



















Après les dépouillements des avantages et désavantages, la cheminée assemblée de deux conduites de fumée à été adoptée pour le site de Rades, compte tenu de son terrain relativement mauvais et du fait que la cheminée de ce type permet de faire la visite et la réparation d'une des deux conduites sans arrêter le fonctionnement de l'autre.

La hauteur de la charpente de support est de 62,50 mètres. Chacune des deux conduites de fumée est d'une hauteur de 80 mètres et des diamètres intérieurs de 3,50 mètres (tête) et 4,00 mètres (base).

La cheminée s'appuie sur les fondations de pieux de béton.

## **CHAPITRE 4 ANALYSE DU RESEAU DE TRANSPORT**

**4.1 CONCEPTION DE BASE POUR LA FORMATION DU RESEAU OPTIMUM**

**4.2 ECOULEMENT DU COURANT**

**4.3 STABILITE TRANSITOIRE**

**4.4 CAPACITE DU COURT-CIRCUIT**

**4.5 REGLAGE DE TENSION**



## CHAPITRE 4 ANALYSE DU RESEAU DE TRANSPORT

### 4.1 CONCEPTION DE BASE POUR LA FORMATION DU RESEAU OPTIMUM

Etant donné que la centrale de Rades se situe tout près de la ville de Tunis qui est le plus gros centre de consommation, ligne de transport de la centrale n'est pas une simple ligne d'évacuation. Elle doit être étudiée même au point de vue de la formation du réseau optimum.

Actuellement la construction est en cours d'un arc 225 kV à l'ouest de la région de Tunis, prenant comme postes d'extrémités, le poste de M'Nihla au nord et le poste de Naassen au sud.

Compte tenu des paliers de tension actuels, le niveau 225 kV est adopté pour la ligne de la centrale de Rades. Si un conducteur en Al-Ac 411 mm<sup>2</sup>, normalement adopté par la STEG pour la ligne 225 kV, doit être utilisé dans ce projet, deux ternes sont nécessaires (capacité de transmission est de 242 MVA/terne pour le conducteur Al-Ac 411 mm<sup>2</sup>). De ce fait on peut considérer deux moyens de transport d'électricité.

- Variante 1: Construire une ligne Rades-Naassen à double terne
- Variante 2: Construire deux lignes de Rades-M'Nihla et Rades-Naassen, chacune à simple terne

Au point de vue de la condition topographique la variante 1 est favorable. Toutefois, elle n'est qu'un prolongement de l'arc Naassen-M'Nihla et ne peut améliorer beaucoup la fiabilité du réseau car une défaillance de la ligne entre ces postes a pour effet de couper le système de transport. A ce contre, la variante 2 qui consiste à former une boucle faisant le tour de la région de Tunis peut élever beaucoup la fiabilité du réseau. D'ailleurs, le système en boucle permet d'élargir la plage de choix pour le programme futur d'équipement en moyens de production en ce qui concerne la puissance installée, l'emplacement et la date de mise en service des centrales. De ce fait la variante 2 a été adoptée pour la ligne de la centrale de Rades.

Comme base de l'étude pour la formation du réseau, les deux conditions suivantes ont été retenues:

- 1) Au point de vue de la fiabilité du réseau, le renforcement du réseau doit permettre la fourniture d'électricité même en cas d'une défaillance d'un terne.
- 2) Comme norme pour le renforcement du réseau, la ligne doit être renforcée lorsque l'écoulement du courant de la ligne atteint un niveau supérieur à 90% de la capacité nominale de transmission (capacité à une température de conducteur de 70°C dans la condition d'une température de l'air de 30°C).

En se basant sur les conditions ci-dessus, les analyses du réseau ont été effectuées englobant les calculs de l'écoulement du courant, de la stabilité transitoire et de la capacité du court-circuit, ayant pour but d'établir le programme d'équipement en moyens de transport.

De la ligne Goulette II-Hammamet à 150 kV, le parcours entre Rades et Goulette II sera remplacé par la ligne 225 kV, et pour cela la ligne Hammamet 150 kV se raccordera à la centrale de Rades.

D'ailleurs, pour élever la fiabilité du réseau et pour faire face à la pointe appelée de l'année 1984 la construction de la ligne Rades-Naassen et l'installation d'un transformateur 225/150 kV au poste de Rades doivent se terminer au plus tard avant le mois d'octobre 1984.

#### 4.2 ECOULEMENT DU COURANT

Le calcul de l'écoulement du courant effectué pour les heures de pointe en décembre 1986 (voir le Graphique 4-1) constate que pour la ligne 225 kV et la ligne 150 kV aucun renforcement n'est nécessaire car les puissances des courants écoulés de ces lignes demeurent aux niveaux inférieurs à leurs capacités de transmission, mais que pour les postes de Naassen et M'Nihla il faut installer de nouveaux transformateurs.

Le courant passé le transformateur 225/90 kV du poste de Naassen est de  $174,5 \text{ MW} + j83,9 \text{ Mvar} = 194 \text{ MVA}$  soit 97% de la capacité nominale de transformateur de 200 MVA. D'autre part, le courant passé le transformateur 225/90 kV du poste de M'Nihla est de  $193,0 \text{ MW} + j87,7 \text{ Mvar} = 212 \text{ MVA}$  par rapport à la capacité nominale de transformateur de 200 MVA.

Par conséquent il serait nécessaire d'installer en supplément deux transformateurs de 100 MVA chacun, l'un au poste de Naassen et l'autre au poste de M'Nihla (voir le paragraphe 5.3.2).

Le système 90 kV ne fait pas l'objet de la présente étude. Toutefois, il y a lieu de signaler la nécessité de son renforcement parce que:

- Sur la ligne 90 kV entre M'Nihla et Menzel Bourguiba s'écoule un courant d'environ 51 MW. Au point de vue de la capacité de transmission le renforcement de cette ligne n'est pas nécessaire jusqu'à 1986. Toutefois, comme c'est par deux lignes 90 kV seulement que la région Bizerte-Menzel Bourguiba est desservie, une défaillance de la ligne causerait de divers empêchements.
- Par conséquent le renforcement du réseau par une autre ligne à 90 kV ou plus serait souhaitable au point de vue de la fiabilité de la fourniture d'électricité (à ce sujet l'étude est en cours à la STEG).

Les pertes de transport pour l'ensemble du réseau est de 17 MW de puissance active et 113 Mvar de puissance réactive.

#### 4.3 STABILITE TRANSITOIRE

Les défauts triphasés sont les plus graves parmi des défaillances provoquées sur une ligne. En conséquence, pour examiner la stabilité du réseau après la construction de la ligne de Rades le calcul a été effectué pour le cas de défauts triphasés provoqués à proximité de la centrale (voir le Graphique 4-2). Les conditions retenues dans le calcul sont d'une durée d'interruption de 0,12 seconde y compris la durée de fonctionnement des relais de protection et d'une durée à vide de 0,5 seconde. Ces conditions sont normalement adoptées au Japon pour l'examen de la stabilité d'un réseau du niveau 225 kV.

Les calculs constatent que le réseau sera stable même en cas de défauts triphasés. Ceci veut dire que le réseau sera stable pour n'importe quelle défaillance de la ligne de transport.

Comme le réseau est bouclé, il est à adopter le système de recouplage triphasé pour élever la fiabilité de la fourniture d'électricité. Dans ce cas, à propos de la vitesse de recouplage à vide, il convient d'adopter une durée supérieure à une seconde afin de diminuer les coups pour les arbres des turbines.

#### 4.4 CAPACITE DU COURT-CIRCUIT

La capacité du court-circuit a été calculée dans les conditions suivantes (voir le Graphique 4-3):

- a) Nombre des groupes en fonctionnement: 4 groupes de la centrale de Rades sont en marche et l'énergie produite est transitée par 4 lignes de transport. (L'examen a été faite pour savoir la capacité de disjonction en phase ultime)
- b) Réactance: Paramètre  $x_d'$  est utilisé

Le résultat des calculs est le suivant:

Désignation	Barre omnibus	Capacité du court-circuit
Centrale de Rades	225 kV	3.512 MVA
Poste de Naassen	225 kV	3.404 MVA
Poste de M'Nihla	225 kV	3.119 MVA
Centrale de Sousse	225 kV	2.117 MVA
Poste de Tunis Sud	90 kV	1.872 MVA
Poste de Naassen	90 kV	1.713 MVA
Poste de Oueslatia	225 kV	1.692 MVA
Poste de M'Nihla	90 kV	1.614 MVA
Centrale de Sousse	150 kV	1.582 MVA
Centrale de Goulette II	90 kV	1.547 MVA

Les capacités ci-dessus ont été calculées dans l'hypothèse que tous les groupes étaient couplés en parallèle au réseau. Donc les capacités réelles seraient en effet moins importantes. D'ailleurs, la capacité de disjonction du système 225 kV existant se trouve au niveau 2.500 MVA. Toutefois, pour les disjoncteurs à installer à la centrale de Rades et aux postes de Naassen et M'Nihla il est souhaitable d'adopter une capacité de disjonction de 3.500 MVA.

#### 4.5 REGLAGE DE TENSION

Le réglage de tension consiste à assurer un équilibre entre la production et la consommation des puissances réactives. Pour maintenir aux niveaux normaux les tensions d'exploitation des lignes de transport et les tensions des enroulements secondaires des transformateurs, le réglage se fait par les alternateurs, les compensateurs et les commutateurs de réglage.

### **(1) Conditions de réglage**

Dans le calcul de l'écoulement du courant les conditions suivantes ont été retenues pour le réglage de tension:

- 1) Les fluctuations des tensions des barres omnibus de 225 kV, 150 kV et 90 kV doivent être limitées dans une plage de  $\pm 5\%$  de leurs tensions nominales.
- 2) Les tensions aux bornes des alternateurs doivent être maintenues dans une limite de 95 à 103% de leurs tensions nominales.
- 3) Tous les transformateurs doivent s'équiper des commutateurs de réglage, et surtout les transformateurs dans les postes doivent s'équiper des commutateurs de réglage en charge, pour permettre de limiter les fluctuations de tension dans une plage de  $\pm 10\%$  de leurs tensions nominales.

### **(2) Résultats de calcul**

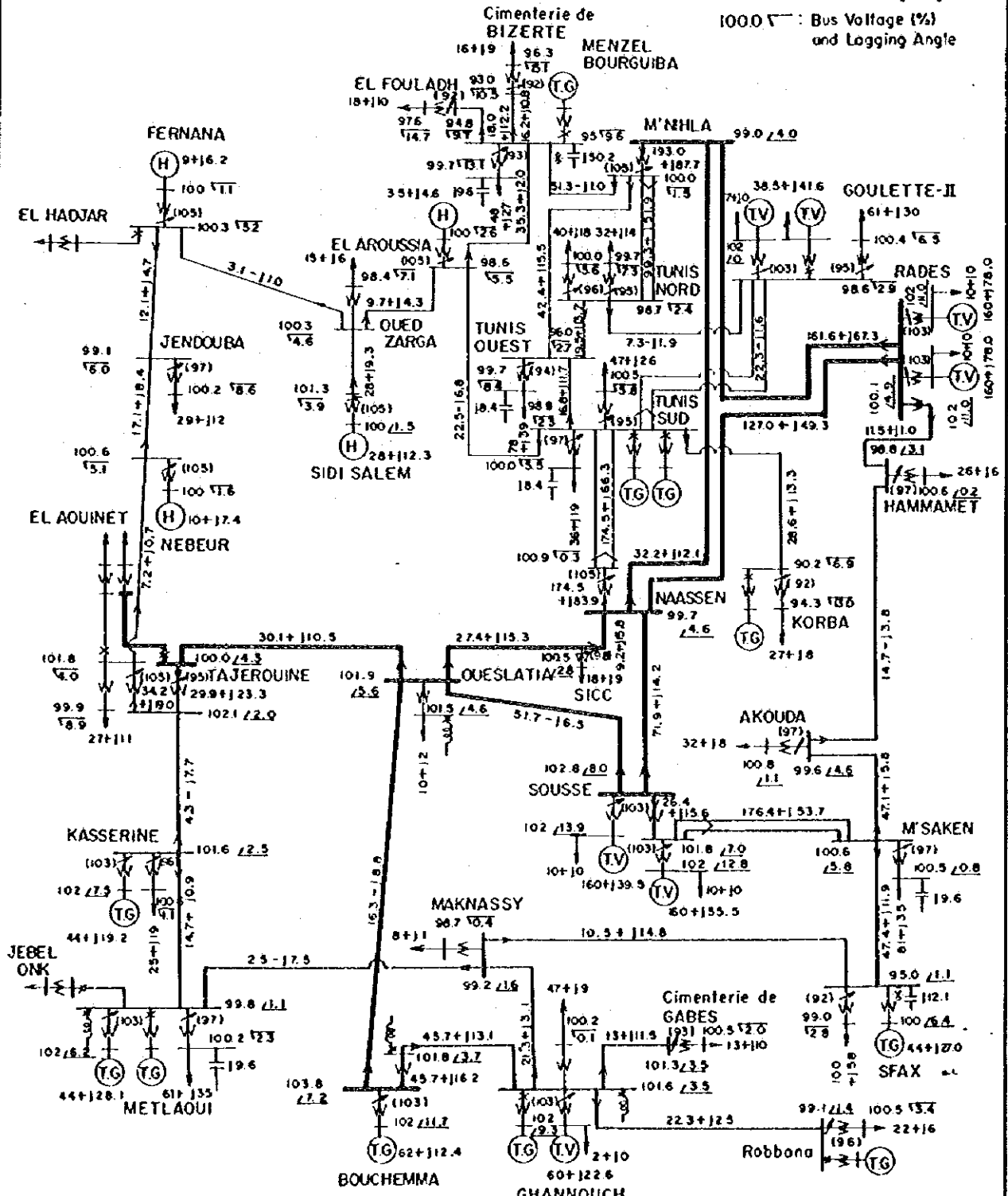
Le résultat du réglage de tension pour les heures de pointe en 1986 est donné dans le Graphique 4-1. Il montre que dans la région de Tunis la tension du réseau est maintenue presque à sa valeur nominale par suite de la construction de la centrale de Rades, mais que dans le district de Menzel Bourguiba apparait une chute de tension telle qu'il faut installer un compensateur de 50 MVA. Toutefois, ce calcul n'a pas considéré l'exploitation des turbines à gaz de ce district compte tenu de l'indisponibilité en gaz naturel. Si ces turbines sont exploitées, l'installation du compensateur ne serait pas nécessairement obligatoire.

De toute façon, il faudrait élaborer des conditions d'exploitation du point de vue pratique.

Graphique 4-1

ÉCOULEMENT DU COURANT ET LE REGLAGE DE TENSION EN HEURES DE POINTE (RADES, ANNEE 1986)

P + jQ (MW, MVar)  
 100.0 ∠ : Bus Voltage (%) and Leading Angle  
 100.0 ∠ : Bus Voltage (%) and Lagging Angle



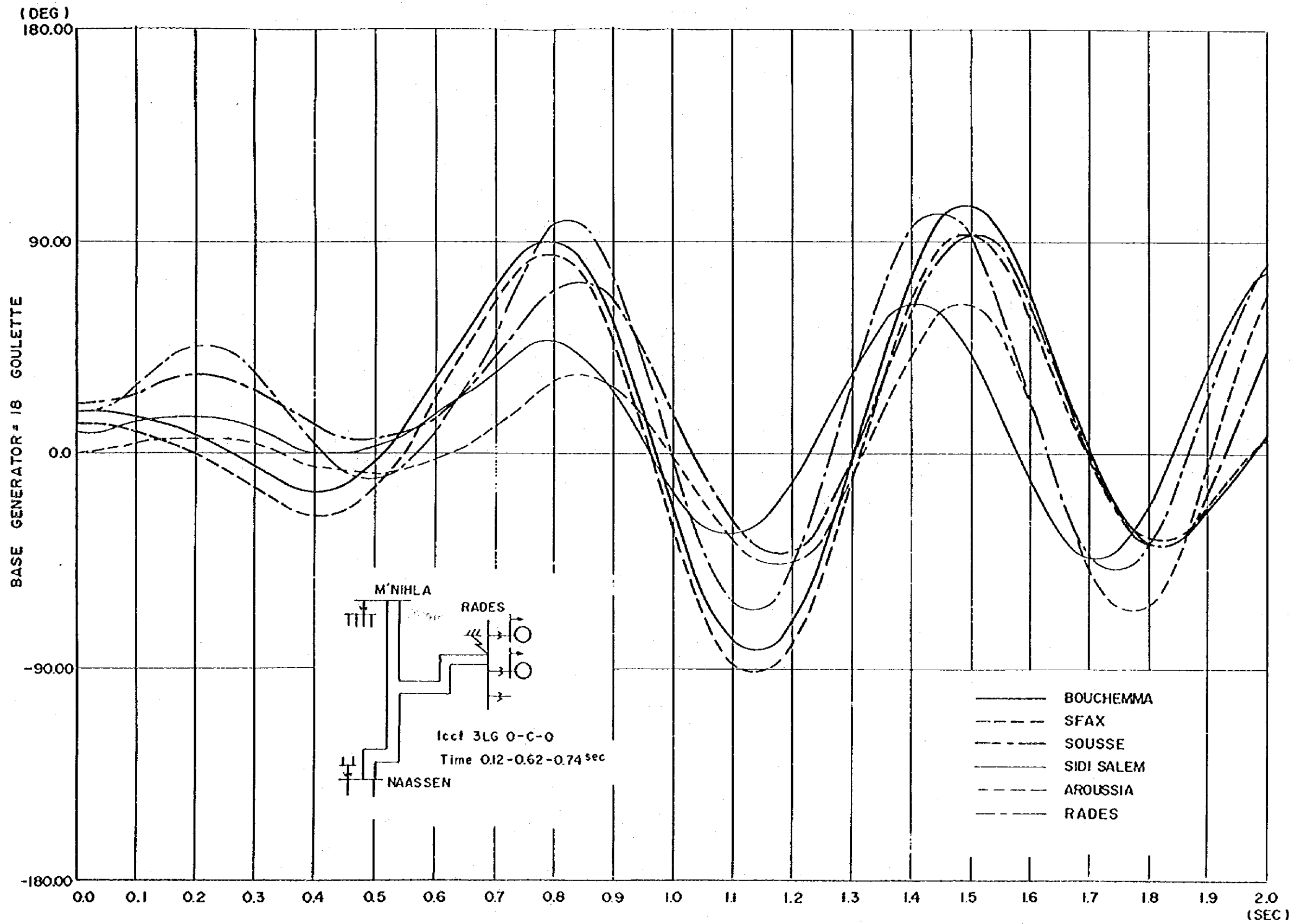
——— : LIGNE 225 kV  
 ——— : LIGNE 150 kV  
 ——— : LIGNE 90 kV  
 Line Loss P = 17.0 MW  
 Q = 113.3 MVar  
 ( ) : Top of Transformer  
 X : Additional Shunt Capacitor

TV - Thermique Vapeur  
 TG - Turbine a Gaz  
 H - Hydraulique





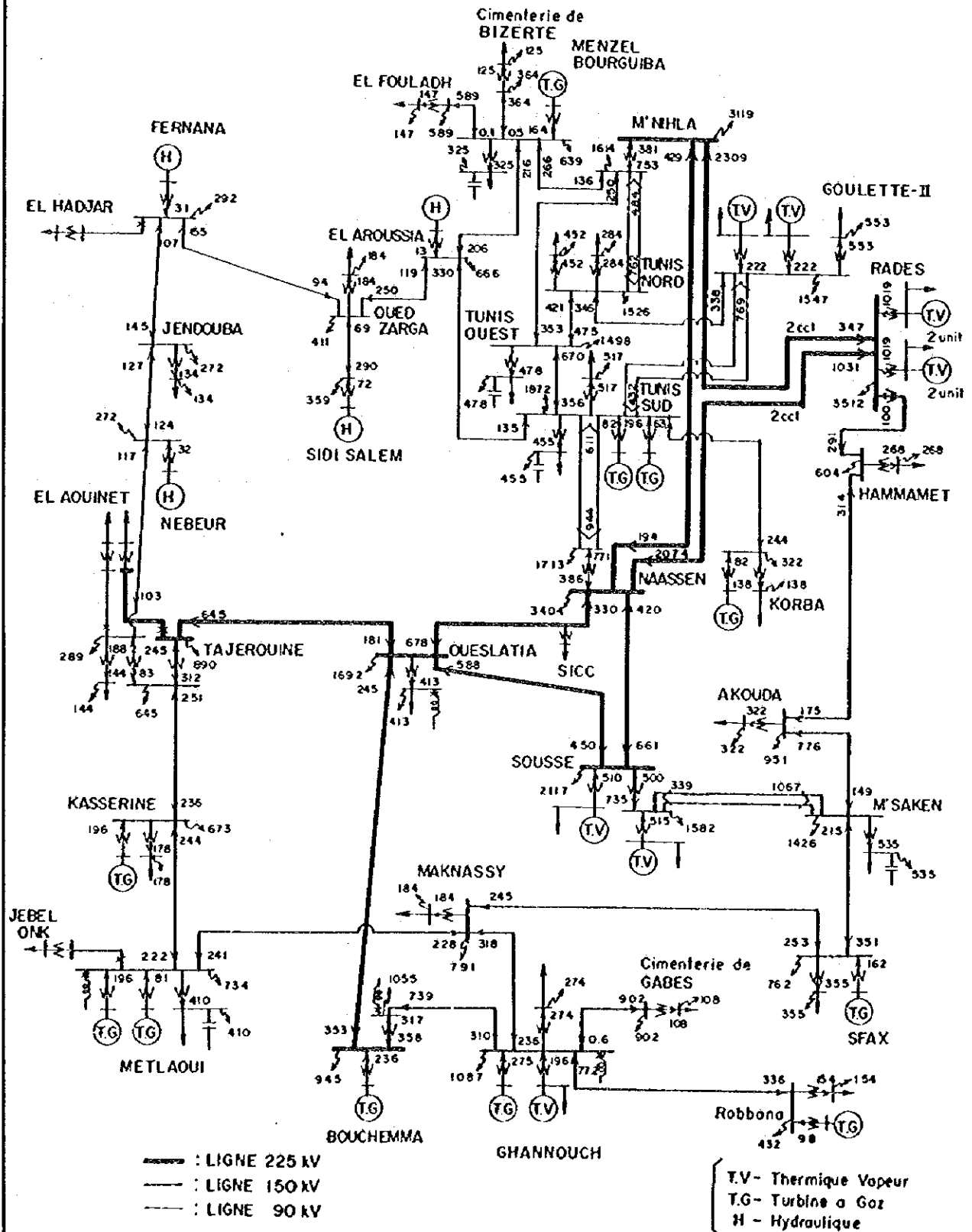
Graphique 4 - 2 1986  
 RADES M' NIHLA ~ RADES 3LG-0-C-0





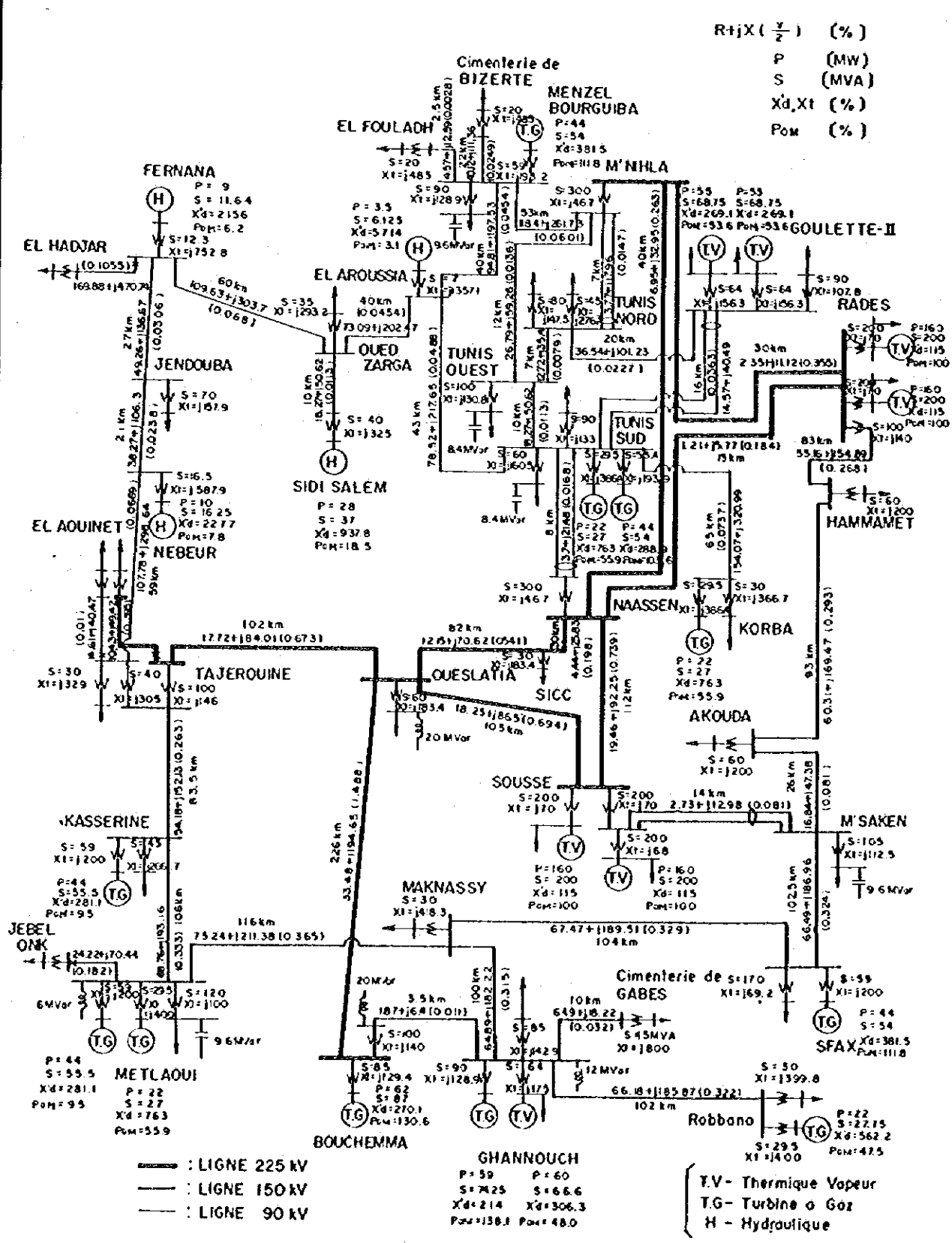
Graphique 4-3 CAPACITE DU COURT-CIRCUIT

(MVA)





Graphique 4-4 SCHEMA D'IMPEDANCE EN 1986 (BASE 1,000MVA)



$R+X(\frac{\%}{2})$	(%)
P	(MW)
S	(MVA)
$X_d, X_t$	(%)
$P_{om}$	(%)

- : LIGNE 225 kV
- : LIGNE 150 kV
- : LIGNE 90 kV

- TV - Thermique Vapour
- TG - Turbine a Gaz
- H - Hydraulique



## **CHAPITRE 5 DESCRIPTION DE LA LIGNE DE TRANSPORT ET DES POSTES**

5.1 CONCEPTION DE BASE POUR L'ETUDE

5.2 DESCRIPTION DE LA LIGNE DE TRANSPORT

5.3 DESCRIPTION DES POSTES

5.4 EQUIPEMENT DE TELECOMMUNICATION





## CHAPITRE 5 DESCRIPTION DE LA LIGNE DE TRANSPORT ET DES POSTES

### 5.1 CONCEPTION DE BASE POUR L'ETUDE

Pour l'établissement du programme d'équipement en moyens de transport les conditions suivantes ont été retenues:

- a) L'énergie produite de la centrale de Rades sera transportée à deux postes de M'Nihla et Naassen par deux lignes 225 kV de Rades-M'Nihla et de Rades-Naassen, chacune à simple terre.
- b) La construction des lignes de transport et leurs raccordement aux deux postes doivent se terminer avant le mois d'octobre 1984 pour le tronçon Rades-Naassen et avant le mois de janvier 1985 pour le tronçon Rades-M'Nihla pour élever la fiabilité du réseau et pour ne pas donner des obstacles aux essais de la centrale de Rades.
- c) Comme type de support de la ligne de transport, on adopte le pylône métallique compte tenu de la fiabilité mécanique et de la facilité de l'entretien. Comme la ligne passe le long de la mer et traverse les lacs et des zones humides, les efforts doivent être orientés surtout aux études de la fondation du pylône et de la prévention des dégâts provoqués par le sel de l'air marin.
- d) Les appareillages de transformation doivent être dotés des caractéristiques fiables et munis des mécanismes de sûreté. D'ailleurs, pour la facilité de l'entretien il est à adopter dans la mesure du possible les appareillages des mêmes caractéristiques pour permettre d'utiliser les mêmes pièces de rechange.
- e) Comme mode de canalisation des barres omnibus aux postes de Naassen et de M'Nihla, le système "Ring-bus" est adopté tant pour le système 225 kV que pour le système 90 kV, compte tenu du système existant de ces postes.
- f) Pour prévenir la propagation aux autres systèmes des accidents provoqués dans les lignes 225 kV, les relais de protection à transmission par ligne électrique sont installés. Egalement, pour permettre de restaurer rapidement des accidents et de simplifier le procédé de protection, les localisateurs de défaut sont installés.
- g) Pour l'efficacité de l'entretien le téléphone THF est installé.
- h) Suivant le critère de la STEG les conditions météorologiques ci-après doivent être retenues pour l'étude de la ligne de transport:

Température moyenne	20°C
Température maximum	50°C
Température minimum	- 0,5°C
Vitesse de vent maximum	30 mètres/sec
Accélération sismique	0,1G

## 5.2 DESCRIPTION DE LA LIGNE DE TRANSPORT

### 5.2.1 Caractéristiques générales

Les caractéristiques générales de la ligne de transport sont les suivantes:

Postes d'extrémités:	Rades-Naassen (Section N°1) Rades-M'Nihla (Section N°2)
Longueur de la ligne:	Section N°1 15 km Section N°2 30 km

Pour les lignes de ces deux sections les mêmes caractéristiques sont adoptées.

