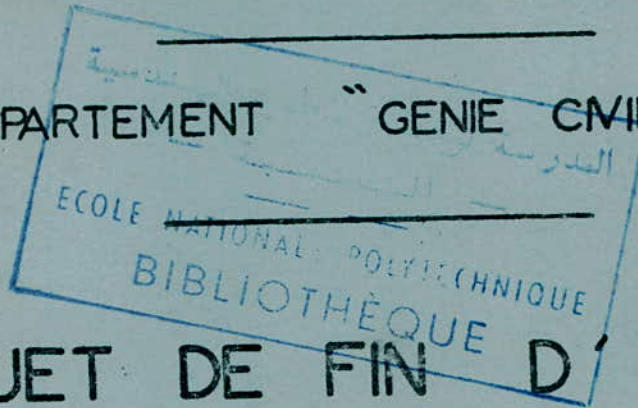


15/77

UNIVERSITE D'ALGER

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT "GENIE CIVIL"



PROJET DE FIN D'ETUDES

ORGANISATION DE L'EXECUTION
D'UNE CITE DE LOGEMENTS

Proposé par :

MR. N.M.BEJINARIU

Maître-Assistant à l'E.N.P.A

Etudié par :

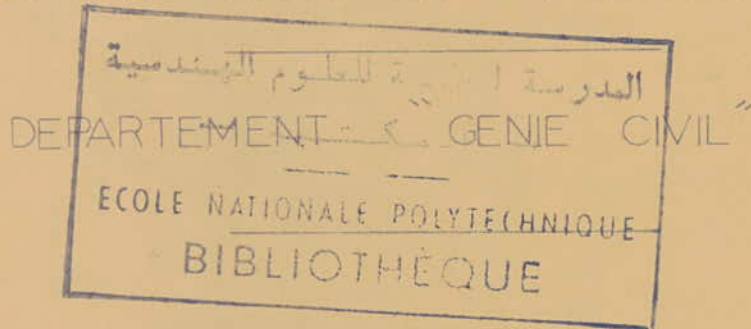
MM. MERABET S.

MEDJIAH M.

Promotion juin 1977

UNIVERSITE D'ALGER

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



PROJET DE FIN D'ETUDES

ORGANISATION DE L'EXECUTION
D'UNE CITE DE LOGEMENTS

Proposé par :

MR. N.M.BEJINARIU

Etudié par :

MM. MERABET S.
MEDJIAH M.

Promotion juin 1977

Je dédie ce travail

- * A mes parents
- * A ma famille, notamment à mon frère aîné ALI qui s'est dépensé tout au long de ma scolarité afin de rendre mes études possibles
- * A mes amis

S. MERABET



Je dédie ce travail

- * A mes parents
- * A mes frères et sœurs
- * A M^D MEHDI M'hamed
- * A mes amis

M. MEDJIAH

Nous saisissons cette unique occasion pour adresser nos remerciements à tous les professeurs et assistants qui ont contribué à notre formation d'ingénieurs, notamment à MM. Niculai Mircea BEJINARIU dont nous sommes profondément reconnaissants pour l'aide qu'il n'a cessée de nous apporter tout au long de cette étude.

Ainsi qu'à M^E Raducanu CIOROIU notre professeur et spécialiste en organisation de chantier.



S. MERABET
M. MEDJIAH

— TABLE DES MATIERES —

	pages
Introduction	7
Mode de réalisation	9
Détermination des quantités de travaux	10
Calcul des besoins en matériaux	42
Choix des secteurs, quantité de travaux par secteur	48
Eclatement des travaux en activités composantes, Main d'œuvre, durée d'exécution	52
Méthode à la chaîne	65
Cyclogramme, graphique à barres, graphique d'échelonnement de la main d'œuvre	71
Graphiques différentiels, intégrals, de consommation, et d'approvisionnement des matériaux	73
Méthode du chemin critique, graphique réseaux	83
Graphique à barres sous la base du graphique réseau	90
Dimensionnement des dépôts	92
Effectif du chantier, constructions socio-administratives	99
Plan général d'organisation du chantier	105
Equipelement du chantier	106

PLANCHES DESSINÉES DU PROJET

	N°
Plan de masse	1
Plans d'architecture	2 2a 2b
Cyclogramme des travaux	3
Planning des travaux de construction, graphique à barres	4
Graphique d'échelonnement de la main d'œuvre	5 & 4bis
Graphique de consommation du béton	6
Diagrammes d'approvisionnement, de consommation et différentiels de stock	7 7a 7b 7c 7d 7e
Diagrammes intégrals	8 8a 8b
Graphique réseau	9
Planning de réalisation des travaux sur la base	10
du graphique réseau.	
Centrale à béton	11
Plan général d'organisation du chantier	1bis

— BIBLIOGRAPHIE —

- | | |
|------------------------------------|---|
| Professeur | Notes de cours d'organisation de chantier. |
| CIOROIU Raducanu | Planification et gestion de chantier. |
| Maître-assistant | Application sur les notions théoriques du cours |
| BEJINARIU Neculai Mircéa | d'organisation, planification et gestion du chantier. |
| | Indicateur de normes de devis pour les travaux de terrassement et constructions civils. |
| Ministère de l'habitat. | Plans d'architecture |

— INTRODUCTION —

Le but de cette étude est d'organiser de manière scientifique le déroulement des différentes phases nécessaires à la réalisation d'un ouvrage.

Une bonne organisation doit prévoir les différents moyens matériels et ressources humaines ainsi que tous les matériaux nécessaires à la réalisation de l'ouvrage.

