

## **CHAPITRE V – PREDIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES**

Dans le cadre de l'Avant Projet Détaillé (APD), le Bureau d'Etudes est tenu de procéder au calcul de prédimensionnement des structures pour pouvoir, d'une part, les représenter sur les plans suivant leurs dimensions et, d'autre part, bien déterminer les quantitatifs du Cadre de Décomposition des Prix.

Dans le cadre de notre mémoire, nous présentons une partie des calculs qui ont été effectués pour ce prédimensionnement des structures : fondations, poteaux et poutres. Des sondages géotechniques ont été effectués par le Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment (LNTPB) sur le terrain du projet. Les résultats de ces sondages ont servi aux choix et calculs des fondations du bâtiment.

## **V.1 - PRINCIPES ET METHODES DE CALCULS**

Il y a encore quelques années, les calculs de prédimensionnements des structures dans le cadre de l'Avant Projet Détaillé (APD) étaient encore faits manuellement avec l'aide des machines à calculer programmables ou non et/ ou des abaques. Cela, non seulement, demandait beaucoup de temps mais n'optimisait pas les dimensions des ouvrages de sorte que, souvent, des problèmes surgissent en cours de l'appel d'offres ou en cours des travaux du fait des différences de quantités entre celles indiquées par le bureau d'études dans le cadre de la décomposition des prix et celles déterminées par les entreprises soumissionnaires ou l'entreprise titulaire. Depuis l'apparition des calculs assistés par ordinateurs (CAO), ces problèmes ont été atténués, voire annulés car le bureau d'études aussi bien que les entreprises mettent en œuvre cette méthode moderne de calculs. D'autre part, l'optimisation du coût de la construction constitue une des préoccupations du Promoteur ou Maître de l'ouvrage et ce, dès l'évaluation du projet par le bureau d'études ; il n'accepte plus d'importantes augmentations du coût en cours des travaux.

Pour les calculs de prédimensionnements des structures du bâtiment à quatre niveaux à usage de clinique privée, il a été fait usage du logiciel RoboBAT qui comporte en son sein, entre autres, les deux logiciels de calculs que nous avons mis en œuvre : le logiciel RobotCBS v.15.5 et le Robot Millenium.

Le RobotCBS v.15.5 est un logiciel qui calcule les descentes de charges. Il reçoit en « in put » les hypothèses de calculs (fissurations, milieu, caractéristiques des matériaux, effets du vent,...) et les caractéristiques dimensionnelles et constitutives de chaque niveau, et sort en « out put » toutes les descentes de charges, par poteaux, à tous les niveaux jusqu'aux fondations. Il est donné en annexe les résultats du calcul des descentes de charges du niveau -2 (au droit des fondations).

Quant au Robot Millenium, c'est un logiciel de calculs de structures qui effectue automatiquement les calculs de semelles, poutres, poteaux, longrines et poutres/ voiles en béton armé ainsi que les plans d'exécution (coffrages, ferrailages). Nous expliquons ci-après l'application de ce logiciel sur le calcul de structures (fondations, poteaux et poutres) du projet de bâtiment à quatre niveaux à usage de clinique privée.

## **V.2 - CHOIX ET CALCULS DES FONDATIONS**

Les résultats des sondages géotechniques réalisés par le Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment (LNTPB) sont donnés en annexe. Au total, les sondages effectués par le LNTPB sont constitués par :

- 4 Sondages au pénétromètre dynamique,
- 3 Sondages pressiométriques,

avec des profondeurs allant de 6,04m à 8,24m pour le pénétromètre dynamique, et de 6m à 7m pour le pressiomètre Ménard. Les conclusions de l'étude du LNTPB se résument comme suit :

- le site présente des caractéristiques mécaniques globales relativement homogènes ;
- les sols de fondations sont constitués de la surface en profondeur par :
  - . du limon argilo – sableux rouge, 3,50 à 4,00m d'épaisseur ;
  - . du sable argileux jaunâtre , 0,70 à 1,00m d'épaisseur ;
  - . du limon argilo – sableux rouge jaunâtre, sur 1,00 à 1,50m

d'épaisseur environ.

Par ailleurs, le rapport du LNTPB indique en son paragraphe 3 les valeurs des résistances de pointes «  $q_d$  » et des paramètres pressiométriques «  $E$  » (Module pressiométrique du sol) et «  $P_l$  » (Pression limite du sol).

### **V.2.1 - Etude du rapport de sol**

L'étude du rapport de sol LNTPB est conduite suivant le fascicule 62 titre V du CCTG français.

Après dépouillement des essais pressiométriques, il en ressort les valeurs suivantes :

$$P_l \approx 0,4 \text{ Mpa}$$

$$E_M \approx 6,0 \text{ Mpa}$$

D'où  $E_M/P_l = 15$

Le sol peut être classé en limon A.

On en déduit le coefficient  $\alpha = 1/2$  (pour le calcul de tassement en annexe)

### **V.2.2 - Calcul de la charge admissible**

La contrainte de rupture est :

$$q'_u = K_p \cdot P_{le}^*$$

Avec :  $K_p = 0,8 \cdot [1 + 0,25 \cdot (0,6 + 0,4 \cdot B/L) D_e/B]$

$P_{le}^*$  : pression équivalente

$K_p$  : facteur de portance

$D_e = 1,00\text{m}$  (encastrement dans le sol estimé)

$B / L = 1$  (semelles isolées carrées)

D'où  $K_p = 0,8 \cdot (1 + 0,25/B)$

$$q_s = q'_u / \gamma_p$$

Avec  $\gamma_p = 3$  à l'ELS

$\gamma$  : coefficient

Par sécurité, on considère la minimale de  $P_i$  à 2,00m de profondeur, soit 0,37 MPa.

On en déduit alors la contrainte limite ELS pour différentes tailles de semelles :

Dimensions semelle	$q_s(t/m^2)$
2,00 x 2,00	10,2
1,50 x 1,50	10,6
1,00 x 1,00	11,3
0,50 x 0,50	13,6

Tableau 5 : Contraintes limites ELS pour des dimensions de semelles

### **V.2.3 - Détermination du tassement admissible**

L'entraxe des fondations est, d'une manière générale, d'environ 3,00m.

Nous proposons de limiter le tassement à  $1/300^{\text{ème}}$  de cet entraxe, soit 1cm.

Pour le calcul, nous considérons à chaque niveau la plus petite valeur de  $E_m$  suivant les sondages réalisés. Les feuilles jointes en annexe donnent la charge maximale en fonction de diverses dimensions de semelle.

#### **V.2.4 - Choix des fondations**

Au vu des analyses du LNTPB et des résultats de nos calculs, nous pouvons proposer le système de fondations suivant :

- semelles isolées sous les poteaux, les dimensions étant déterminées par la plus contraignante des deux conditions (contrainte limite ou tassement),
- semelles filantes sous les murs de soutènement,
- dallage renforcé sous les cloisons et le départ d'escalier.

#### **V.2.5 - Calcul des armatures des fondations**

Le logiciel Robot Millenium reçoit en « in put » les hypothèses sur les matériaux (béton, acier), les dimensions de la semelle et les sollicitations (charges permanentes G et surcharges d'exploitation Q) et sort en « out put » l'effort normal appliqué (ELS et ELU), les résultats de la vérification vis-à-vis de la flexion et le ferrailage de la fondation.

A titre d'exemple, ci-dessous le calcul de ferrailage de la semelle filante SF1.

##### **1- Calcul de coefficient de raideur du sol hétérogène**

Longueur de la semelle : 3,63 m  
 Largeur de la semelle : 1,85 m  
 Largeur du fût : 0,23 m  
 Ancrage : 0,50 m  
 Coeff  $\alpha$  :  $\frac{1}{2}$

Forme de la	
<input type="radio"/>	Circulaire
<input checked="" type="radio"/>	Rectangulaire

R = 0,925 m  
 L/B = 1,96

	Prof.	E	MPa
E0	0,50	4,64	MPa
Er	1,43	4,62	MPa
E2r	2,35	3,88	MPa
E3r	3,28	4,20	MPa
E4r	4,20	5,02	MPa
E5r	5,13	4,95	MPa
E6r	6,05	5,97	MPa
E7r	6,98	5,97	MPa
E8r	7,90	5,97	MPa
E9r	8,83	5,97	MPa
E10r	9,75	5,97	MPa
E11r	10,68	5,97	MPa
E12r	11,60	5,97	MPa
E13r	12,53	5,97	MPa
E14r	13,45	5,97	MPa
E15r	14,38	5,97	MPa
E16r	15,30	5,97	MPa
E1	4,53 MPa		
E2	4,13 MPa		
E3/4/5	4,69 MPa		
E6/7/8	5,97 MPa		
E9à16	5,97 MPa		

Module sphérique  $E_c$  : 4,53 MPa  
Module déviatorique  $E_d$  : 4,69 MPa

coeff  $\infty$  : 0,500

$\lambda_c$  : 1,196

$\lambda_d$  : 1,514

D'où :

Coefficient de raideur $K = 7,18 \text{ MN/m}^3$
--

## II – Calcul de la longueur de la répartition des charges ponctuelles :

### I- DONNEES GENERALES

#### Matériaux :

##### Béton :

$f_{c28}$  = 25 MPa

$f_{t28}$  = 2,1 MPa

Module d'élasticité  $E$  = 10 820 MPa

##### Acier :

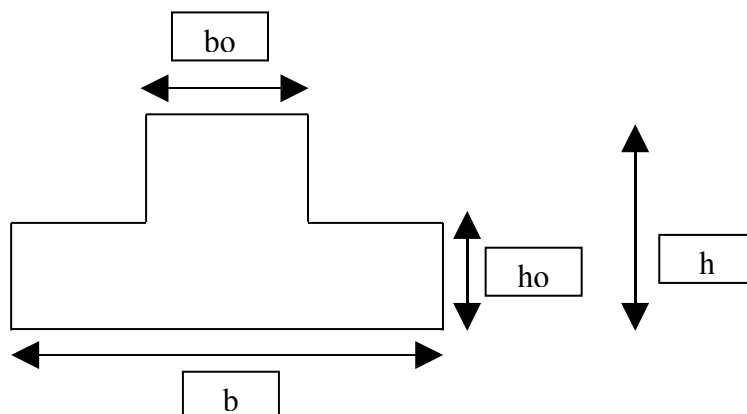
$F_e$  = 500 MPa



Sol:

Coefficient de raideur  $K = 7,18 \text{ MN/m}^3$

Semelle :



**b** = 185,00 cm

**bo** = 30,00 cm

**h** = 50,00 cm

**ho** = 23,00 cm

Poteaux :

Position du poteau : Intermédiaire

Distance entre nus de deux poteaux (gauche) = 3,63 m  
(droite) = 3,63 m

Dimension d'un poteau parallèlement à la semelle  $a = 0,23 \text{ m}$

## II- LONGUEUR DE TRANSFERT : $L_o$

$L_o = 2,16 \text{ m}$

## III- LONGUEUR DE REPARTITION DES CHARGES :

$l_w$	= 1,82 m
$l_e$	= 1,82 m
$L$	= 3.86 m

Etant donné que :

- la longueur de répartition des charges n'est autre que l'entraxe des poteaux ;
- les rapport P/L pour chaque poteau, sont sensiblement égaux avec P et L sont respectivement les charges ponctuelles venant du poteau et la longueur influencée ;

alors, on peut considérer, pour le dimensionnement du raidisseur, que la réaction du sol est uniformément répartie sur toute la longueur et est égale à :

$$\frac{\sum P}{L_{Total}} - \text{Poids du mur (niv. : -2)}$$

En effet, pour la semelle filante **SF1**, on aura :

### Charges permanentes G :

$$\bullet \frac{\sum G}{L} \approx \frac{65,7 + 60,8 + 60,4 + 60,2 \times 2 + 37,9 \times 2 + 60,3 + 60,4 + 53,6 + 60,3 \times 2 + 34 \times 2 + 60,3 + 61,5 + 60,7 + 57 + 36,8}{62,3} \approx 15,9 \text{ t/ml}$$

$$\bullet \text{ Poids du mur : } 0,3 \times 2,85 = 0,8$$

$$\Rightarrow G = 15,1 \text{ t/ml}$$

### Surcharges Q :

$$\bullet \frac{\sum Q}{L} \approx \frac{4,5 + 9,5 \times 2 + 9,4 \times 2 + 4,8 \times 2 + 9,4 + 9,5 + 9,4 + 9,5 + 9,4 + 4,8 \times 2 + 9,4 \times 2 + 9,5 + 9,64,5}{62,3} \approx 2,4$$

$$\Rightarrow Q = 2,4 \text{ t/ml}$$

Même raisonnement pour les autres cas.

## FERRAILLAGE DE LA SEMELLE

### DONNEES GENERALES

Béton :

$$f_{c28} = 25,00 \text{ MPa}$$

$$f_{t28} = 2,10 \text{ MPa}$$

Acier :

$$f_e = 500,00 \text{ MPa}$$

Semelle :

$$\text{Base } b' = 185,00 \text{ cm}$$

$$\text{Epaisseur } e = 25,00 \text{ cm}$$

$$\text{Fut } b = 30,00 \text{ cm}$$

### SOLLICITATIONS

$$\text{Charges permanentes } G = 15,10 \text{ t/ml}$$

$$\text{Surcharges d'exploitation } Q = 2,45 \text{ t/ml}$$

$$\text{Effort normal appliqué : ELS } P = 17,55 \text{ T}$$

$$\text{ELU } P_u = 24,06 \text{ T}$$

### VÉRIFICATION VIS A VIS DE LA FLEXION

$$\text{Contrainte sol ELS } q_u = 13,01 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Moment ELU } M_u = 3,91 \text{ Tm}$$

$$A_x = 4,19 \text{ cm}^2$$

$$\text{Soit: } 9 \text{ HA } 8 \quad \text{d'où} \quad \text{HA8 } e = 11 \text{ cm}$$

$$\text{Répartition : } 4 \text{ HA } 6$$

### V.3 - CALCUL DES POTEAUX

Le logiciel Robot Millenium reçoit en « in put » les hypothèses sur les matériaux (béton, acier), les charges et les surcharges (charges permanentes G et surcharges d'exploitation Q) et la longueur du poteau ; il sort en « out put » l'effort normal appliqué (ELS et ELU), les dimensions du poteau, l'effort normal ultime et le ferrailage du poteau.

A titre d'exemple, ci-dessous le calcul de ferrailage du poteau N°69 de dimensions 23x35cm.

I- **Section du poteau :**

$$b = 23 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

II- **Armature minimale A :**

$$A_{min} = 4,64 \text{ cm}^2$$

$$A_{max} = 40,250 \text{ cm}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} A_{min} = 4,64 \text{ cm}^2 \\ A_{max} = 40,250 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \rightarrow \boxed{6}^T \boxed{2} \text{ soit } 18,85 \text{ cm}^2$$

III- **Caractéristiques des matériaux :**

$$f_{e/ys} = 435 \text{ MPa}$$

$$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$$

$$\gamma_b = 1,5$$

IV- **Effort normal ultime Nuc**

$$\text{- Longueur du poteau} \quad l = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{- Section réduite} \quad Br = 693 \text{ cm}^2$$

$$\text{- Elancement} \quad \lambda = 31,63$$

$$\text{- Coefficient} \quad \alpha = 0,73$$

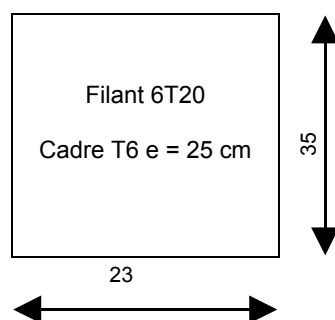
D'où :

$$\boxed{Nuc = 153,68 \text{ t}}$$

## V- Ferraillage

Armature principale : Filant 6T20

Répartition : Cadre T 6 e = 25 cm



### V.4 - CALCUL DES POUTRES

Le logiciel Robot Millenium reçoit en « in put » les hypothèses sur les matériaux (béton, acier), les chargements (charges permanentes G et surcharges d'exploitation Q); il sort en « out put » les ferraillages pour chaque travée de la poutre.

A titre d'exemple, ci-dessous le calcul de ferrailage de la poutre file B axe 7-

13.