Tension:	225 kV
Nombre de terre:	Simple terre (pylône à double terre)
Système électrique:	Triphasé 3 fils, 50 Hz
Conducteur:	Al-Ac, 411 mm <sup>2</sup>
Fil de terre:	Fil d'acier galvanisé (GSW), 70 mm <sup>2</sup>
Isolateurs:	Isolateurs de suspension à 16 pièces en série – 254 mm x 146 mm  Isolateurs antibrouillard à 16 pièces en série – 254 mm x 146 mm
Support:	Pylône à double terre et à câblages verticaux (voir le Graphique 5-2)
Portée:	350 m
Système à la terre:	Système mis effectif à la terre

### 5.2.2 Dépouillements et étude

#### (1) Tracé de la ligne

Le tracé de la ligne de transport a été déterminé sommairement en se basant sur les observations effectuées au cours de la reconnaissance sur le terrain, les dépouillements par les cartes topographiques à l'échelle de 1/50.000 et les données géologiques et compte tenu également des conseils donnés par les ingénieurs de la STEG. De toute façon, dans la phase des études détaillées une ample étude y compris l'étude géologique du lac et des zones humides doit être exécutée, tant pour la facilité des travaux que pour la facilité de l'entretien. Le tracé de la ligne est montré dans le Graphique 5-1.

Le réseau actuel de la STEG adopte la ligne à simple terre. Toutefois, pour les deux tronçons de Rades-M'Nihla et Rades-Naassen le pylône à double terre (câblage initial à simple terre) est adopté compte tenu de la traversée du lac de Tunis et des difficultés de passage futur dues à l'urbanisation des banlieues de la ville de Tunis.

a) Ligne Rades-Naassen (15 km)

Etant donné qu'une zone de pêche ou de plaisance est projetée le long de la mer, la ligne sortie du poste de Rades passe d'abord la zone de remblai projetée et à mi-chemin elle se tourne au sud pour traverser le lac intérieur et puis se tourne à l'ouest pour s'acheminer au poste de Naassen.

A partir de la zone d'implantation de la centrale s'étend un terrain plat vers le sud sur quelques kilomètres. Toutefois, le passage du lac obligerait d'installer des pylônes coûteux.

Aux environs du poste de Naassen se trouvent des collines tendres (cote de 10 à 20 mètres) couvertes de champs d'olivier.

b) Ligne Rades-M'Nihla (30 km)

Dans le premier tronçon de la ligne Rades-M'Nihla, il est supposé que la ligne ne peut passer sur le banc étendu au nord de la centrale de Goulette II parce que ce banc est comblé d'usines et d'habitations. La ligne doit donc traverser le lac de Tunis après le départ du poste de Goulette.

Une étude technique a été effectuée sur la fondation du pylône à implanter dans le lac en se basant sur les cartes géologiques de la zone de Rades. Cette étude conduit à adopter une fondation du type caisson montrée dans le Graphique 5-3.

Egalement en se basant sur le tracé retenu, les études ont été menées sur un brouillage aux antennes de la station météorologique et sur la nuisance de l'aviation. Ces études constatent qu'aucun empêchement ne sera pas produit ni pour les antennes ni pour l'aviation.

Dans la présente étude est adopté le pylône d'une hauteur presque pareille à celle des pylônes implantés sur le terrain plat. Dans la phase des études détaillées il est nécessaire d'examiner le pour ou le contre de l'utilisation d'un pylône plus haut au point de vue technico-économique et compte tenu des résultats obtenus à partir de l'étude géologique du lac.

Sur le terrain étendu entre le site de Rades et la centrale de Goulette II affluent les lignes existantes à 150 kV et à 90 kV. D'ailleurs, il faut tenir compte des utilisations du terrain envisagées dans le plan d'extension du port de Tunis-Goulette. Pour cela, la ligne existante à 150 kV comprise entre le site de Rades et la centrale de Goulette II sera remplacée par la ligne 225 kV.

Entre le lac de Tunis et le poste de M'Nihla s'étend une plaine plate sauf aux environs du poste de M'Nihla où se trouvent des montagnes. Le long des montagnes se trouve une zone marécageuse que la ligne doit passer. D'après l'étude sommaire il semble que le passage de cette zone ne soulève pas de problème difficile. Mais dans la phase des études détaillées l'étude géologique y devrait être exécutée.

## (2) Conducteur

L'importance de la section de conducteur est déterminée compte tenu principalement de la capacité du courant et de l'effet de couronne. D'après le résultat obtenu à partir des analyses du réseau effectuées pour les heures de pointe en 1986 où la centrale de Rades fonctionne à pleine charge (voir le Graphique 4-1), la capacité du courant maximum de la ligne Rades-Naasen est de 136,2 MVA (127,0 MW + j49,3 Mvar) et celle de la ligne Rades-M'Nihla est de 175,1 MVA (161,6 MW + j67,3 Mvar). La capacité de 175,1 MVA correspond au courant de 449 A à la tension de 225 kV.

Le conducteur qui permet le passage du courant de cette capacité doit avoir une section supérieure à  $288 \text{ mm}^2$  (cas de conducteur A1-Ac) pour une température de conducteur de  $70^\circ\text{C}$ . Dans la présente étude le conducteur A1-Ac à  $411 \text{ mm}^2$  est adopté compte tenu des conditions suivantes:

- a) Section qui ne permet pas l'effet de couronne
- b) Section qui permet de transporter toute énergie produite de la centrale de Rades par une seule ligne en cas de défaillance d'une autre ligne
- c) Section qui correspond à celle des autres systèmes 225 kV de la STEG

Toutefois, il y a lieu d'étudier sur le pour ou le contre de l'utilisation d'un autre conducteur à une section plus importante compte tenu des difficultés de passage futur et des programmes futurs d'équipement en moyen de production.

Compte tenu des fatigues mécaniques l'effort de tous les jours du conducteur a été déterminé à un niveau inférieur à 20% pour l'état de calme plat et à la température de  $20^\circ\text{C}$ , et la tension maximum d'exploitation du conducteur a été déterminée à 4.130 kg pour la température de  $-0,5^\circ\text{C}$  et pour la vitesse de vent de 30 mètres/sec.

Pour quelques endroits il y a lieu de considérer l'utilisation d'un conducteur anticorrosif pour la prévention des dégâts provoqués par le sel de l'air marin.

## (3) Etude d'isolement

L'étude d'isolement a été effectuée compte tenu des tensions anormales à onde transitoire dans le système mis effectif à la terre, et en se basant sur une tension maximum de 245,5 kV et sur une cote inférieure à 1.000 NGT du tracé de la ligne projetée.

Pour les endroits où des pollutions salines sont à craindre les isolateurs antibrouillard à 16 pièces en série sont utilisés, et pour les autres endroits les isolateurs de suspension à 16 pièces

en série sont utilisés comme le cas des autres systèmes 225 kV de la STEG. L'éclateur normal et l'éclateur minimum sont respectivement de 1,75 mètres et 1,30 mètres.

#### (4) Etude antifoudre

Pour antifoudre un fil aérien mis à la terre est adopté comme le cas des systèmes existants de la STEG

#### (5) Support

Comme support de la ligne de transport, le pylône métallique à suspension est adopté. Au point de vue économique et mécanique ce type de support est le plus approprié au niveau de tension 225 kV.

La forme et la dimension du pylône sont montrées dans le Graphique 5-2. Le croquis de la fondation du pylône à implanter dans le lac est montré dans le Graphique 5-3.

### 5.3 DESCRIPTION DES POSTES

#### 5.3.1 Caractéristiques générales

Les caractéristiques générales des postes de Naassen et M'Nihla sont comme suit:

##### (1) Poste de Naassen (pour l'extension)

###### a) Equipements de sectionnement 225 kV:

3 disjoncteurs:	Triphasé 245 kV 3.500 MVA 1.200 A (transformateur de courant à borne traversée est annexé)
8 sectionneurs:	Triphasé 245 kV 1.200 A
3 transformateurs de potentiel:	Monophasé
3 parafoudres:	Monophasé
3 bobines de blocage	Monophasé

###### b) Transformateur:

Transformateur immergé dans l'huile du type bruits faibles (70 db), muni de commutateur de réglage en charge  
225 kV/90 kV, 100 MVA

###### c) Appareillage de protection de la ligne de transport:

Relais de protection à transmission par ligne électrique, muni d'un système de recouplage triphasé

d) Equipements de sectionnement 90 kV:

Un lot des appareils nécessaires au système "Ring-bus"

(2) Poste de M'Nihla (pour l'extension)

a) Equipements de sectionnement 225 kV:

3 disjoncteurs: Triphasé 245 kV 3.500 MVA 1.200 A  
(transformateur de courant à borne traversée est annexé)

8 sectionneurs: Triphasé 245 kV 1.200 A

3 transformateurs de potentiel: Monophasé

3 parafoudres: Monophasé

3 bobines de blocage: Monophasé

b) Transformateur: Transformateur immergé dans l'huile, du type bruits faibles (70 db), muni de commutateur de réglage en charge  
225 kV/90 kV, 100 MVA

c) Appareillage de protection de la ligne de transport:

Relais de protection à transmission par ligne électrique, muni d'un système de recouplage triphasé

d) Equipements de sectionnement 90 kV:

1 disjoncteur: Triphasé 2.200 MVA 800 A

2 sectionneurs: Triphasé 800 A

5.3.2 Dépouillements et étude

Comme les équipements des postes de Naassen et M'Nihla consistent en transformateurs et appareillages de raccordement, ils doivent être des mêmes caractéristiques que celles des équipements existants dans la mesure du possible.

(1) Canalisation des barres omnibus et installations de sectionnement

Compte tenu des systèmes existants de la STEG, le système "Ring-bus" est adopté pour la canalisation des barres omnibus à 225 kV. Les catégories et le nombre des installations sont

donc déterminés sur la base de ce système. Le système 90 kV du poste de Naassen doit être réorganisé par suite de l'installation d'un nouveau transformateur 100 MVA. Toutefois, comme sa réorganisation sur l'espace existant est difficile à cause du terrain limité, un nouveau système "Ring-bus" à 90 kV sera installé à côté du système 225 kV à "Ring-bus".

Comme les postes sont éloignés de la mer, il n'y a pas lieu de considérer des pollutions salines pour les équipements.

#### (2) Capacité de transformateur

Comme décrit au paragraphe 4.2, le résultat des analyses du réseau fait ressortir la nécessité de l'installation des transformateurs aux postes de Naassen et M'Nihla. Leur capacité est déterminée à deux transformateurs de 100 MVA chacun, l'un au poste de Naassen et l'autre au poste de M'Nihla. Cette capacité unitaire est la même que celle des transformateurs existants à ces deux postes. Ceci tient compte de l'augmentation des besoins en électricité sur 5 ans de 1986 à 1990 (environ 140 MW) de la région de Tunis d'une part, et de la facilité de l'entretien d'autre part.

Compte tenu également de l'urbanisation future le type à bruits faibles est adopté pour ces transformateurs.

#### (3) Capacité de disjonction

Dans la mesure du possible, pour chaque niveau de tension la même capacité de disjonction est adoptée en se basant sur les résultats de calcul de la capacité de court-circuit.

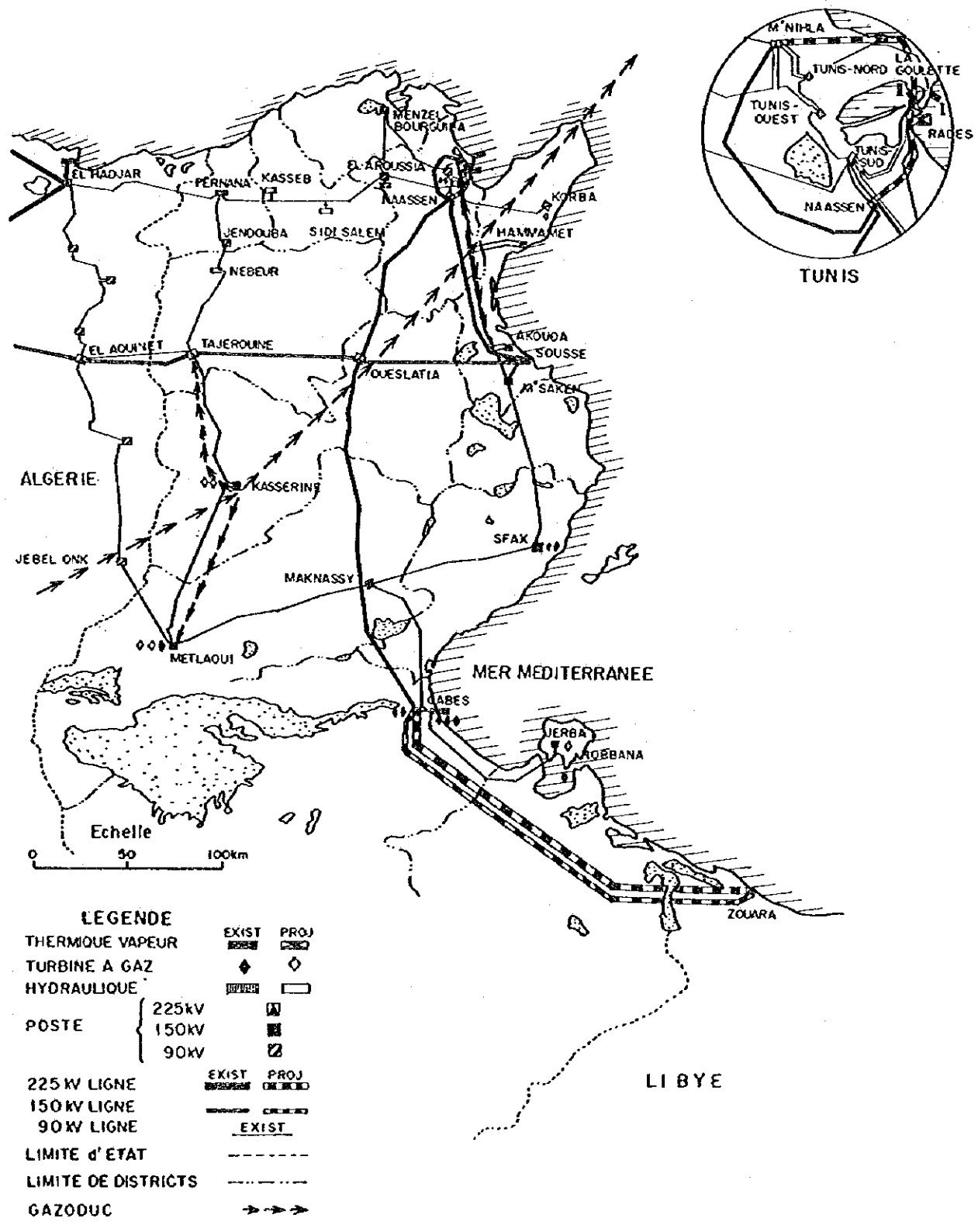
#### (4) Appareillage de protection de la ligne de transport 225 kV

L'appareillage de relais de protection à transmission par ligne électrique muni d'un appareil de recouplage triphasé est adopté pour la ligne 225 kV, compte tenu de son importance comme artère de la région de Tunis et pour améliorer la fiabilité de la fourniture d'électricité.



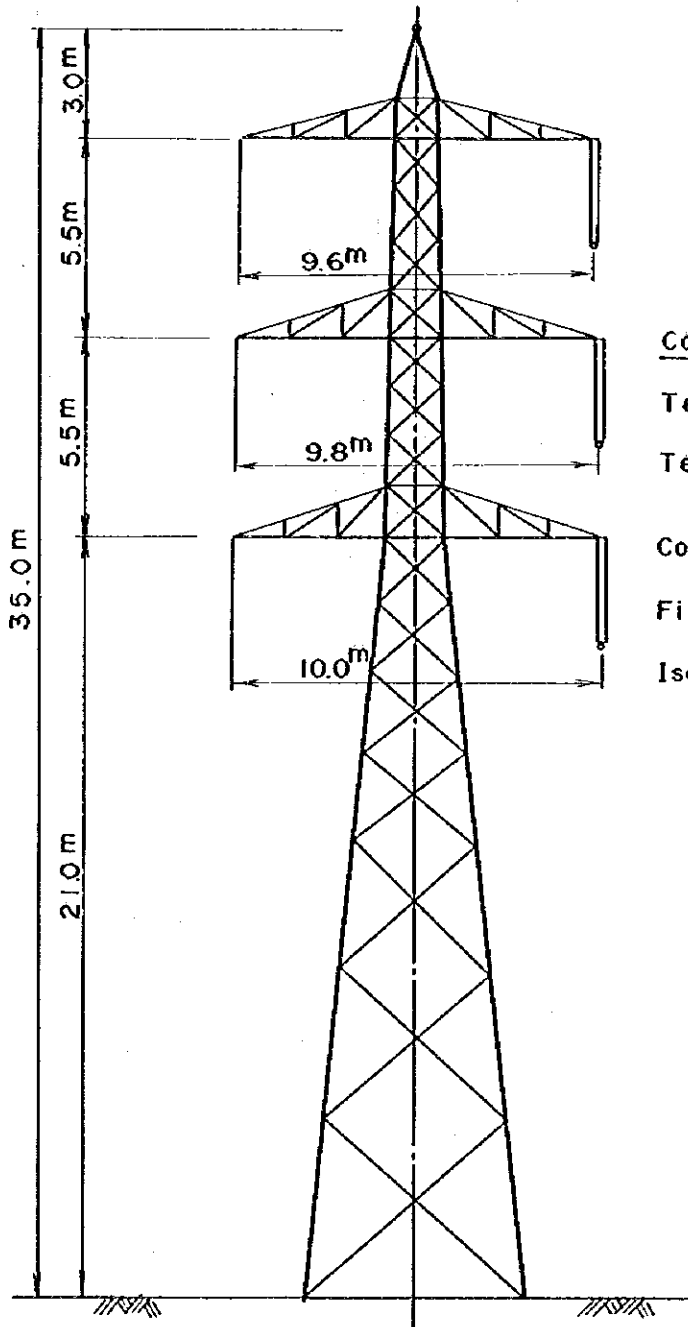


# Graphique 5-1 RESEAU DE TRANSPORT SITUATION EN 1981





Graphique 5-2 PYLON STANDARD DU TYPE SUSPENSION  
( 225 kV )



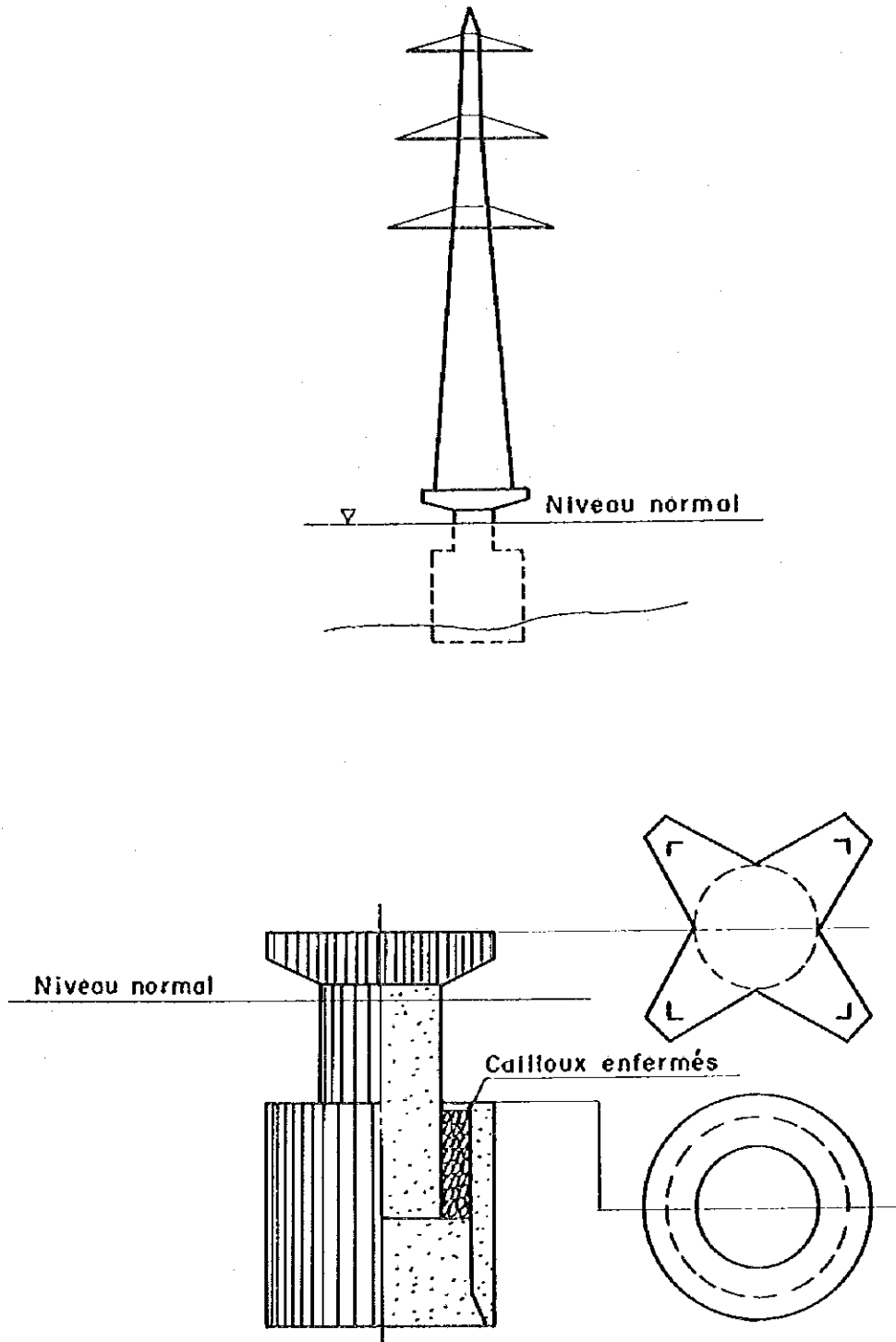
Conditions assignées

Tension :	225 kV
Terne :	Simple terne
Conducteur :	Al-Ac 411 mm <sup>2</sup>
Fil de terre :	GSW 70 mm <sup>2</sup>
Isolateur :	Diamètre de 254 mm Hauteur de 146 mm 16 isolateurs en série

Echelle : 1 / 200



Graphique 5-3 FONDATION DE PYLONE DANS LE LAC





## 5.4 EQUIPEMENT DE TELECOMMUNICATION

### 5.4.1 Caractéristiques générales

Les caractéristiques générales de l'équipement de télécommunication sont les suivantes (voir le Graphique 5-4).

Désignation	Caractéristiques	Dispatching	Rades	Naassen	M'Nihla
• Téléphone radioélectrique multiple UHF	SS-PM 10 W, 6 ch	1	1		
• Téléphone à transmission par ligne électrique	2 ch 35 dBm		2	1	1
• Relais de protection à transmission par ligne électrique			2	1	1
• Localisateur de défaut	Radar à pulsation, 2 ch		1		
• Téléphone THF au centre	10 W		1		
• Téléphone micro-onde portable	10 W, 1 W		3		

### 5.4.2 Dépouillements et étude

#### (1) Circuit téléphonique pour le dispatching et l'entretien

La commande de dispatching pour la centrale de Rades et les postes de Naassen et M'Nihla est émise par le Centre de Dispatching National. Pour cela, sont installés pour le dispatching les téléphones radioélectriques UHF entre le Centre de Dispatching et la centrale de Rades, et pour l'entretien les téléphones à transmission par ligne électrique entre Rades et Naassen et également entre Rades et M'Nihla. Les caractéristiques de ces équipements sont comme suit:

• Entre le Dispatching National et la centrale de Rades	Téléphone radioélectrique multiple UHF	10 W	3/6 ch
• Entre la centrale de Rades et le poste de M'Nihla	Téléphone à transmission par ligne électrique	35 dBm	2 ch
• Entre la centrale de Rades et le poste de Naassen	Téléphone à transmission par ligne électrique	35 dBm	2 ch



**(2) Circuit de relais de protection à transmission par ligne électrique**

Pour la protection de la ligne 225 kV sont installés les appareils de relais de protection à transmission par ligne électrique entre Rades et Naassen et également entre Rades et M'Nihla.

Le changement du sens du courant électrique est relaie par chaîne téléométrique de la ligne (voir le Graphique 5-5).