Cette étude devra coordonner et planifier tous ces moyens dans les meilleures conditions de travail pour atteindre un rendement optimal des ressources mises en œuvre.

L'organisation choisie dépend en grande partie des divers documents du marché (cahier de charges, plans, devis descriptif, estimatif et quantitatif etc...) qui sont établis en tenant compte de différents facteurs tels que : mode de construction, conditions d'approvisionnement, de stockage etc...

Ainsi nous pouvons alors établir un planning permettant un suivi permanent des travaux tout au long de leurs avancements.

Ce planning est établi sur la base de la décomposition des travaux en processus composants ainsi que

de la prévision de leurs durées d'exécution en fonction des ressources disponibles.

Il est possible alors de coordonner en fonction du temps les différentes activités et d'éviter les temps morts; chaque équipe conservant la même vitesse d'exécution sans jamais perturber le déroulement des autres activités du chantier.

L'économie qui pourra résulter d'une étude rationnelle dépendra aussi de la qualité des ouvriers, de l'importance du chantier et des conditions d'approvisionnement et de travail.



Mode de réalisation

Nous avons à étudier un projet d'organisation de l'exécution d'une cité de logements.

Cette cité est constituée de quarante deux (42) bâtiments de type S/S + RC + 4 étages répartis en 2 ensembles.

Ces bâtiments sont différents entre eux et l'on distingue :

- bâtiment type C : 19,35 m x 9,25 m
- bâtiment type D : 22,70 m x 9,25 m
- bâtiment type E : 29,40 m x 9,25 m

L'ossature des bâtiments est réalisée en système poteaux-poutres sur fondations en semelle filantes et longrines.

Les murs sont en parpaing de différentes dimensions :

- parpaing 20 x 20 x 40 → murs extérieurs
- parpaing 10 x 20 x 40 → murs cloisons
- parpaing 5 x 20 x 40 → cuisines, SB, WC etc...

Les planchers et terrasses sont réalisés en dalles.

DETERMINATION
DES
QUANTITES DE TRAVAUX

Détermination des quantités de travaux :

Pour chaque opération on calcule le volume de travaux nécessaire, ces travaux sont alors groupés en articles.

On distingue deux sortes de travaux :

- travaux en fondation

(décapage, terrassement, coffrage, ferrailage et coulage des fondations, voiles, isolation hydrofuge)

- travaux en élévation

(Mçonnerie, poteaux, dalles, peinture, enduit etc...)

Découpage des terres végétales :

- profondeur 20 cm -

Pour permettre la mise en place des coffrages, on prévoit 1 mètre de dimension en plus au niveau -1,50m pour l'excavation des terres (dans le sens longitudinal et transversal des semelles) par rapport aux axes des poteaux d'angles et en tenant compte d'un talus de 45° (pour éviter l'éboulement des terres), alors on en déduit le périmètre de la superficie à découper.

① bâtiment type C : (voir plan d'architecture)

$$L_d = 19,05 + 2,00 + 2 \cdot 1,30 + 1,00 = 24,65 \text{ m}$$

$$l_d = 6,70 + 2,00 + 2 \cdot 1,30 + 1,00 = 12,3 \text{ m}$$

$$S_d = 24,65 \cdot 12,3 = 303,20 \text{ m}^2$$

② bâtiment type D :

$$L_d = 22,4 + 2,00 + 2 \cdot 1,30 = 28 \text{ m}$$

$$l_d = 6,7 + 2,00 + 2 \cdot 1,30 + 1,00 = 12,3$$

$$S_d = 28 \cdot 12,3 = 344,4 \text{ m}^2$$

③ bâtiment type E :

$$L_d = 26,8 + 2,00 + 2 \cdot 1,30 + 1,00 = 32,4 \text{ m}$$

$$l_d = 6,7 + 2,00 + 2 \cdot 1,30 + 1,00 = 12,3 \text{ m}$$

$$S_d = 32,4 \cdot 12,3 = 398,52 \text{ m}^2$$

* découpage des terres pour le lot N° 1 :

$$2 \cdot 303,2 + 21 \cdot 344,4 + 3 \cdot 398,52 = 9034,36 \text{ m}^2$$

* découpage des terres pour le lot N° 2 :

$$2 \cdot 303,2 + 12 \cdot 344,4 + 2 \cdot 398,52 = 5536,24 \text{ m}^2$$

* découpage totale des terres :