### Chargements :

#### Répartis :

Type	Nature	Liste	$X_0$ (m)	$P_{z0}$ (T/m)	$X_1$ (m)	$P_{z1}$ (T/m)	$X_2$ (m)	$P_{z2}$ (T/m)	$X_3$ (m)
répartie	permanente	1	0,00	0,287	3,21	-	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	1	0,00	0,661	1,60	0,613	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	1	1,60	0,613	3,21	0,569	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	1	0,00	0,301	1,60	0,278	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	1	1,60	0,278	3,21	0,259	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	1	0,00	2,670	1,60	1,170	-	-	-
répartie	permanente	1	1,60	1,170	3,21	-	-	-	-
répartie	permanente	2	0,00	0,287	3,30	-	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	2	0,00	0,423	1,65	0,822	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	2	1,65	0,822	3,30	0,415	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	2	0,00	0,192	1,65	0,374	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	2	1,65	0,374	3,30	0,189	-	-	-
répartie	permanente	2	0,00	1,170	3,30	-	-	-	-
répartie	permanente	3	0,00	0,287	3,30	-	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	3	0,00	0,657	1,65	0,535	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	3	1,65	0,535	3,30	0,676	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	3	0,00	0,299	1,65	0,243	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	3	1,65	0,243	3,30	0,307	-	-	-
répartie	permanente	3	0,00	1,170	3,30	-	-	-	-
répartie	permanente	4	0,00	0,287	3,30	-	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	4	0,00	0,636	1,65	0,582	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	4	1,65	0,582	3,30	0,613	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	4	0,00	0,289	1,65	0,265	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	4	1,65	0,265	3,30	0,279	-	-	-
répartie	permanente	4	0,00	1,170	3,30	-	-	-	-
répartie	permanente	5	0,00	0,287	3,30	-	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	5	0,00	0,415	1,65	0,812	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	5	1,65	0,812	3,30	0,412	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	5	0,00	0,189	1,65	0,369	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	5	1,65	0,369	3,30	0,187	-	-	-
répartie	permanente	5	0,00	1,170	3,30	-	-	-	-
répartie	permanente	6	0,00	0,287	3,30	-	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	6	0,00	0,412	1,65	0,809	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	6	1,65	0,809	3,30	0,412	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	6	0,00	0,187	1,65	0,368	-	-	-
1 trapézoïdale	d'exploitation	6	1,65	0,368	3,30	0,187	-	-	-
1 trapézoïdale	permanente	6	1,65	1,170	3,30	2,670	-	-	-
répartie	permanente	6	0,00	1,170	1,65	-	-	-	-

**26 : Travée de 14,35 à 17,65 (m)****Ferraillage longitudinal :**

Aciers inférieurs  
2 HA 12,0  $l = 3,48$  de 14,26 à 17,74

Aciers de montage (haut)  
2 HA 8,0  $l = 2,03$  de 14,99 à 17,01

Chapeaux  
2 HA 12,0  $l = 2,21$  de 13,13 à 15,34

**Aciers de peau :**

2 HA 12,0  $l = 3,48$  de 14,26 à 17,74

9 Ep HA 6,0  $l = 0,29$

$e = 1 \times 0,05 + 8 \times 0,40$  (m)

**Ferraillage transversal :**

13 Cad HA 8,0  $l = 0,86$

$e = 1 \times 0,20 + 5 \times 0,25 + 2 \times 0,20 + 5 \times 0,25$  (m)

**27 : Travée de 17,88 à 21,18 (m)****Ferraillage longitudinal :**

Aciers inférieurs  
2 HA 12,0  $l = 3,78$  de 17,80 à 21,39

2 HA 12,0  $l = 3,26$  de 17,79 à 21,05

Aciers de montage (haut)  
2 HA 8,0  $l = 2,36$  de 18,52 à 20,87

Chapeaux  
2 HA 12,0  $l = 2,21$  de 16,66 à 18,87  
2 HA 12,0  $l = 0,84$  de 17,34 à 18,19  
2 HA 12,0  $l = 1,01$  de 20,53 à 21,35

**Aciers de peau :**

2 HA 12,0  $l = 3,48$  de 17,79 à 21,27

9 Ep HA 6,0  $l = 0,29$

$e = 1 \times 0,05 + 8 \times 0,40$  (m)

**Ferraillage transversal:**

13 cad HA 8,0  $l = 0,86$

$e = 1 \times 0,20 + 5 \times 0,25 + 2 \times 0,20 + 5 \times 0,25$  (m)

Aciers inférieurs				
2	HA	12,0		$l = 3,78$ de 0,03 à 3,62
2	HA	12,0		$l = 3,25$ de 0,37 à 3,62
Aciers de montage (haut)				
2	HA	8,0		$l = 2,36$ de 0,54 à 2,89
Chapeaux				
2	HA	12,0		$l = 1,01$ de 0,07 à 0,89
<b>Aciers de peau :</b>				
2	HA	12,0		$l = 3,48$ de 0,14 à 3,62
9	Ep HA	6,0		$l = 0,29$
$e = 1 \times 0,05 + 8 \times 0,40$ (m)				
<b>Ferraillage transversal:</b>				
13	cad HA	8,0		$l = 0,86$
$e = 1 \times 0,20 + 5 \times 0,25 + 2 \times 0,20 + 5 \times 0,25$ (m)				

### **23 : Travée de 3,76 à 7,06 (m)**

#### **Ferraillage longitudinal:**

Aciers inférieurs				
2	HA	12,0		$l = 3,48$ de 3,67 à 7,15
Aciers de montage (haut)				
2	HA	8,0		$l = 2,03$ de 4,40 à 6,42
Chapeaux				
2	HA	12,0		$l = 2,21$ de 2,54 à 4,75
2	HA	12,0		$l = 0,84$ de 3,22 à 4,07
<b>Aciers de peau :</b>				
2	HA	12,0		$l = 3,48$ de 3,67 à 7,15
9	Ep HA	6,0		$l = 0,29$
$e = 1 \times 0,05 + 8 \times 0,40$ (m)				
<b>Ferraillage transversal:</b>				
13	cad HA	8,0		$l = 0,86$
$e = 1 \times 0,20 + 5 \times 0,25 + 2 \times 0,20 + 5 \times 0,25$ (m)				

### **24 : Travée de 7,29 à 10,59 (m)**

#### **Ferraillage longitudinal :**

Aciers inférieurs				
2	HA	12,0		$l = 3,48$ de 7,20 à 10,68
Aciers de montage (haut)				
2	HA	8,0		$l = 2,03$ de 7,93 à 9,95
Chapeaux				
2	HA	12,0		$l = 2,21$ de 6,07 à 8,28
<b>Aciers de peau :</b>				
2	HA	12,0		$l = 3,48$ de 7,20 à 10,68
9	Ep HA	6,0		$l = 0,29$
$e = 1 \times 0,20 + 5 \times 0,25 + 2 \times 0,20 + 5 \times 0,25$ (m)				
<b>Ferraillage transversal:</b>				
13	cad HA	8,0		$l = 0,86$
$e = 1 \times 0,20 + 5 \times 0,25 + 2 \times 0,20 + 5 \times 0,25$ (m)				



**25 : Travée de 10,82 à 14,12 (m)****Ferrailage longitudinal :**

Aciers inférieurs

2 HA 12,0  $l = 3,48$  de 10,73 à 14,21

Aciers de montage (haut)

2 HA 8,0  $l = 2,03$  de 11,46 à 13,48

Chapeaux

2 HA 12,0  $l = 2,21$  de 9,60 à 11,81**Aciers de peau :**2 HA 12,0  $l = 3,48$  de 10,73 à 14,219 Ep HA 6,0  $l = 0,29$  $e = 1 \times 0,05 + 8 \times 0,40$  (m)**Ferrailage transversal:**13 cad HA 8,0  $l = 0,86$  $e = 1 \times 0,20 + 5 \times 0,25 + 2 \times 0,20 + 5 \times 0,25$  (m)

## **CHAPITRE VI – COUT DU PROJET**

## **VI.1 - PRINCIPES D'EVALUATION DU PROJET**

Au stade de l'Avant Projet Détaillé (APD), le bureau d'études est tenu de fournir une évaluation du coût du projet qui va, d'une part, permettre au Promoteur ou Maître de l'Ouvrage de boucler le montage financier de son projet et, d'autre part, servir de référence à l'analyse des offres financières des entreprises soumissionnaires.

Cette évaluation est faite sur la base du Cadre de Décomposition de Prix qui indique les quantités, les prix unitaires et le montant de chaque nature de travaux. Les quantités ont été déterminées à partir des plans de l'Avant Projet Détaillé (APD) et des spécifications techniques des travaux. Les prix unitaires proviennent d'une base de données du bureau d'études relatives aux prix calculés et actualisés tous les trois mois, suivant les variations des divers prix entrant dans leurs calculs (main d'œuvre, matériaux, transports,...) obtenues par voie d'enquêtes et analyse et synthèse des prix des entreprises.

## **VI.2 - EVALUATION DU PROJET**

Pour le projet du bâtiment à quatre niveaux à usage de clinique privée d'Ambatobe, le bureau d'études a procédé à une évaluation du projet suivant les principes cités ci-dessus (à partir des prix unitaires de sa base de données). Par ailleurs, il a été demandé ensuite à trois grandes entreprises, sur la base uniquement du Cadre de Décomposition de Prix (donné en annexe), de fournir leur proposition de prix.

L'évaluation finale du bâtiment a été faite après dépouillement, analyse et synthèse de l'ensemble des prix obtenus (prix du bureau d'études et prix des 3 entreprises).

Il est donné dans les tableaux ci-après le coût du projet arrêté au niveau de l'Avant Projet Détaillé (APD) suivant les grandes rubriques du Cadre de la

Décomposition de Prix. Il est à noter que le coût des VRD et aménagements extérieurs est inclus dans cette évaluation.

(En Milliers FMG)

N°	DESIGNATIONS	MONTANT
1	Installation de chantier.....	110 900
2	Terrassements.....	444 000
3	Infrastructures .....	900 000
4	Superstructures.....	4 747 500
5	Carrelage – Revêtement .....	640 000
6	Menuiseries bois.....	218 540
7	Menuiseries ALU et PVC.....	345 000
8	Menuiseries métalliques.....	646 000
9	Charpente – Couverture – Plafonnage – DEP.....	537 000
10	Peinture.....	238 000
11	Electricité.....	1 648 000
12	Plomberie sanitaire.....	915 000
13	Etanchéité.....	370 000
14	Voiries et réseaux divers.....	250 000
15	Mur de soutènement – Clôture.....	140 000
TOTAL HT.....		12 149 940
TVA : 20%.....		2 429 988
TOTAL TTC.....		14 579 928

Tableau 6 : Coût du bâtiment – VRD/ aménagements extérieurs

Par ailleurs, nous donnons ci-après le coût de deux équipements techniques (ascenseurs et équipements sécurité incendie).

(En Milliers FMG)

N°	DESIGNATIONS	MONTANT
1	Monte malade et ascenseur	1 648 000
2	Protection incendie (colonne sèche, RIA, colonne humide) et robinets d'arrosage .....	101 000
TOTAL HT.....		1 749 000
TVA : 20%.....		349 800
TOTAL TTC.....		2 098 800

Tableau 7 : Coût équipements techniques.

Le coût total , TVA comprise, du projet est estimé à :

$$14\,579\,928\,000 \text{ FMG} + 2\,098\,800\,000 \text{ FMG} = \mathbf{16\,678\,728\,000 \text{ FMG}}$$



## **CHAPITRE VII – ELABORATION DU PLANNING D' EXECUTION**



## **VII.1 - PRINCIPES D'ELABORATION DU PLANNING D'EXECUTION DU PROJET**

Eu égard au volume et à l'importance du projet à réaliser, seules les entreprises de grande envergure équipées de grands moyens adéquats (grues, camions bennes à toupie, etc...) ont été considérées aptes à exécuter les travaux. Le planning est ainsi élaboré sur la base des capacités techniques et financières des grandes entreprises.

Pour l'élaboration du planning, il a été fait usage du logiciel MS PROJECT qui, à partir de la date du début et de la durée de chaque tâche, établit le planning respectant les contraintes d'échelonnement des diverses tâches à exécuter.

## **VII.2 - LE PLANNING D'EXECUTION DES TRAVAUX**

Le planning d'exécution des travaux ainsi établi est donné à la page suivante. Il fait apparaître que le délai prévisionnel pour l'exécution des travaux est de 20 mois.



## **CHAPITRE VIII – CONCLUSION GENERALE**

L'élaboration d'un projet de bâtiment répondant aux normes techniques des constructions doit suivre un processus logique, faisant appel à des professionnels en matière de conception et d'études (Architectes, Ingénieurs, Economistes, etc...). Ce processus est reconnu et respecté dans les pays développés mais souvent méconnu et non appliqué dans les pays en voie de développement dont Madagascar. Le non respect de ce processus engendre toujours de graves désagréments aux Promoteurs pendant l'exécution des travaux (litiges entre le Promoteur et l'Entreprise, coûts non maîtrisés,...) et surtout pendant l'exploitation du bâtiment (anomalies et malfaçons, mauvaises fonctionnalités, faible durée de vie, coût élevé de l'entretien et de la maintenance,...).

Cette étude a essayé de mettre en exergue ce processus à suivre dans le cadre d'un projet de bâtiment à usage de clinique privée. Il convient particulièrement de signaler l'importance du levé topographique du terrain sur lequel sera édifié le bâtiment, levé permettant de dessiner le plan faisant apparaître les éléments planimétriques et altimétriques du terrain. Ce document plan est le support du projet ; de sa qualité et de sa précision dépendent, dès le départ, l'exactitude et la valeur du projet.

Par ailleurs, il conviendrait également d'attirer l'attention sur l'intérêt du procès verbal d'alignement établi par les services techniques de la Mairie et du Ministère de l'Aménagement du Territoire à la demande du Promoteur. Ce procès verbal d'alignement indique les prescriptions d'urbanisme que le Promoteur devrait respecter dans le cadre de son projet, à savoir : les servitudes d'alignement, la surface de bâtiment pouvant être construit par rapport à la surface du terrain, le prospect (hauteur du bâtiment, nombre de niveaux), toutes autres servitudes grevant le terrain (servitude de passage, servitude PTT, etc...) et la nature de la zone de construction (faible, moyenne ou forte densité). Il faut éviter de commencer l'étude de l'Avant Projet Sommaire avant de disposer de ce procès verbal.

Ce mémoire nous a permis et permettra à tous ceux qui le liront, osons nous l'espérer, de mieux comprendre le processus à suivre dans le cadre de l'élaboration d'un projet de bâtiment de grande envergure type clinique et surtout de mieux saisir l'importance et l'intérêt de l'application des normes techniques sur les bâtiments en général et les normes techniques spécifiques du bâtiment à réaliser. Les calculs de prédimensionnement de structures que nous avons présentés nous ont fait bien saisir les applications professionnelles des calculs de béton armé et en particulier de l'optimisation des structures dans le but d'une bonne économie sur le coût du projet. Nous avons pu également nous familiariser avec les logiciels de CAO de calculs de structures et du logiciel MS Project pour l'élaboration de planning. Il est incontestable qu'à l'heure actuelle, le secteur BTP, pour sa filière études et conception, est en grande partie informatisé (dessins et calculs assistés par ordinateurs). La formation d'Ingénieurs devrait, à notre avis, suivre cette évolution.

Enfin, nous osons espérer que ce mémoire puisse apporter une aide, aussi minime soit-elle, à toute personne physique ou morale désirant réaliser une étude de projet de bâtiment. Qu'il soit ainsi un outil de normalisation et d'un développement du secteur du BTP à Madagascar.

## TABLE DES MATIERES

Avant propos.....	
Sommaire.....	
Remerciement.....	i
Liste des notations, abréviations, unités.....	ii
Liste des schémas et figures.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des annexes.....	vi
Chapitre I	INTRODUCTION
	I.1- Considérations Générales.....2
	I.2- Objet de notre étude.....5
	I.3- But de notre étude.....
6	
Chapitre II	RAISON ET JUSTIFICATIONS DU PROJET “ ESPACE CLINIQUE” PRIVEE D ‘AMBATOBÉ
	II.1- Préambule.....8
	II.2- Raisons du projet.....9
	II.3- Justification du projet.....

Chapitre III	PRESENTATION GENERALE DU PROJET
	III.1- Localisation du projet.....20
	III.2- La Clinique Privée d'Ambatobe.....21
Chapitre IV	ETUDE DE L' AVANT PROJET DETAILLE
	IV.1- Avant-propos.....24
	IV.2- Normes techniques spécifiques.....25
	IV.3- Les plans de l'avant projet détaillé.....43
	IV.4- Les spécifications techniques d'exécution.....44
Chapitre V	LE PREDIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES
	V.1- Principes et méthodes de calcul.....62
	V.2- Choix et calcul des fondations.....63
	V.3- Calcul des poteaux.....71
	V.4- Calcul des poutres.....72
Chapitre VI	COUT DU PROJET
	VI.1- Principe d'évaluation du projet.....78
	VI.2- Evaluation du projet.....78

## Chapitre VII ELABORATION DU PLANNING D 'EXECUTION

VII.1- Principe d'élaboration du planning d'exécution du  
projet..84

VII.2- Le planning d'exécution des travaux.....  
.....84

## Chapitre VIII CONCLUSION GENERALE

Table des matières.....88

Bibliographie .....91



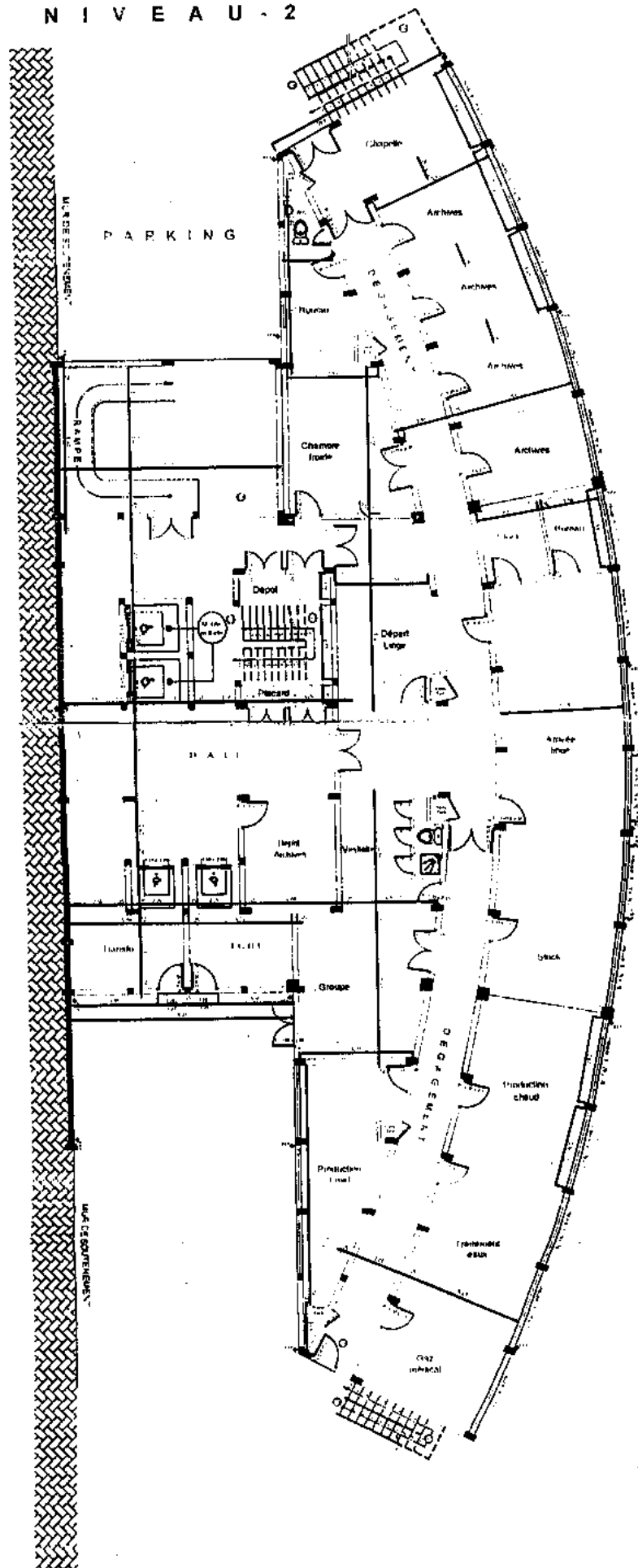
## Bibliographie

- 1) JM Dertrac, D.Lefèvre, Y.Maldent, S.Vila  
Memotech Génie Civil  
Editions CASTELLA, 1996 – 473pages
- 2) Programmation des bâtiments : Méthodologie et cas pratiques  
Marc MORO  
Edition Eyrolles, 2000 – 425 pages
- 3) Encyclopédie pratique de la Construction et du Bâtiment  
Edition QUILLET – 3 volumes
- 4) Hospitalisation nouvelle n°262, 1999 – 16pages
- 5) Etude de faisabilité d'une Clinique privée à Antananarivo, 1993 – 58pages.
- 6) Montage juridique de la reprise de la Clinique Lamarque de la Réunion, 1994  
– 10pages.
- 7) Dossier : Termes de référence pour fluides médicaux.
- 8) Dossier : ascenseur et monte charge pour hôpitaux et cliniques, Climatel –  
20pages
- 9) Dossier : Les normes des projets de construction d'hôpitaux, 60 pages.
- 10) Cours dispensés à l'ESPA.
- 11) Cahier des charges relatifs à la réalisation de la Clinique Privée d'Ambatobe,  
[SECE – 73 pages.](#)