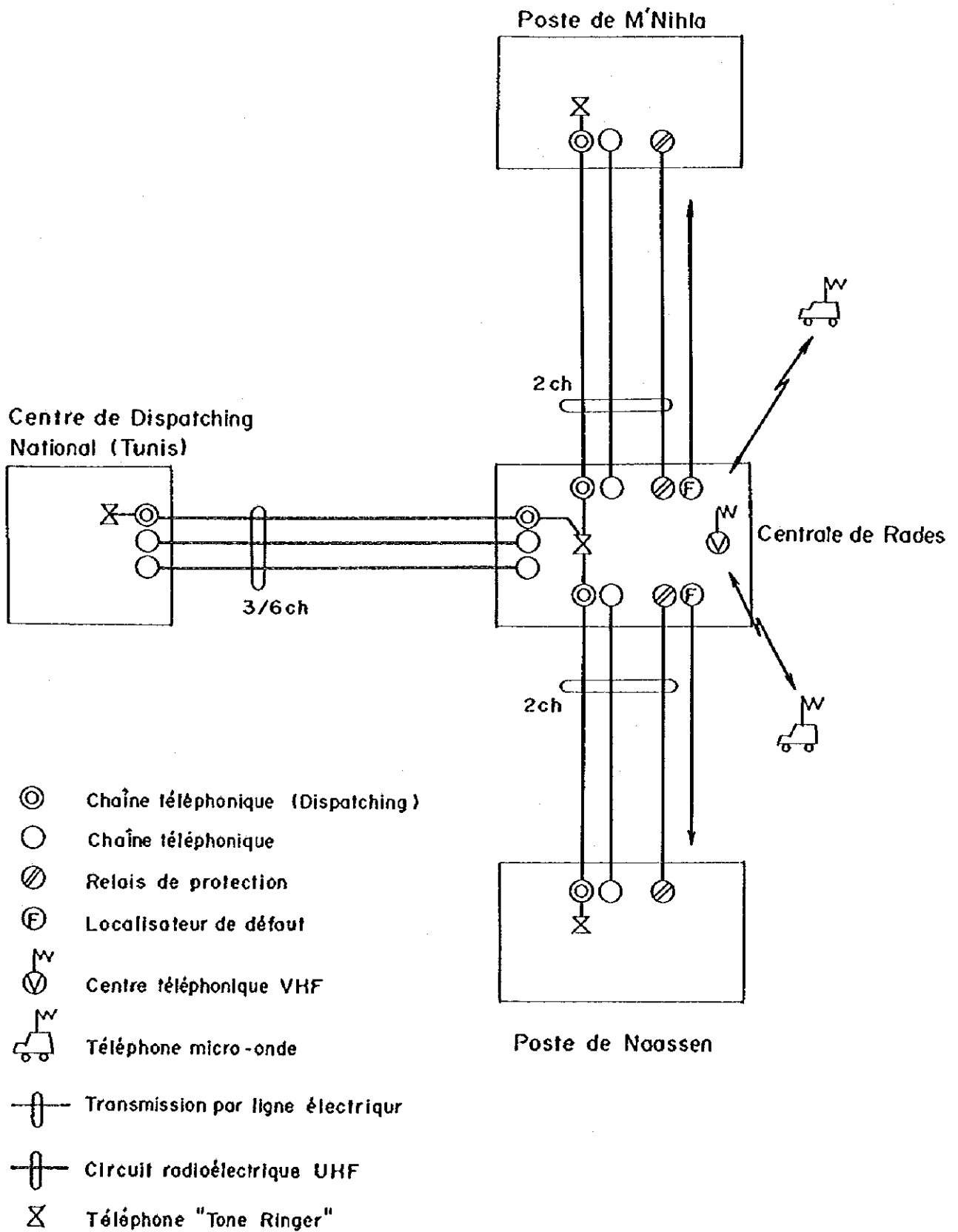
**(3) Localisateur de défaut**

Un localisateur de défaut du type radar à pulsation est installé dans la centrale de Rades pour restaurer rapidement des accidents provoqués sur la ligne de transport.

**(4) Centre téléphonique THF de Rades et le téléphone micro-onde portable**

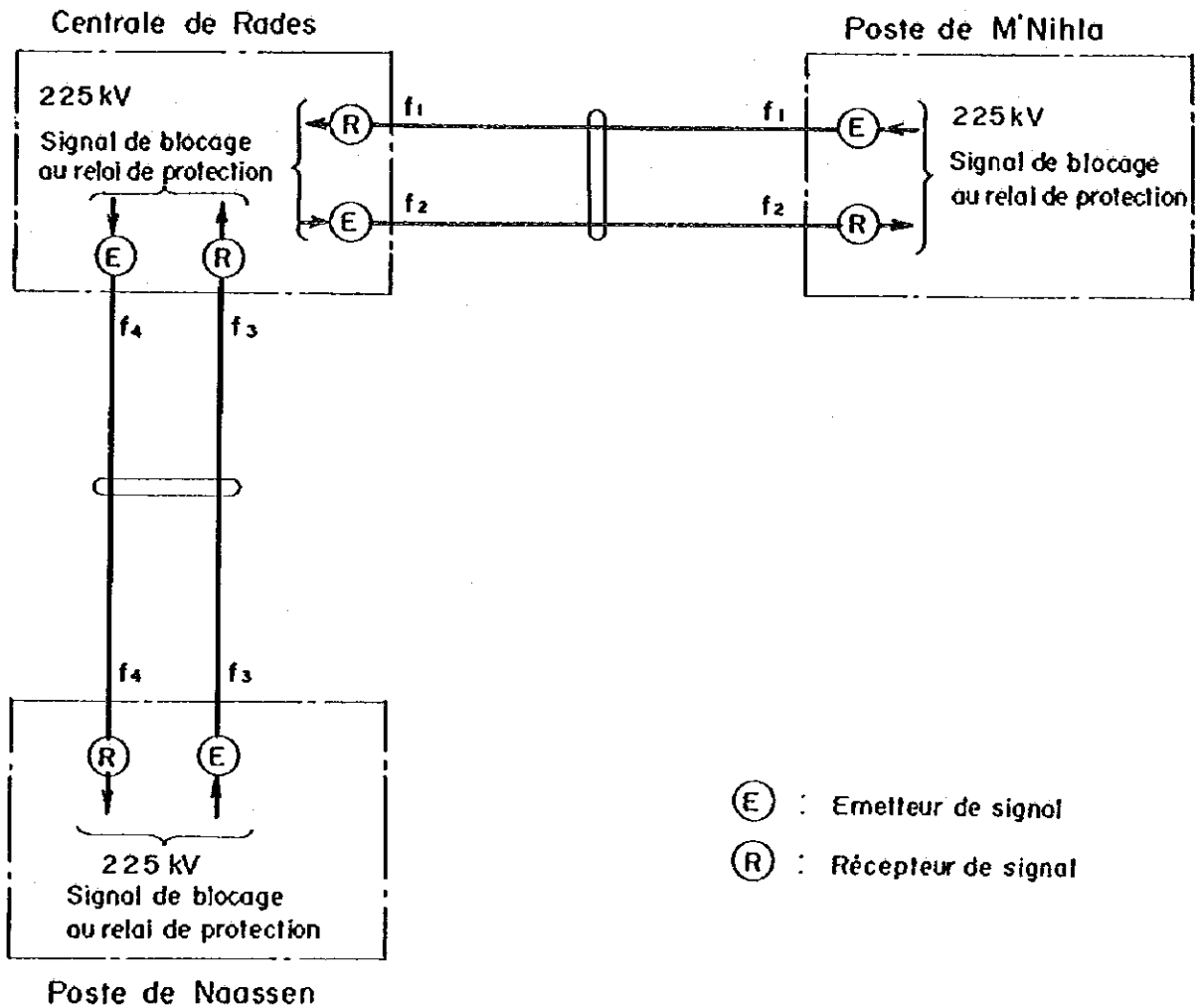
Pour le service d'entretien des lignes de transport Rades-Naassen et Rades-M'Nihla, un centre téléphonique THF est installé dans la centrale de Rades pour recevoir des informations données par les équipes de téléphone micro-onde patrouillant le long de la ligne. Les téléphones micro-onde sont chargés sur voiture ou portés à main.

Graphique 5 - 4 SCHEMA DE CIRCUIT DE TELECOMMUNICATION





Graphique 5-5 RELAIS DE PROTECTION A TRANSMISSION PAR LIGNE ELECTRIQUE





## **CHAPITRE 6 PROGRAMME DES TRAVAUX DE LA CENTRALE ET DE LA LIGNE DE TRANSPORT ET DES POSTES**

**6.1 CONDITIONS DE BASE**

**6.2 PROGRAMME DES TRAVAUX**

**6.3 ROLE DE LA STEG**

**6.4 ROLE DE L'INGENIEUR-CONSEIL**



## CHAPITRE 6 PROGRAMME DES TRAVAUX DE LA CENTRALE ET DE LA LIGNE DE TRANSPORT ET DES POSTES

### 6.1 CONDITIONS DE BASE

Le programme de l'implantation de la centrale et de la ligne de transport et des postes commence par la soumission du présent rapport de faisabilité, et il comprend les travaux d'études à exécuter par la STEG, la préparation des documents d'appel d'offres à exécuter par l'ingénieur-conseil et l'exécution des travaux y compris la fabrication du matériel électrique et mécanique. Il finit par le règlement des comptes des constructeurs.

Une durée de 24 mois sera nécessaire depuis la soumission du présent rapport jusqu'au démarrage des travaux. Les principaux événements inclus dans cette période sont comme suit:

- (1) Préparation du rapport de l'implantation de la centrale pour la demande de financement (3 mois)

Après la réception du présent rapport la STEG devrait préparer dans un bref délai un rapport de l'implantation de la centrale qui est nécessaire pour la demande de financement. Ce rapport comprendrait les grandes lignes du projet et un programme financier globale de la STEG.

- (2) Désignation de l'ingénieur-conseil (2 mois)

La STEG doit désigner un ingénieur-conseil et établir une Lettre de Crédit en sa faveur, après avoir examiné des offres soumis par des ingénieurs-conseils en se basant sur un Terme de Référence émis par la STEG.

- (3) Préparation des documents d'appel d'offres (8 mois)

Immédiatement après l'établissement de la Lettre de Crédit l'ingénieur-conseil doit exécuter une reconnaissance détaillée sur le terrain du site, reviser le rapport de faisabilité et préparer des dessins, des prescriptions techniques et des documents d'appel d'offres.

- (4) Soumission des offres (3 mois)

Il sera nécessaire de faire insérer une annonce de l'appel d'offres dans des journaux en Tunisie et à l'étranger pour une durée d'environ deux semaines. La durée de soumission est de deux mois et demi. Chaque soumissionnaire doit déposer une caution de soumission.

- (5) Passation des marchés pour les travaux (5 mois)

Les dépouillements et les évaluations des offres des soumissionnaires sont effectués par la STEG et l'ingénieur-conseil. Par l'ordre de préférence décidé, la STEG entre en négociations avec les soumissionnaires retenus pour aboutir aux passations des marchés.



**(6) Etablissement des Lettres de Crédit en faveur des constructeurs (3 mois)**

Dans trois mois après les passations des marchés la STEG établit les Lettres de Crédit en faveur des constructeurs.

**6.2 PROGRAMME DES TRAVAUX**

Compte tenu des travaux actuels de la centrale de Sousse, la durée de construction de la centrale de Rades est estimée à 40 mois englobant les dessins de fabrication, la fabrication du matériel électrique et mécanique, le transport maritime, les travaux de génie civil et d'architecture, le montage et les essais.

D'autre part, les durées de construction de la ligne de transport et des postes sont respectivement estimées à 23 mois et à 20 mois.

**(1) Dessins et fabrications**

Après l'établissement des Lettres de Crédit, les constructeurs procèdent aux dessins et aux fabrications des matériels. La durée de fabrication des turbines-alternateurs est estimée à 20 mois y compris les essais aux usines et les emballage. Dans cette durée la fabrication des rotors de turbine et d'alternateur demande la durée la plus longue.

La durée de fabrication des matériels de la ligne de transport et des postes est estimée à 12 mois. Les fabrications en Tunisie telles que la coupure des matériels de pylône, le perçage des cornières et la soudure devraient 5 mois.

**(2) Transport**

Le matériel fabriqué est mis à bord avec la licence d'exportation. La durée de transport du matériel est estimée à 3 mois englobant le transport maritime, le dédouanement du matériel au port de la Tunisie et son transport jusqu'au pied d'oeuvre. Pour le matériel des postes la durée de transport est estimée à 2 mois.

**(3) Travaux de génie civil et d'architecture**

Les travaux préparatoires tels que le terrassement et le remblai devraient se terminer jusqu'en décembre 1982. Les travaux du circuit de l'eau de refroidissement comprenant la prise d'eau, la conduite de prise, la conduite de fuite, la citerne de décharge et le canal de rejet doivent se terminer au plus tard jusqu'au commencement des essais des appareillages auxiliaires. Les travaux de la fondation du bâtiment principal doivent débiter 6 mois avant le démarrage de l'édification de sa superstructure. Tous les travaux de génie civil et d'architecture y compris les travaux d'ajustement doivent se terminer avant la mise en vapeur de la turbine. Pour les postes de Naassen et M'Nihla les travaux de la fondation devraient 5 mois.

**(4) Montage, installation et essai**

Le montage de la chaudière commence par la pose du ballon, et le montage des parties à pression se termine par l'essai à pression hydraulique. Les installations de tous les appareillages

auxiliaires se terminent avant l'allumage initial. La durée nécessaire aux opérations ci-dessus est estimée à 14 mois.

Les installations de la turbine-alternateur, des appareillages de mesures, de coupure et de couplage ainsi que des équipements du poste de sectionnement doivent complètement se terminer avant la mise en vapeur de la turbine. La durée de ces installations est estimée à 15 mois. Il est à noter d'ailleurs qu'une partie des travaux de matériel électrique par exemple les travaux de la mise à la terre sont exécutés en parallèle avec les travaux de fondation.

Après l'alimentation en électricité, les essais des appareillages auxiliaires sont exécutés au fur et à mesure. Toutefois, l'essai à vide, l'essai en charge et le réglage de la centrale sont effectués après la mise en vapeur de la turbine. Ces essais dureront 3 mois jusqu'à la mise en service de la centrale.

La durée de montage des pylônes et de câblage des lignes de transport ainsi que la durée de montage, de réglage et d'essai du matériel des postes sont toutes les deux estimées à 6 mois.

En se basant sur les conditions et les estimations ci-dessus le programme de l'implantation de la centrale et de la ligne de transport et des postes est établi dans le Graphique 6-1.

Comme décrit plus haut la durée de construction du 1er groupe est de 40 mois après le démarrage des travaux préparatoires (aménagement du terrain). La mise en service du 2ème groupe est décalée de 6 mois.

Pour la construction du 1er groupe, les événements principaux et le passage du temps pour ces événements après le démarrage des travaux préparatoires sont montrés comme ci-après:

<u>Evènement</u>	<u>Date</u>	<u>Passage de temps</u>
• Démarrage des travaux préparatoires	Mars 1982	—
• Démarrage des travaux de fondation	Avril 1983	13 mois
• Erection des piliers	Octobre 1983	18 mois
• Pose du ballon de chaudière	Janvier 1984	21 mois
• Essai à pression hydraulique de la turbine	Septembre 1984	29 mois
• Alimentation en électricité	Janvier 1985	33 mois
• Allumage initial de la chaudière	Mars 1985	35 mois
• Mise en vapeur de la turbine	Mai 1985	37 mois
• Mise en service de la centrale	Août 1985	40 mois

D'autre part, les travaux de la ligne de transport et les travaux des postes et des équipements de télécommunication furent respectivement 23 mois et 20 mois après les commandes.

La date de leur mise en service prévue pour le mois de janvier 1985 a été déterminée pour permettre d'exécuter les essais de la centrale.

Les principaux événements pour ces équipements après l'émission des ordres sont montrés comme suit:

Ligne de transport:

<u>Evènement</u>	<u>Date</u>	<u>Passage de temps</u>
<u>Ligne Rades-Naassen</u>		
• Commencement de fabrication	Mi-février 1983	—
• Transport	Mi-février 1984	9 mois
• Fabrication en Tunisie	Mi-mai 1984	12 mois
• Commencement de montage	Juillet 1984	13,5 mois
• Achèvement des travaux	Octobre 1984	16,5 mois
<u>Ligne Rades-M'Nihla</u>		
• Commencement de fabrication	Février 1983	—
• Transport	Février 1984	12 mois
• Fabrication en Tunisie	Mai 1984	15 mois
• Commencement de montage	Juillet 1984	17 mois
• Achèvement des travaux	Janvier 1985	23 mois

#### Postes et équipements de télécommunication:

	<u>Poste de M'Nihla</u>	<u>Poste de Naassen</u>
• Commencement de fabrication	Mai 1983	Février 1983
• Démarrage des travaux de génie civil	Avril 1984	Janvier 1984
• Transport	Mai 1984	Février 1984
• Commencement de l'installation	Juillet 1984	Avril 1984
• Achèvement des travaux	Janvier 1985	Octobre 1984

Les travaux de construction du 2ème groupe se terminent en février 1986. Le règlement de tous les comptes des constructeurs pourra se terminer jusqu'à la fin de la même année.

### 6.3 ROLE DE LA STEG

#### (1) Choix de l'ingénieur-conseil

La préparation d'un Terme de Référence pour le choix de l'ingénieur-conseil, les dépouillements et l'évaluation des offres soumis par des ingénieurs-conseils et l'établissement de la Lettre de Crédit en faveur de l'ingénieur-conseil désigné.

#### (2) Dépouillements des documents pour l'appel d'offres

Les dépouillements des conditions générales et des conditions spéciales des contrats, des dessins et des prescriptions techniques préparés par l'ingénieur-conseil, et leur approbation.

#### (3) Appel d'offres et choix des constructeurs

L'annonce de l'appel d'offres, les dépouillements et l'évaluation des offres des soumissionnaires avec l'assistance de l'ingénieur-conseil, la négociation avec les soumissionnaires retenus pour aboutir aux passation des marchés et l'établissement des Lettres de Crédit en faveur des constructeurs choisis.

#### (4) Examen des dessins et documents d'approbation

L'examen des dessins et documents soumis par les constructeurs et leur approbation.

#### (5) Assistance aux essais en usines

L'assistance aux essais en usines de principaux matériels et l'approbation des résultats d'essais en se conformant aux prescriptions techniques.

**(6) Décision du principe des travaux**

Les travaux seront exécutés sous forme de clef en main. Toutefois, l'organisation du personnel du contrôle sur le chantier, la détermination du principe pour les travaux, la programmation des essais et l'établissement du mode de l'essai de réception sont à effectuer par la STEG.

**(7) Essai de réception**

L'approbation du mode opératoire des essais, l'approbation des résultats obtenus à partir de ces essais et la remise du certificat de l'accomplissement de l'essai de réception.

**(8) Préparation pour l'ouverture du chantier**

L'acquisition du terrain de la centrale, l'indemnisation s'il y en a, l'approvisionnement en eau et en énergie pour les travaux et des études et recherches nécessaires pour l'ouverture du chantier.

**(9) Direction, le contrôle et l'intervention nécessaires pour l'exécution des travaux**

**(10) Paiement et règlement des comptes pour les constructeurs**

#### **6.4 ROLE DE L'INGENIEUR-CONSEIL**

**(1) Etudes détaillées**

La revue de l'étude de faisabilité et l'exécution des études détaillées.

**(2) Préparation des prescriptions techniques et des documents d'appel d'offres**

La préparation des prescriptions techniques, des formules de soumission et de l'invitation aux offres en se basant sur les études détaillées, les conditions générales et les conditions spéciales de contrats.

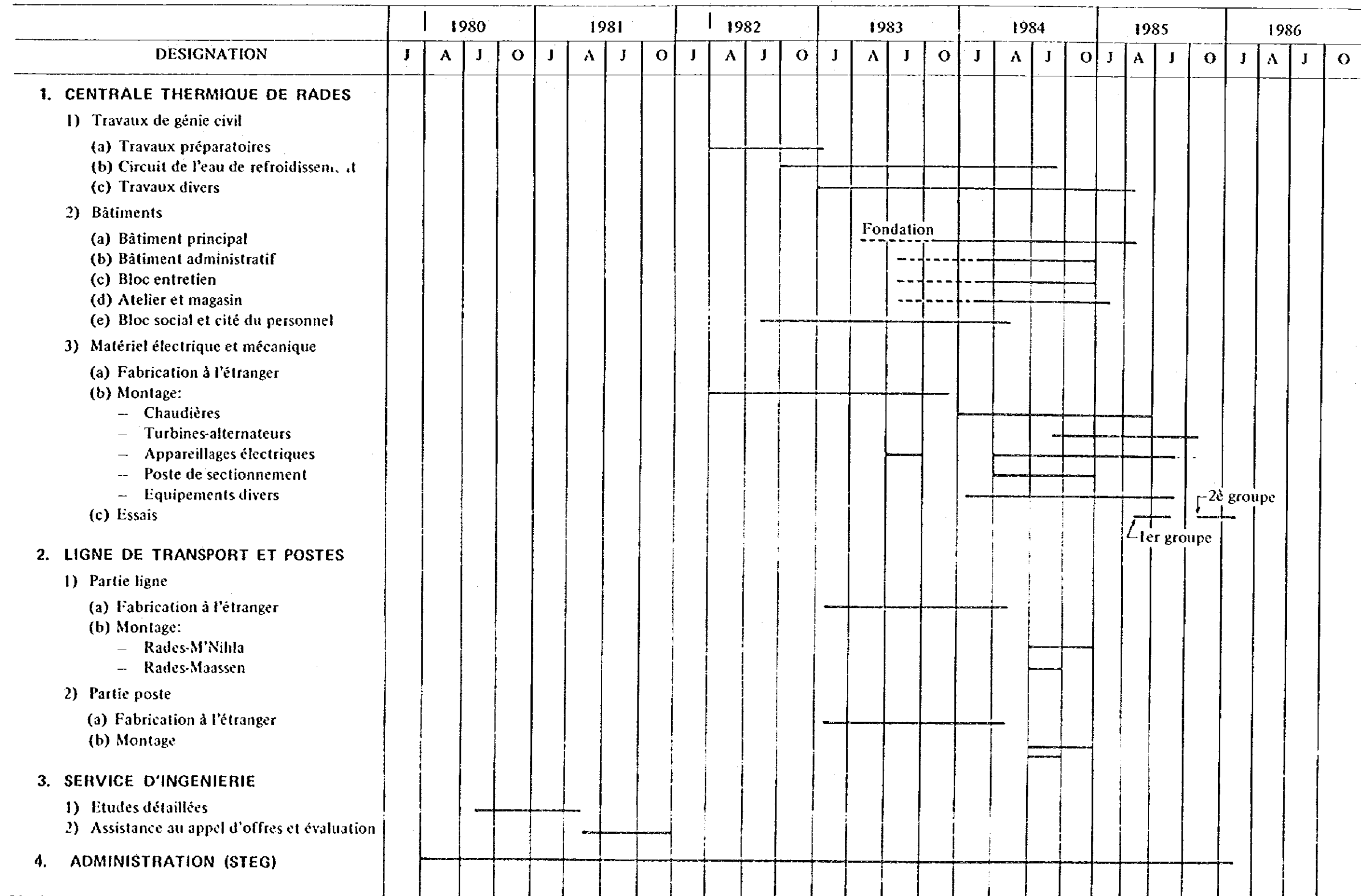
**(3) Dépouillements et évaluation des offres**

Les dépouillements des offres des soumissionnaires basés sur un critère déterminé. L'établissement du rapport d'évaluation des offres et son présentation à la STEG.

**(4) Assistance en passation des marchés**

Tous les services nécessaires pour la passation des marchés entre la STEG et les constructeurs.

**Graphique 6-1 PROGRAMME D'IMPLANTATION DE LA CENTRALE DE RADES  
ET DE LA LIGNE DE TRANSPORT ET DES POSTES**





## **CHAPITRE 7 ESTIMATION DES COÛTS D'AMÉNAGEMENTS**

**7.1 CONDITIONS POUR L'ESTIMATION**

**7.2 COÛTS TOTAUX D'AMÉNAGEMENTS**

**7.3 PROGRAMME DES INVESTISSEMENTS**





## CHAPITRE 7 ESTIMATION DES COÛTS D'AMÉNAGEMENTS

### 7.1 CONDITIONS POUR L'ESTIMATION

Les coûts d'aménagements sont estimés à condition des marchés à clef en main. Ils sont divisés en deux catégories de dépenses; les dépenses en dinars se rapportant aux salaires du personnel et de la main-d'oeuvre, à la fourniture des matériaux de construction tels que ciment, agrégats, armature, bois, etc., et les dépenses occasionnées en devises étrangères se rapportant surtout au matériel électrique et mécanique importé, au transport maritime et aux salaires des ingénieurs étrangers.

Les conditions de l'estimation sont comme suit:

#### (1) Matériel électrique et mécanique

Les prix du matériel électrique et mécanique ont été estimés sur la base des conditions économiques en Octobre 1979 au Japon (prix à CIF).

#### (2) Génie civil et architecture

La majorité des prix unitaires de génie civil et d'architecture, ramenés aux conditions économiques en Octobre 1979 en Tunisie ont été fournis par la STEG. Ces prix sont pour des unités en place du chantier de Sousse et comprennent les coûts de la main-d'oeuvre, de la fourniture des matériaux, de l'équipement de construction et des frais et profits des constructeurs.

#### (3) Contingences

Les coûts se rapportant aux imprévus et contingences ont été estimés à 10% pour les travaux de génie civil et d'architecture, et à 7% pour le matériel électrique et mécanique et les appareillages de la ligne de transport et des postes.

#### (4) Frais d'administration

Compte tenu des réalisations au Japon, les frais d'administration (STEG) ont été estimés à 2,5% des coûts directs. Toutefois, ce chiffre doit faire l'objet de dépouillement de la STEG.

#### (5) Frais d'ingénierie

Les frais d'ingénierie ont été sommairement estimés à 1% des coûts directs. Ces frais se rapportent à la préparation des documents d'appel d'offres (études détaillées, prescriptions techniques et formules de soumission, etc.) et à l'assistance aux appels d'offres.

#### (6) Remarques

##### a) Les coûts ci-dessus comprennent:

- les installations de soutien impliquant des aires de travaux et la construction du

camp (logements, bureaux, cafétéria, kiosk, routes et accès, etc.)