$$9034,36 + 5536,24 = 14570,6 \text{ m}^2$$

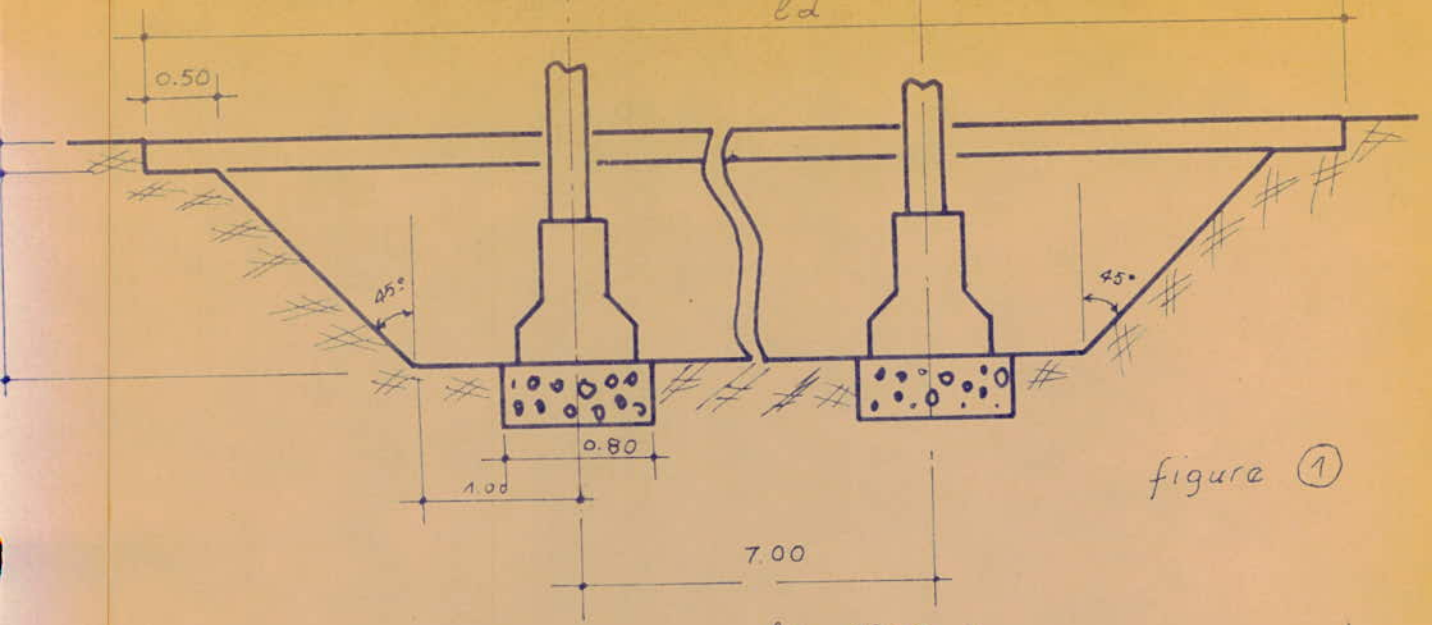
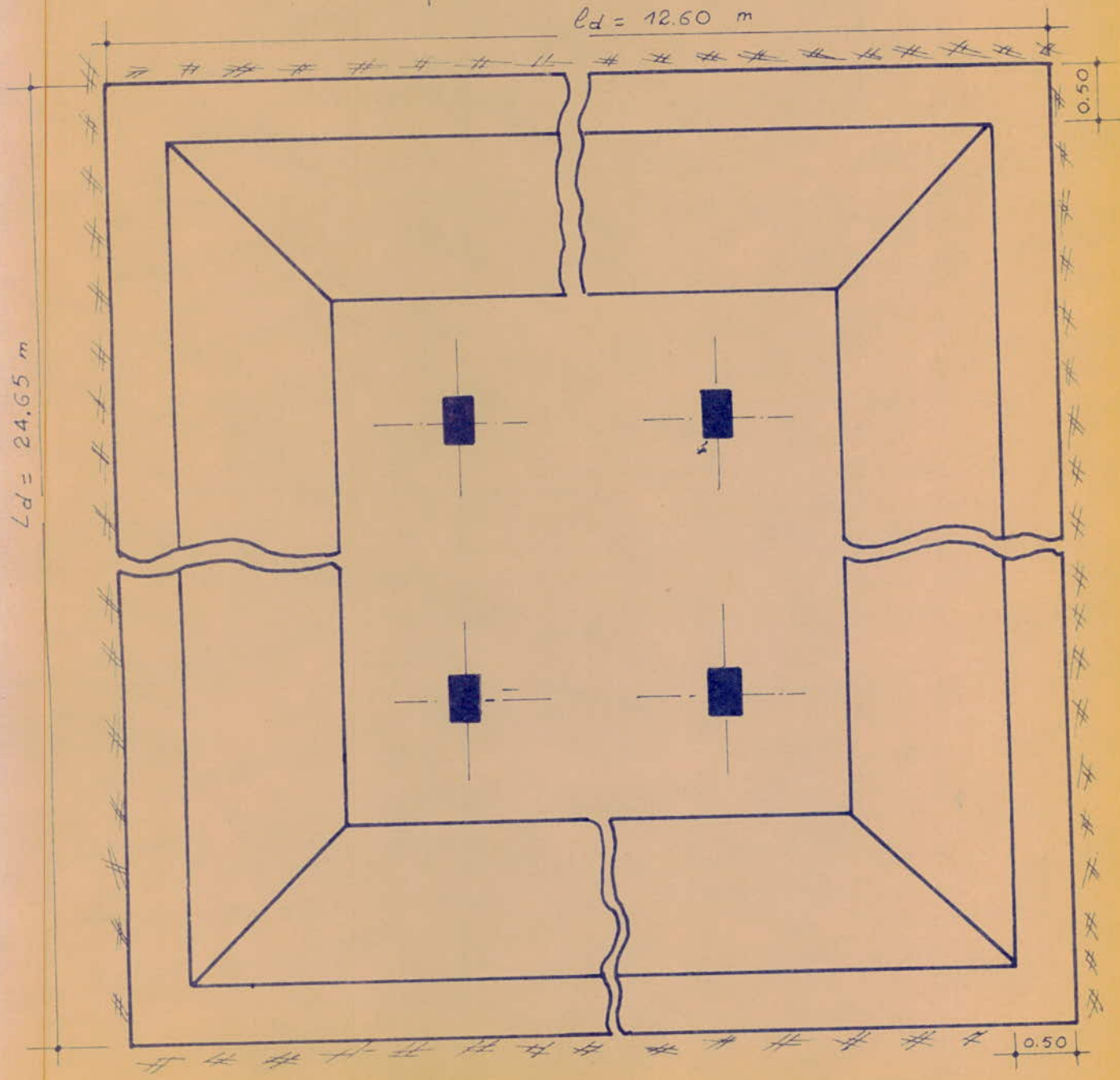


figure (1)