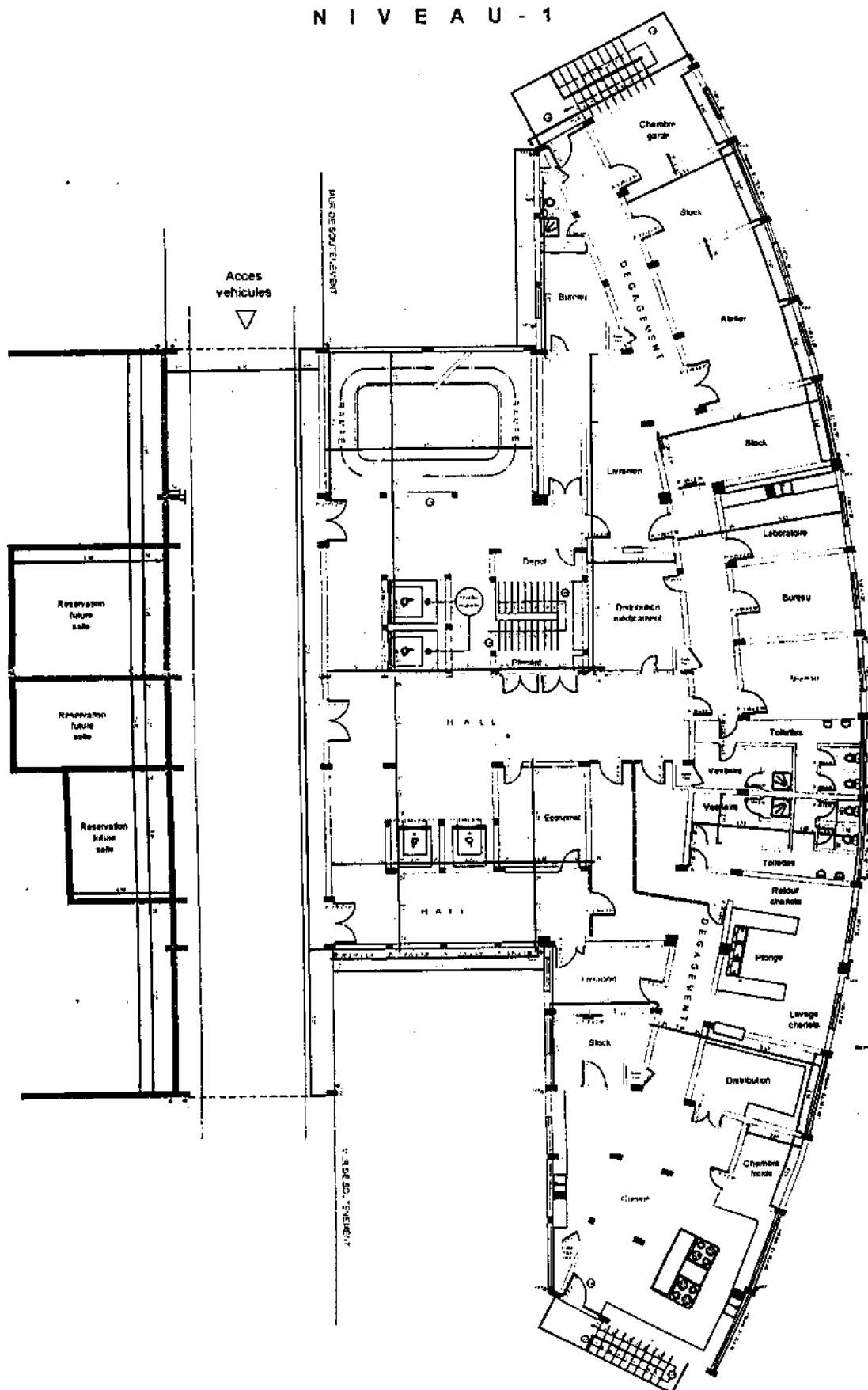


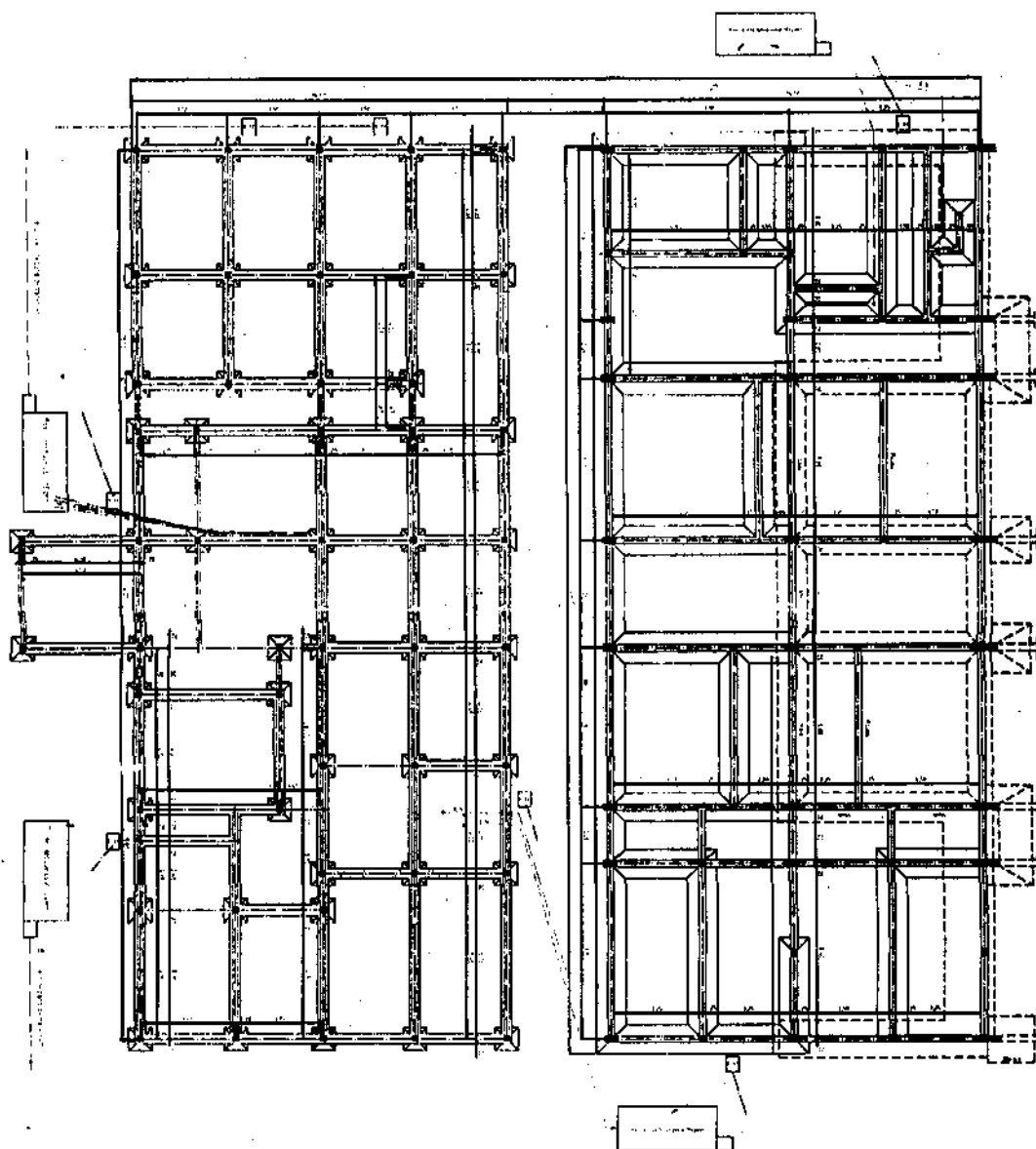
ANNEXE 1

**PLANS DE L'APD**



N I V E A U - 1



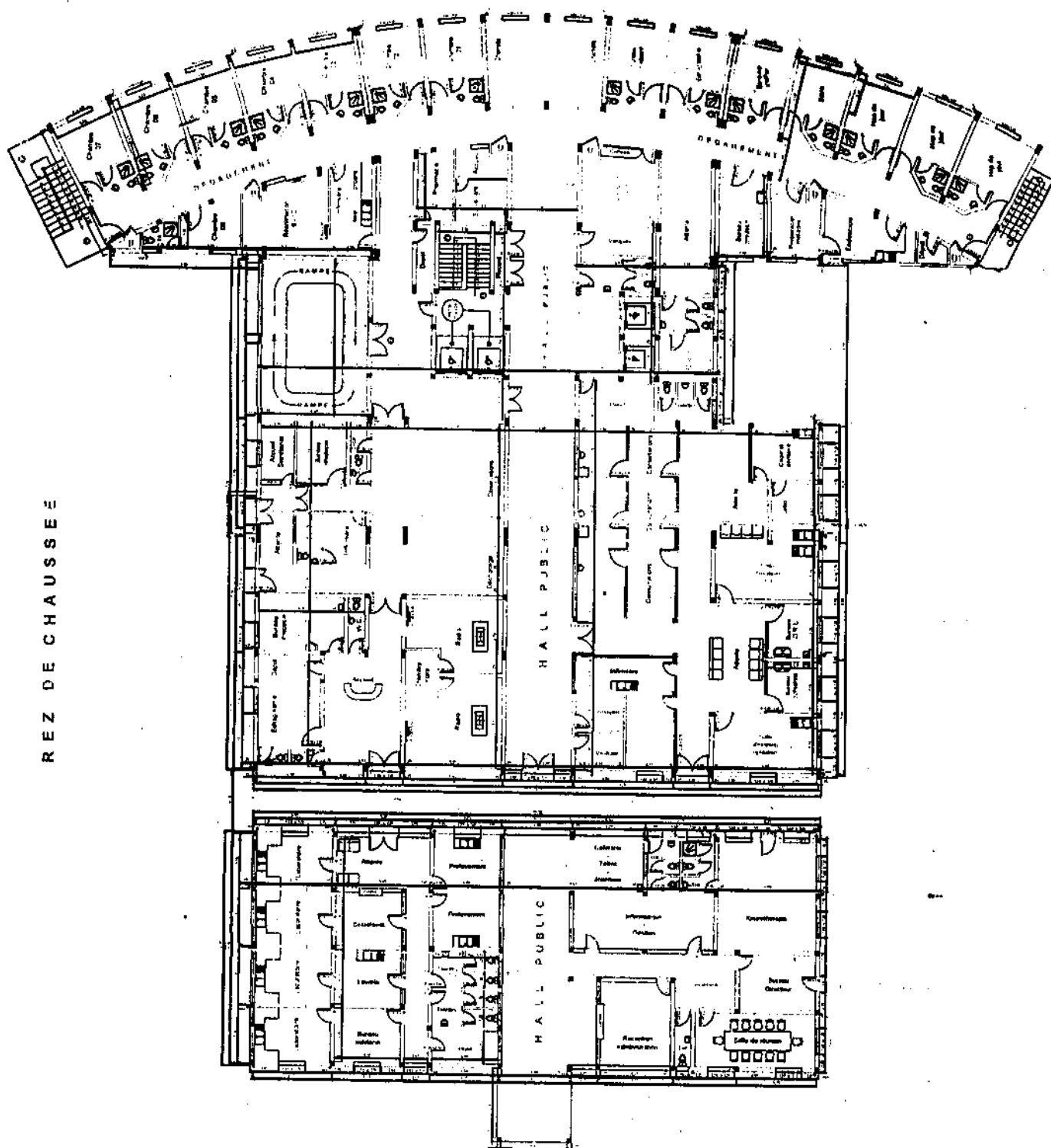
FODATIONS  
RDC

Espace Centre d'AMBATOBE

FODATIONS RDC

Ech. 1/200

REZ DE CHAUSSEE

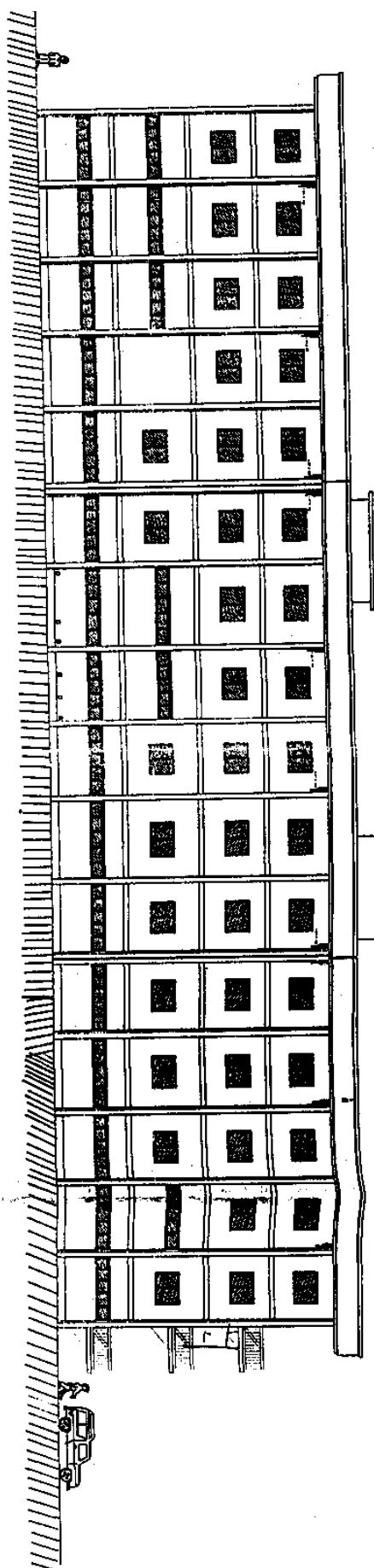


Espace Clinique d'AMBATOGE

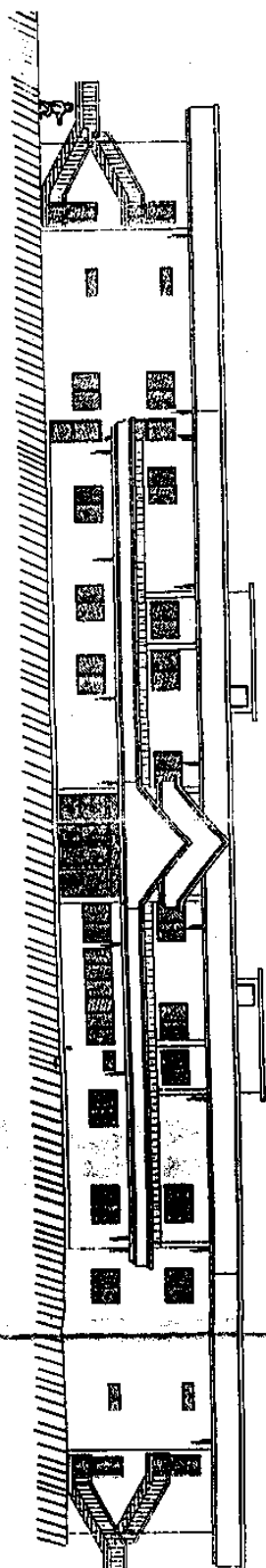
REZ DE CHAUSSEE

Ech: 1/250

FACADE POSTERIEURE



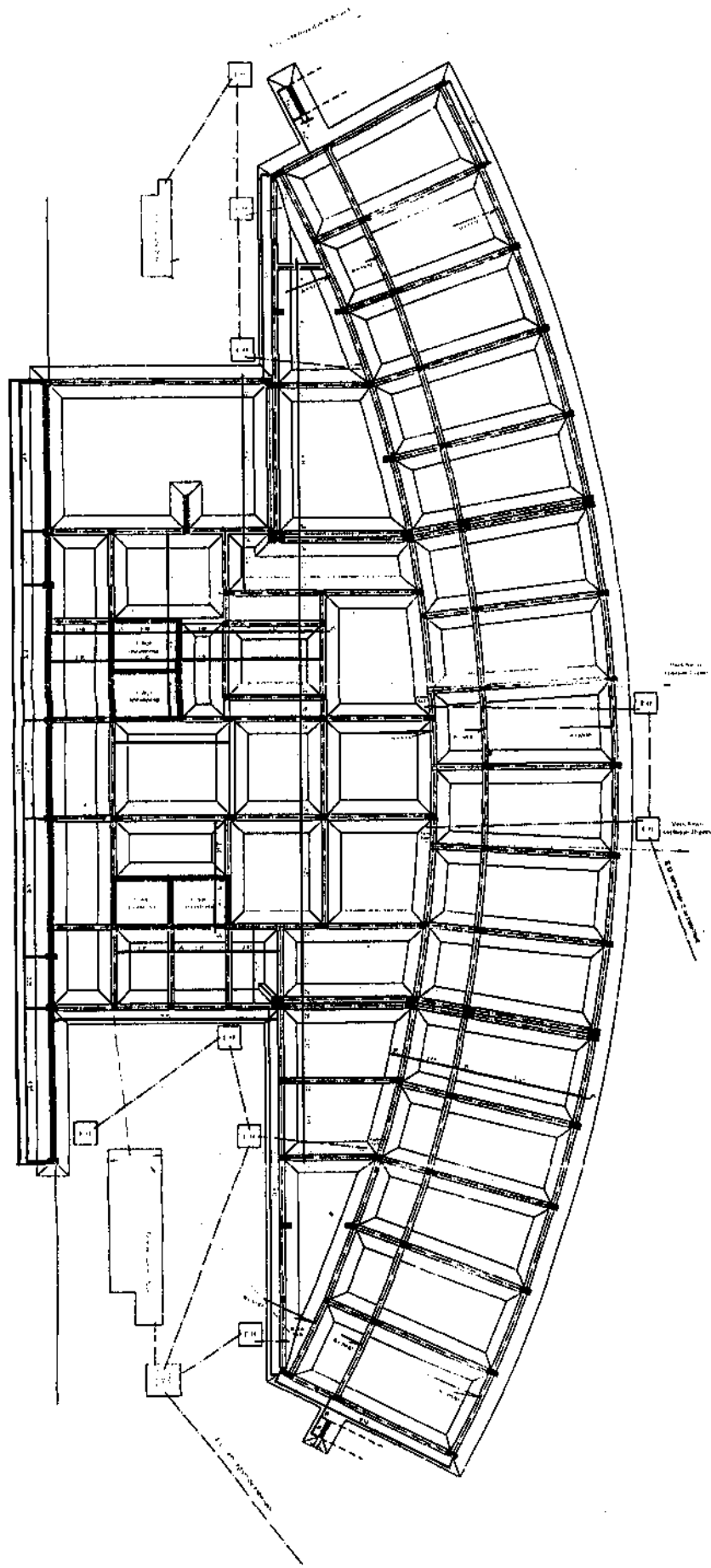
FACADE PRINCIPALE



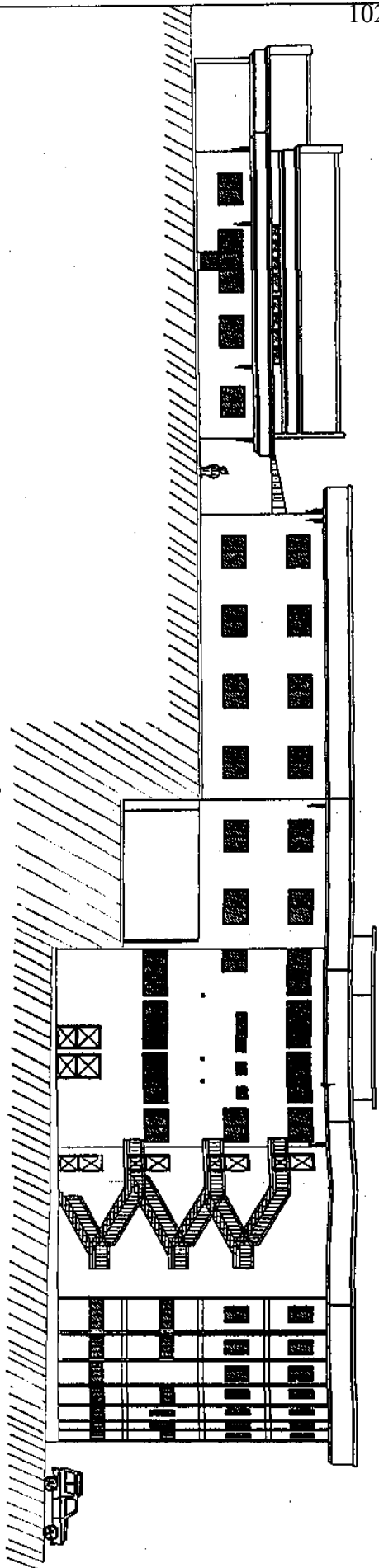
Espace Centre d'AMBATORE  
FACADE POSTERIEURE  
FACADE PRINCIPALE