– les voitures et pièces de rechange

b) Les frais suivants sont exclus de la présente estimation:

– les frais d'acquisition du terrain et des frais d'indemnisation de toute sorte

– tous droits de douane

-- la maison de réception et les logements de personnel d'exploitation et d'entretien

– les intérêts intercalaires

## 7.2 COÛTS TOTAUX D'AMENAGEMENTS

En se basant sur les conditions ci-dessus les coûts totaux sont estimés dans le Tableau 7-1. Ces coûts et leur répartition entre la monnaie domestique et des devises étrangères sont récapitulés comme suit:

Désignation	Coûts (1.000 DT)			Répartition (%)	
	Total	Devises	Dinars	Devises	Dinars
• Génie civil et architecture	19.690	6.170	13.520	31	69
• Matériel et montage	53.090	46.580	6.510	88	12
• Contingences	5.690	3.880	1.810	68	32
• Administration	1.970	–	1.970	--	100
• Ingénierie	790	790	–	100	
• Taxe (3%)	2.440	--	2.440	--	--
Total	83.670	57.420	26.250	69	31
• Ligne et postes	5.160	3.170	1.990	61	39
• Taxe (3%)	160	--	--	--	--
Grand total	88.990	60.590	28.400	68	32

## 7.3 PROGRAMME DES INVESTISSEMENTS

Pour les différentes structures les dépenses annuelles ont été estimées sur la base du critère suivant:

a) Génie civil et architecture:

– Paiement à la pièce

- b) Fourniture du matériel électrique et mécanique:
  - Lors du contrat                    Paiement de 10% du prix CIF
  - Lors de l'embarquement        Paiement de 80% du prix CIF
  - Lors du débarquement        Paiement de 10% du prix CIF
- c) Montage:
  - Paiement à la pièce
- d) Contingences:
  - Dépenses proportionnelles aux coûts directs annuels
- e) Administration:
  - 200.000 dinars pour les travaux d'étude (étude du terrain et les mesures en mer)
  - Après le démarrage des travaux, les dépenses proportionnelles aux coûts directs annuels en monnaie domestique

Les dépenses annuelles estimées sur la base des conditions ci-dessus sont montrées dans le Tableau 7-2.

Il est à noter que dans le financement les dépenses montrées dans le tableau doivent être majorées des intérêts intercalaires et des coûts d'augmentation pour l'inflation.

**Tableau 7-1 COUTS TOTAUX D'AMENAGEMENTS**

		(1.000 dinars)		
Désignation		Total	Devises	Dinars
<b>I. CENTRALE</b>				
1)	Génie civil et architecture	19.690	6.170	13.520
2)	Matériel électrique et mécanique et montage	53.090	46.580	6.510
	• Système chaudière	20.550	18.020	2.530
	• Système turbine	14.220	12.470	1.750
	• Appareillage électrique	12.490	10.960	1.530
	• Auxiliaires	5.830	5.130	700
3)	Contingences	5.690	3.880	1.810
	Coûts directs	78.470	56.630	21.840
4)	Administration	1.970	—	1.970
5)	Ingénierie	790	790	—
	Total	81.230	57.420	23.810
<b>II. LIGNE ET POSTES</b>				
6)	Taxe (3%)	2.600	—	2.600
	Grand total	88.900	60.590	28.400

Tableau 7-2 DEPENSES ANNUELLES

		(1.000 dinars)						
Désignation	Total	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
<b>I. CENTRALE</b>								
1) Génie civil et arc.								
-- Devises	6.170			620	5.000	400	150	
-- Dinars	13.520			3.380	3.380	3.300	3.380	
-- Total	19.690			4.000	8.380	3.780	3.530	
2) Matériel et montage								
-- Devises	46.580			4.720	39.450	1.000	1.000	410
-- Dinars	6.500					2.640	2.640	1.220
-- Total	53.090			4.720	39.450	3.640	3.640	2.320
3) Contingences								
-- Devises	3.880			390	3.270	100	80	40
-- Dinars	1.810			300	300	540	540	130
-- Total	5.690			690	3.570	640	620	170
Coûts directs								
-- Devises	56.630			5.730	47.720	1.500	1.230	450
-- Dinars	21.840			3.680	3.680	6.560	6.560	1.360
-- Total	78.470			9.410	51.400	8.060	7.790	1.810
4) Administration								
-- Dinars	1.970	150	50	300	300	530	530	110
5) Ingénierie								
-- Devises	800	590	200					
Total de centrale								
-- Devises	57.420	590	200	5.730	47.720	1.500	1.230	450
-- Dinars	23.810	150	50	3.980	3.980	7.090	7.090	1.470
-- Total	81.230	740	250	9.710	51.700	8.590	8.320	1.920
<b>II. LIGNE ET POSTES</b>								
-- Devises	3.170				320	2.850		
-- Dinars	1.990					1.990		
-- Total	5.160				320	4.840		
<b>III. TAXE</b>								
-- Dinars	2.600							2.600
<b>GRAND TOTAL</b>								
-- Devises	60.590	590	200	5.730	48.040	4.350	1.230	450
-- Dinars	28.400	150	50	3.980	3.980	9.080	7.090	4.070
-- Total	88.990	740	250	9.710	52.020	13.430	8.320	4.520



## **CHAPITRE 8 CONSIDERATIONS SUR L'ENVIRONNEMENT**

### **(A) FONCTIONNEMENT AU GAZ NATUREL**

- 8.1 GENERALITES
- 8.2 POLLUTION ATMOSPHERIQUE
- 8.3 EAU CHAUDE JETEE
- 8.4 EAU MELANGEE D'HUILES GRASSES
- 8.5 BRUITS

### **(B) FONCTIONNEMENT AU FUEL-LOURD**

- 8.6 CONCENTRATION DE L'OXYDE D'AZOTE ( $\text{No}_x$ )
- 8.7 CONCENTRATION DU GAZ SULFUREUX ( $\text{So}_2$ )
- 8.8 PREVENTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE CAUSEE PAR LE BIOXYDE SULFUREUX
- 8.9 CONCENTRATION D'EMERGEANCE MAXIMUM ET LA DISTANCE D'EMERGEANCE MAXIMUM DU GAZ SULFUREUX
- 8.10 POUSSIERES
- 8.11 DIFFUSION DES POUSSIERES DANS L'AIR





## CHAPITRE 8 CONSIDERATIONS SUR L'ENVIRONNEMENT (A) FONCTIONNEMENT AU GAZ NATUREL

### 8.1 GENERALITES

La construction de la centrale thermique s'accompagne de diverses nuisances. Ces nuisances, exercées sur le milieu naturel et la condition de la vie des habitants dans la zone d'implantation de la centrale, se divisent en quatre catégories; pollution atmosphérique, eau chaude jetée de la centrale, eau mélangée d'huiles grasses et bruits.

Les paragraphes ci-après donnent les descriptions de ces nuisances et les mesures prises dans le projet de la centrale de Rades.

### 8.2 POLLUTION ATMOSPHERIQUE

Deux catégories de produits brûlés, l'un se rapportant aux suies et poussières et l'autre consistant en gaz sulfureux ou en acide sulfureux anhydre, causent une pollution atmosphérique.

La suie est une matière carbonique produite par la combustion incomplète des matières organiques volatiles, et la poussière est un oxyde des cendres.

Des combustibles qui contiennent le soufre ou un combiné sulfureux produisent le gaz sulfureux ou l'acide sulfureux anhydre.

Si un combustible contient des matières d'azote, la fumée échappée de la centrale qui fonctionne à ce combustible contient l'oxyde d'azote ( $\text{No}_x$ ) qui cause un brouillard de rayons chimiques nuisibles.

La fumée échappée de la centrale de Rades qui fonctionne au gaz naturel contient l'oxyde d'azote. La quantité produite de cet oxyde dépend de la nature des combustibles, du mode de leur combustion et de la structure du fourneau. En général, elle est d'autant plus importante que la température de combustion est élevée et que la concentration d'oxygène fourni est forte.

Des combustibles brûlés à une haute température produisent deux catégories d'oxydes d'azote, l'un l'oxyde d'azote thermique produit par la réaction chimique de l'oxygène et de l'azote contenus dans l'air fourni, et l'autre l'oxyde d'azote de fuel produit par une transformation d'un combiné d'azote contenu dans les combustibles.

Dans le cas de la centrale de Rades qui fonctionne au gaz naturel, la concentration de sa fumée échappée se situe au niveau de 60 à 100 ppm. En conséquence, compte tenu d'une limite admise au Japon (240 ppm) on peut dire que la centrale de Rades ne soulève pas de problème important.

### 8.3 EAU CHAUDE JETEE

Les nuisances provoquées par l'eau chaude jetée de la centrale sont énumérées ci-après:

- a) De divers faunes tels que des planctons, des oeufs de poissons et de petits poissons

qui sont absorbés dans la conduite de prise avec l'eau de mer perdent leurs vitalités et leurs mouvements normaux à cause des chocs subites et de la hausse de la température d'eau lorsqu'ils passent le condenseur.

- b) Dans la mer ou le lac devant le rejet d'eau il s'est produit un changement des variétés de poissons, d'ailleurs des poissons migrateurs ne s'y approchent plus à cause de la hausse de la température de l'eau.
- c) La croissance des herbiers est empêchée par la hausse de la température de l'eau.

Pour économiser le coût de construction et pour limiter au minimum ces nuisances, la meilleure solution est d'implanter en face de la mer aussi bien la prise d'eau que le rejet d'eau. Toutefois, sur le site de Rades il faut tenir compte d'un aménagement intégré de la zone d'implantation de la centrale et d'une régénération du lac intérieur par la circulation du débit important de l'eau jetée de la centrale. Pour cela on est conduit à implanter le rejet d'eau au flanc du canal de pêcherie. Quoique le parcours entre le rejet d'eau et l'embouchure au lac soit prolongé beaucoup par le remblai d'une partie du lac envisagé dans le plan d'extension du port de Tunis-Goulette, la baisse de la température d'eau jetée de la centrale est très faible. Par conséquent un changement défavorable du milieu naturel surtout pour la zone de pêcherie est à craindre.

#### **8.4 EAU MELANGEE D'HUILES GRASSES**

En général, les eaux évacuées qu'on doit traiter avant de les jeter à l'extérieur du parc de la centrale se consistent en quatre catégories; les eaux évacuées après le lessivage de la cheminée et des réchauffeurs d'air, les eaux évacuées du poste de déminéralisation ainsi que les eaux mélangées d'huiles grasses des égouts de bâtiment principal et de l'aire de stockage de combustibles.

Les moyens de traitement d'eau normalement adoptés sont les suivants:

- L'installation du réservoir de neutralisation
- L'installation du réservoir de séparation d'huiles

Dans le cas de la centrale de Rades, le lessivage de la cheminée et des réchauffeurs d'air n'est pas nécessaire quand elle fonctionne au gaz naturel. Toutefois, pour parer au cas où la centrale brûle le fuel-lourd, un espace est réservé pour l'installation d'un réservoir de traitement d'eau.

Dans la centrale de Rades, pour les eaux évacuées du poste de déminéralisation est installé un réservoir qui les neutralise par l'ajustement de PH, et pour les eaux évacuées des égouts du bâtiment principal et de l'aire de stockage de combustibles un réservoir de séparation d'huiles.

#### **8.5 BRUITS**

La centrale produit deux catégories de bruits; bruits continuels et bruits irréguliers.

Comme moyen d'insonorisation les mesures suivantes sont normalement prises:

- a) Pour les bruits continuels:
  - Installation des silencieux
  - Installation des murs insonores
  - Utilisation du matériel du type bruits faibles
  - Localisation appropriée des équipements
  
- b) Pour les bruits irréguliers:
  - Installation des silencieux
  - Localisation appropriée des équipements

Les bruits continuels proviennent des pompes alimentaires, des ventilateurs de soufflage, des compresseurs d'air, des pompes de circulation d'eau et des transformateurs, etc.

Pour la centrale de Rades, les bruits continuels sont restreints au minimum en localisant dans le bâtiment principal les pompes alimentaires, les compresseurs d'air etc., et en adoptant les matériels du type bruits faibles. A propos des bruits irréguliers tels que les souffles des soupapes de sécurité, le problème est remédié en installant les silencieux ou en tournant les soupapes vers la mer.

## **(B) FONCTIONNEMENT AU FUEL-LOURD**

### **8.6 CONCENTRATION DE L'OXYDE D'AZOTE ( $\text{No}_x$ )**

Comme dans le cas de la centrale qui fonctionne au gaz naturel, la concentration de l'oxyde d'azote contenu dans la fumée de la centrale qui fonctionne au fuel-lourd dépend de la nature des combustibles utilisés, du mode de combustion et de la structure du fourneau. Elle se situe normalement au niveau de 120 à 200 ppm. Compte tenu d'une limite admise au Japon (240 ppm), l'oxyde d'azote évacué de la centrale thermique qui brûle le fuel-lourd ne soulève pas un problème important.

### **8.7 CONCENTRATION DU GAZ SULFUREUX ( $\text{So}_2$ )**

La teneur en soufre du fuel-lourd utilisé dans la centrale thermique en Tunisie est de 0,3%. Le degré des nuisances causées par le bioxyde sulfureux contenu dans la fumée échappée de la centrale est déterminé normalement par la distance d'émergence maximum et la concentration d'émergence maximum du bioxyde sulfureux.

Le calcul effectué en utilisant la formule de Sutton Bosanquet constate que la concentration d'émergence maximum et la distance d'émergence maximum du bioxyde sulfureux sont respectivement de 0,055 ppm et de 6,5 km pour le cas de la centrale de Rades quand elle fonctionne au fuel-lourd. Cette valeur dépasse largement la limite admise au Japon qui s'exprime par une valeur inférieure à 0,04 ppm en terme de la moyenne journalière des valeurs mesurées chaque heure.

### **8.8 PREVENTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE CAUSEE PAR LE BIOXYDE SULFUREUX**

La prévention de la pollution atmosphérique causée par le bioxyde sulfureux se fait normalement par les méthodes suivantes:

- Utilisation d'un combustible de moindre teneur en soufre ou en cendres
- Utilisation du pétrole brut ou du gaz naturel
- Désulfuration du fuel-lourd
- Désulfuration des fumées échappées
- Augmentation de la hauteur de la cheminée, celle de la vitesse d'évacuation de la fumée et l'adoption de la cheminée multiple pour permettre de diluer complètement le gaz nuisible par la diffusion de la fumée

Pour la centrale de Rades on adopte seulement la cheminée assemblée de deux conduites de fumée.

### 8.9 CONCENTRATION D'EMERGEANCE MAXIMUM ET LA DISTANCE D'EMERGEANCE MAXIMUM DU GAZ SULFUREUX

La concentration d'émergence maximum et la distance d'émergence maximum du bioxyde sulfureux calculées en utilisant la formule de Sutton Bosanquet sont comme suit:

#### (1) Conditions de calcul

- Puissance installée: 160 MW x 2
- Valeur calorifique inférieure du fuel-lourd:  $HI = 9.700 \text{ kcal/kg}$
- Teneur en soufre: 3 %
- Taux de rendement thermique aux bornes des alternateurs: 38 %
- Taux d'utilisation de la centrale: 70 %
- Vitesse du vent: 6 mètres/sec
- Taux d'alimentation en air: 1,1
- Hauteur de la cheminée: 80 mètres

#### (2) Calcul

##### a) Volume théorique du gaz échappé:

- Volume théorique de l'air

$$\Lambda_o = 0,85 \frac{HI}{1.000} + 2,0 \text{ (Nm}^3\text{/kg)}$$

où  $\Lambda_o$  = volume théorique de l'air (Nm<sup>3</sup>/kg)  
 $HI$  = valeur calorifique inférieure (kcal/kg)  
De là,  $\Lambda_o = 10,25 \text{ (Nm}^3\text{/kg)}$

- Volume théorique du gaz brûlé

$$G_o = 1,11 \frac{HI}{1.000} \text{ (Nm}^3\text{/kg)}$$

où  $G_o$  = volume théorique du gaz brûlé (Nm<sup>3</sup>/kg)  
De là,  $G_o = 10,77 \text{ (Nm}^3\text{/kg)}$

- Taux d'alimentation en air

$$m = \frac{21}{21 - o_2}$$

Où  $m$  = taux d'alimentation en air

$$o_2 =$$

De là,  $m = 1,1$

- Volume du gaz brûlé actuellement

$$GW = G_o + (m - 1)A_o$$

Où  $GW$  = volume du gaz brûlé actuellement ( $Nm^3/kg$ )

De là,  $GW = 11,79 (Nm^3/kg)$

- Quantité consommée du combustible

$$W_o = PG \times 860/Y_p \times Ih \text{ (tonnes/heure)}$$

Où  $W_o$  = quantité consommée du combustible (tonnes/heure)

$PG$  = puissance aux bornes des alternateurs (MW)

$Y_p$  = taux de rendement thermique aux bornes des alternateurs (%)

$Ih$  = valeur calorifique supérieure (kcal/kg)

De là,  $W_o = 35,1$  (tonnes/heure)

- Volume du gaz échappé de la cheminée

$$AD = W_o \times GW \times 10^3 \text{ (Nm}^3\text{/heure)}$$

Par conséquent,  $AD = 413,8 \times 10^3 \text{ (Nm}^3\text{/heure)}$

- b) Concentration du gaz sulfureux contenu dans la fumée échappée de la cheminée:

$$q' = 7 \times S_o \times W_o \text{ (Nm}^3\text{/heure)}$$

Où  $q'$  = volume du gaz sulfureux échappé ( $Nm^3$ /heure)

$S_o$  = teneur en soufre du combustible (%)

De là,  $q' = 737,1 \text{ (Nm}^3\text{/heure)}$

$$q_o = q'/Ad \times 10^6 \text{ (ppm)}$$

Où  $q_o$  = concentration du gaz sulfureux échappé (ppm)

Par conséquent,  $q_o = 1,781 \text{ (ppm)}$

- c) Hauteur effective de la cheminée (voir le graphique ci-après):

- Volume ajusté du gaz échappé (à la température de  $18^\circ C$ )

$$At = \frac{AD(273 + ta)}{3600 \times 273} \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

Où  $At$  = volume ajusté du gaz échappé à  $18^\circ C$  ( $m^3$ /sec)

$ta$  = température de l'air (moyenne sur 5 ans) ( $^\circ C$ )

De là,  $At = 122 \text{ (m}^3\text{/sec)}$

- Vitesse d'évacuation du gaz

$$V_g = \frac{AD(273 + ta)}{3600 \times 273 \times \frac{\pi D^2}{4}} \text{ (m/sec)}$$

Où  $D$  = diamètre de la sortie de la cheminée (m)

$V_g$  = vitesse d'évacuation du gaz (m/sec)

De là,  $V_g = 15$  (m/sec)

- Hauteur de la fumée en mouvement

$$H_m = \frac{4,77}{1 + \frac{0,43 \times u}{V_g}} \times \frac{\sqrt{\Delta t \times G_v}}{u} \text{ (m)}$$

Où  $H_m$  = hauteur de la fumée en mouvement (m)

$u$  = Vitesse du vent = 6 mètres

Par conséquent,  $H_m = 29$  mètres

- Coefficient d'ajustement

$$J = \frac{u^2}{\sqrt{\Delta t \times V_g}} \times \left( 0,43 \sqrt{\frac{(273 + t_a)}{g \times \frac{dD}{dZ}}} - 0,28 \frac{V_g \times (273 + t_a)}{g(t_g - t_a)} + 1 \right)$$

Où  $g = 9,81$  (m/s<sup>2</sup>) : vitesse accélérée de gravité

$t_g$  = température du gaz échappé à la sortie de la cheminée : = 150°C

$\frac{dD}{dZ}$  = pente de la température d'air : = 0,0033°C/m

De là,  $J = 34,5$

- Hauteur de montée de la fumée par poussée

$$H_t = (6,37 \times g \times \Delta t (t_g - t_a) / u^3 (273 + t_a)) \times \left( \ln J^2 + \frac{2}{J} - 2 \right)$$

$\ln$  = logarithme

De là,  $H_t = 82$  mètres

- Hauteur effective de la cheminée

$$H_e = H_o + 0,65 (H_m + H_t) \text{ (m)}$$

Où  $H_e$  = hauteur effective de la cheminée (m)

$H_o$  = hauteur de la cheminée (m)

De là,  $H_e = 152$  mètres

- d) Concentration d'émergence maximum et la distance d'émergence maximum du gaz sulfureux (Formule de Sutton):

- Concentration d'émergence maximum

$$C_{max} = 2 \times q' / \pi \cdot e \cdot u H_e^2 \times \frac{C_g}{C_z} \times 10^6 \text{ (ppm)}$$

$$= 1,72 \times \frac{q'}{H_e^2}$$

$$= 5,5 \times 10^{-2} \text{ (ppm)}$$



- Distance d'émergence maximum

$$\begin{aligned}
 X_{\max} &= \left( \frac{He}{Cz} \right)^{\frac{2}{2-n}} \times 10^{-3} \text{ (km)} \\
 &= 20,8 \times He^{1,143} \times 10^{-3} \\
 &= 6,5 \text{ km} \quad \text{où,}
 \end{aligned}$$

Cz = coefficient de diffusion (= 0,07)

n = coefficient de diffusion (= 0,25)

e = logarithme naturel (= 2,71828)

## 8.10 POUSSIÈRES

La quantité des poussières échappées de la chaudière brûlant le fuel-lourd dépend de la teneur en cendres du fuel, de la structure mécanique des brûleurs et surtout du mode de combustion.

En général, la concentration des poussières échappées de la centrale de taille 150 MW est d'environ 0,1 à 0,2 g/Nm<sup>3</sup> à la sortie de la cheminée.

Pour restreindre la production des poussières gazeuses, les mesures suivantes sont normalement prises:

- Réaliser la combustion complète
- Prévenir la production de grosses suies cokéfiées par l'injection du gaz d'ammonium et par l'ajustement du taux d'alimentation en air
- Installer le dépoussiéreur, s'il en est requis

Pour la centrale de Rades, le dépoussiéreur n'est pas installé. Toutefois, un espace est réservé pour son installation pour parer au cas où elle fonctionne au fuel-lourd.

## 8.11 DIFFUSION DES POUSSIÈRES DANS L'AIR

La diffusion des poussières dans l'air varie suivant les conditions topographiques et les conditions météorologiques telles que la vitesse et la direction du vent, la température d'air et le degré de stabilité atmosphérique.

Les caractéristiques générales de la diffusion sont montrées ci-après:

- a) "Down wash" et "Ground-draft"

Le gaz échappé de la cheminée monte dans l'air. La hauteur de sa montée est déterminée en fonction de sa vitesse initiale et de la différence entre la densité du gaz et celle de l'air. Le gaz en haute température se diffuse ensuite à cause des vents. Toutefois, si la vitesse initiale du gaz échappé est inférieure à celle du vent, les poussières tombent rapidement sur la terre à cause des tourbillons produits le long de la

cheminée ou le long des murs arrière des bâtiments d'alentours. Les poussières tombées le long de la cheminée s'appellent "down-wash" et celles tombées le long des bâtiments "ground-draft".

Ces poussières gazeuses causent une forte pollution sur la terre qui entoure la cheminée. Pour éviter ces phénomènes, il convient de faire la cheminée plus haute que des bâtiments d'alentours et en plus faire la vitesse initiale du gaz échappé supérieure de 5 à 6 mètres/seconde à celle du vent.

**b) Montée du gaz échappé et la hauteur effective de la cheminée**

Le gaz échappé monte d'autant plus haut que sa vitesse initiale est forte et que la différence de température entre le gaz et l'air est importante.

Ce qu'on appelle la hauteur effective de la cheminée signifie la hauteur de la cheminée majorée de la hauteur de montée du gaz échappé.

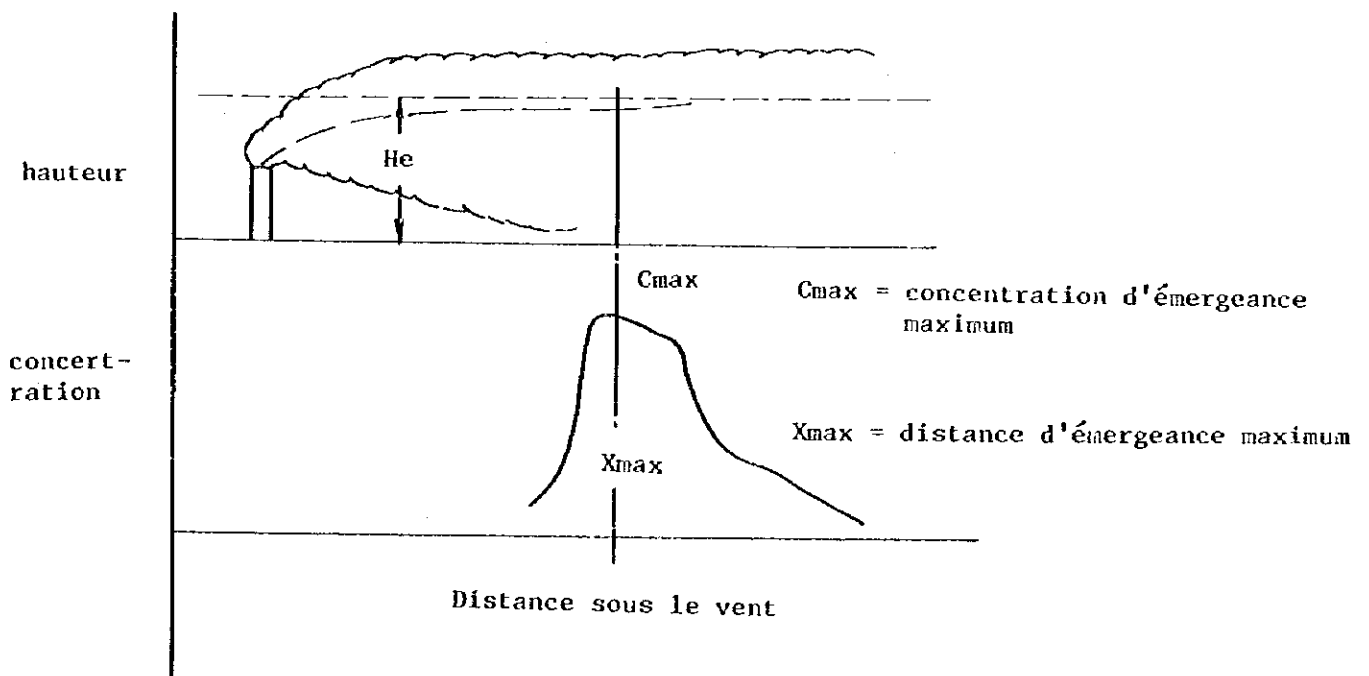
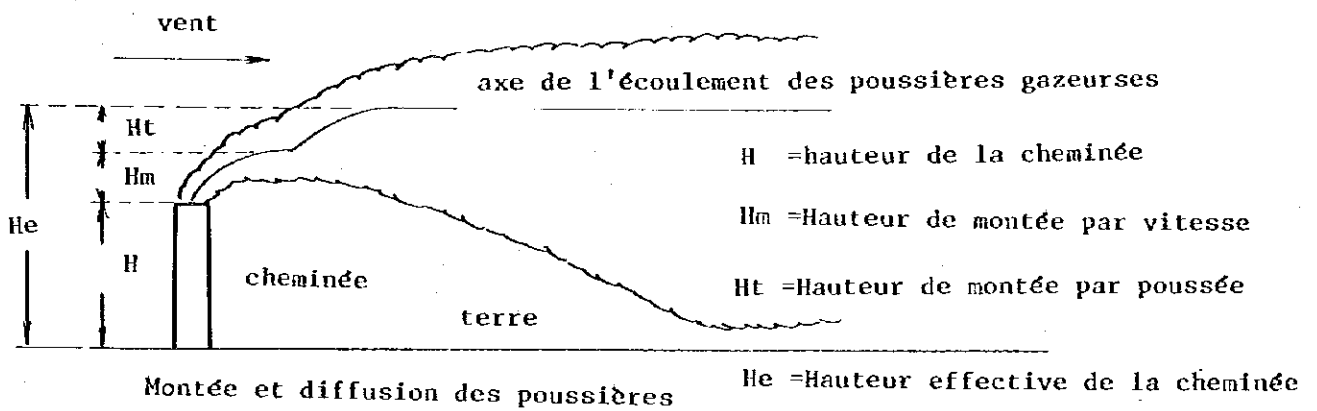
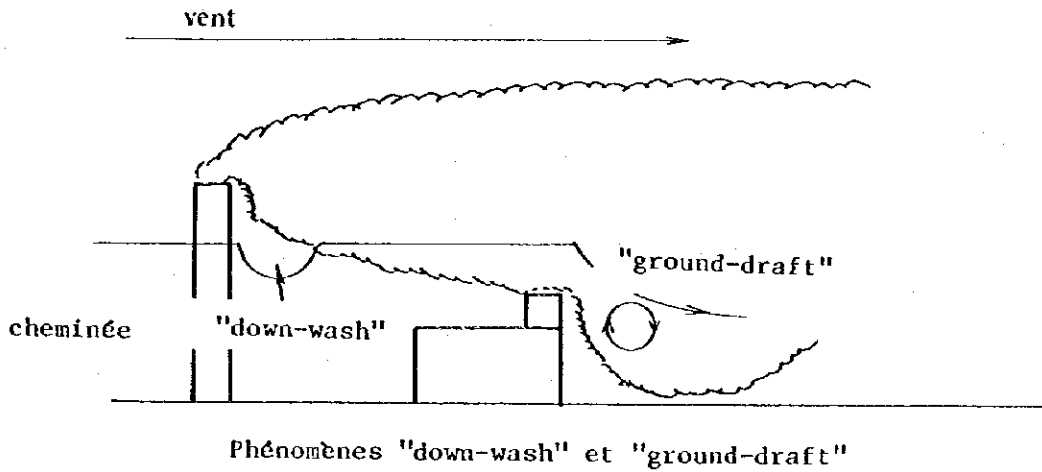
Le degré de pollution sur la terre est presque pareil à celui du gaz échappé et diffusé horizontalement après avoir atteint la hauteur effective de la cheminée.