2) Excavation mécanique:

(a) bâtiment type C:

$$\left[(19,05 + 2,00) \cdot (6,70 + 2,00) \right] 1,3 + 2 \left[\frac{1,3 \cdot 1,30}{2} (19,05 + 2,00) \right] + 2 \cdot \frac{1,3 \cdot 1,3}{2} (6,7 + 2,00) \\ + \frac{1}{3} (2,60 \cdot 2,60) \cdot 1,3 = 291,3 \text{ m}^3$$

(b) bâtiment type D:

$$\left[(22,4 + 2,00) (6,7 + 2,00) \right] 1,3 + 1,30^2 [22,4 + 2,00] + 1,30^2 [6,7 + 2,00] \\ + \frac{1}{3} \cdot 2,60^2 \cdot 1,30 = 335 \text{ m}^3$$

(c) bâtiment type E:

$$\left[(26,8 + 2,00) (6,7 + 2,00) \right] 1,30 + 1,30^2 (26,8 + 2,00) + 1,30^2 (6,7 + 2,00) \\ + \frac{1}{3} \cdot 2,60^2 \cdot 1,30 = 392 \text{ m}^3$$

* Excavation mécanique pour le lot N° 1:

$$2 \cdot 291,3 + 21 \cdot 335 + 3 \cdot 392 = 8791 \text{ m}^3$$

* Excavation mécanique pour le lot N° 2:

$$2 \cdot 291,3 + 12 \cdot 335 + 2 \cdot 392 = 5385 \text{ m}^3$$

+ Excavation totale pour les 2 lots:

$$8791 + 5385 = 14176 \text{ m}^3$$

N.B pour les dimensions voir schéma ci-joint (fig. 1).

3) Excavation manuelle (béton de propreté)

(a) bâtiment type C:

$$2 \cdot 0,35 \cdot 1,00 \cdot 7,40 + 5 \cdot 0,35 \cdot 1,40 \cdot 7,40 + 2 \cdot 0,35 \cdot 0,80 (3,35 - 0,8) = 24,738 \text{ m}^3$$

(b) bâtiment type D:

$$2 \cdot 0,35 \cdot 1,00 \cdot 7,40 + 6 \cdot 0,35 \cdot 1,40 \cdot 7,40 + 2 \cdot 0,35 \cdot 0,8 \cdot 2,55 = 28,364 \text{ m}^3$$

© bâtiment type E:

$$2 \cdot 0,35 \cdot 1,00 \cdot 7,40 + 8 \cdot 0,35 \cdot 1,40 \cdot 7,40 + 2 \cdot 0,35 \cdot 0,8 \cdot 2,55 = 35,616 \text{ m}^3$$

* Excavation manuelle pour le lot N° 1:

$$2 \cdot 24,738 + 21 \cdot 28,364 + 3 \cdot 35,616 = 752,968 \text{ m}^3$$

* Excavation manuelle pour le lot N° 2:

$$2 \cdot 24,738 + 12 \cdot 28,364 + 2 \cdot 35,616 = 461,076 \text{ m}^3$$

* Excavation manuelle totale:

$$752,968 + 461,076 = 1214,044 \text{ m}^3$$

Éparpillement et compactage du remblai:

① bâtiment type C:

$$291,3 - 9 \cdot 6,70 - 4 \left[0,9 \cdot 0,45 + 0,8 \cdot 0,25 + 0,15 \cdot 0,175 \right] \cdot 7,40 \\ - 8 (0,25 \cdot 0,35 \cdot 0,9) - 3 (0,25 \cdot 0,4 \cdot 0,9) = 211,3 \text{ m}^3$$

② bâtiment type D:

$$335 - 9 \cdot 6,70 - 5 \left[0,9 \cdot 0,45 + 0,8 \cdot 0,25 + 0,15 \cdot 0,175 \right] \cdot 7,40 \\ - 10 (0,25 \cdot 0,35 \cdot 0,9) - 4 (0,25 \cdot 0,40 \cdot 0,9) = 250,2 \text{ m}^3$$

③ bâtiment type E:

$$392 - 9 \cdot 6,70 - 7 \left(0,9 \cdot 0,45 + 0,8 \cdot 0,25 + 0,15 \cdot 0,175 \right) \cdot 7,40 \\ - 14 (0,25 \cdot 0,35 \cdot 0,9) - 6 (0,25 \cdot 0,4 \cdot 0,9) = 297,4 \text{ m}^3$$

Éparpillement et compactage du remblai pour le lot N° 1:

$$2 \cdot 211,3 + 21 \cdot 250,2 + 3 \cdot 297,4 = 6569 \text{ m}^3$$

Eparpillement et compactage du remblai pour le lot N° 2:

$$2. 211,3 + 12. 250,2 + 2. 297,4 = 3553 \text{ m}^3$$

Eparpillement et compactage pour l'ensemble des 2 lots:

$$6569 + 3553 = 10122 \text{ m}^3$$

Volume du gros béton:

(a) bâtiment type C:

$$2. 2,59 + (5. 1,4 \cdot 0,35 \cdot 7,40) + (3,35 - 0,8) \cdot 0,8 \cdot 0,35 \cdot 2 = 24,738 \text{ m}^3$$

(b) bâtiment type D:

$$6. 1,4 \cdot 0,35 \cdot 7,4 + 2,00 \cdot 1,00 \cdot 0,35 \cdot 7,4 + 1,428 = 28,364 \text{ m}^3$$

(c) bâtiment type E:

$$5,18 + 10,178 \cdot 2 + 7,252 + 1,428 = 35,616 \text{ m}^3$$

Volume du gros béton pour le lot N° 1:

$$2. 24,738 + 21. 28,364 + 3. 35,616 = 795,48 \text{ m}^3$$

Volume du gros béton pour le lot N° 2:

$$2. 24,738 + 12. 28,364 + 2. 35,616 = 485,94 \text{ m}^3$$

Volume total pour les 2 lots du gros béton:

$$795,48 + 485,94 = 1281,42 \text{ m}^3$$

béton armé pour semelles et longrines:

Surface transversale de la semelle

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = 0,51875 \text{ m}^2$$

longueur $l = 7,40 \text{ m}$

$$V_{S1} = V_{S2} = V_{S3} = V_{S4} = 0,51875 \cdot 7,4 = 3,83875 \text{ m}^3$$

Semelle S_5 : $V_{S5} = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 7,4 = 1,48 \text{ m}^3$

Ⓐ bâtiment type C :

Surface longrine (s/sol) : $0,2 \cdot 0,4 + 0,005 \cdot 0,5 = 0,085 \text{ m}^2$

" — " — " (vide sanitaire) : $0,25 \cdot 0,4 \cdot 0,05 \cdot 0,5 = 0,105 \text{ m}^2$

béton armé pour semelles

$$2 V_{S5} + 7 V_{S1} = 2 \cdot 1,48 + 7 \cdot 3,83875 = 29,83125 \text{ m}^3$$

longrine $2 \cdot 7,65 \cdot 0,085 + 6 \cdot 2,9 \cdot 0,105 = 3,1275 \text{ m}^3$

on aura finalement $\rightarrow 29,83125 + 3,1275 = 32,95875 \text{ m}^3$

Ⓑ bâtiment type D :

Semelles $8 V_{S1} + 2 V_{S5} = 8 \cdot 3,83875 + 2 \cdot 1,48 = 33,67 \text{ m}^3$

Longrine $2 \cdot 7,65 \cdot 0,085 + 8 \cdot 2,90 \cdot 0,105 = 3,7765 \text{ m}^3$

on aura finalement $\rightarrow 33,67 + 3,7765 = 37,4 \text{ m}^3$

Ⓒ bâtiment type E :

semelle : $10 \cdot 3,83875 + 2 \cdot 1,48 = 41,3475 \text{ m}^3$

Longrine : $2 \cdot 0,085 \cdot 7,65 + 12 \cdot 2,9 \cdot 0,105 = 4,9545 \text{ m}^3$

on aura finalement $\rightarrow 41,3475 + 4,9545 = 46,302 \text{ m}^3$

béton armé semelles / Longrines pour le lot N° 1 :

$$2 \cdot 32,95875 + 21 \cdot 37,4065 + 3 \cdot 46,302 = 990,36 \text{ m}^3$$

béton armé semelles / Longrines pour le lot N° 2 :

$$2 \cdot 32,95875 + 12 \cdot 37,4065 + 2 \cdot 46,302 = 607,413 \text{ m}^3$$

Total $\rightarrow 607,413 + 990,36 = 1597,773 \text{ m}^3$

béton armé pour voiles et poteaux :

① bâtiment type C :

$$1 \text{ niveau} \rightarrow (1,225 + 0,3) \cdot 2,4 = 3,66 + 0,96 = 4,62 \text{ m}^3$$

$$s/\text{sol} \rightarrow (1,225 + 0,3) \cdot 2,95 = 4,49875 \text{ m}^3$$

$$\text{voiles} \rightarrow (1,95 \cdot 0,12 \cdot 7,42) + (0,65 \cdot 0,12 \cdot 2 \cdot 8,25) = 4,7502 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} \rightarrow 4,62 + 4,49875 + 4,7502 = 32,4 \text{ m}^3$$

② bâtiment type D :

$$1 \text{ niveau} \quad 16P_1 + 4P_2 = (16 \cdot 0,25 \cdot 0,35 + 4 \cdot 0,25 \cdot 0,4) \cdot 2,4 + 0,96 = 5,28 \text{ m}^3$$

$$s/\text{sol} \rightarrow (16 \cdot 0,25 \cdot 0,35 + 4 \cdot 0,25 \cdot 0,4) \cdot 2,95 = 10,03 \text{ m}^3$$

$$\text{voiles} \rightarrow 4,7502 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} \rightarrow 4,7502 + 10,03 + 5,28 \cdot 5 = 41,18 \text{ m}^3$$