Ech: 1/200

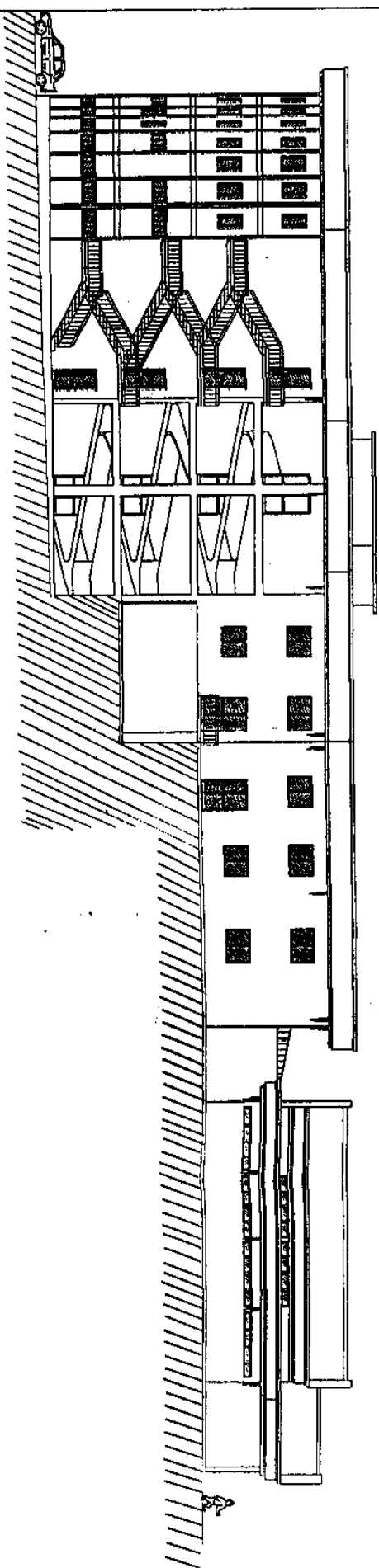




FACADE LATÉRALE DROITE

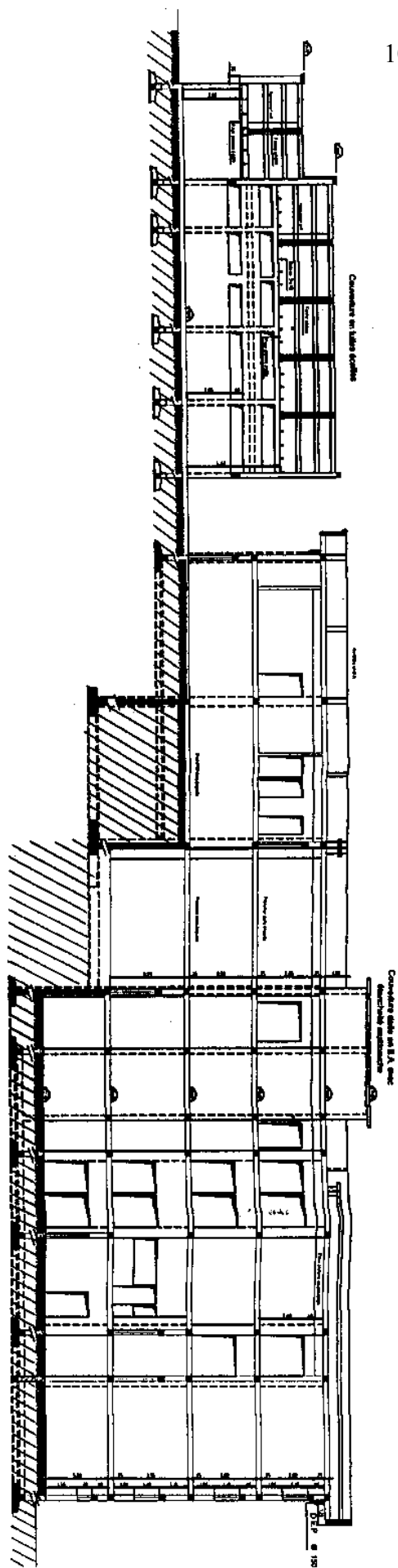


FACADE LATÉRALE GAUCHE

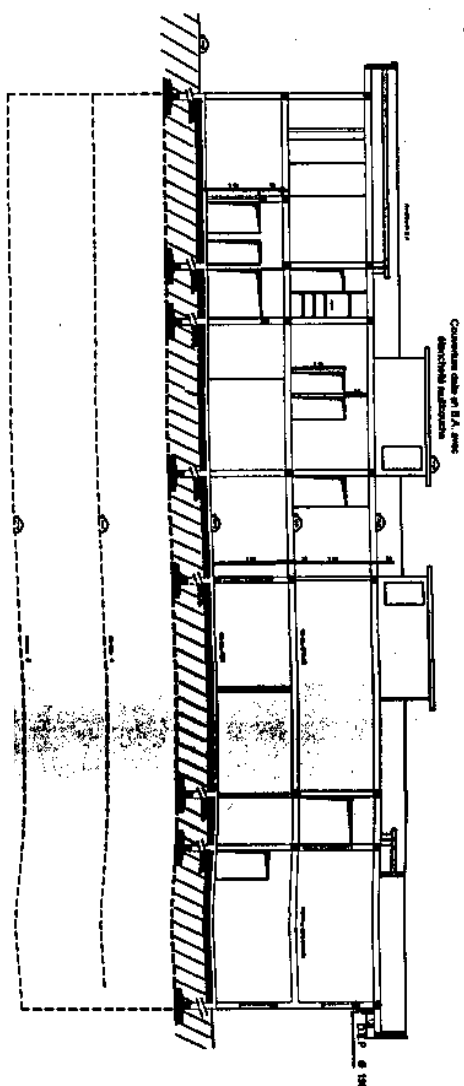


Especo Critique d'AMBATORE	
FACADE LATÉRALE DROITE	Ech.
FACADE LATÉRALE GAUCHE	

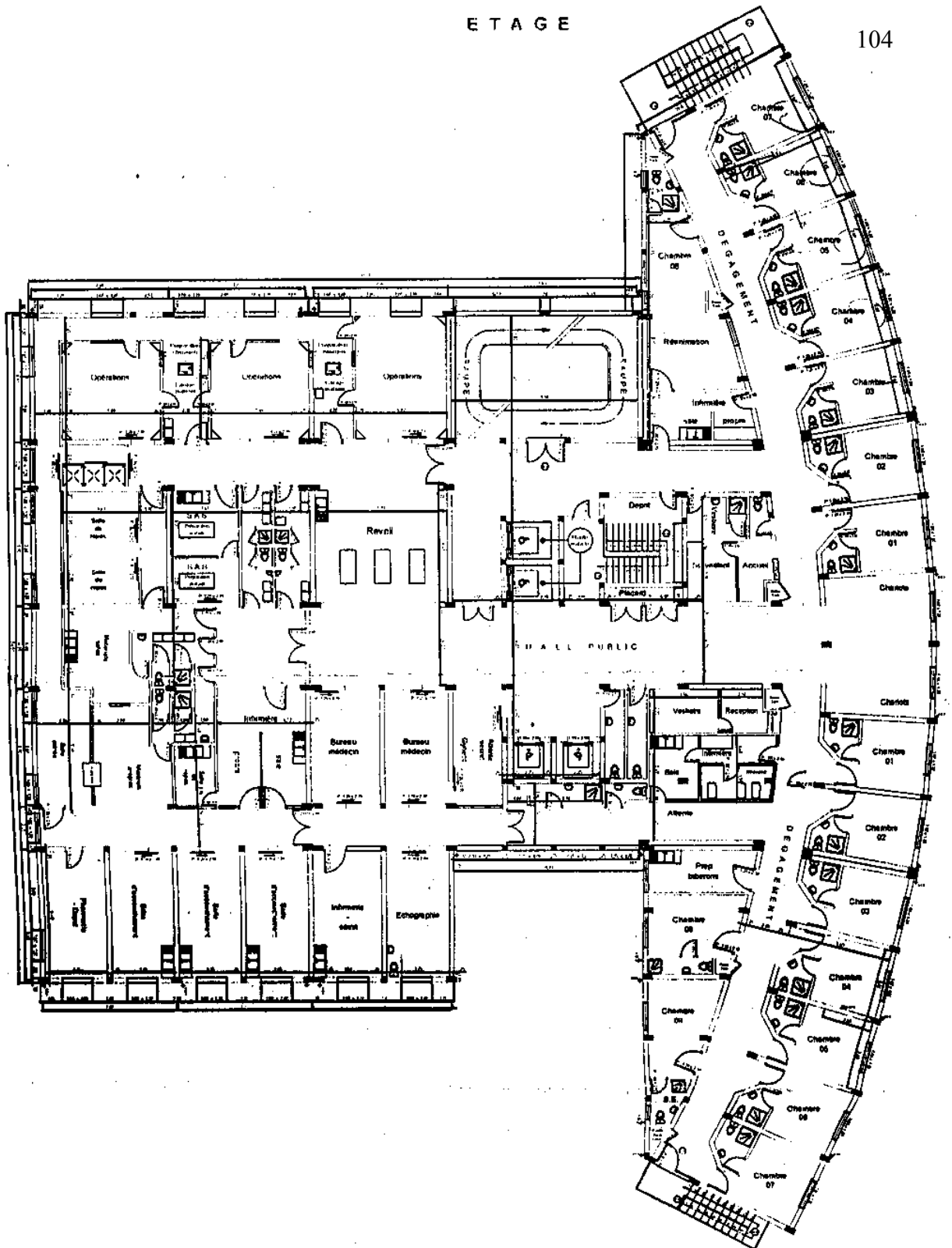
COUPE LONGITUDINALE AXEE



COUPE TRANSVERSALE



Espace Clinique d'AMBATTORE	
COUPES	Ech: 1/200

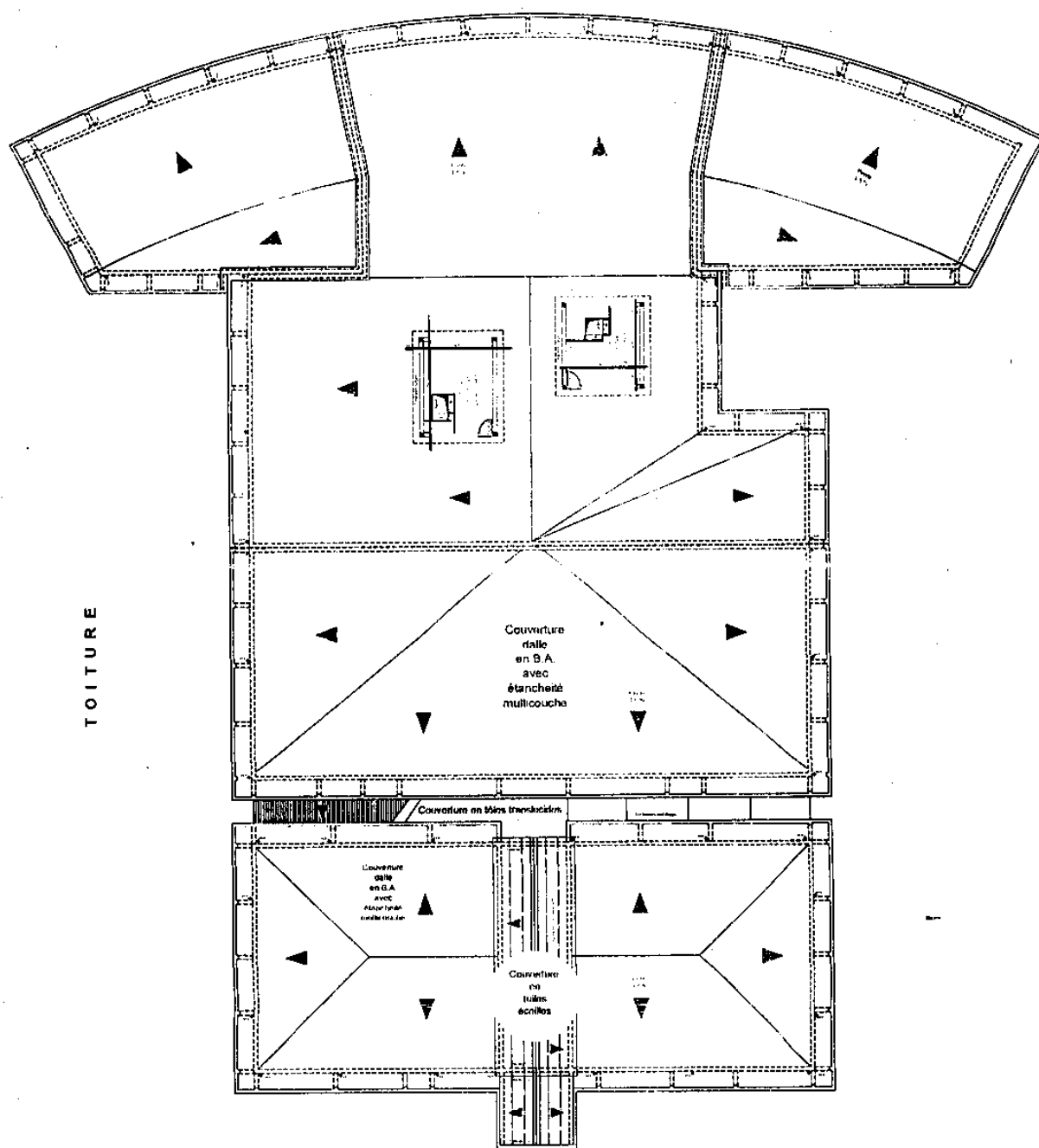


### Espace Clinique d'AMBATORE

**E T A G E**

Ech:1/200





Espace Clinique d'AMBATOBE

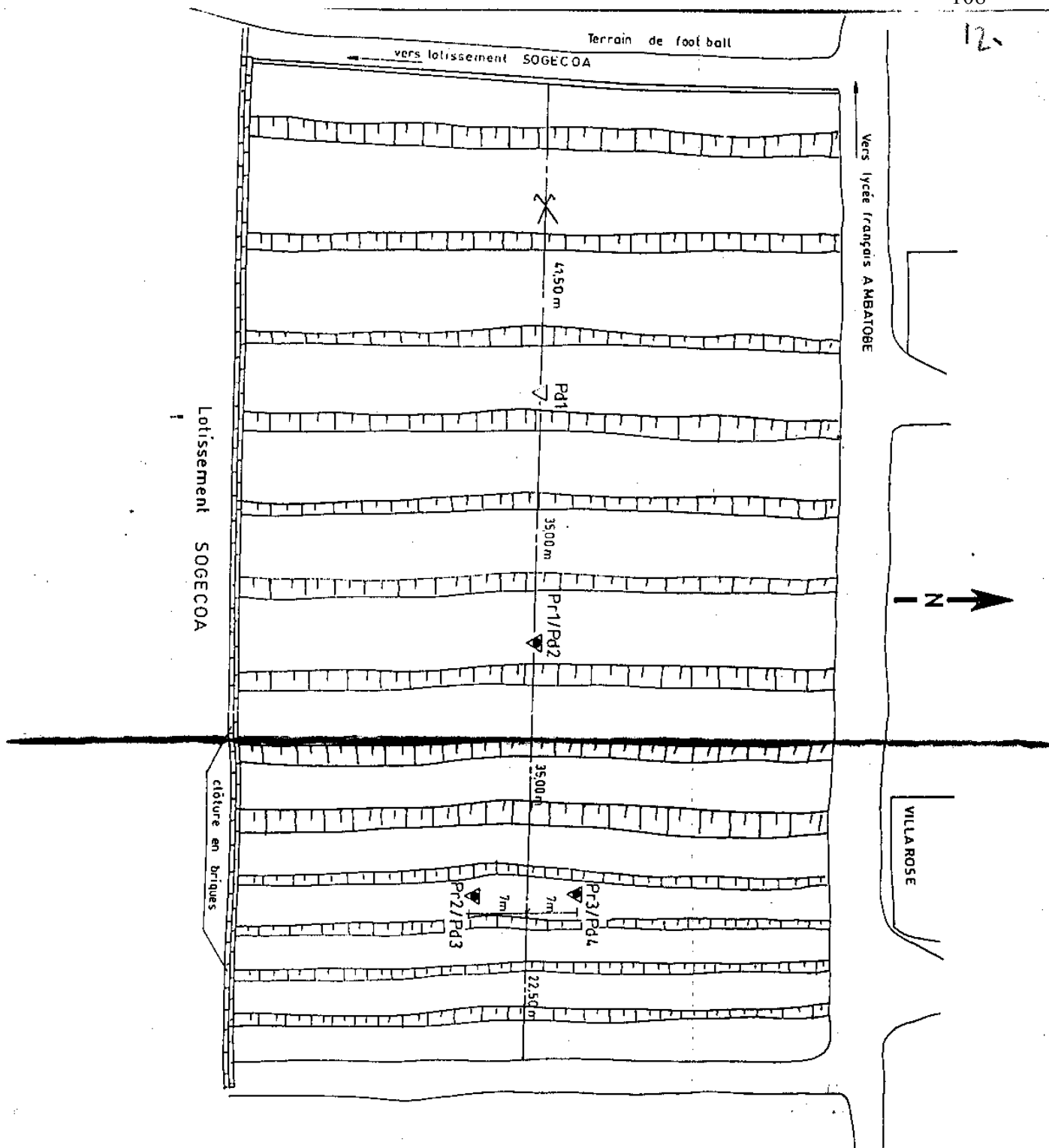
TOITURE

Ech: 1/25

ANNEXE 2

**RAPPORT LNTPB**

12





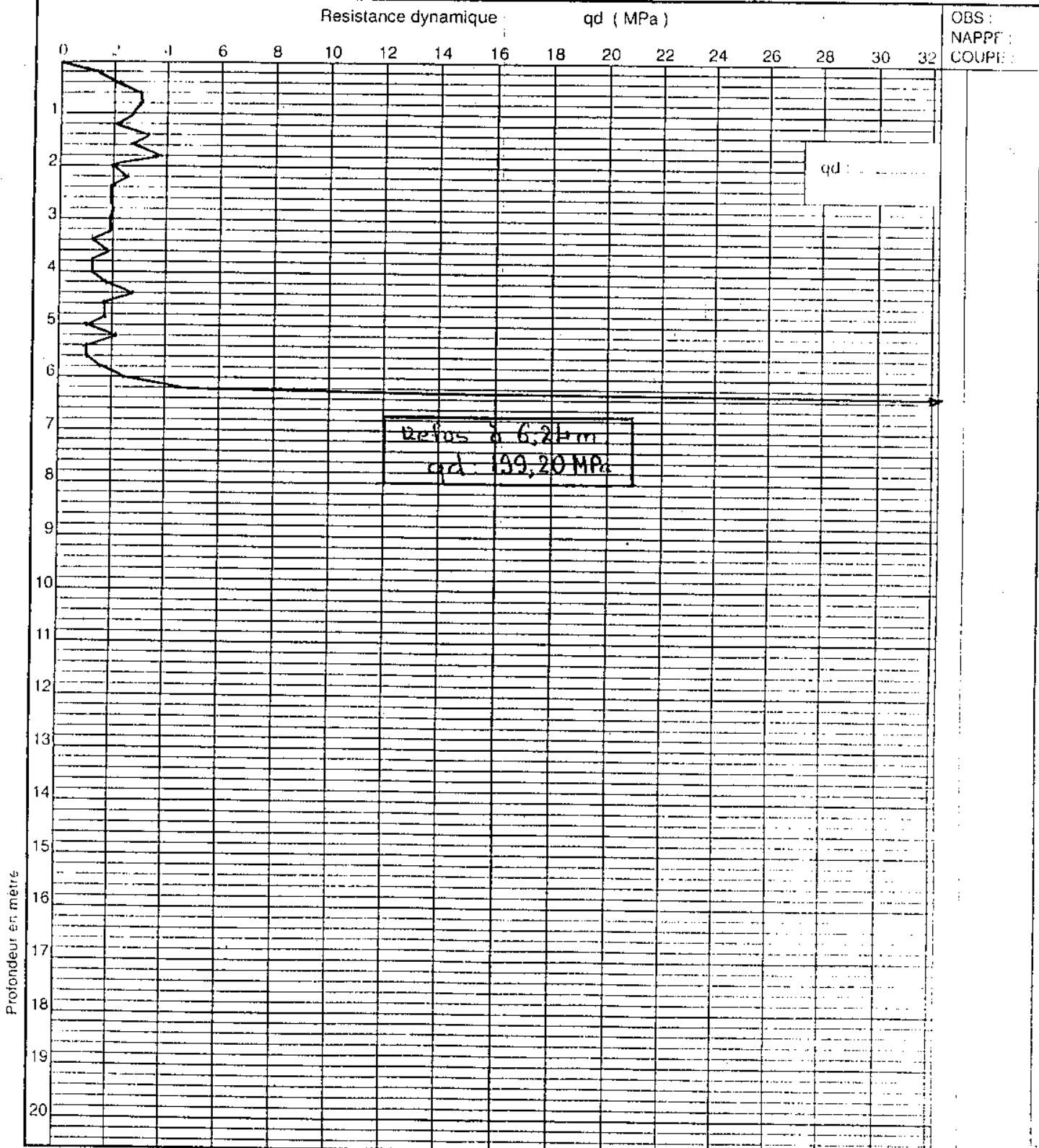


# ESPACE CLINIQUE AMBATOBE

Dossier : M 109  
Graphique : 04  
Annexe : III  
Date : Février 2001

## SONDAGE AU PNEUMOMETRE DYNAMIQUE N° Pd1

X	Enclume	Pointe :	Lige
Y	Masse mouton	- diamètre :	- diamètre :
Z	Hauteur de chute :	- angle au sommet :	- longueur :