**c) Concentration du gaz échappé sur la terre**

Sur la terre sous le vent, la concentration du gaz échappé est encore faible à proximité de la cheminée parce que les poussières gazeuses n'y tombent pas beaucoup. Toutefois, elle devient de plus en plus forte au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la cheminée pour atteindre la concentration maximum au-delà de laquelle elle devient de plus en plus faible en raison de la diffusion.



Graphique 8-1 DIFFUSION EN ATMOSPHÈRE

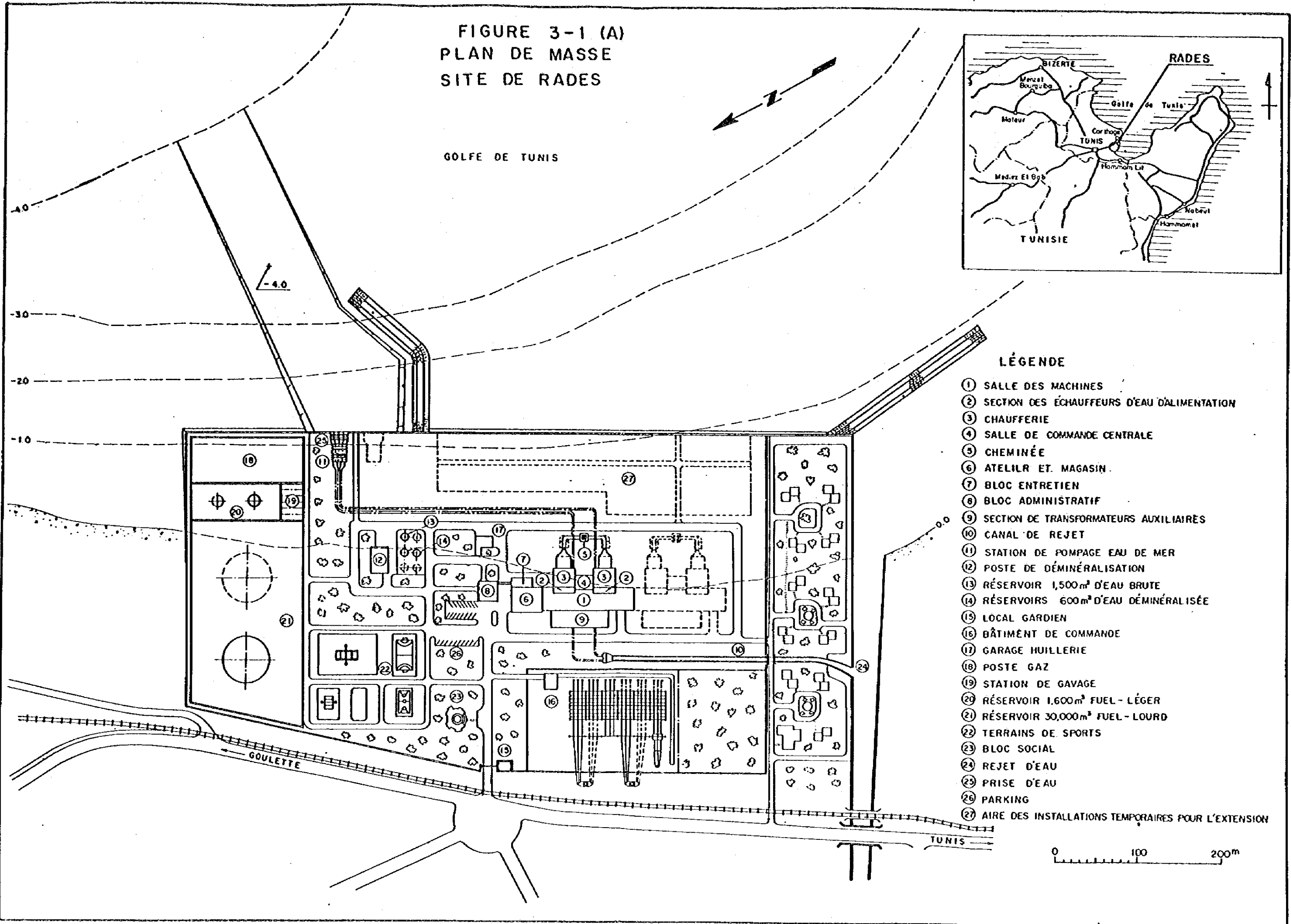




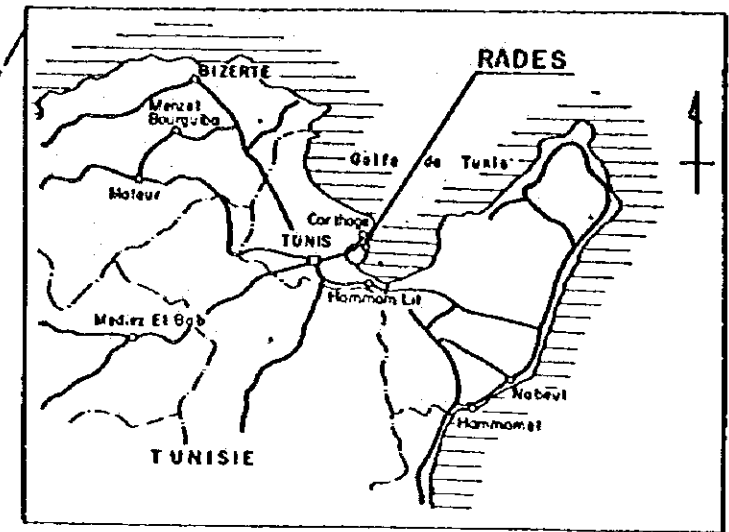
## FIGURES

- 3-1 (A) PLAN DE MASSE – SITE DE RADES
- 3-1 (B) PLAN DE MASSE – SITE DE RADES
- 3-2 PLAN DE MASSE – SITE DE RADES (ALTERNATIVE)
- 3-3 BATIMENT PRINCIPAL – REZ-DE-CHAUSSEE
- 3-4 BATIMENT PRINCIPAL – ETAGE DE L'EXPLOITATION
- 3-5 BATIMENT PRINCIPAL – COUPE
- 3-6 BATIMENT PRINCIPAL – FACADE ET FLANC
- 3-7 CIRCUIT DE L'EAU DE REFROIDISSEMENT (CONDUITE DE PRISE)
- 3-8 CIRCUIT DE L'EAU DE REFROIDISSEMENT (CANAL DE REJET)
- 3-9 DIAGRAMME DE DEBIT DE VAPEUR
- 3-10 SCHEMA UNIFILAIRE DE LA CENTRALE
- 3-11 POSTE DE SECTIONNEMENT – PLAN
- 3-12 POSTE DE SECTIONNEMENT – SCHEMA UNIFILAIRE
- 3-13 BATIMENT ADMINISTRATIF – PLAN
- 3-14 BATIMENT ADMINISTRATIF – COUPE
- 3-15 BLOC ENTRETIEN – PLAN
- 3-16 BLOC ENTRETIEN – COUPE

FIGURE 3-1 (A)  
 PLAN DE MASSE  
 SITE DE RADES



GOLFE DE TUNIS



LÉGENDE

- ① SALLE DES MACHINES
- ② SECTION DES ÉCHAUFFEURS D'EAU D'ALIMENTATION
- ③ CHAUFFERIE
- ④ SALLE DE COMMANDE CENTRALE
- ⑤ CHEMINÉE
- ⑥ ATELIER ET MAGASIN
- ⑦ BLOC ENTRETIEN
- ⑧ BLOC ADMINISTRATIF
- ⑨ SECTION DE TRANSFORMATEURS AUXILIAIRES
- ⑩ CANAL DE REJET
- ⑪ STATION DE POMPAGE EAU DE MER
- ⑫ POSTE DE DÉMINÉRALISATION
- ⑬ RÉSERVOIR 1,500m<sup>3</sup> D'EAU BRUTE
- ⑭ RÉSERVOIRS 600m<sup>3</sup> D'EAU DÉMINÉRALISÉE
- ⑮ LOCAL GARDIEN
- ⑯ BÂTIMENT DE COMMANDE
- ⑰ GARAGE HUILLERIE
- ⑱ POSTE GAZ
- ⑲ STATION DE GAVAGE
- ⑳ RÉSERVOIR 1,600m<sup>3</sup> FUEL - LÉGER
- ㉑ RÉSERVOIR 30,000m<sup>3</sup> FUEL - LOURD
- ㉒ TERRAINS DE SPORTS
- ㉓ BLOC SOCIAL
- ㉔ REJET D'EAU
- ㉕ PRISE D'EAU
- ㉖ PARKING
- ㉗ AIRE DES INSTALLATIONS TEMPORAIRES POUR L'EXTENSION

0 100 200m

FIGURE 3-1 (B)  
 PLAN DE MASSE  
 SITE DE RADES

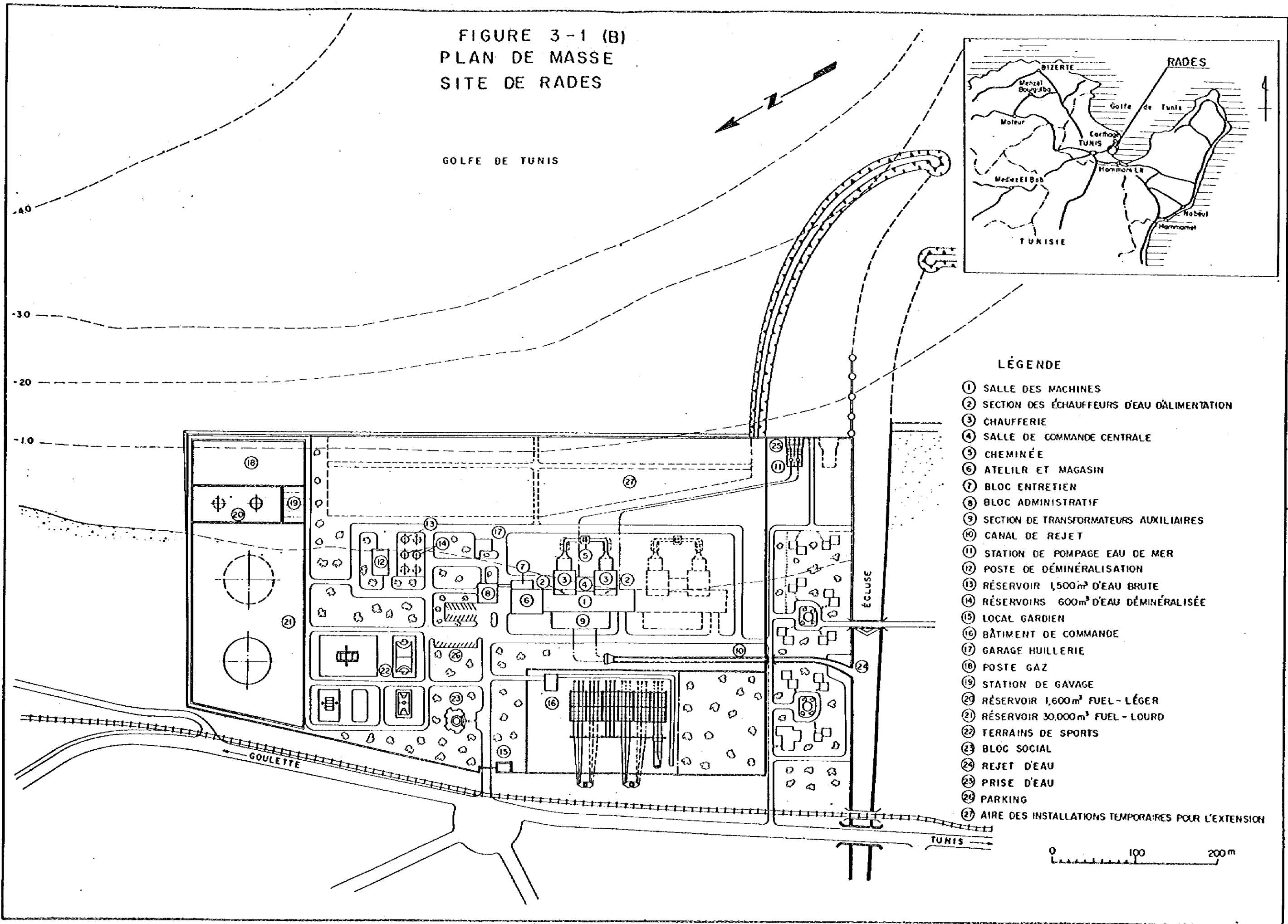
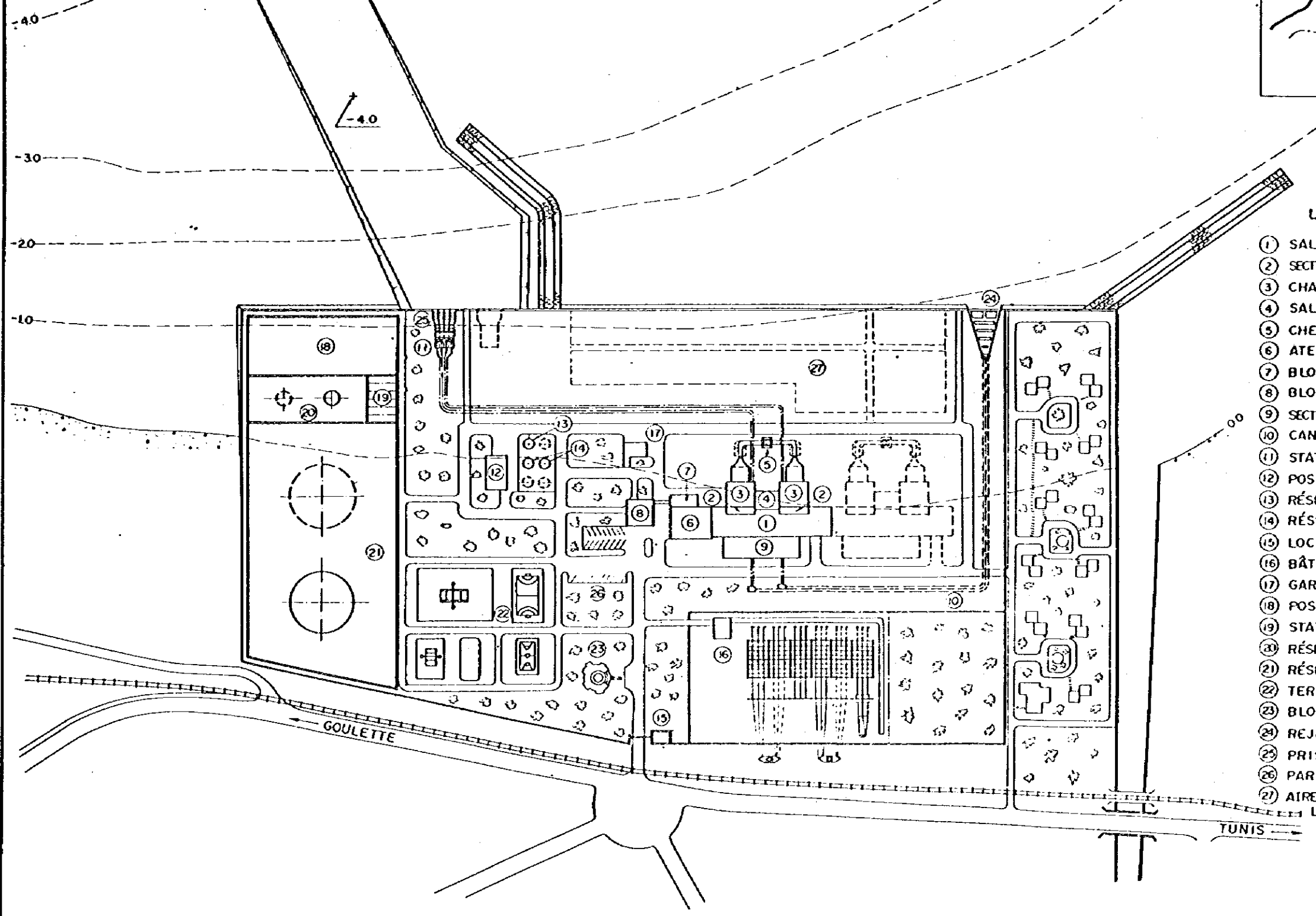
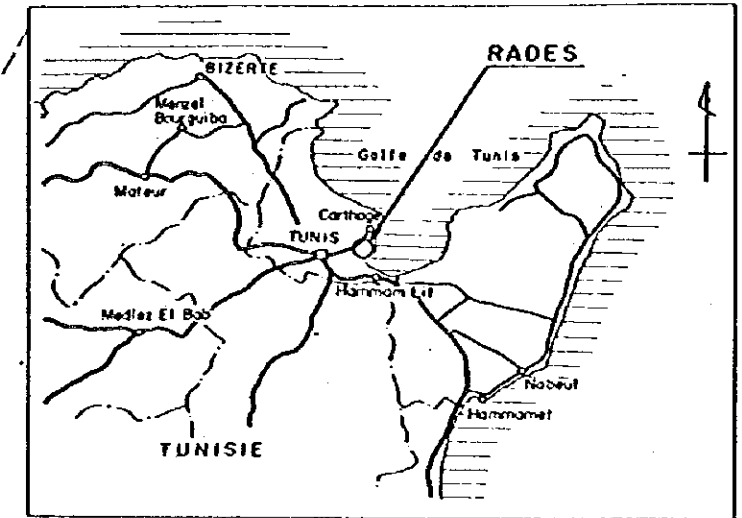




FIGURE 3-2  
 PLAN DE MASSE  
 SITE DE RADES

GOLFE DE TUNIS



LÉGENDE

- ① SALLE DES MACHINES
- ② SECTION DES ÉCHAUFFEURS D'EAU D'ALIMENTATION
- ③ CHAUFFERIE
- ④ SALLE DE COMMANDE CENTRALE
- ⑤ CHEMINÉE
- ⑥ ATELIER ET MAGASIN
- ⑦ BLOC ENTRETIEN
- ⑧ BLOC ADMINISTRATIF
- ⑨ SECTION DE TRANSFORMATEURS AUXILIAIRES
- ⑩ CANAL DE REJET
- ⑪ STATION DE POMPAGE EAU DE MER
- ⑫ POSTE DE DÉMINÉRALISATION
- ⑬ RÉSERVOIR 1500m<sup>3</sup> D'EAU BRUTE
- ⑭ RÉSERVOIRS 600m<sup>3</sup> D'EAU DÉMINÉRALISÉE
- ⑮ LOCAL GARDIEN
- ⑯ BÂTIMENT DE COMMANDE
- ⑰ GARAGE HUILERIE
- ⑱ POSTE GAZ
- ⑲ STATION DE GAVAGE
- ⑳ RÉSERVOIR 1,600m<sup>3</sup> FUEL-LÉGER
- ㉑ RÉSERVOIR 30,000m<sup>3</sup> FUEL-LOURD
- ㉒ TERRAINS DE SPORTS
- ㉓ BLOC SOCIAL
- ㉔ REJET D'EAU
- ㉕ PRISE D'EAU
- ㉖ PARKING
- ㉗ AIRE DES INSTALLATIONS TEMPORAIRES POUR L'EXTENSION

0 100 200m

FIGURE 3-3 BÂTIMENT PRINCIPAL  
( REZ-DE-CHAUSSÉE )

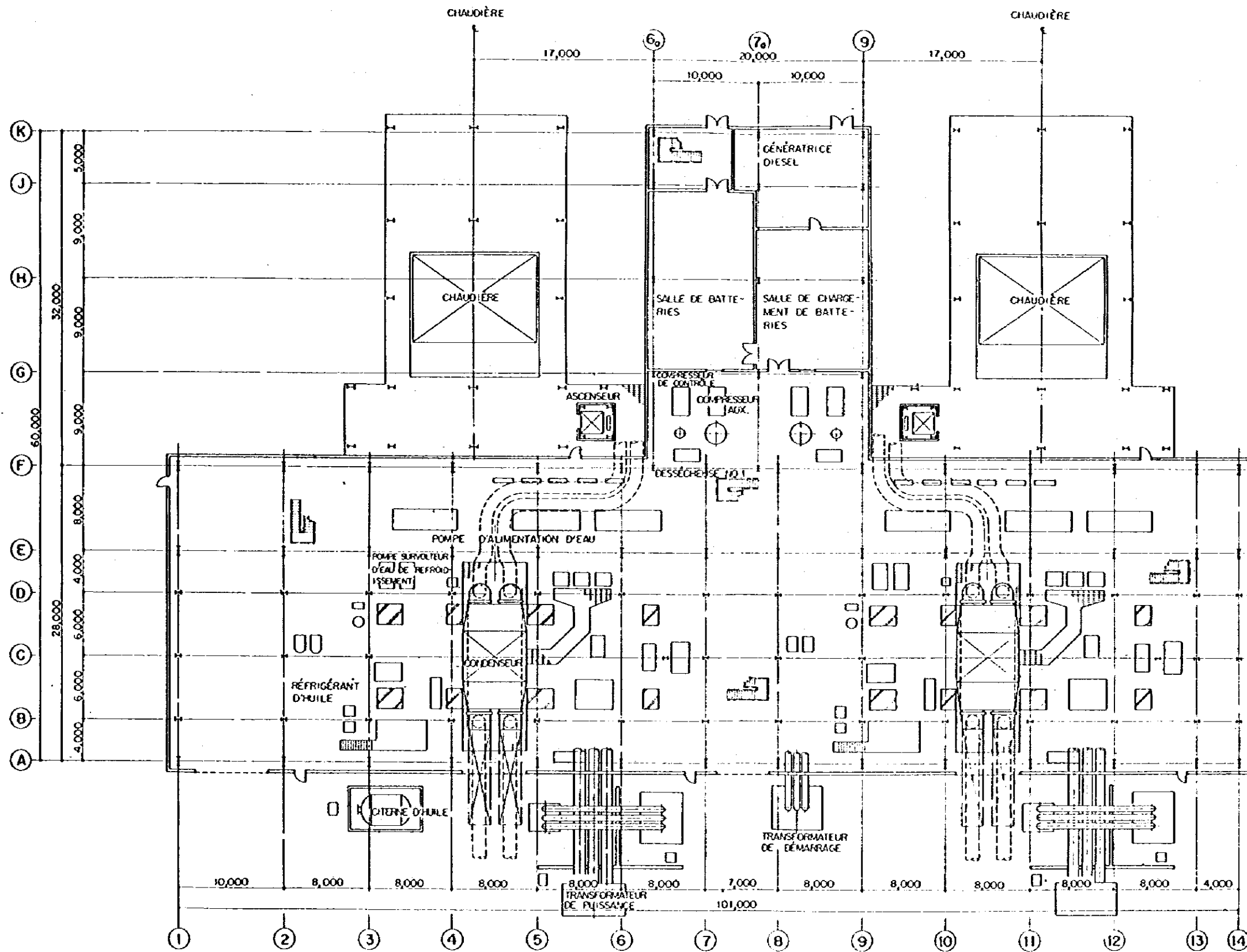
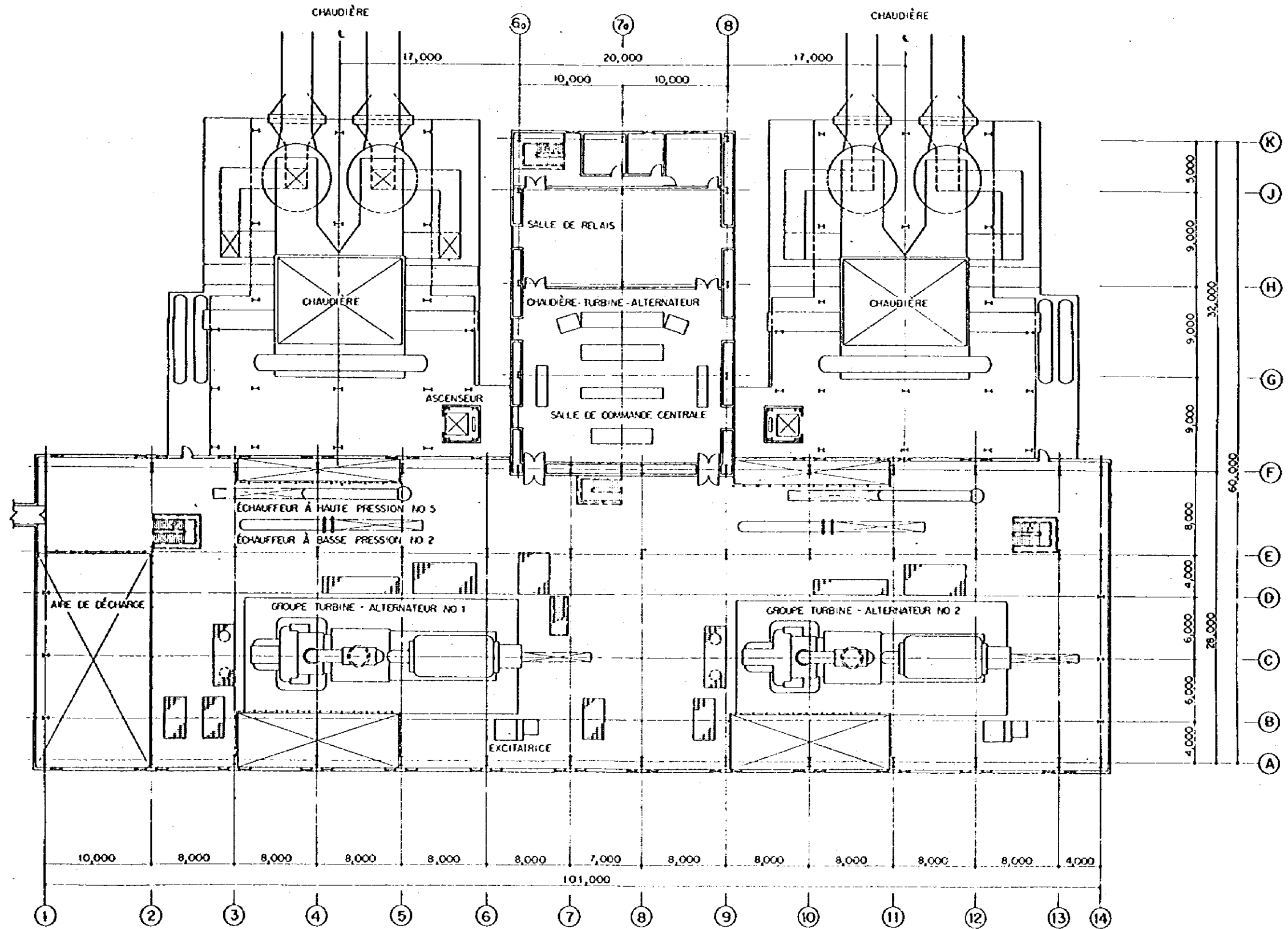