③ bâtiment type E :

$$1 \text{ niveau} \rightarrow (20 \cdot 0,25 \cdot 0,35 + 6 \cdot 0,25 \cdot 0,4) \cdot 2,4 + 0,96 = 6,6 \text{ m}^3$$

$$s/\text{sol} \rightarrow (20 \cdot 0,25 \cdot 0,35 + 6 \cdot 0,25 \cdot 0,4) \cdot 2,95 = 6,9325 \text{ m}^3$$

$$\text{voiles} \rightarrow 4,7052$$

$$\text{Total} \rightarrow 4,7502 + 6,9325 + 6,6 = 44,7 \text{ m}^3$$

* béton armé pour voiles et poteaux lot N° 1 :

$$2 \cdot 32,4 + 21 \cdot 41,18 + 3 \cdot 44,7 = 1303 \text{ m}^3$$

* béton armé pour voiles et poteaux lot N° 2 :

$$2 \cdot 32,4 + 12 \cdot 41,18 + 2 \cdot 44,7 = 887,6 \text{ m}^3$$

* béton armé total pour les 2 lots :

$$1303 + 887,6 = 2190,6 \text{ m}^3$$

béton armé pour dalle et poutres:

(a) bâtiment type C:

$$\begin{aligned}
 - 1 \text{ niveau : } & \left\{ \begin{array}{l} \text{dalle} \rightarrow 157,0,15 = 22,65 \text{ m}^3 \\ \text{poutres} \rightarrow 2(19,05+0,25) \cdot 0,35 \cdot 0,4 + (19,05+0,25) \cdot 0,4^2 \\ \quad + 2 \cdot 0,40 \cdot 0,25 \cdot (6,7+0,25) = 13,357 \text{ m}^3 \\ \Rightarrow 13,357 + 22,65 = 36 \text{ m}^3 \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

$$- \text{ tous les niveaux : } 6 \cdot 36 = 216 \text{ m}^3$$

(b) bâtiment type D:

$$\begin{aligned}
 - 1 \text{ niveau : } & \left\{ \begin{array}{l} \text{dalle} \rightarrow 175,0,15 = 26,25 \text{ m}^3 \\ \text{poutres} \rightarrow 2 \cdot (22,4+0,25) \cdot 0,35 \cdot 0,4 + (22,4+0,25) \cdot 0,4^2 \\ \quad + 8 \cdot 0,4 \cdot 0,25 \cdot (6,7+0,25) = 15,526 \text{ m}^3 \\ \Rightarrow 15,526 + 26,25 = 42 \text{ m}^3 \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

$$- \text{ tous les niveaux : } 42 \cdot 6 = 252 \text{ m}^3$$

(c) bâtiment type E:

$$\begin{aligned}
 - 1 \text{ niveau : } & \left\{ \begin{array}{l} \text{dalle} \rightarrow 229,0,15 = 34,35 \text{ m}^3 \\ \text{poutres} \rightarrow 2(26,8+0,25) \cdot 0,35 \cdot 0,40 + (26,8+0,25) \cdot 0,4^2 \\ \quad + 10 \cdot 0,4 \cdot 0,25 \cdot (6,7+0,25) = 18,825 \text{ m}^3 \\ \Rightarrow 18,825 + 34,35 = 54 \text{ m}^3 \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

$$- \text{ tous les niveaux : } 54 \cdot 6 = 324 \text{ m}^3$$

* quantité de béton pour le lot N° 1:

$$2 \cdot 216 + 2 \cdot 252 + 3 \cdot 324 = 6696 \text{ m}^3$$

* Quantité de béton pour le lot N° 2 :

$$2.216 + 12.252 + 2.324 = 4104 \text{ m}^3$$

* total pour les 2 lots :

$$4104 + 6696 = 10800 \text{ m}^3$$

Coffrage semelles/longrines :

* Surface d'une longrine (vide sanitaire)

$$(0,8 + 0,05 + 0,25) \cdot 2,9 = 3,19 \text{ m}^2 \approx 3,2 \text{ m}^2$$

* Surface semelle (S_1, S_2, \dots, S_4) = 16 m^2

* Surface semelle $S_5 = 2,5 \text{ m}^2$

* surface longrine (s/sol)

$$(0,20 + 0,4 + 0,4 + 0,05) \cdot 7,65 = 8,1 \text{ m}^2$$

(a) bâtiment type C :

$$7 \cdot 16 + 2 \cdot 2,5 + 6 \cdot 3,2 + 2 \cdot 8,1 = 112 + 5 + 19,2 = 136,2 \text{ m}^2$$

(b) bâtiment type D :

$$8 \cdot 16 + 2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 8,1 + 8 \cdot 3,2 = 128 + 5 + 16,2 + 25,6 = 174,8 \text{ m}^2$$

(c) bâtiment type E :

$$10 \cdot 16 + 2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 8,1 + 3,2 + 12 = 165 + 16,2 + 38,4 = 219,6 \text{ m}^2$$

* total lot N° 1 :

$$2 \cdot 136,2 + 21 \cdot 174,8 + 3 \cdot 219,6 = 4602 \text{ m}^2$$

* Total lot N° 2 :

$$2 \cdot 136,2 + 12 \cdot 174,8 + 2 \cdot 219,6 = 2809,2 \text{ m}^2$$

* Total général pour les 2 lots : $2809,2 + 4602 = 7411,2 \text{ m}^2$

⑩ Coffrage poteaux et voiles :

① bâtiment type C :

s/sol :

$$14 \cdot (2,0,25 \cdot 1,95 + 2,0,35 \cdot 1,95) + 3 (2,0,25 \cdot 1,95 + 2,0,4 \cdot 1,95) + 2 \cdot 8,25 \cdot 1,95 \\ + 2 \cdot 6,1 \cdot 1,95 + 2 \cdot 3,6 \cdot 1,95 - 18,975 = 91,395 \text{ m}^2$$