		- hauteur :	- masse :
		- masse :	- masse porte pointe :





# ESPACE CLINIQUE AMBATOBE

Dossier : 07 84 ch. 2

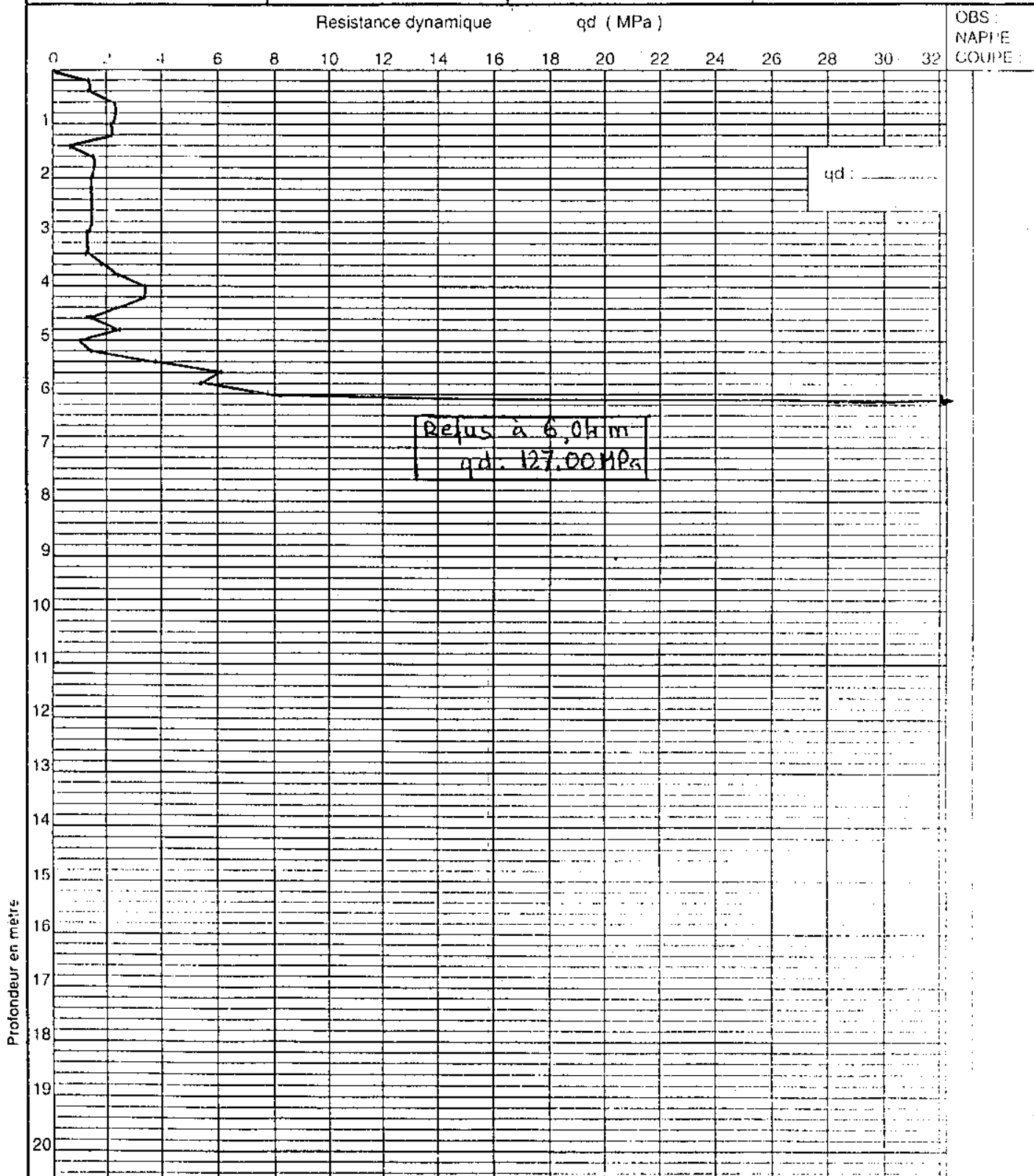
Graphique : 02

Annexe : III

Date : février 2011

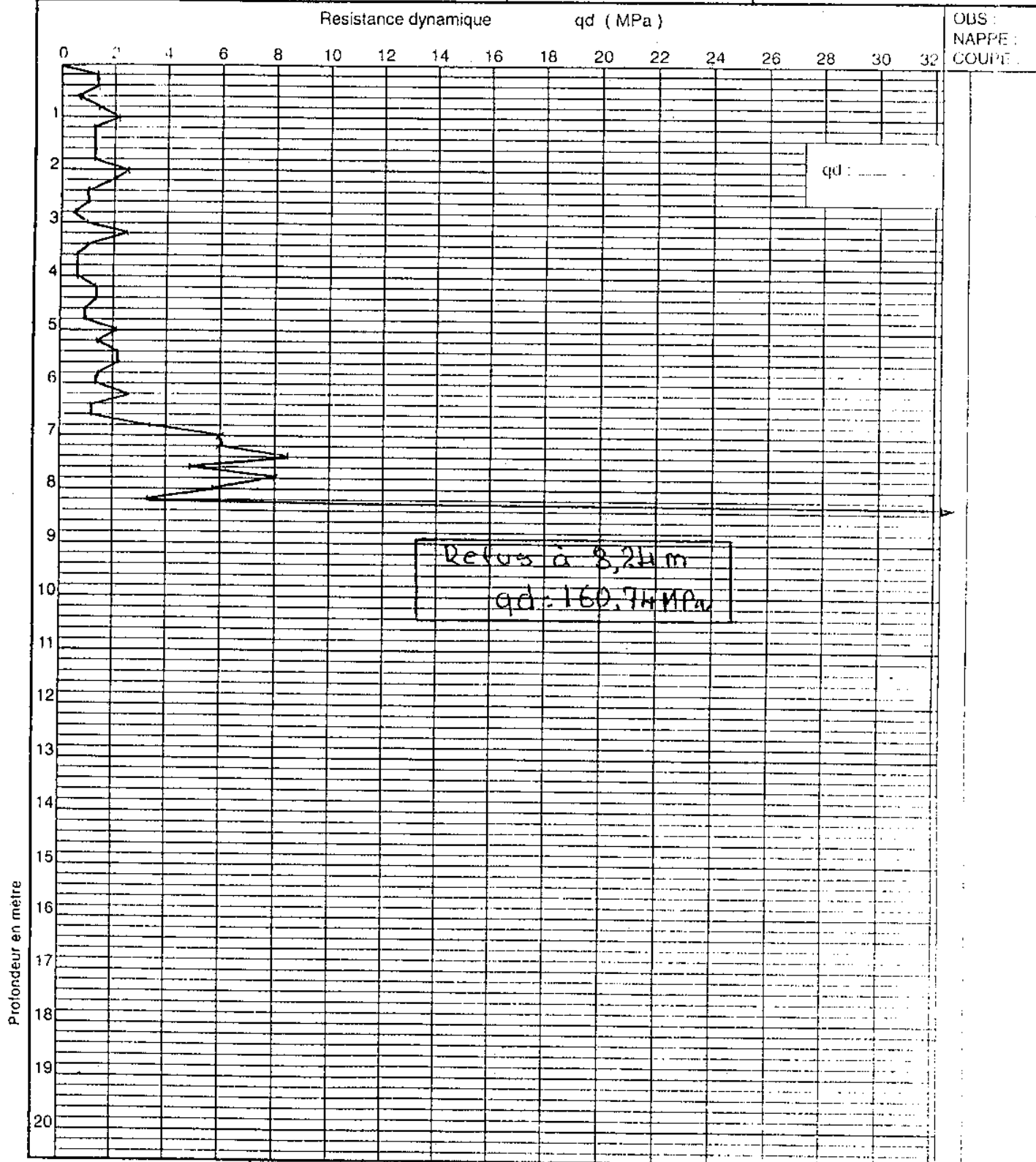
## SONDAGE AU PNETROMETRE DYNAMIQUE N° Pd2

X : _____	Enclume : _____	Pointe : _____	Tige : _____
Y : _____	Masse mouton : _____	- diamètre : _____	- diamètre : _____
Z : _____	Hauteur de chute : _____	- angle au sommet : _____	- longueur : _____
		- hauteur : _____	- masse : _____
		- masse : _____	- masse porte pointe : _____



**SONDAGE AU PNETROMETRE DYNAMIQUE N° Pd3**

X : _____	Enclume : _____	Pointe : _____	Tige : _____
Y : _____	Masse mouton : _____	- diamètre : _____	- diamètre : _____
Z : _____	Hauteur de chute : _____	- angle au sommet : _____	- longueur : _____
		- hauteur : _____	- masse : _____
		- masse : _____	- masse porte pointe : _____