FIGURE 3 - 4 BÂTIMENT PRINCIPAL  
(ÉTAGE DE L'EXPLOITATION)



0 10 20 m

FIGURE 3-5 BÂTIMENT PRINCIPAL  
(COUPE)

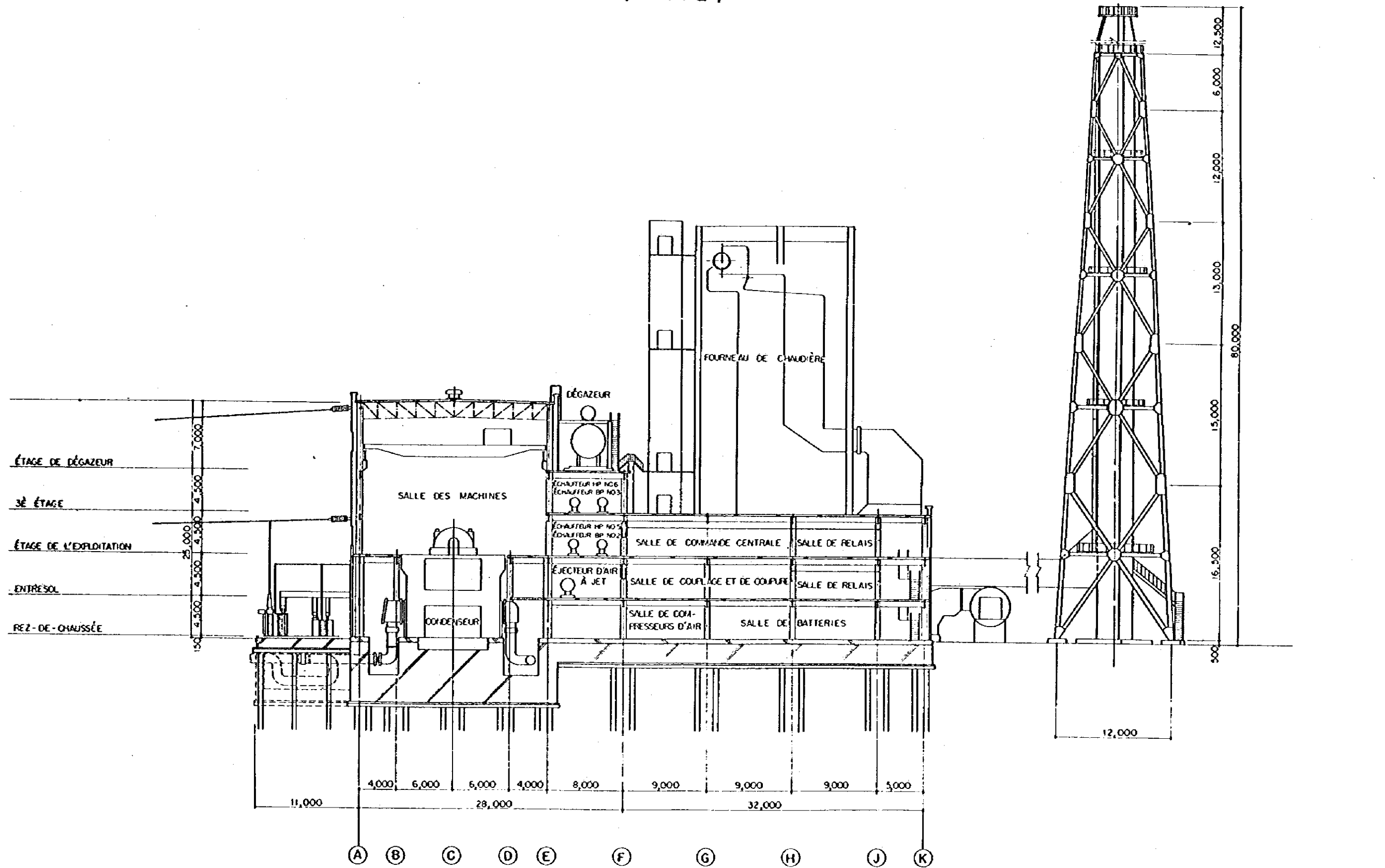
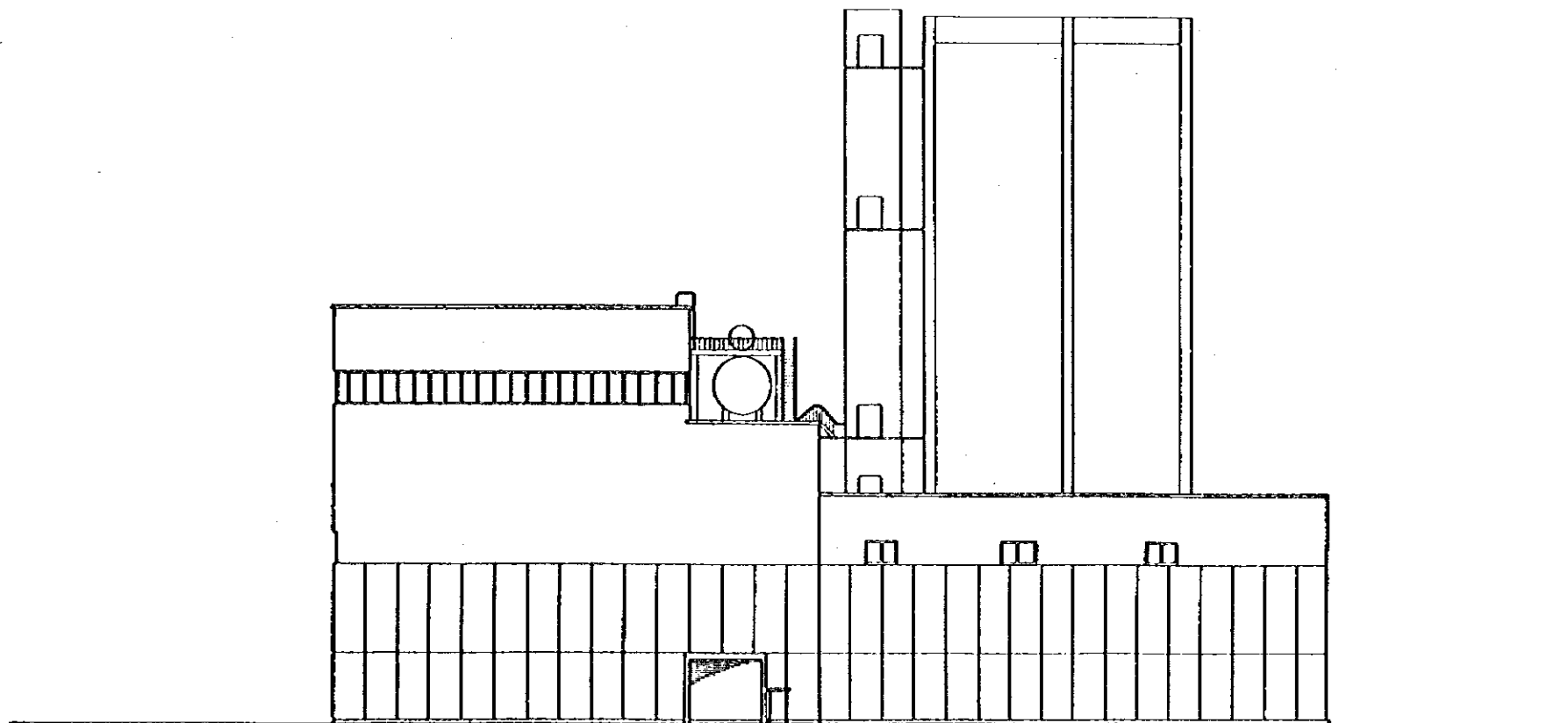
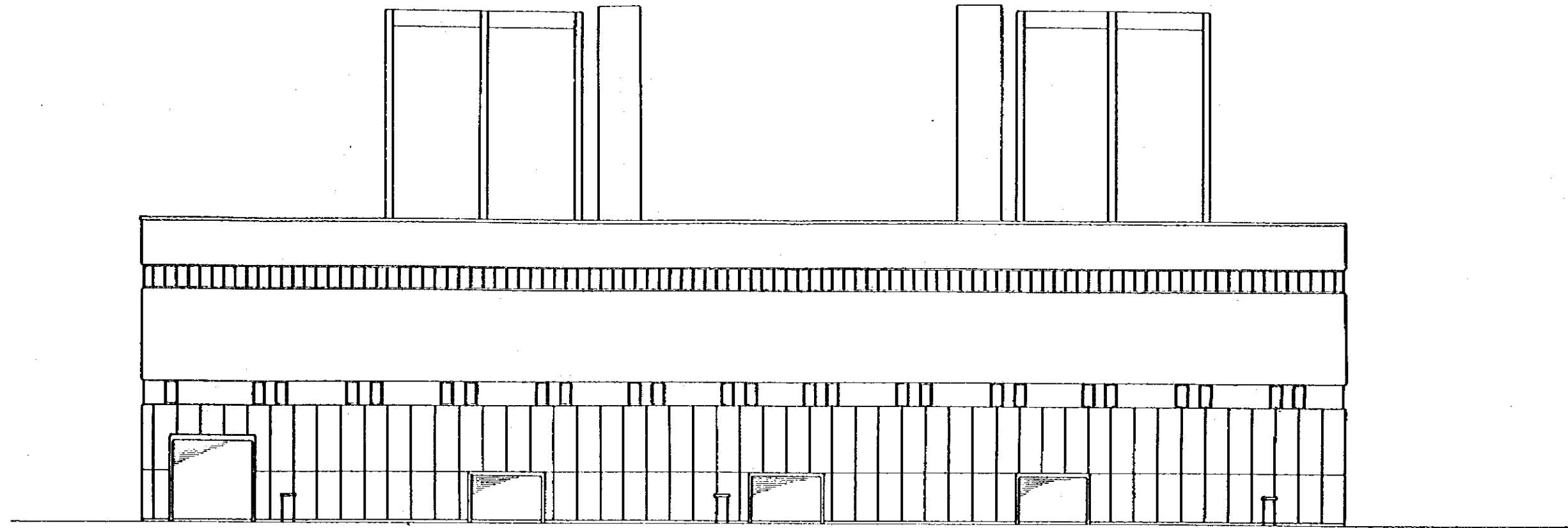


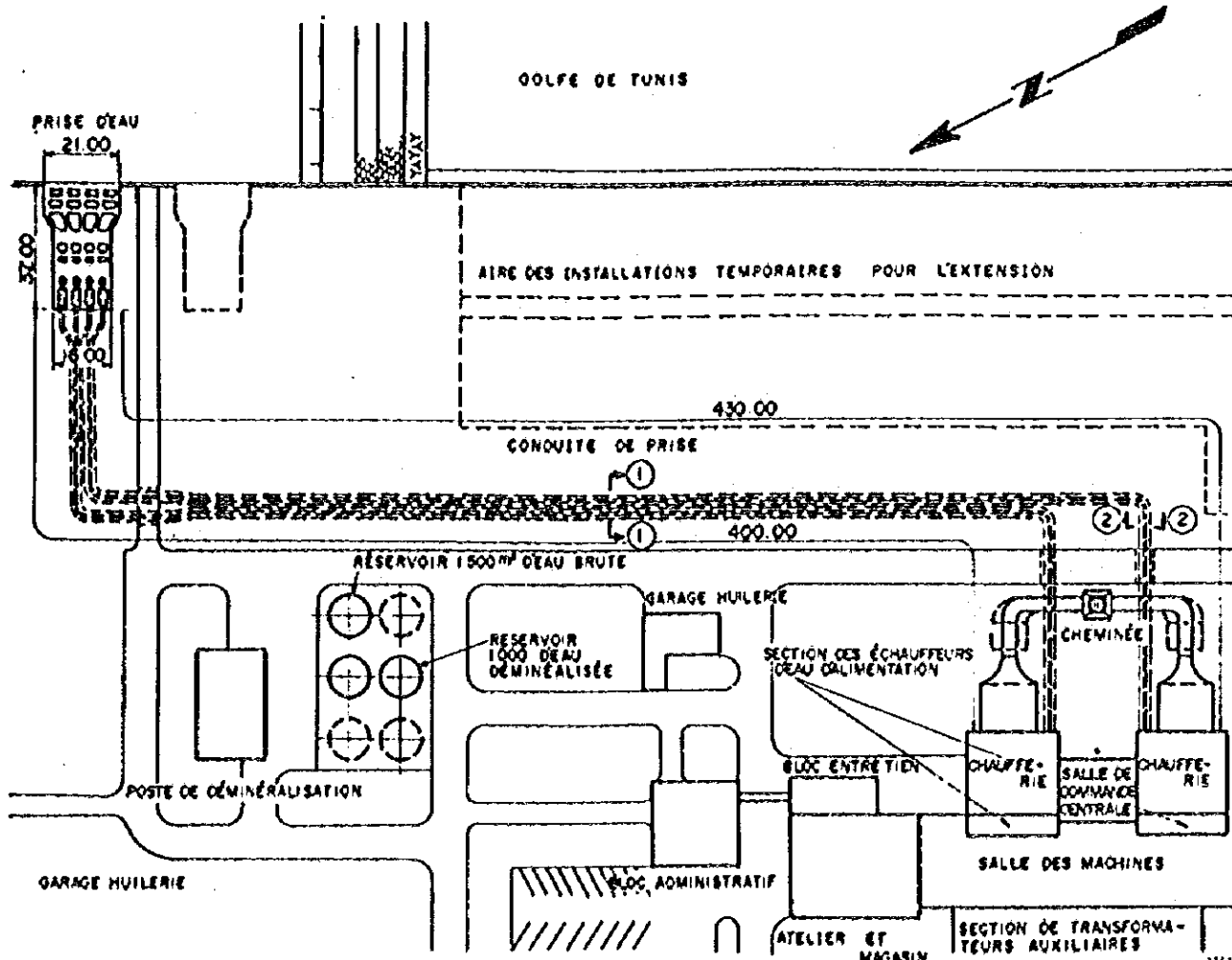
FIGURE 3-6 BÂTIMENT PRINCIPAL  
( FAÇADE ET FLANC )



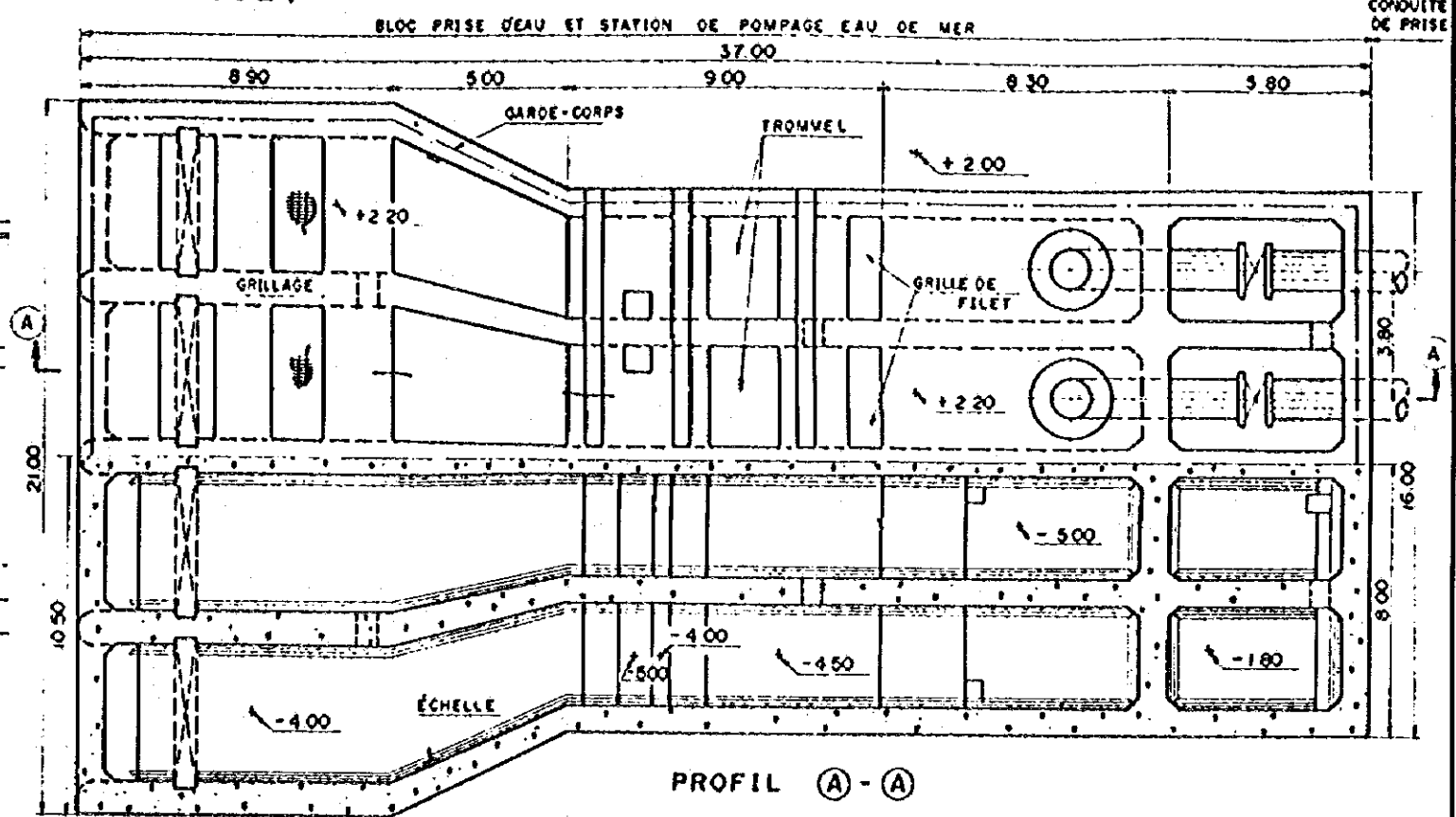
0 10 20 m

FIGURE 3-7 CIRCUIT DE L'EAU DE REFROIDISSEMENT  
(CONDUITE DE PRISE)

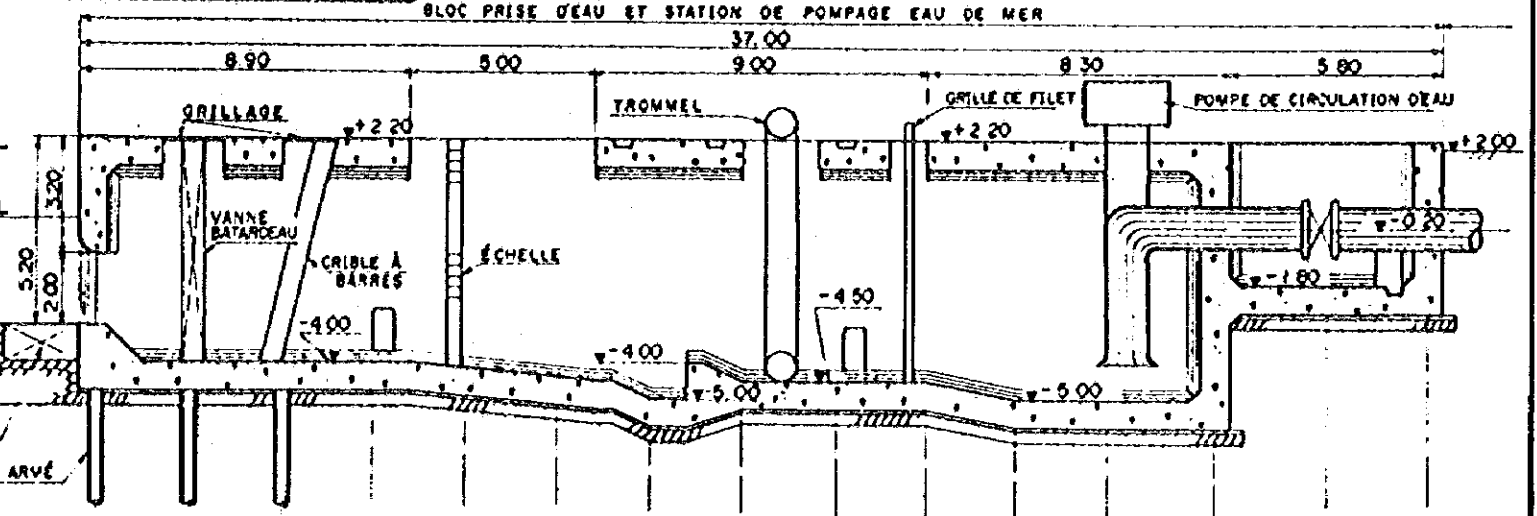
PLAN D'ENSEMBLE



PLAN

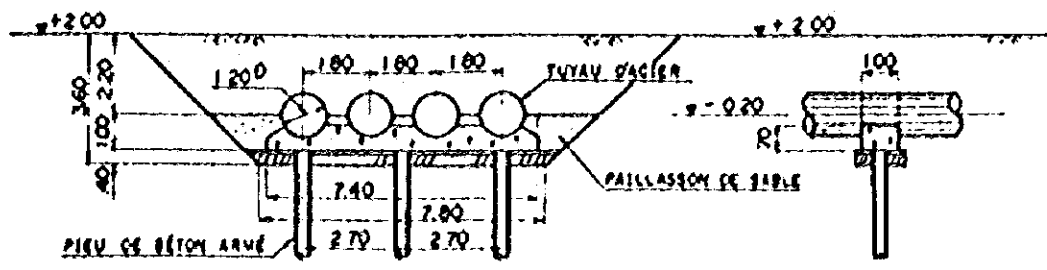


PROFIL A-A



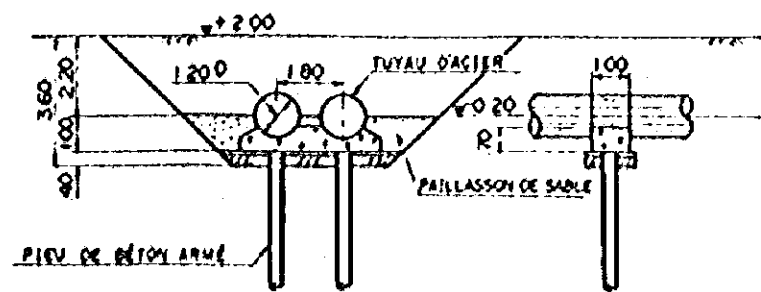
SECTION ①-①

CONDUITE DE PRISE: SECTION NORMALE



SECTION ②-②

CONDUITE DE PRISE: SECTION NORMALE



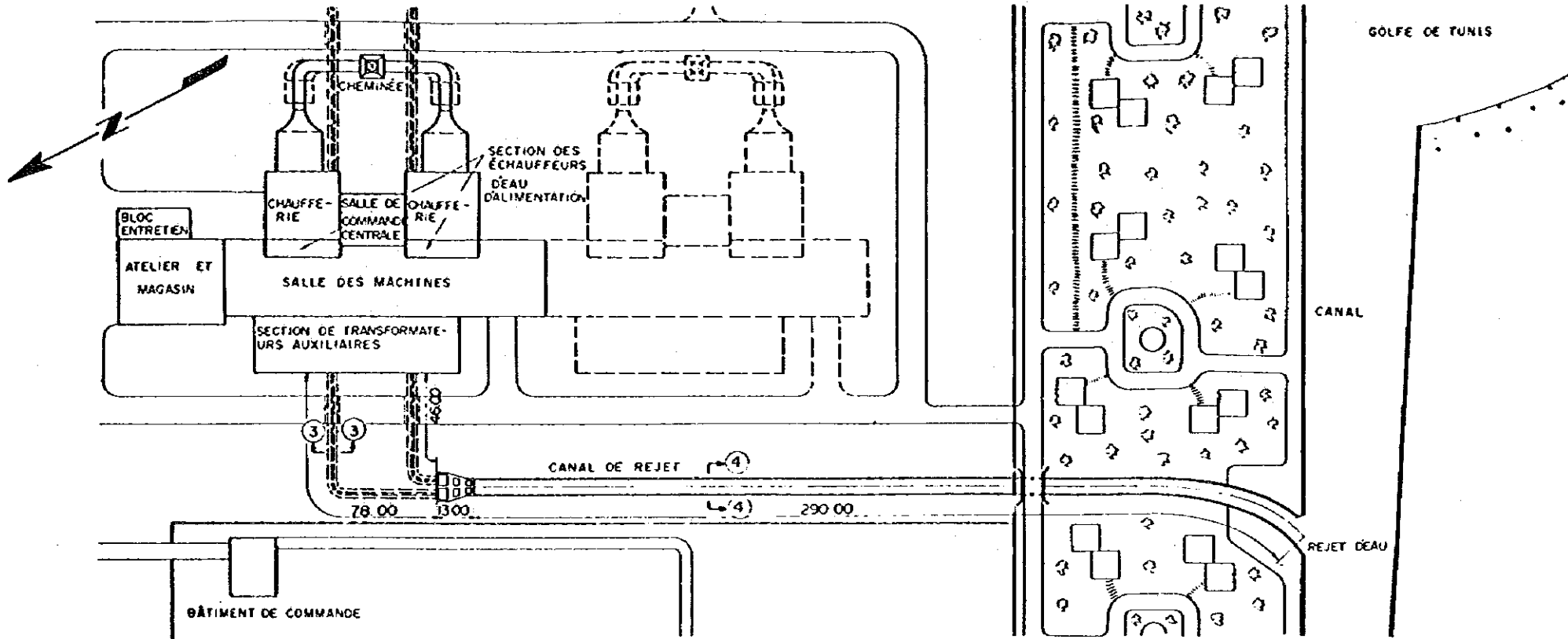
PLAN D'ENSEMBLE



- PLAN
- BLOC PRISE D'EAU ET STATION DE POMPAGE EAU DE MER
- PROFIL A-A
- BLOC PRISE D'EAU ET STATION DE POMPAGE EAU DE MER
- SECTION ①-①
- CONDUITE DE PRISE: SECTION NORMALE
- SECTION ②-②
- CONDUITE DE PRISE: SECTION NORMALE

FIGURE 3-8 CIRCUIT DE L'EAU DE REFROIDISSEMENT (CANAL DE REJET)