- pour 1 niveau :

$$14 (2,0,25 \cdot 2,40 + 2,0,35 \cdot 2,40) + 7 (2,0,25 \cdot 2,40 + 2,0,40 \cdot 2,40) = 62,16 \text{ m}^2$$

- pour 5 niveaux :

$$62,16 \cdot 5 = 310,8 \text{ m}^2 \quad \Rightarrow \text{total} \quad 402,195 \text{ m}^2$$

② bâtiment type D :

s/sol :

$$16 (2,0,25 \cdot 1,95 + 2,0,35 \cdot 1,95) + 4 (2,0,25 \cdot 1,95 + 2,0,4 \cdot 1,95) + 2 \cdot 8,25 \cdot 1,95 \\ + 2 (6,1 \cdot 1,95) + 2 \cdot 3,6 \cdot 1,95 - 18,975 = 98,61 \text{ m}^2$$

- pour un niveau :

$$16 (2,0,25 \cdot 2,40 + 2,0,35 \cdot 2,40) + 8 (2,0,25 \cdot 2,40 + 2,0,40 \cdot 2,40) = 77,04$$

- pour 5 niveaux :

$$77,04 \cdot 5 = 385,2 \text{ m}^2$$

$$\text{total pour un bâtiment type D} \rightarrow 385,2 + 98,61 = 483,81 \text{ m}^2$$

③ bâtiment type E :

s/sol :

$$20 \cdot (2,0,25 \cdot 1,95 + 2,0,35 \cdot 1,95) + 6 (2,0,25 \cdot 1,95 + 2,0,40 \cdot 1,95) + 2 \cdot 8,25 \cdot 1,95 \\ + 2 \cdot 6,1 \cdot 1,95 + 2 \cdot 3,6 \cdot 1,95 - 18,975 = 113,04 \text{ m}^2$$

- pour un niveau

$$20 (2 \cdot 0,5 \cdot 2,40 + 2 \cdot 0,35 \cdot 2,40) + 10 (2 \cdot 0,25 \cdot 2,4 + 2 \cdot 0,4 \cdot 2,40) = 88,8 \text{ m}^2$$

- pour 5 niveaux

$$50 \cdot 88,8 = 444,0 \text{ m}^2$$

$$\text{total pour un bâtiment type E} \rightarrow 444,0 + 113,04 = 557,04 \text{ m}^2$$

Coffrage total pour le lot N° 1 :

$$2 \cdot 402,195 + 21 \cdot 453,81 + 3 \cdot 557,04 = 12005,52 \text{ m}^2 \approx 12006 \text{ m}^2$$

Coffrage total pour le lot N° 2 :

$$2 \cdot 402,195 + 12 \cdot 453,81 + 2 \cdot 557,04 = 7364,19 \approx 7365 \text{ m}^2$$

Coffrage total pour les 2 ensembles

$$12006 + 7365 = 19371 \text{ m}^2$$

Coffrage dalle - poutres :

Surface de coffrage pour une poutre transversale :

$$0,25 \cdot 0,4 \cdot 2 + 0,4 \cdot 2 \cdot 7 + 0,25 \cdot 7 = 7,55 \text{ m}^2$$

Surface de coffrage pour une poutre longitudinale :

$$(0,4 \cdot 2 + 0,35) \cdot 3,1 = 1,15 \cdot 3,1 = 3,57 \text{ m}^2$$

⊙ bâtiment type C :

- Surface coffrage dalle = surface terrasse = 151 m²

- Surface totale de coffrage pour un niveau

$$7 \cdot 7,55 + 15 \cdot 3,57 + 151 + 6,15 \cdot 1,15 = 264,5 \text{ m}^2$$

- surface pour tous les niveaux :

$$264,5 \cdot 6 = 1587,0 \text{ m}^2$$

(b) bâtiment D :

Surface coffrage dalle $\rightarrow 175 \text{ m}^2$

- coffrage d'un niveau :

$$175 + 8 \cdot 7,55 + 18 \cdot 3,57 + 6,15 \cdot 1,15 = 306,7 \text{ m}^2$$

- Coffrage de tous les niveaux :

$$306,7 \times 6 = 1841 \text{ m}^2$$

(c) bâtiment type E :

- Coffrage dalle $\rightarrow 229 \text{ m}^2$

- Coffrage d'un niveau

$$229 + 24 \cdot 3,57 + 10 \cdot 7,55 = 310,18 \text{ m}^2$$

- Coffrage de tous les niveaux

$$310,18 \cdot 6 = 1861,08 \text{ m}^2$$

* total lot N° 1 :

$$2 \cdot 1323 + 21 \cdot 1535 + 3 \cdot 2341 = 48858 \text{ m}^2$$

* total lot N° 2 :

$$2 \cdot 1323 + 12 \cdot 1535 + 2 \cdot 2341 = 29952 \text{ m}^2$$

Total pour les 2 lots :

$$29952 + 48858 = 78810 \text{ m}^2$$

Armatures en fondations :

Le poids d'armature se calcule forfaitairement par la relation suivante

$$P(\text{Kg}) = 100 \cdot V(\text{m}^3)$$

(a) bâtiment type C :

$$P = 100 \cdot 32,9587 = 3296 \text{ Kg.}$$

(b) bâtiment type D :

$$P = 100 \cdot 37,4065 = 3741 \text{ Kg.}$$

(c) bâtiment type E :

$$P = 100 \cdot 46,302 = 4631 \text{ Kg.}$$

* total d'armatures pour le lot N° 1 :

$$990,36 \cdot 100 = 99036 \text{ Kg}$$

* total d'armatures pour le lot N° 2 :

$$607,413 \cdot 100 = 60741,3 = 60742 \text{ Kg}$$

* total général pour les 2 lots :

$$99036 + 60742 = 159778 \text{ Kg}$$

(12) Armatures poteaux et voiles :