# ESPACE CLINIQUE AMBATOBE

Dossier : 01 SFOH 2

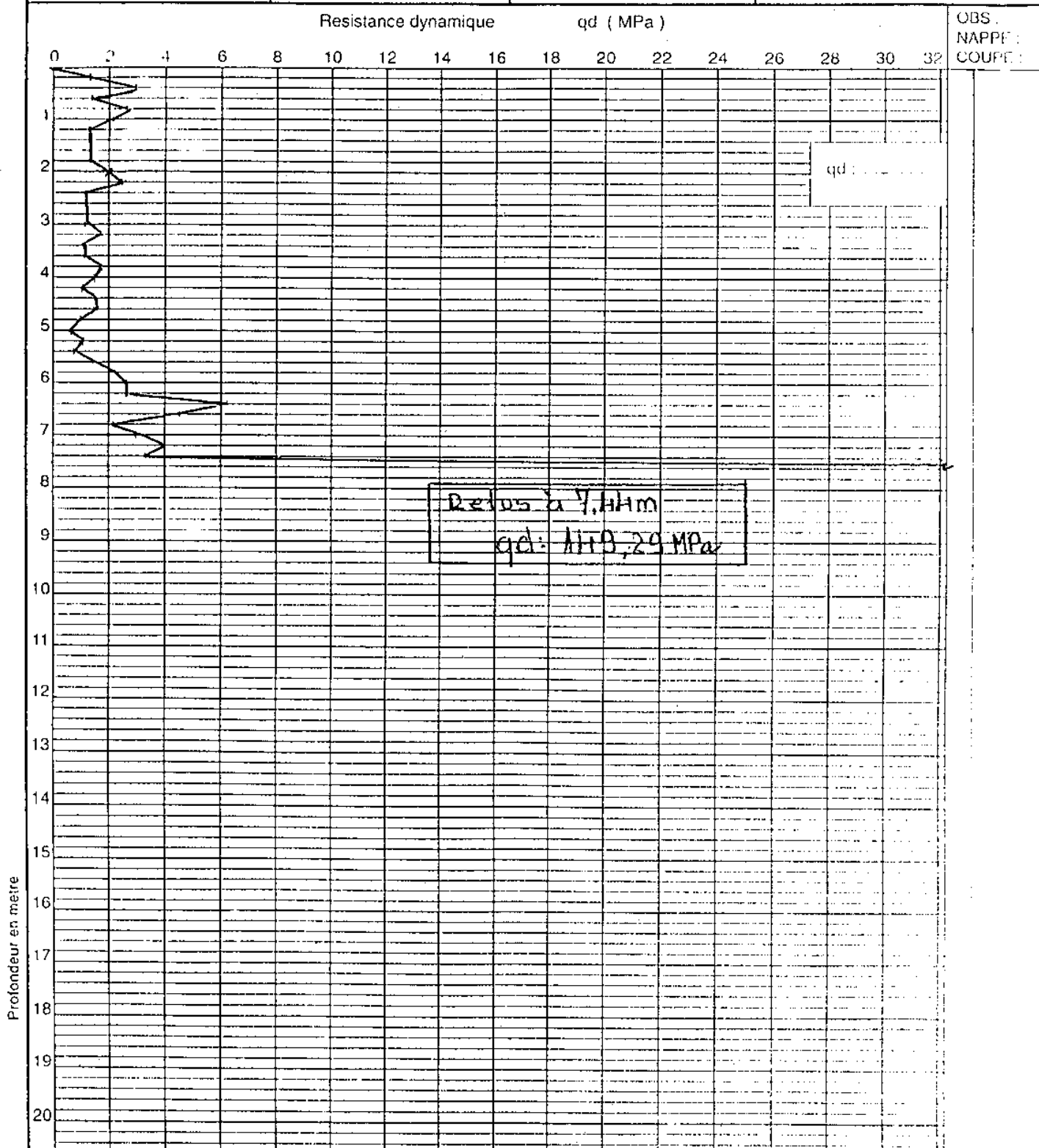
Graphique : 01

Annexe : 11

Date : février 2001

## SONDAGE AU PNETROMETRE DYNAMIQUE N° Pdh

X : _____	Enclume : _____	Pointe : _____	Tube : _____
Y : _____	Masse mouton : _____	- diamètre : _____	- diamètre : _____
Z : _____	Hauteur de chute : _____	- angle au sommet : _____	- longueur : _____
		- hauteur : _____	- masse : _____
		- masse : _____	- masse porte pointe : _____

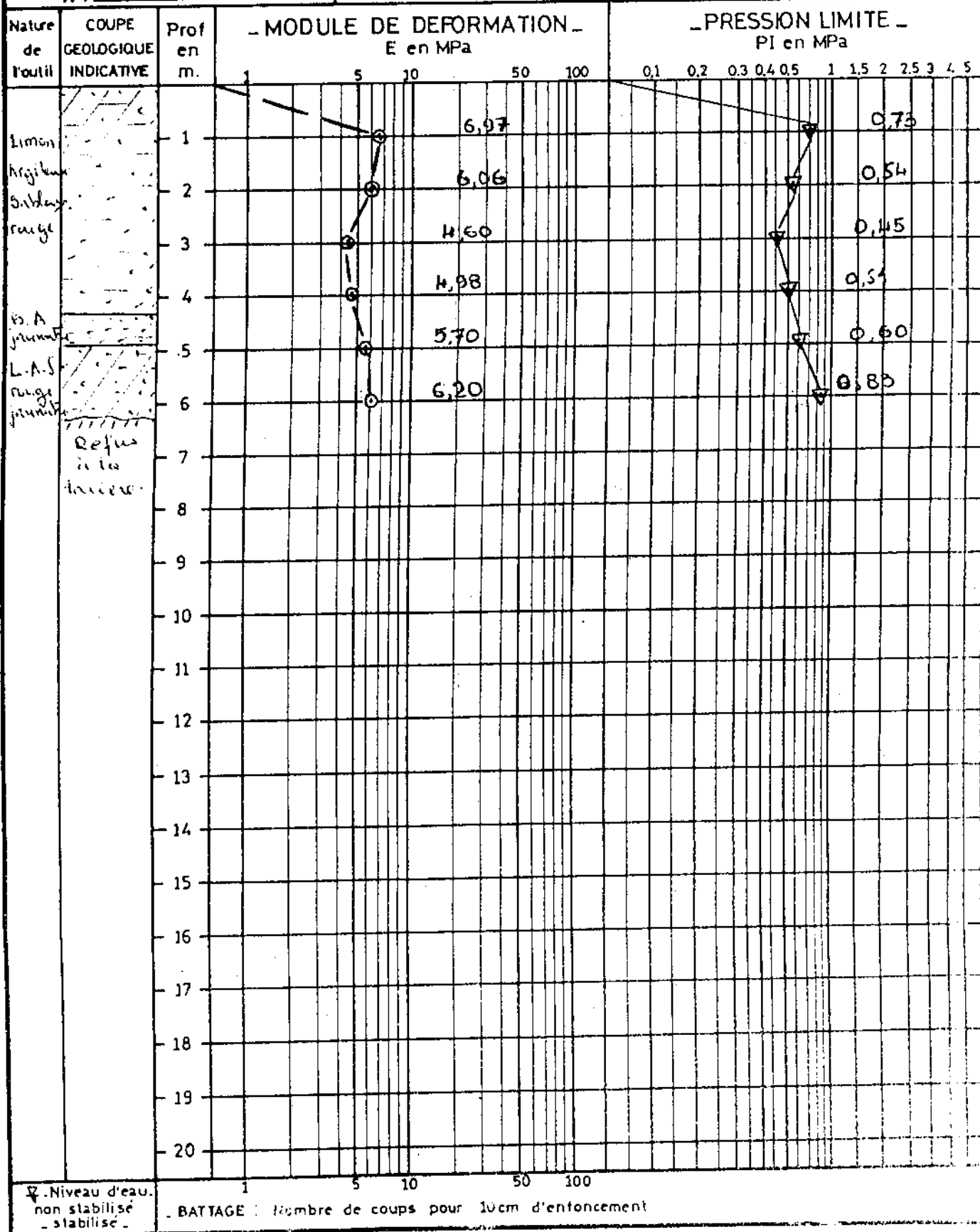


**SONDAGE PRESSIOMETRIQUE N° P-1 / PaZ**

X : \_\_\_\_\_

Y : \_\_\_\_\_

Z : \_\_\_\_\_

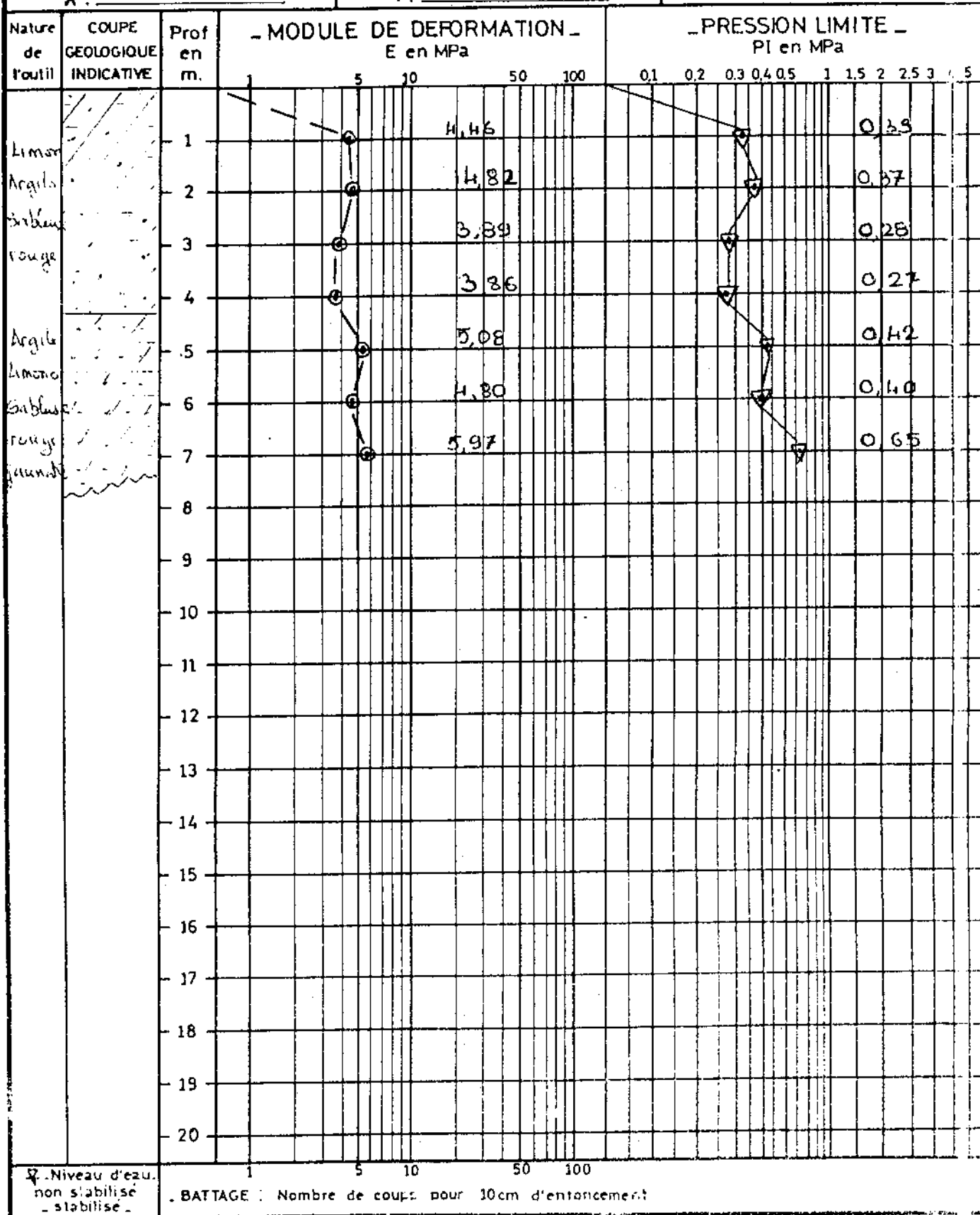


SONDAGE PRESSIOMETRIQUE N° Pr2/Pa3

X : \_\_\_\_\_

Y : \_\_\_\_\_

Z : \_\_\_\_\_

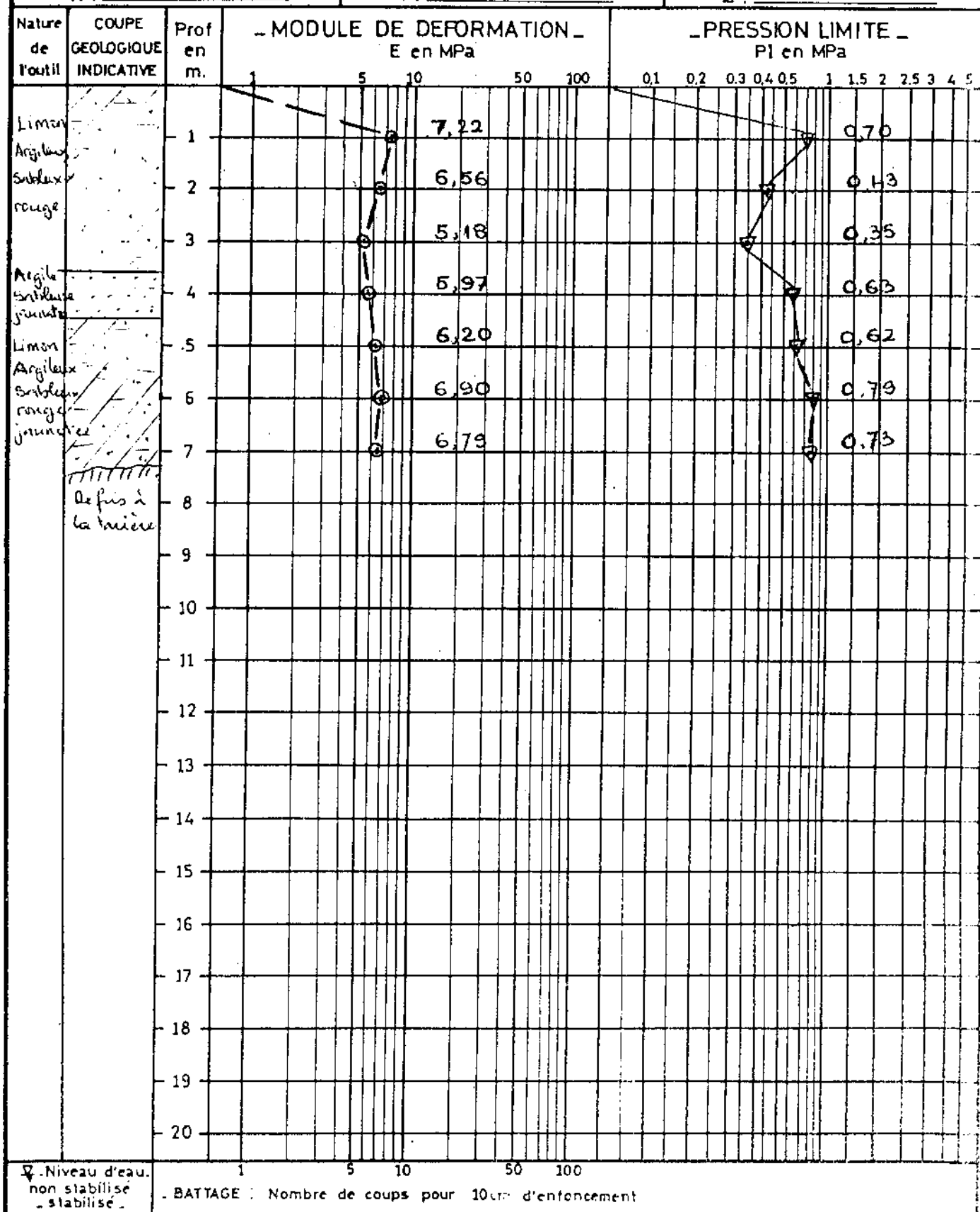


SONDAGE PRESSIOMETRIQUE N° P3/Pd4

X :

Y :

Z :



## ANNEXE 3

### **FEUILLES ANNEXES CALCUL DE TASSEMENT D'UNE SEMELLE**



## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	1.2	m
Longueur de la semelle	1.2	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	24.600	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 0.6 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	1.600	4.676	MPa
E2r	2.200	4.634	MPa
E3r	2.800	4.076	MPa
E4r	3.400	3.878	MPa
E5r	4.000	3.86	MPa
E6r	4.600	4.592	MPa
E7r	5.200	5.024	MPa
E8r	5.800	4.856	MPa
E9r	6.400	5.268	MPa
E10r	7.000	5.97	MPa
E11r	7.600	5.97	MPa
E12r	8.200	5.97	MPa
E13r	8.800	5.97	MPa
E14r	9.400	5.97	MPa
E15r	10.000	5.97	MPa
E16r	10.600	5.97	MPa
E1		4.565	MPa
E2		4.655	MPa
E3/4/5		3.936	MPa
E6/7/8		4.817	MPa
E9à16		5.872	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.565 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.561 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.167 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	1.4	m
Longueur de la semelle	1.4	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	30.622	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 0.7 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	1.700	4.712	MPa
E2r	2.400	4.448	MPa
E3r	3.100	3.887	MPa
E4r	3.800	3.866	MPa
E5r	4.500	4.47	MPa
E6r	5.200	5.024	MPa
E7r	5.900	4.828	MPa
E8r	6.600	5.502	MPa
E9r	7.300	5.97	MPa
E10r	8.000	5.97	MPa
E11r	8.700	5.97	MPa
E12r	9.400	5.97	MPa
E13r	10.100	5.97	MPa
E14r	10.800	5.97	MPa
E15r	11.500	5.97	MPa
E16r	12.200	5.97	MPa
E1		4.583	MPa
E2		4.576	MPa
E3/4/5		4.056	MPa
E6/7/8		5.103	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.583 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.612 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.153 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	1.6	m
Longueur de la semelle	1.6	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	37.153	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 0.8 \text{ m}$