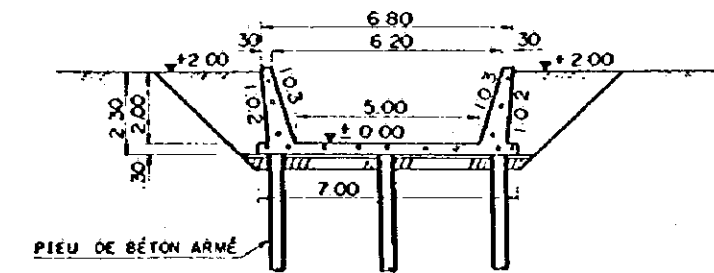
PLAN D'ENSEMBLE



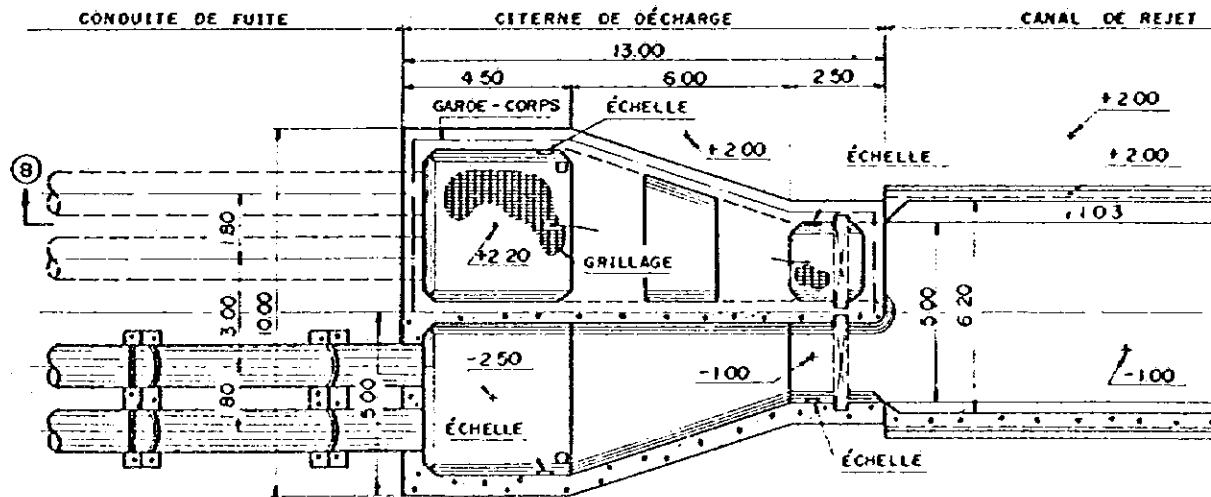
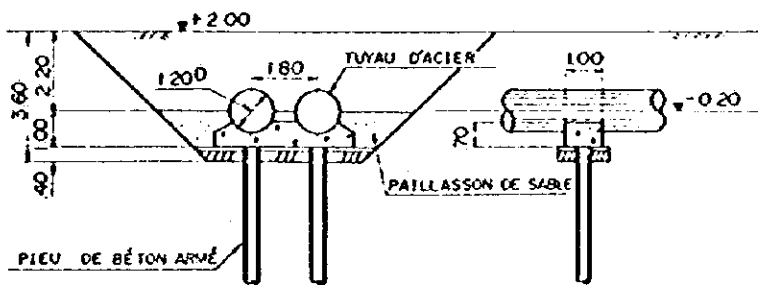
PLAN

SECTION ④-④

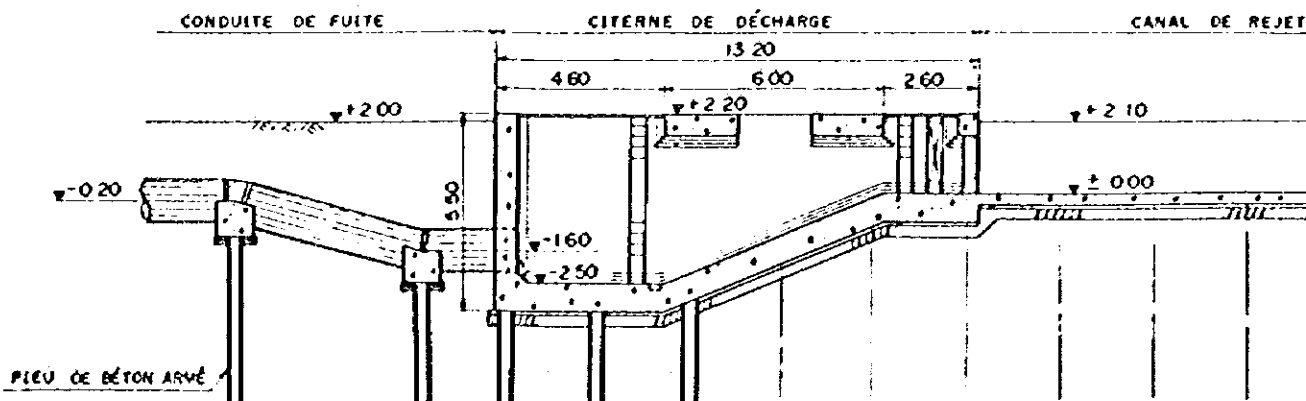
CANAL DE REJET: SECTION NORMALE



SECTION ③-③  
CONDUITE DE FUITE: SECTION NORMALE



PROFIL ⑧-⑧



0 50 100m  
PLAN D'ENSEMBLE

0 5 10m  
PLAN  
CITERNE DE DÉCHARGE

PROFIL ⑧-⑧  
CITERNE DE DÉCHARGE

SECTION ③-③  
CONDUITE DE FUITE: SECTION NORMALE

SECTION ④-④  
CANAL DE REJET  
SECTION NORMALE

Figure 3-9 DIAGRAMME DE DEBIT DE VAPEUR

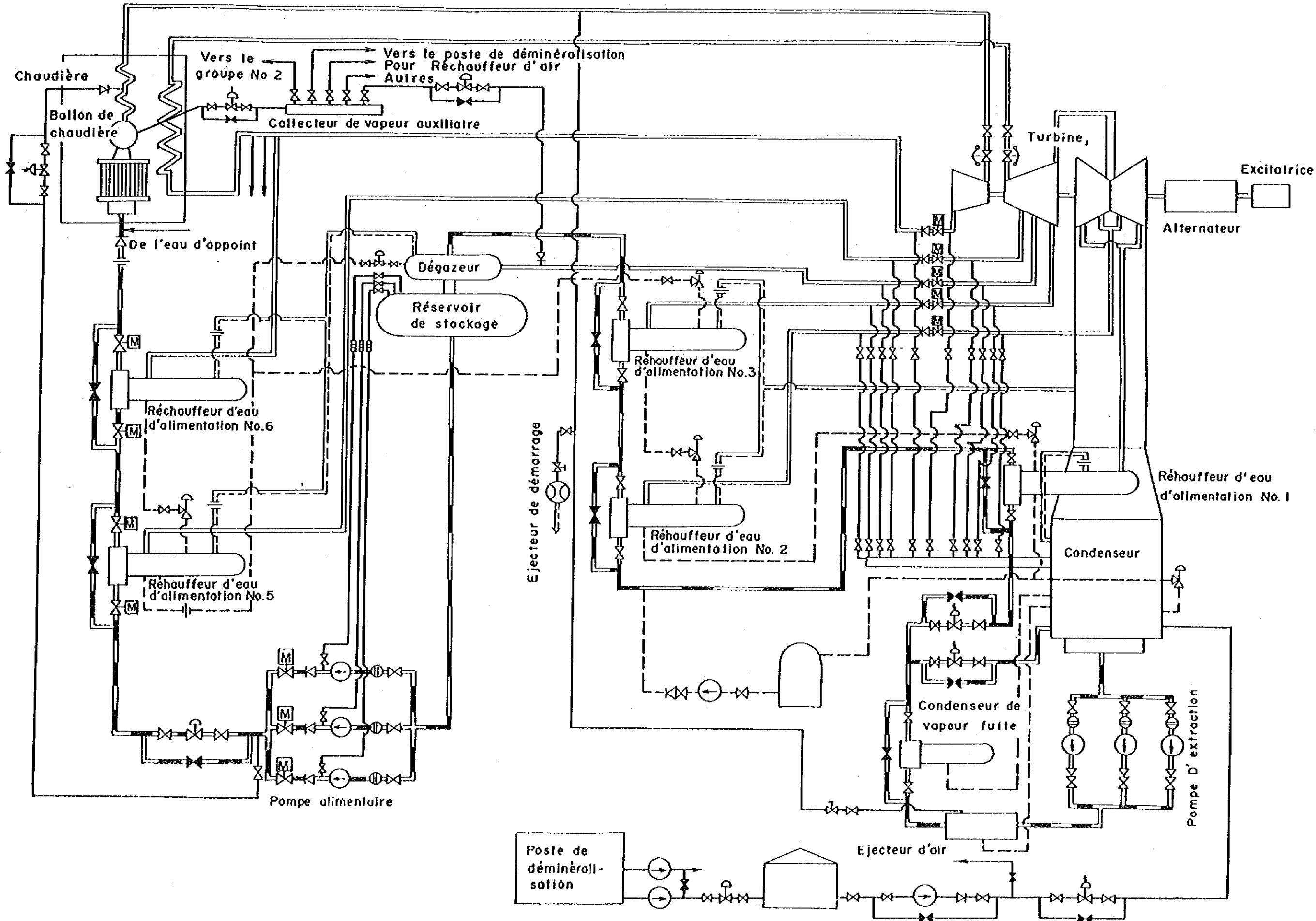




Figure 3 - 10 SCHEMA UNIFILAIRE DE LA CENTRALE

- LEGENDE**
- FDF : Ventilateur de soufflage
  - BFP : Pompe alimentaire
  - CWP : Pompe de circulation d'eau de refroidissement
  - CP : Pompe de condensation

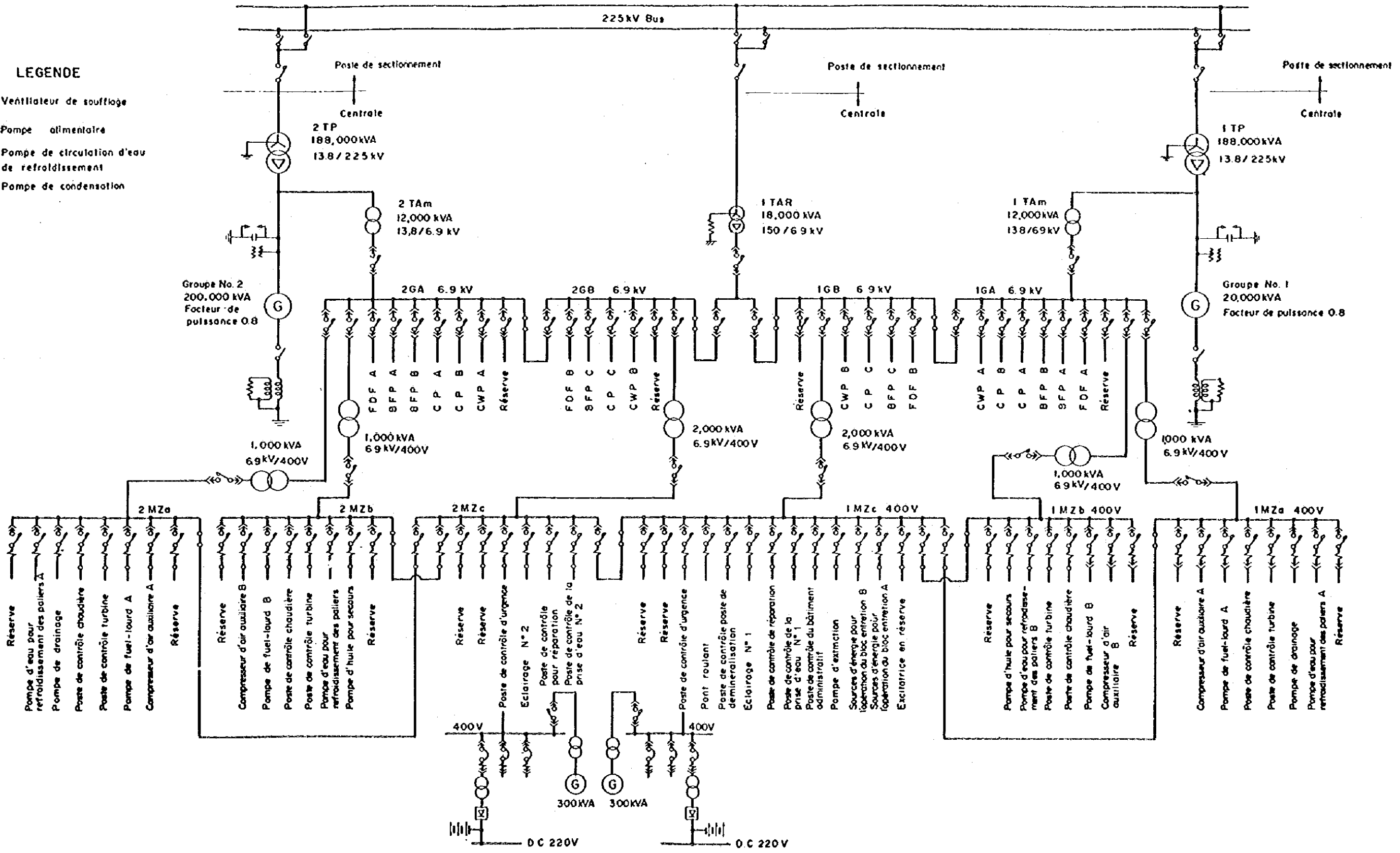


Figure 3-11 POSTE DE SECTIONNEMENT

(PLAN)

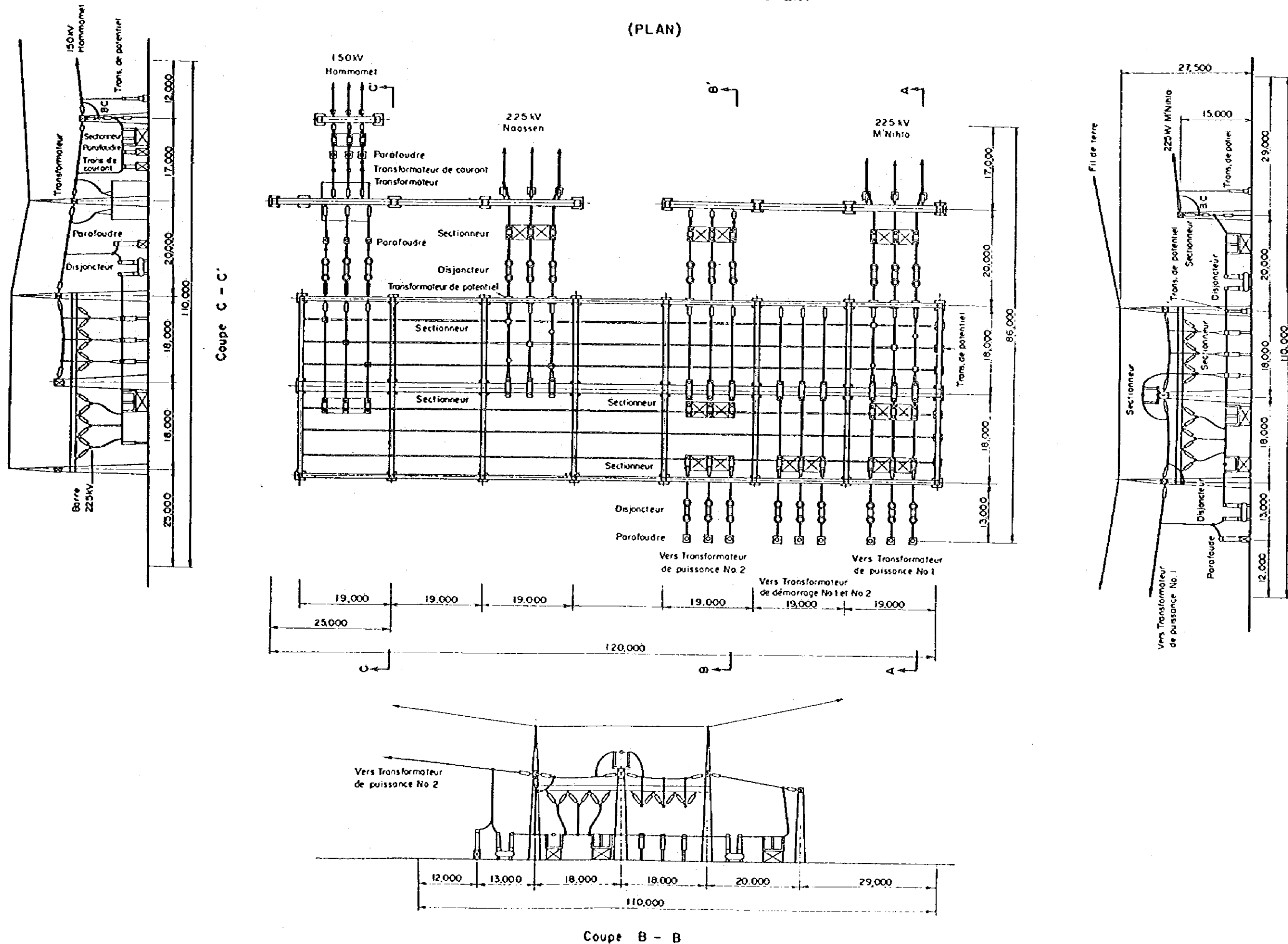


Figure 3-12 POSTE DE SECTIONNEMENT SCHEMA UNIFILAIRE

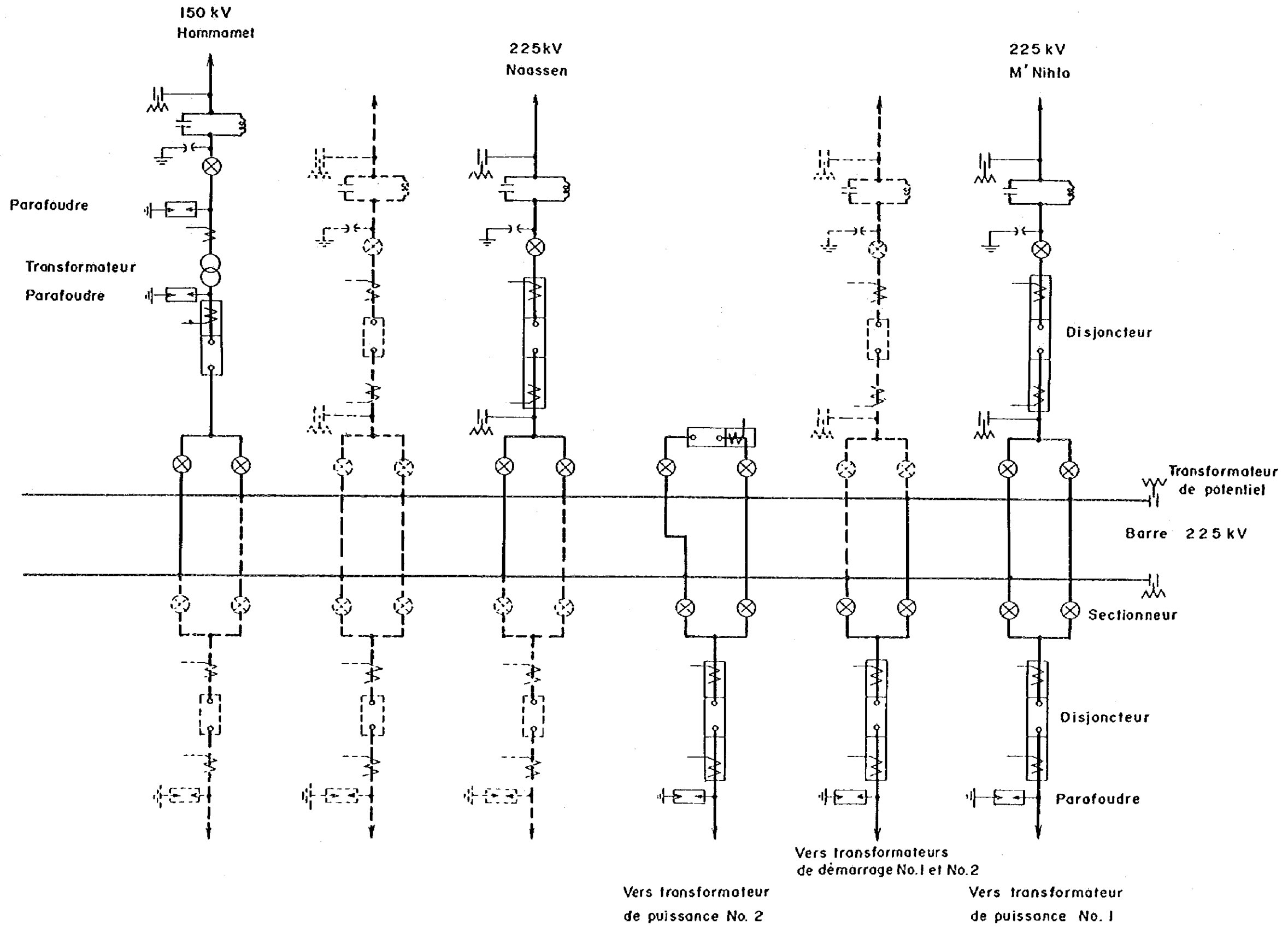
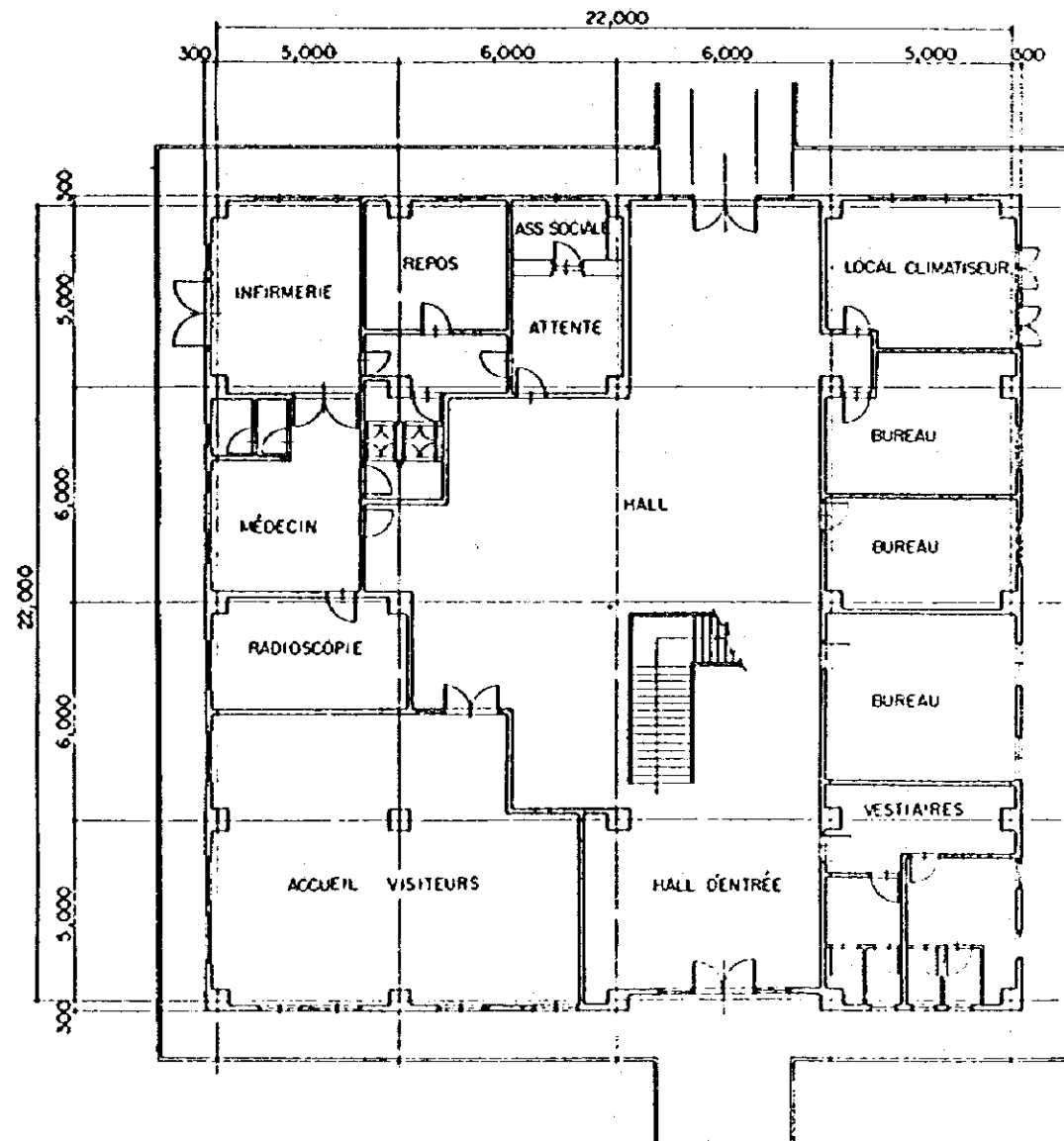


FIGURE 3-13 BÂTIMENT ADMINISTRATIF  
( PLAN )

PLAN DU REZ-DE-CHAUSSÉE



PLAN DU 1er ÉTAGE

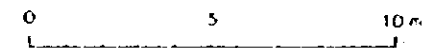
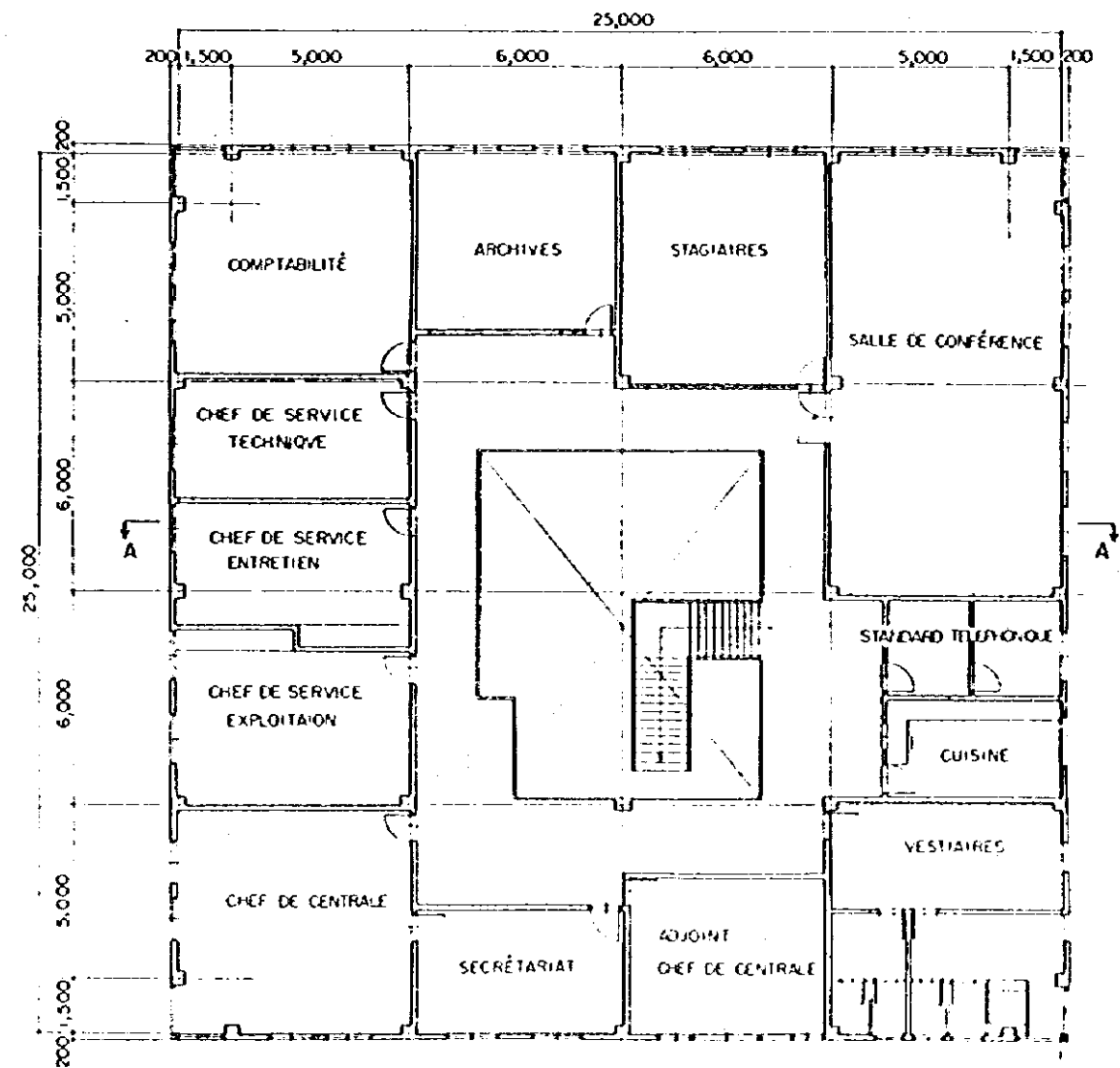
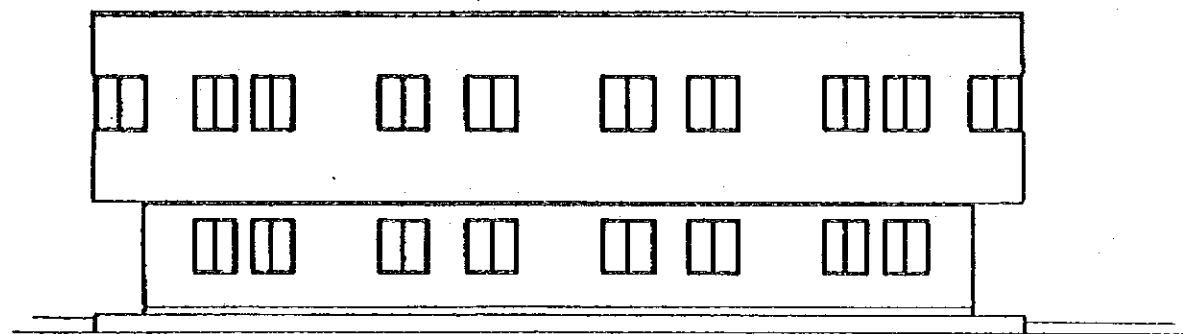
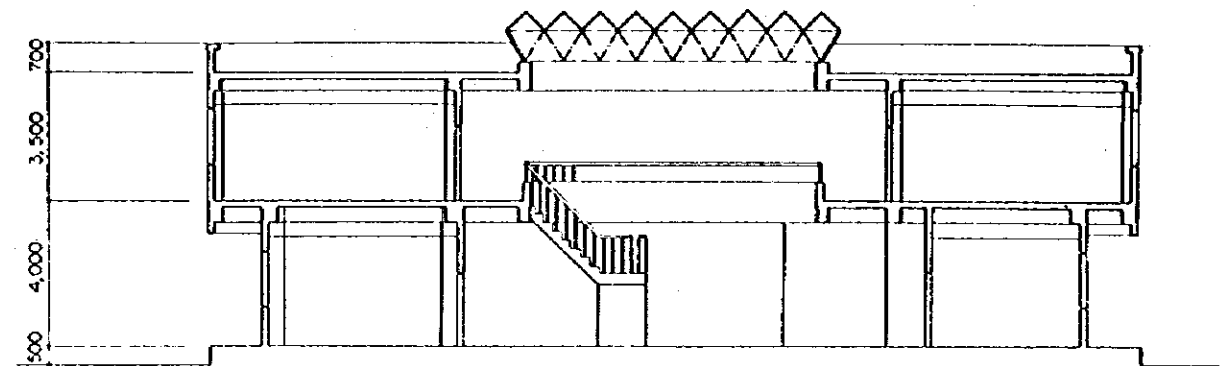


FIGURE 3 - 14 BÂTIMENT ADMINISTRATIF  
( COUPE )

FAÇADE SUD



COUPE A - A



FAÇADE OUEST

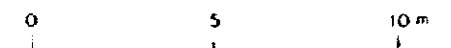
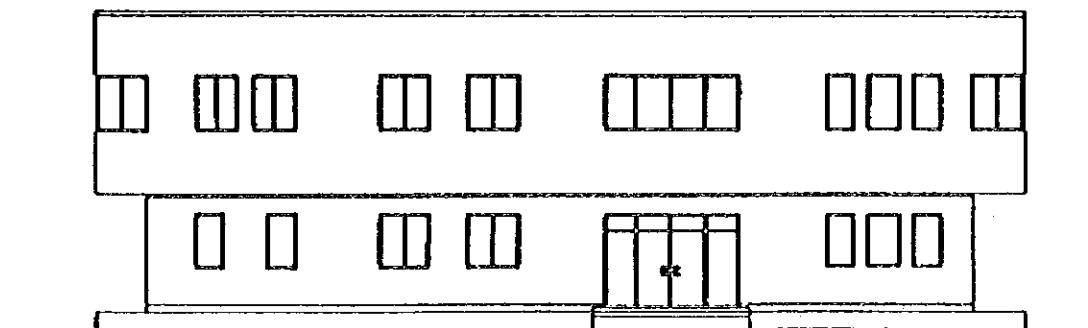


FIGURE 3-15 BLOC ENTRETIEN  
(PLAN)

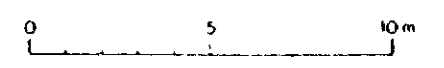
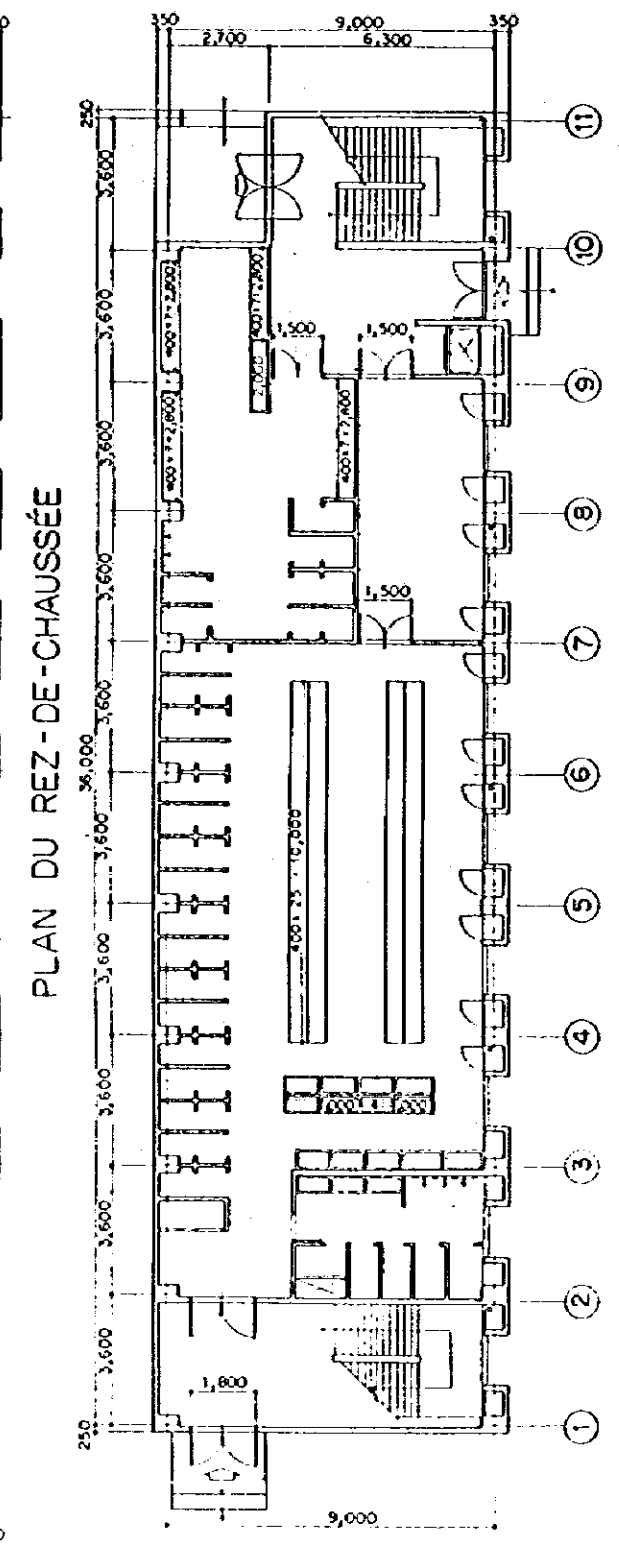
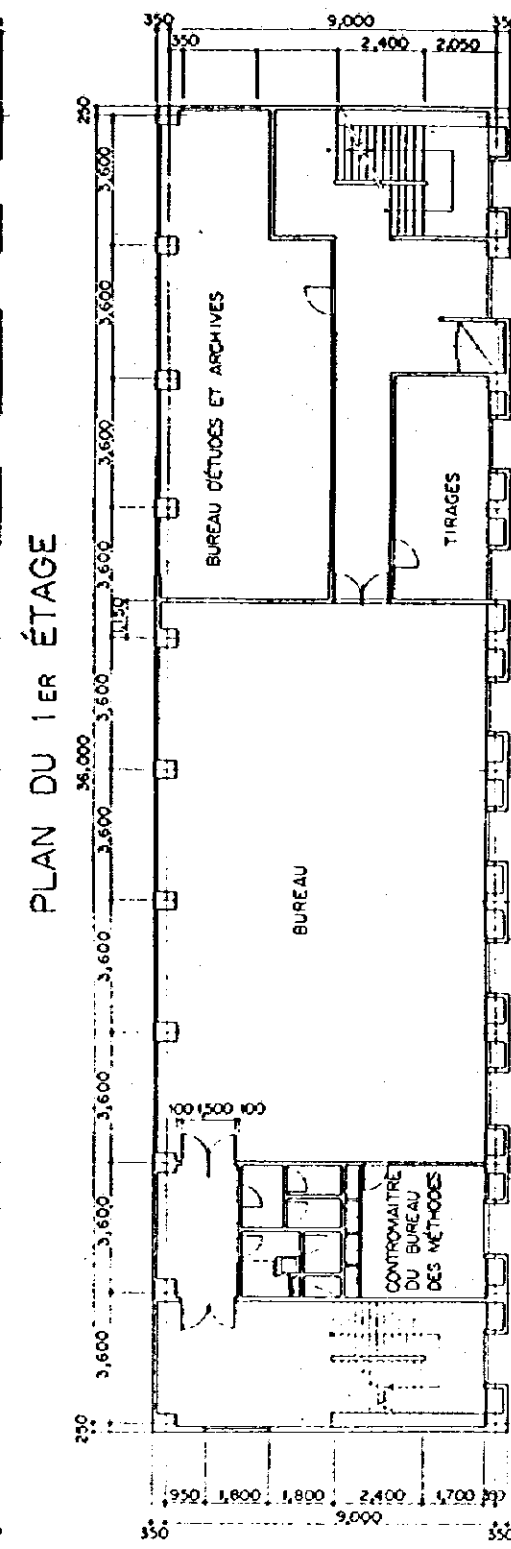
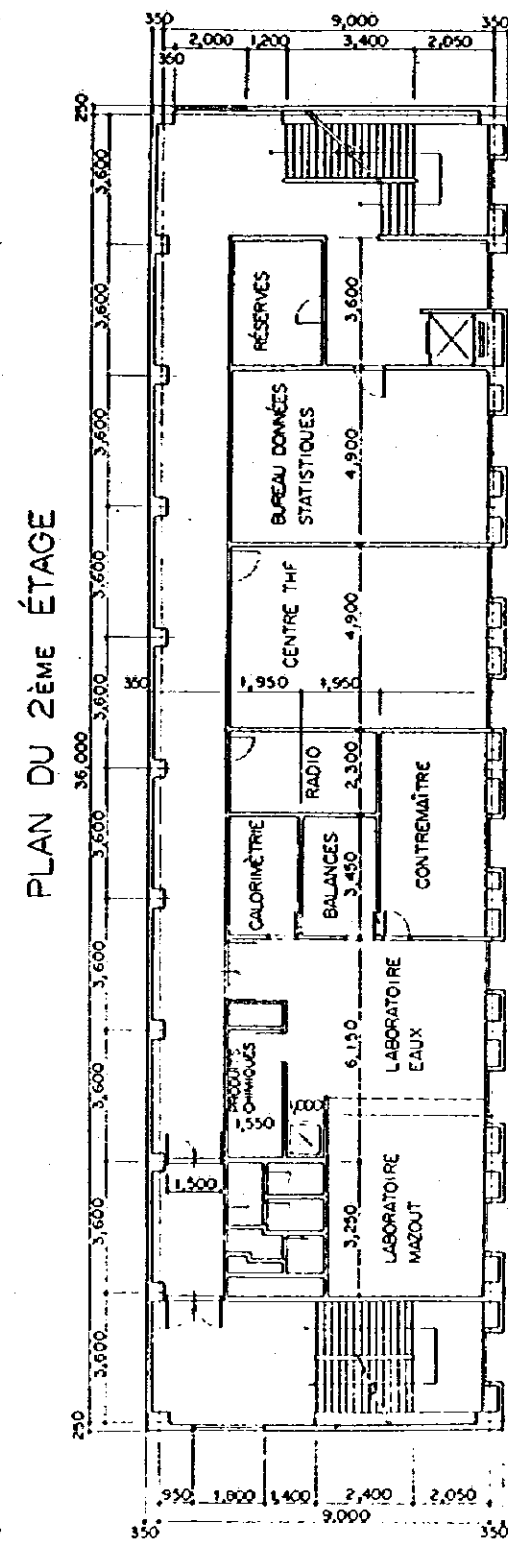
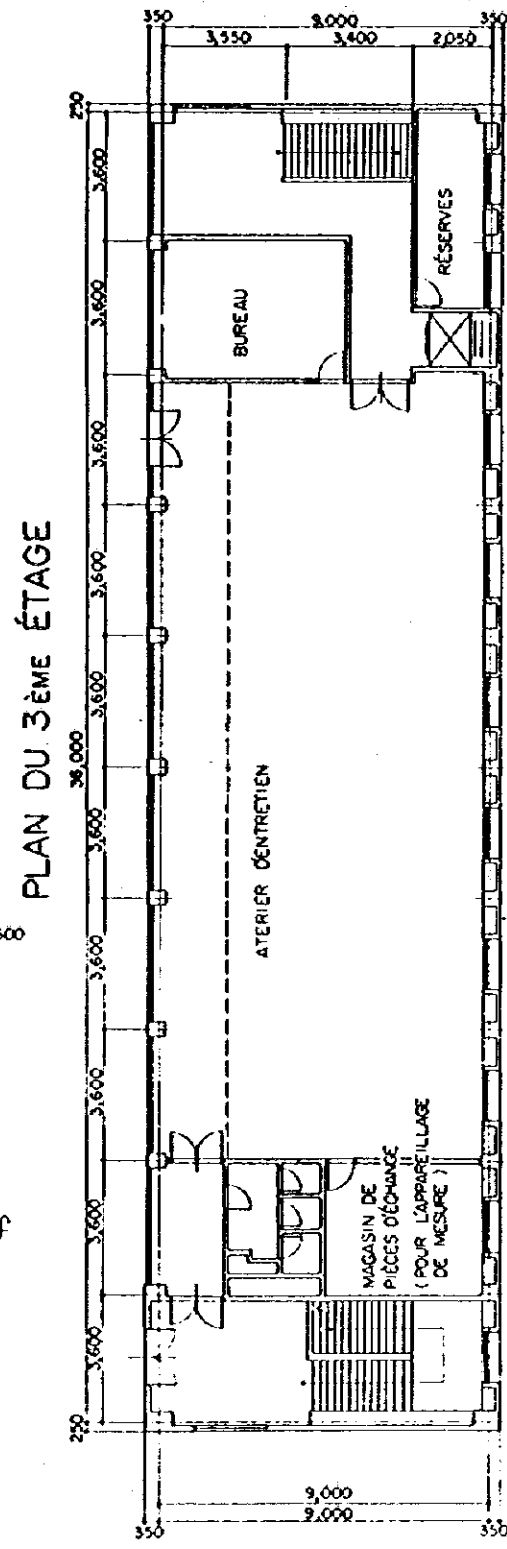
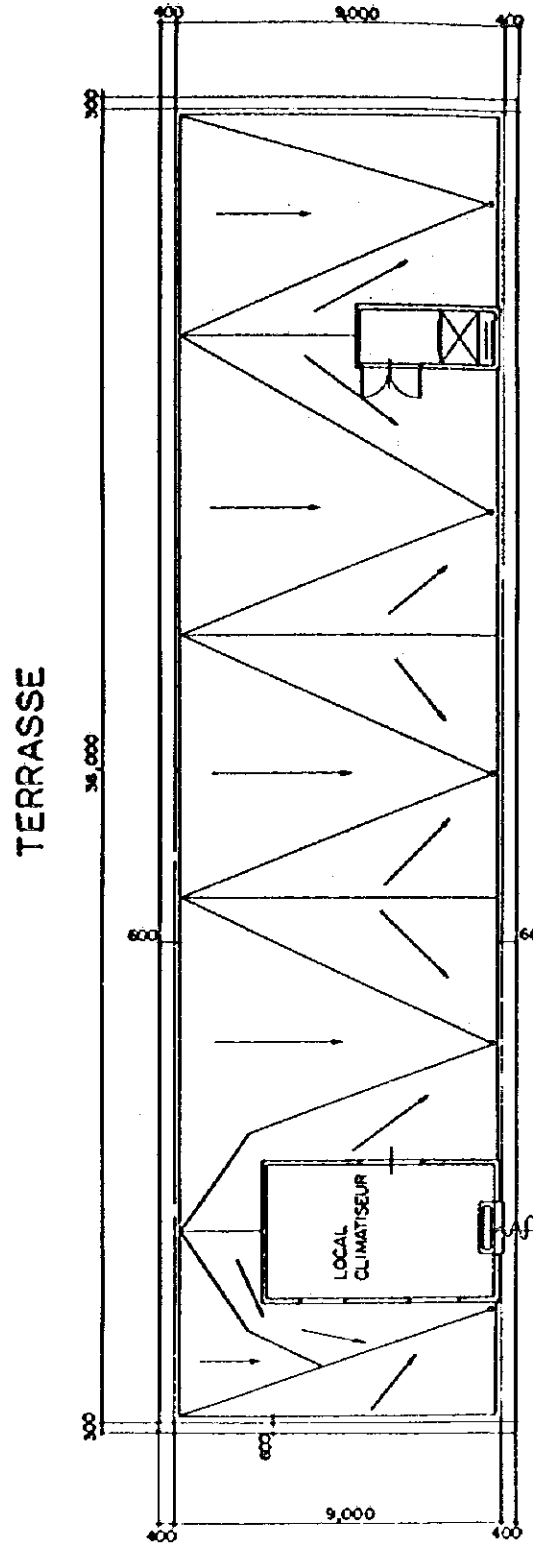
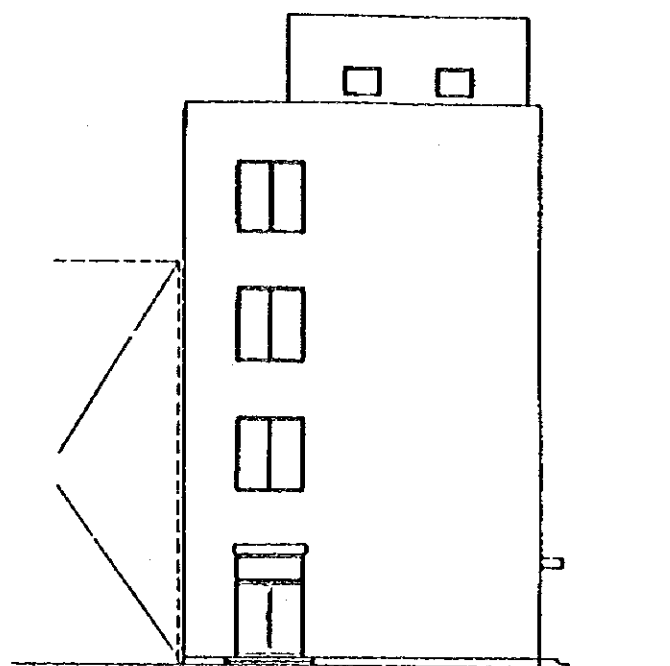
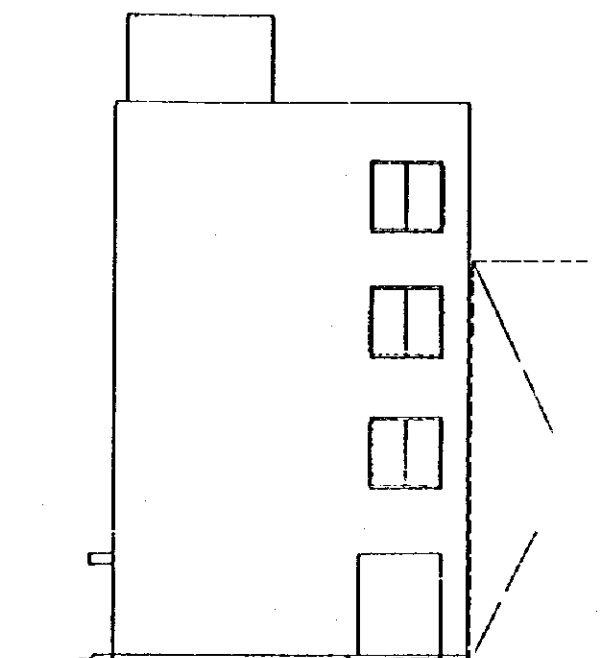


FIGURE 3 - 16 BLOC ENTRETIEN  
( COUPE )

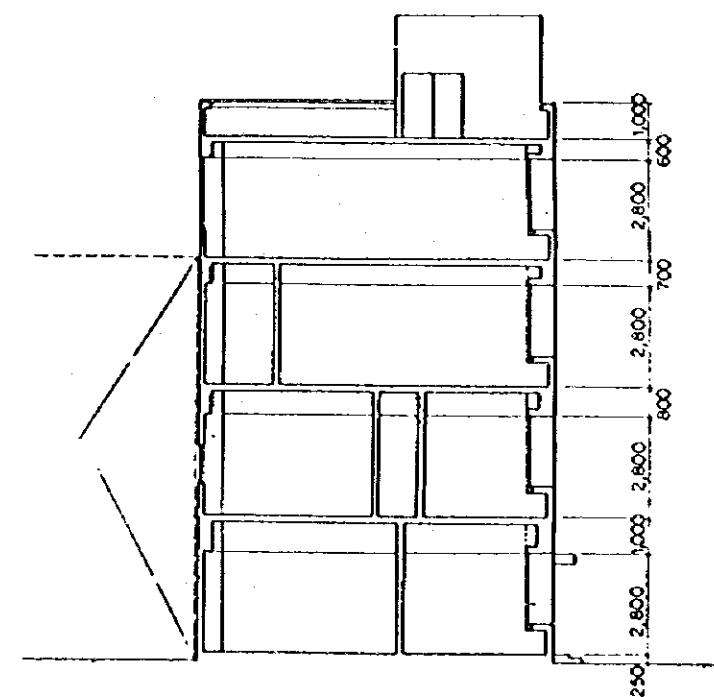
FACADE OUEST



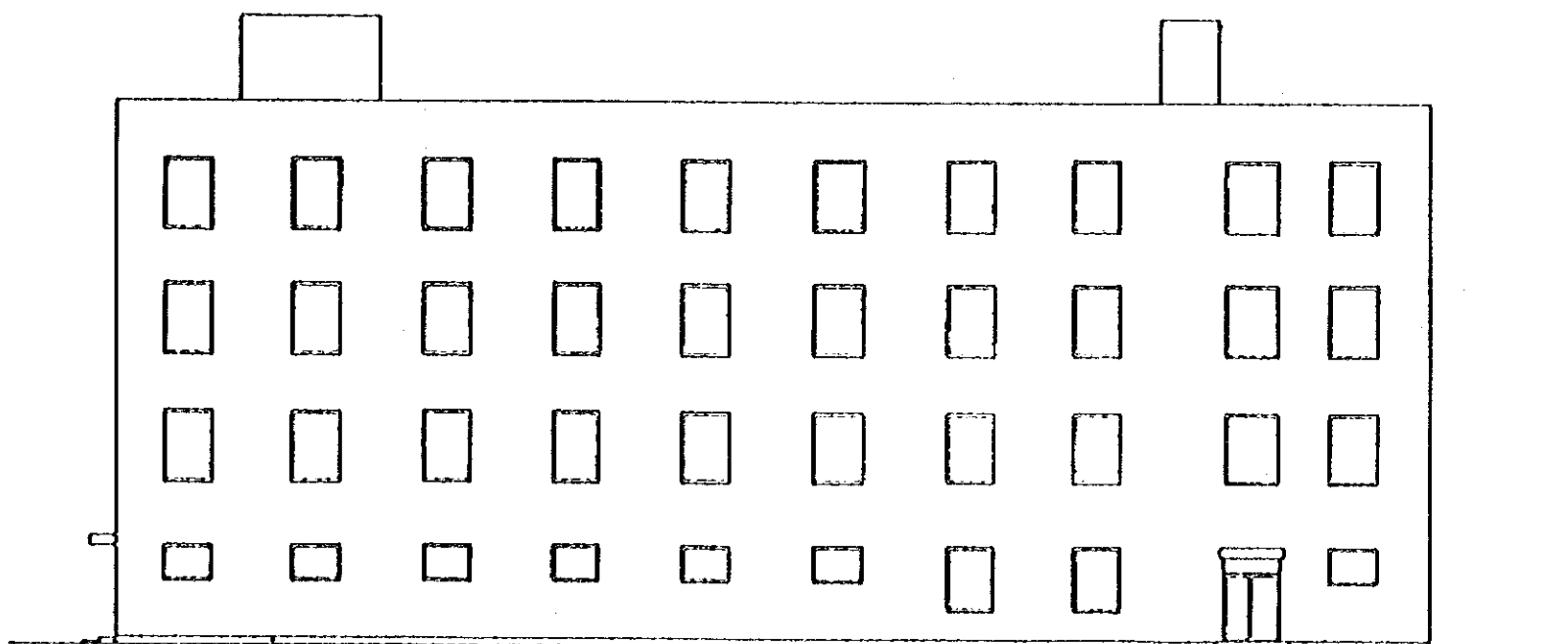
FACADE EST



COUPE 8 - 8



FAÇADE SUD



0 5 10m