$L/B = 1$

**Tassement : 1.0 cm**

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	1.800	4.748	MPa
E2r	2.600	4.262	MPa
E3r	3.400	3.878	MPa
E4r	4.200	4.104	MPa
E5r	5.000	5.08	MPa
E6r	5.800	4.856	MPa
E7r	6.600	5.502	MPa
E8r	7.400	5.97	MPa
E9r	8.200	5.97	MPa
E10r	9.000	5.97	MPa
E11r	9.800	5.97	MPa
E12r	10.600	5.97	MPa
E13r	11.400	5.97	MPa
E14r	12.200	5.97	MPa
E15r	13.000	5.97	MPa
E16r	13.800	5.97	MPa
E1		4.599	MPa
E2		4.492	MPa
E3/4/5		4.296	MPa
E6/7/8		5.404	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.599 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.689 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.142 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	1.8	m
Longueur de la semelle	1.8	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	43.797	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 0.9 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	1.900	4.784	MPa
E2r	2.800	4.076	MPa
E3r	3.700	3.869	MPa
E4r	4.600	4.592	MPa
E5r	5.500	4.94	MPa
E6r	6.400	5.268	MPa
E7r	7.300	5.97	MPa
E8r	8.200	5.97	MPa
E9r	9.100	5.97	MPa
E10r	10.000	5.97	MPa
E11r	10.900	5.97	MPa
E12r	11.800	5.97	MPa
E13r	12.700	5.97	MPa
E14r	13.600	5.97	MPa
E15r	14.500	5.97	MPa
E16r	15.400	5.97	MPa
E1		4.616	MPa
E2		4.402	MPa
E3/4/5		4.420	MPa
E6/7/8		5.716	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.616 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.722 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.133 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	2	m
Longueur de la semelle	2	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	50.597	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.000	4.82	MPa
E2r	3.000	3.89	MPa
E3r	4.000	3.86	MPa
E4r	5.000	5.08	MPa
E5r	6.000	4.8	MPa
E6r	7.000	5.97	MPa
E7r	8.000	5.97	MPa
E8r	9.000	5.97	MPa
E9r	10.000	5.97	MPa
E10r	11.000	5.97	MPa
E11r	12.000	5.97	MPa
E12r	13.000	5.97	MPa
E13r	14.000	5.97	MPa
E14r	15.000	5.97	MPa
E15r	16.000	5.97	MPa
E16r	17.000	5.97	MPa
E1		4.633	MPa
E2		4.305	MPa
E3/4/5		4.516	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.633 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.736 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.124 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	2.2	m
Longueur de la semelle	2.2	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	57.677	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1.1 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.100	4.727	MPa
E2r	3.200	3.884	MPa
E3r	4.300	4.226	MPa
E4r	5.400	4.968	MPa
E5r	6.500	5.385	MPa
E6r	7.600	5.97	MPa
E7r	8.700	5.97	MPa
E8r	9.800	5.97	MPa
E9r	10.900	5.97	MPa
E10r	12.000	5.97	MPa
E11r	13.100	5.97	MPa
E12r	14.200	5.97	MPa
E13r	15.300	5.97	MPa
E14r	16.400	5.97	MPa
E15r	17.500	5.97	MPa
E16r	18.600	5.97	MPa
E1		4.590	MPa
E2		4.264	MPa
E3/4/5		4.811	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.590 MPa  
 Module déviatorique (Eb) : 4.787 MPa

coef Alpha : 0.500  
 Lambda 2 : 1.120  
 Lambda 3 : 1.100  
 Pression : 0.117 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	2.4	m
Longueur de la semelle	2.4	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	64.805	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1.2 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.200	4.634	MPa
E2r	3.400	3.878	MPa
E3r	4.600	4.592	MPa
E4r	5.800	4.856	MPa
E5r	7.000	5.97	MPa
E6r	8.200	5.97	MPa
E7r	9.400	5.97	MPa
E8r	10.600	5.97	MPa
E9r	11.800	5.97	MPa
E10r	13.000	5.97	MPa
E11r	14.200	5.97	MPa
E12r	15.400	5.97	MPa
E13r	16.600	5.97	MPa
E14r	17.800	5.97	MPa
E15r	19.000	5.97	MPa
E16r	20.200	5.97	MPa
E1		4.545	MPa
E2		4.222	MPa
E3/4/5		5.074	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.545 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.821 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.110 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	2.6	m
Longueur de la semelle	2.6	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	71.913	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1.3 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.300	4.541	MPa
E2r	3.600	3.872	MPa
E3r	4.900	4.958	MPa
E4r	6.200	5.034	MPa
E5r	7.500	5.97	MPa
E6r	8.800	5.97	MPa
E7r	10.100	5.97	MPa
E8r	11.400	5.97	MPa
E9r	12.700	5.97	MPa
E10r	14.000	5.97	MPa
E11r	15.300	5.97	MPa
E12r	16.600	5.97	MPa
E13r	17.900	5.97	MPa
E14r	19.200	5.97	MPa
E15r	20.500	5.97	MPa
E16r	21.800	5.97	MPa
E1		4.500	MPa
E2		4.180	MPa
E3/4/5		5.283	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.500 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.837 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.104 MPa



## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	2.8	m
Longueur de la semelle	2.8	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	79.033	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1.4 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.400	4.448	MPa
E2r	3.800	3.866	MPa
E3r	5.200	5.024	MPa
E4r	6.600	5.502	MPa
E5r	8.000	5.97	MPa
E6r	9.400	5.97	MPa
E7r	10.800	5.97	MPa
E8r	12.200	5.97	MPa
E9r	13.600	5.97	MPa
E10r	15.000	5.97	MPa
E11r	16.400	5.97	MPa
E12r	17.800	5.97	MPa
E13r	19.200	5.97	MPa
E14r	20.600	5.97	MPa
E15r	22.000	5.97	MPa
E16r	23.400	5.97	MPa
E1		4.454	MPa
E2		4.137	MPa
E3/4/5		5.471	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.454 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.844 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.099 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	3	m
Longueur de la semelle	3	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	86.024	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1.5 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.500	4.355	MPa
E2r	4.000	3.86	MPa
E3r	5.500	4.96	MPa
E4r	7.000	5.97	MPa
E5r	8.500	5.97	MPa
E6r	10.000	5.97	MPa
E7r	11.500	5.97	MPa
E8r	13.000	5.97	MPa
E9r	14.500	5.97	MPa
E10r	16.000	5.97	MPa
E11r	17.500	5.97	MPa
E12r	19.000	5.97	MPa
E13r	20.500	5.97	MPa
E14r	22.000	5.97	MPa
E15r	23.500	5.97	MPa
E16r	25.000	5.97	MPa
E1		4.407	MPa
E2		4.093	MPa
E3/4/5		5.582	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.407 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.834 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.094 MPa

## CLINIQUE AMBATOBÉ

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	3.2	m
Longueur de la semelle	3.2	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	93.328	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1.6 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.600	4.262	MPa
E2r	4.200	4.104	MPa
E3r	5.800	4.856	MPa
E4r	7.400	5.97	MPa
E5r	9.000	5.97	MPa
E6r	10.600	5.97	MPa
E7r	12.200	5.97	MPa
E8r	13.800	5.97	MPa
E9r	15.400	5.97	MPa
E10r	17.000	5.97	MPa
E11r	18.600	5.97	MPa
E12r	20.200	5.97	MPa
E13r	21.800	5.97	MPa
E14r	23.400	5.97	MPa
E15r	25.000	5.97	MPa
E16r	26.600	5.97	MPa
E1		4.359	MPa
E2		4.182	MPa
E3/4/5		5.546	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.359 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.848 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.089 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	3.4	m
Longueur de la semelle	3.4	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	100.729	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1.7 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.700	4.169	MPa
E2r	4.400	4.348	MPa
E3r	6.100	4.917	MPa
E4r	7.800	5.97	MPa
E5r	9.500	5.97	MPa
E6r	11.200	5.97	MPa
E7r	12.900	5.97	MPa
E8r	14.600	5.97	MPa
E9r	16.300	5.97	MPa
E10r	18.000	5.97	MPa
E11r	19.700	5.97	MPa
E12r	21.400	5.97	MPa
E13r	23.100	5.97	MPa
E14r	24.800	5.97	MPa
E15r	26.500	5.97	MPa
E16r	28.200	5.97	MPa
E1		4.310	MPa
E2		4.257	MPa
E3/4/5		5.572	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.310 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.867 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.085 MPa

## CLINIQUE AMBATOBÉ

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	3.6	m
Longueur de la semelle	3.6	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	108.356	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1.8 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.800	4.076	MPa
E2r	4.600	4.592	MPa
E3r	6.400	5.268	MPa
E4r	8.200	5.97	MPa
E5r	10.000	5.97	MPa
E6r	11.800	5.97	MPa
E7r	13.600	5.97	MPa
E8r	15.400	5.97	MPa
E9r	17.200	5.97	MPa
E10r	19.000	5.97	MPa
E11r	20.800	5.97	MPa
E12r	22.600	5.97	MPa
E13r	24.400	5.97	MPa
E14r	26.200	5.97	MPa
E15r	28.000	5.97	MPa
E16r	29.800	5.97	MPa
E1		4.259	MPa
E2		4.319	MPa
E3/4/5		5.716	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.259 MPa  
 Module déviatorique (Eb) : 4.901 MPa

coef Alpha : 0.500  
 Lambda 2 : 1.120  
 Lambda 3 : 1.100  
 Pression : 0.082 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	3.8	m
Longueur de la semelle	3.8	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	115.893	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 1.9 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	2.900	3.983	MPa
E2r	4.800	4.836	MPa
E3r	6.700	5.619	MPa
E4r	8.600	5.97	MPa
E5r	10.500	5.97	MPa
E6r	12.400	5.97	MPa
E7r	14.300	5.97	MPa
E8r	16.200	5.97	MPa
E9r	18.100	5.97	MPa
E10r	20.000	5.97	MPa
E11r	21.900	5.97	MPa
E12r	23.800	5.97	MPa
E13r	25.700	5.97	MPa
E14r	27.600	5.97	MPa
E15r	29.500	5.97	MPa
E16r	31.400	5.97	MPa
E1		4.208	MPa
E2		4.368	MPa
E3/4/5		5.848	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.208 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.926 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.079 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	4	m
Longueur de la semelle	4	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	123.318	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$$R = 2 \text{ m}$$

$$L/B = 1$$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	3.000	3.89	MPa
E2r	5.000	5.08	MPa
E3r	7.000	5.97	MPa
E4r	9.000	5.97	MPa
E5r	11.000	5.97	MPa
E6r	13.000	5.97	MPa
E7r	15.000	5.97	MPa
E8r	17.000	5.97	MPa
E9r	19.000	5.97	MPa
E10r	21.000	5.97	MPa
E11r	23.000	5.97	MPa
E12r	25.000	5.97	MPa
E13r	27.000	5.97	MPa
E14r	29.000	5.97	MPa
E15r	31.000	5.97	MPa
E16r	33.000	5.97	MPa
E1		4.156	MPa
E2		4.406	MPa
E3/4/5		5.970	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.156 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.943 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.076 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	4.2	m
Longueur de la semelle	4.2	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	131.082	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$$R = 2.1 \text{ m}$$

$$L/B = 1$$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	3.100	3.887	MPa
E2r	5.200	5.024	MPa
E3r	7.300	5.97	MPa
E4r	9.400	5.97	MPa
E5r	11.500	5.97	MPa
E6r	13.600	5.97	MPa
E7r	15.700	5.97	MPa
E8r	17.800	5.97	MPa
E9r	19.900	5.97	MPa
E10r	22.000	5.97	MPa
E11r	24.100	5.97	MPa
E12r	26.200	5.97	MPa
E13r	28.300	5.97	MPa
E14r	30.400	5.97	MPa
E15r	32.500	5.97	MPa
E16r	34.600	5.97	MPa
E1		4.154	MPa
E2		4.383	MPa
E3/4/5		5.970	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.154 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.934 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.073 MPa



## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	4.4	m
Longueur de la semelle	4.4	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	138.913	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$$R = 2.2 \text{ m}$$

$$L/B = 1$$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	3.200	3.884	MPa
E2r	5.400	4.968	MPa
E3r	7.600	5.97	MPa
E4r	9.800	5.97	MPa
E5r	12.000	5.97	MPa
E6r	14.200	5.97	MPa
E7r	16.400	5.97	MPa
E8r	18.600	5.97	MPa
E9r	20.800	5.97	MPa
E10r	23.000	5.97	MPa
E11r	25.200	5.97	MPa
E12r	27.400	5.97	MPa
E13r	29.600	5.97	MPa
E14r	31.800	5.97	MPa
E15r	34.000	5.97	MPa
E16r	36.200	5.97	MPa
E1		4.152	MPa
E2		4.360	MPa
E3/4/5		5.970	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.152 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.925 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.070 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	4.6	m
Longueur de la semelle	4.6	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	146.806	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 2.3 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	3.300	3.881	MPa
E2r	5.600	4.912	MPa
E3r	7.900	5.97	MPa
E4r	10.200	5.97	MPa
E5r	12.500	5.97	MPa
E6r	14.800	5.97	MPa
E7r	17.100	5.97	MPa
E8r	19.400	5.97	MPa
E9r	21.700	5.97	MPa
E10r	24.000	5.97	MPa
E11r	26.300	5.97	MPa
E12r	28.600	5.97	MPa
E13r	30.900	5.97	MPa
E14r	33.200	5.97	MPa
E15r	35.500	5.97	MPa
E16r	37.800	5.97	MPa
E1		4.150	MPa
E2		4.336	MPa
E3/4/5		5.970	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.150 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.915 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.068 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	4.8	m
Longueur de la semelle	4.8	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	154.756	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

R = 2.4 m  
L/B = 1

**Tassement : 1.0 cm**

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	3.400	3.878	MPa
E2r	5.800	4.856	MPa
E3r	8.200	5.97	MPa
E4r	10.600	5.97	MPa
E5r	13.000	5.97	MPa
E6r	15.400	5.97	MPa
E7r	17.800	5.97	MPa
E8r	20.200	5.97	MPa
E9r	22.600	5.97	MPa
E10r	25.000	5.97	MPa
E11r	27.400	5.97	MPa
E12r	29.800	5.97	MPa
E13r	32.200	5.97	MPa
E14r	34.600	5.97	MPa
E15r	37.000	5.97	MPa
E16r	39.400	5.97	MPa
E1		4.149	MPa
E2		4.312	MPa
E3/4/5		5.970	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.149 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.906 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.066 MPa

## CLINIQUE AMBATOBE

Calcul de tassements d'une semelle sur sol hétérogène

Largeur de la semelle	5	m
Longueur de la semelle	5	m
Ancrage	1.000	m
Effort vertical	162.760	t
Coef alpha	1/2	

Forme de la semelle

☐ Circulaire  
☒ Rectangulaire

$R = 2.5 \text{ m}$   
 $L/B = 1$

**Tassement** : 1.0 cm

	Prof.	E	MPa
E0	1.000	4.46	MPa
Er	3.500	3.875	MPa
E2r	6.000	4.8	MPa
E3r	8.500	5.97	MPa
E4r	11.000	5.97	MPa
E5r	13.500	5.97	MPa
E6r	16.000	5.97	MPa
E7r	18.500	5.97	MPa
E8r	21.000	5.97	MPa
E9r	23.500	5.97	MPa
E10r	26.000	5.97	MPa
E11r	28.500	5.97	MPa
E12r	31.000	5.97	MPa
E13r	33.500	5.97	MPa
E14r	36.000	5.97	MPa
E15r	38.500	5.97	MPa
E16r	41.000	5.97	MPa
E1		4.147	MPa
E2		4.288	MPa
E3/4/5		5.970	MPa
E6/7/8		5.970	MPa
E9à16		5.970	MPa

Module sphérique (Ea) : 4.147 MPa

Module déviatorique (Eb) : 4.896 MPa

coef Alpha : 0.500

Lambda 2 : 1.120

Lambda 3 : 1.100

Pression : 0.064 MPa

ANNEXE 4

**DESCENTES DE CHARGES**

Semelle sous poteau N1

	PH (T)
Permanent	20.498
Exploitation	4.432
Cloisons	15.664

Semelle sous poteau N2

	PH (T)
Permanent	36.555
Exploitation	9.524
Cloisons	24.804

Semelle sous poteau N3

	PH (T)
Permanent	36.153
Exploitation	9.469
Cloisons	24.803

Semelle sous poteau N4

	PH (T)
Permanent	35.98
Exploitation	9.424
Cloisons	24.804

Semelle sous poteau N5

	PH (T)
Permanent	36.002
Exploitation	9.421
Cloisons	24.805

Semelle sous poteau N6

	PH (T)
Permanent	34.944
Exploitation	8.832
Cloisons	28.279

Semelle sous poteau N7

	PH (T)
Permanent	11.953
Exploitation	1.428
Cloisons	9.508

Semelle sous poteau N8

	PH (T)
Permanent	21.993
Exploitation	5.814
Cloisons	13.55

Semelle sous poteau N9

	PH (T)
Permanent	26.903
Exploitation	7.711
Cloisons	13.142

Semelle sous poteau N10

	PH (T)
Permanent	31.355
Exploitation	9.356
Cloisons	12.546

Semelle sous poteau N11

	PH (T)
Permanent	34.796
Exploitation	10.478
Cloisons	14.826

Semelle sous poteau N12

	PH (T)
Permanent	41.134
Exploitation	12.133
Cloisons	24.261

Semelle sous poteau N13

	PH (T)
Permanent	41.195
Exploitation	12.133
Cloisons	23.566

Semelle sous poteau N14

	PH (T)
Permanent	40.98
Exploitation	12.079
Cloisons	23.565

Semelle sous poteau N15

	PH (T)
Permanent	41.767
Exploitation	12.232
Cloisons	23.566



Semelle sous poteau N16

	PH (T)
Permanent	41.122
Exploitation	12.127
Cloisons	23.012

Semelle sous poteau N17

	PH (T)
Permanent	36.052
Exploitation	9.435
Cloisons	24.805

Semelle sous poteau N18

	PH (T)
Permanent	40.988
Exploitation	12.074
Cloisons	20.304

Semelle sous poteau N19

	PH (T)
Permanent	36.079
Exploitation	9.447
Cloisons	24.803

Semelle sous poteau N20

	PH (T)
Permanent	41 153
Exploitation	12 137
Cloisons	15 927

Semelle sous poteau N21

	PH (T)
Permanent	35.974
Exploitation	9.401
Cloisons	18.159

Semelle sous poteau N22

	PH (T)
Permanent	41.043
Exploitation	12.094
Cloisons	23.694

Semelle sous poteau N23

	PH (T)
Permanent	36.105
Exploitation	9.459
Cloisons	24.805

Semelle sous poteau N24

	PH (T)
Permanent	41.199
Exploitation	12.164
Cloisons	24.26

Semelle sous poteau N25

	PH (T)
Permanent	36.047
Exploitation	9.433
Cloisons	24.803

Semelle sous poteau N26

	PH (T)
Permanent	41.116
Exploitation	12.125
Cloisons	24.005

Semelle sous poteau N27

	PH (T)
Permanent	36.015
Exploitation	9.427
Cloisons	24.805

Semelle sous poteau N28

	PH (T)
Permanent	40.978
Exploitation	12.083
Cloisons	17.13

Semelle sous poteau N29

	PH (T)
Permanent	36.146
Exploitation	9.466
Cloisons	25.081

Semelle sous poteau N30

	PH (T)
Permanent	35.983
Exploitation	9.425
Cloisons	26.063

Semelle sous poteau N31

	PH (T)
Permanent	41.195
Exploitation	12.134
Cloisons	22.421

Semelle sous poteau N32

	PH (T)
Permanent	35.022
Exploitation	8.845
Cloisons	25.875

Semelle sous poteau N33

	PH (T)
Permanent	21.592
Exploitation	4.431
Cloisons	15.663

Semelle sous poteau N34

	PH (T)
Permanent	36.575
Exploitation	9.533
Cloisons	20.919

Semelle sous poteau N35

	PH (T)
Permanent	41.694
Exploitation	12.215
Cloisons	14.871

Semelle sous poteau N36

	PH (T)
Permanent	35.7
Exploitation	10.539
Cloisons	19.878

Semelle sous poteau N37

	PH (T)
Permanent	32.851
Exploitation	9.405
Cloisons	17.203

Semelle sous poteau N38

	PH (T)
Permanent	26.965
Exploitation	7.735
Cloisons	8.474

Semelle sous poteau N39

	PH (T)
Permanent	22.079
Exploitation	5.834
Cloisons	7.917

Semelle sous poteau N40

	PH (T)
Permanent	12.086
Exploitation	1.418
Cloisons	7.258

Semelle sous poteau N41

	PH (T)
Permanent	20.645
Exploitation	4.741
Cloisons	17.669

Semelle sous poteau N42

	PH (T)
Permanent	20.629
Exploitation	4.748
Cloisons	17.668

Semelle sous poteau N43

	PH (T)
Permanent	23.019
Exploitation	6.038
Cloisons	20.525

Semelle sous poteau N44

	PH (T)
Permanent	23.034
Exploitation	6.031
Cloisons	20.526

Semelle sous poteau N45

	PH (T)
Permanent	17.916
Exploitation	3.996
Cloisons	9.612

Semelle sous poteau N46

	PH (T)
Permanent	20.339
Exploitation	5.029
Cloisons	18.901

Semelle sous poteau N47

	PH (T)
Permanent	40.583
Exploitation	11.596
Cloisons	5.59

Semelle sous poteau N48

	PH (T)
Permanent	24.933
Exploitation	6.409
Cloisons	13.734

Semelle sous poteau N49

	PH (T)
Permanent	20.397
Exploitation	5.046
Cloisons	19.3

Semelle sous poteau N50

	PH (T)
Permanent	23.045
Exploitation	6.049
Cloisons	15.357

Semelle sous poteau N51

	PH (T)
Permanent	23.001
Exploitation	6.025
Cloisons	15.485

Semelle sous poteau N52

	PH (T)
Permanent	20.627
Exploitation	4.748
Cloisons	13.782

Semelle sous poteau N53

	PH (T)
Permanent	20.621
Exploitation	4.731
Cloisons	13.782

Semelle sous poteau N54

	PH (T)
Permanent	20.842
Exploitation	5.49
Cloisons	11.158

Semelle sous poteau N55

	PH (T)
Permanent	24.329
Exploitation	5.861
Cloisons	18.745



Semelle sous poteau N56

	PH (T)
Permanent	32.61
Exploitation	8.702
Cloisons	20.737

Semelle sous poteau N57

	PH (T)
Permanent	13.976
Exploitation	2.623
Cloisons	13.349

Semelle sous poteau N58

	PH (T)
Permanent	18.887
Exploitation	4.515
Cloisons	12.5

Semelle sous poteau N59

	PH (T)
Permanent	14.055
Exploitation	2.842
Cloisons	16.827

Semelle sous poteau N60

	PH (T)
Permanent	15.801
Exploitation	3.526
Cloisons	5.834

Semelle sous poteau N61

	PH (T)
Permanent	17.236
Exploitation	5.496
Cloisons	15.845

Semelle sous poteau N62

	PH (T)
Permanent	16.634
Exploitation	5.223
Cloisons	15.245

Semelle sous poteau N63

	PH (T)
Permanent	19.547
Exploitation	4.583
Cloisons	11.964

Semelle sous poteau N64

	PH (T)
Permanent	14.692
Exploitation	2.614
Cloisons	12.326

Semelle sous poteau N65

	PH (T)
Permanent	14.625
Exploitation	2.922
Cloisons	15.644

Semelle sous poteau N66

	PH (T)
Permanent	20.501
Exploitation	5.266
Cloisons	11.811

Semelle sous poteau N67

	PH (T)
Permanent	6.39
Exploitation	0.814
Cloisons	3.947

Semelle sous poteau N68

	PH (T)
Permanent	51.346
Exploitation	14.335
Cloisons	28.811

Semelle sous poteau N69

	PH (T)
Permanent	62.374
Exploitation	18.339
Cloisons	26.103

Semelle sous poteau N70

	PH (T)
Permanent	51.444
Exploitation	16.326
Cloisons	19.504

Semelle sous poteau N71

	PH (T)
Permanent	46.064
Exploitation	14.148
Cloisons	11.514

Semelle sous poteau N72

	PH (T)
Permanent	51.888
Exploitation	13.807
Cloisons	27.14

Semelle sous poteau N73

	PH (T)
Permanent	56.431
Exploitation	15.286
Cloisons	18.5

Semelle sous poteau N74

	PH (T)
Permanent	44.898
Exploitation	12.166
Cloisons	10.476

Semelle sous poteau N75

	PH (T)
Permanent	20.904
Exploitation	4.619
Cloisons	16.038

Semelle sous poteau N76

	PH (T)
Permanent	34.274
Exploitation	8.226
Cloisons	24.99

Semelle sous poteau N77

	PH (T)
Permanent	31.711
Exploitation	7.306
Cloisons	18.52

Semelle sous poteau N78

	PH (T)
Permanent	35.624
Exploitation	9.703
Cloisons	18.023

Semelle sous poteau N79

	PH (T)
Permanent	38.947
Exploitation	11.058
Cloisons	17.799

Semelle sous poteau N80

	PH (T)
Permanent	50.276
Exploitation	14.759
Cloisons	18.998

Semelle sous poteau N81

	PH (T)
Permanent	46.481
Exploitation	13.529
Cloisons	13.639

Semelle sous poteau N82

	PH (T)
Permanent	27.71
Exploitation	8.254
Cloisons	17.017

Semelle sous poteau N83

	PH (T)
Permanent	44.915
Exploitation	12.804
Cloisons	6.836

Semelle sous poteau N84

	PH (T)
Permanent	19.991
Exploitation	5.303
Cloisons	12.165

Semelle sous poteau N85

	PH (T)
Permanent	8.5
Exploitation	4.984
Cloisons	3.187

Semelle sous poteau N86

	PH (T)
Permanent	8.56
Exploitation	5.01
Cloisons	3.213

Semelle sous poteau N87

	PH (T)
Permanent	16.904
Exploitation	4.66
Cloisons	11.716

Semelle sous poteau N88

	PH (T)
Permanent	33.752
Exploitation	10.12
Cloisons	13.488

Semelle sous poteau N89

	PH (T)
Permanent	9.036
Exploitation	5.26
Cloisons	1.011

Semelle sous poteau N90

	PH (T)
Permanent	10.019
Exploitation	5.703
Cloisons	1.444

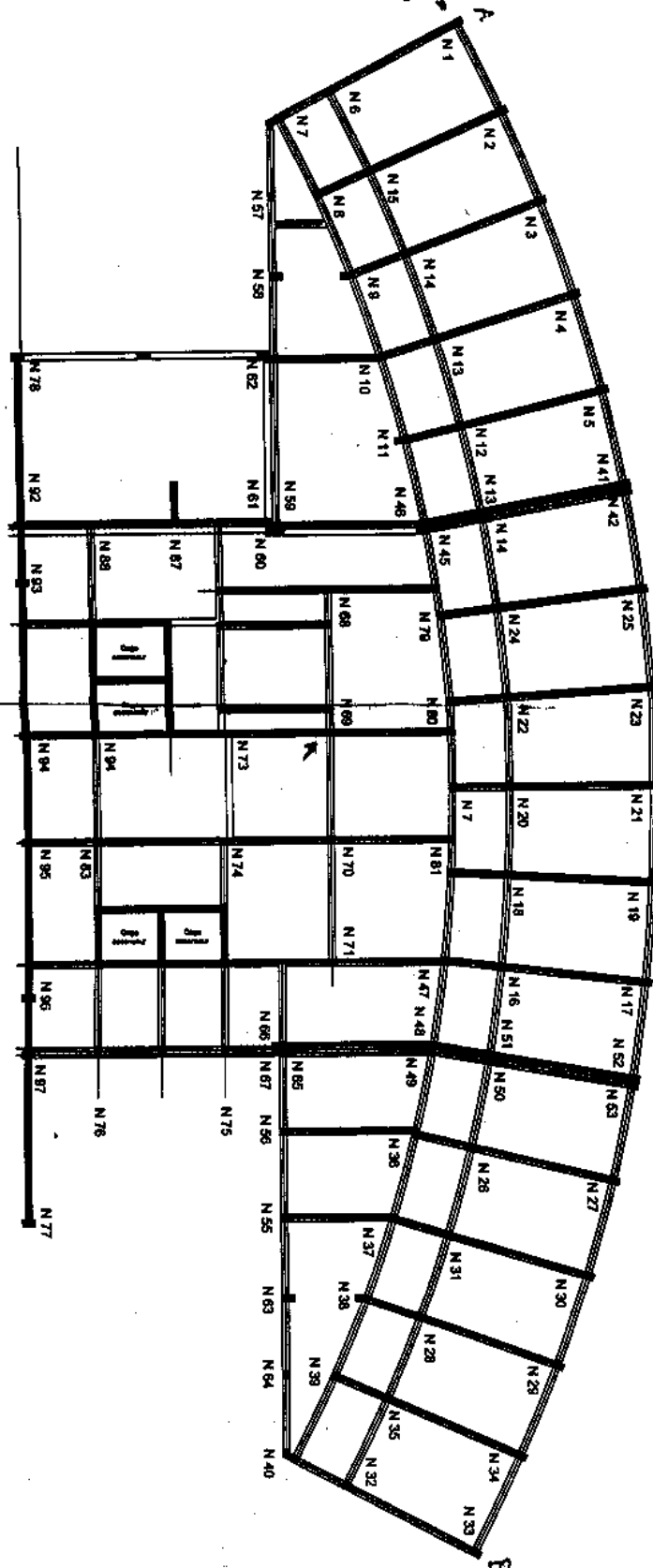
Semelle sous poteau N91

	PH (T)
Permanent	19.407
Exploitation	4.964
Cloisons	13.272

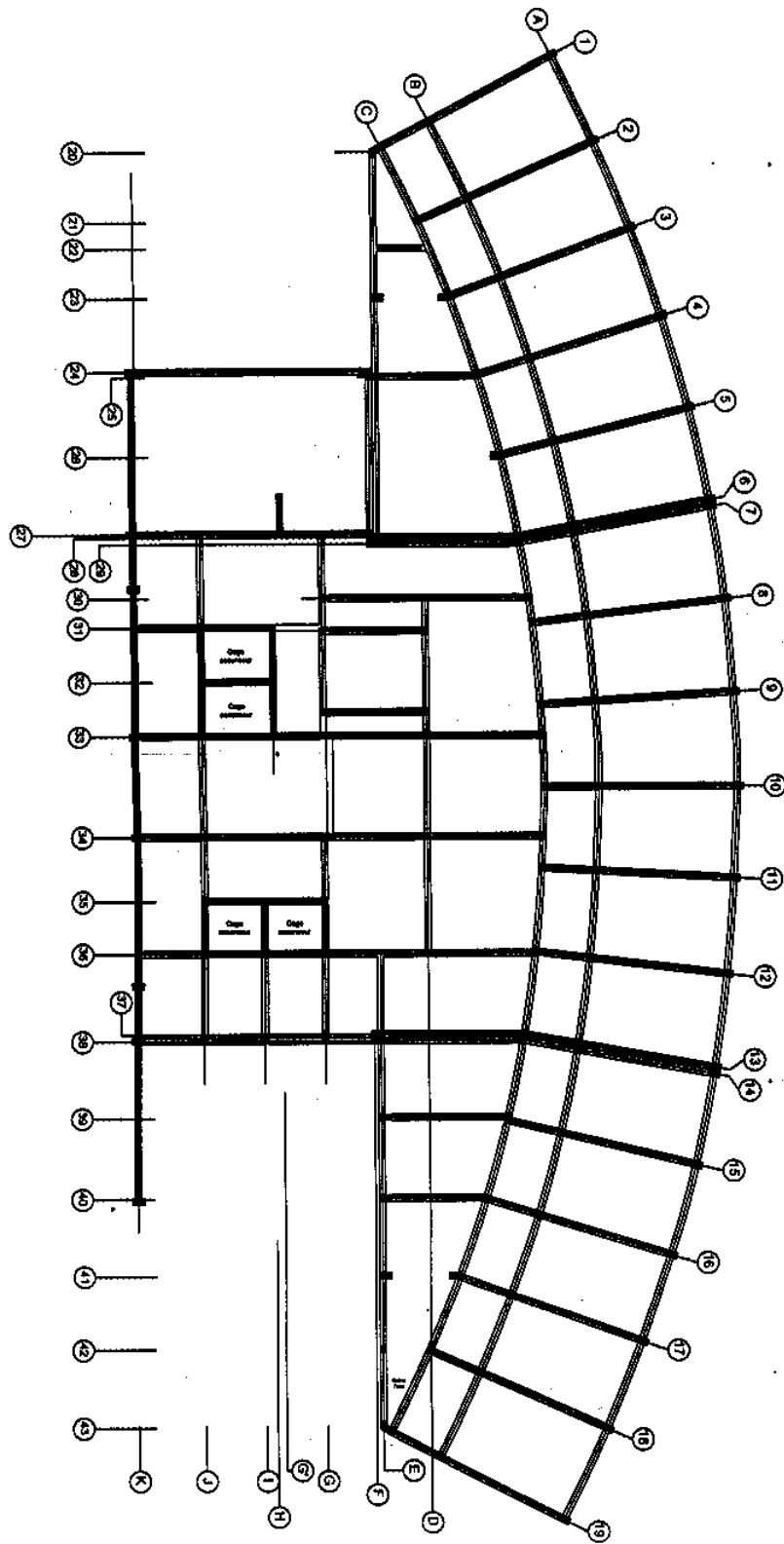


## ANNEXE 5

### **REPERAGE DES SEMELLES / POTEAUX / POUTRES** (choisis dans le cadre du mémoire)

$$S_{F,1} = K_b$$


## REPERAGE DES POUTRES



## ANNEXE 6

### **CADRE DE DECOMPOSITION DES PRIX**

# **CADRE DE DECOMPOSITION DU PRIX GLOBAL ET FORFAITAIRE**

DESIGNATION DES OUVRAGES	CONCERNE	U	QTE	P.U	MONTANT
1) INSTALLATION DE CHANTIER TOTAL 1)					
2) ASSURANCE DECENNALE TOTAL 2)					
3) TERRASSEMENTS TOTAL 3)					
4) BETON EN INFRASTRUCTURE TOTAL 4)					
5) BETON EN SUPERSTRUCTURE TOTAL 5)					
6) MACONNERIE - RAVALEMENT TOTAL 6)					
7) REVETEMENT - CARRELAGE TOTAL 7)					
8) MENUISERIE BOIS TOTAL 8)					
9) MENUISERIE ALU/PVC TOTAL 9)					
10) MENUISERIE METALLIQUE TOTAL 10)					
11) CHARPENTE / COUVERTURE / PLAFONNAGE /DEP TOTAL 11)					
12) PEINTURE - VITRERIE TOTAL 12)					

DESIGNATION DES OUVRAGES	CONCERNE	U	QTE	P.U	MONTANT
13) ELECTRICITE TOTAL 13)					
14) PLOMBERIE SANITAIRE TOTAL 14)					
15) ETANCHEITE TOTAL 15)					
16) VOIRIES ET RESEAUX DIVERS TOTAL 16)					
17) MURS DE SOUTÈNEMENT / CLOTURE TOTAL 17)					
TOTAL GENERAL TVA 20%					
TOTAL TTC					