(a) bâtiment type C :

$$- \text{s/sol} \rightarrow 100 \cdot (4,49875 + 4,7502) = 925 \text{ Kg}$$

$$- 1 \text{ niveau} \rightarrow 100 \cdot 4,62 = 462 \text{ Kg}$$

$$- 5 \text{ niveaux} \rightarrow 462 \cdot 5 = 2310 \text{ Kg}$$

$$- \text{Total} \rightarrow 2310 + 925 = 3235 \text{ Kg}$$

(b) bâtiment type D :

$$- \text{s/sol} \rightarrow 100 (10,03 + 4,7502) = 1478 \text{ Kg}$$

$$- 1 \text{ niveau} \rightarrow 100 \cdot 5,28 = 528 \text{ Kg}$$

$$- 5 \text{ niveaux} \rightarrow 528 \cdot 5 = 2640 \text{ Kg.}$$

$$- \text{Total} \rightarrow 2640 + 1478 = 4118 \text{ Kg}$$

© bâtiment type E:

- S/sol $\rightarrow 100 (6,9325 + 4,7502) = 1168,27 \text{ Kg}$

- 1 niveau $\rightarrow 100 (6,6) = 660 \text{ Kg}$

- 5 niveaux $\rightarrow 5 \cdot 660 = 3300 \text{ Kg}$

- total $\rightarrow 3300 + 1168,27 = 4469 \text{ Kg}$

* total ensemble N° 1:

$1303 \cdot 100 = 130300 \text{ Kg}$

* total ensemble N° 2:

$887,6 \cdot 100 = 88760 \text{ Kg}$

Total des 2 ensembles:

$88760 + 130300 = 219060 \text{ Kg}$

3) Armatures dalles et poutres:

Ⓐ bâtiment type C:

- 1 niveau $\rightarrow 100 \cdot 36 = 3600 \text{ Kg}$

- 6 niveaux $\rightarrow 3600 \cdot 6 = 21600 \text{ Kg}$

Ⓑ bâtiment type D:

- 1 niveau $\rightarrow 100 \cdot 42 = 4200 \text{ Kg}$

- 6 niveaux $\rightarrow 4200 \cdot 6 = 25200 \text{ Kg}$

Ⓒ bâtiment type E:

- 1 niveau $\rightarrow 100 \cdot 54 = 5400 \text{ Kg}$

- 6 niveaux $\rightarrow 5400 \cdot 6 = 32400 \text{ Kg}$

* Ensemble N° 1:

$6696 \cdot 100 = 669600 \text{ Kg}$

* Ensemble N° 2:

$4104 \cdot 100 = 410400 \text{ Kg} \rightarrow \text{Total } 1+2 = 1080000 \text{ Kg}$

Isolation hydrofuge horizontales des fondations :

(a) bâtiment type C :

$$0,45 \cdot 7,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 6 \cdot 2,9 - (4 \cdot 0,25 \cdot 0,35 + 2 \cdot 0,25 \cdot 0,4) = 11,33 \text{ m}^2$$

(b) bâtiment type D :

$$0,45 \cdot 7,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2,9 \cdot 8 - (4 \cdot 0,25 \cdot 0,35 + 2 \cdot 0,25 \cdot 0,40) = 13,07 \text{ m}^2$$

(c) bâtiment type E :

$$0,45 \cdot 7,40 \cdot 2 + 0,30 \cdot 2,90 \cdot 12 - (4 \cdot 0,25 \cdot 0,35 + 2 \cdot 0,25 \cdot 0,40) = 16,55 \text{ m}^2$$

Total pour l'ensemble N° 1 :

$$2 \cdot 11,33 + 21 \cdot 13,07 + 3 \cdot 16,55 = 346,8 \text{ m}^2$$

Total pour l'ensemble N° 2 :

$$2 \cdot 11,33 + 12 \cdot 13,07 + 2 \cdot 16,55 = 212,62 \text{ m}^2$$

Total général pour les 2 ensembles 1 et 2 :

$$212,62 + 346,8 = 559,42 \text{ m}^2$$

Isolation hydrofuge verticale (contact sol-parpaing)

(a) bâtiment type C :

$$0,6 \cdot 7,0 \cdot 4 + 0,7 \cdot 21,1 \cdot 2 = 46,34 \text{ m}^2$$

(b) bâtiment type D :

$$4 \cdot 0,6 \cdot 7,0 + 0,7 \cdot 8 \cdot 6,95 = 55,72 \text{ m}^2$$

② bâtiment type E :

$$0,60 \cdot 7,00 + 0,7 \cdot 82,4 = 74,48 \text{ m}^2$$

Total ensemble N° 1 :

$$2 \cdot 46,34 + 21 \cdot 55,72 + 3 \cdot 74,48 = 1487 \text{ m}^2$$

Total ensemble N° 2 :

$$2 \cdot 46,34 + 12 \cdot 55,72 + 2 \cdot 74,48 = 911 \text{ m}^2$$

Total des 2 ensembles 1 & 2 :

$$911 + 1487 = 2398 \text{ m}^2$$

⑩ Isolation hydrofuge de la terrasse :

① bâtiment type C :

$$4 \cdot (1,10 \cdot 3,225) + 19,35 \cdot 7,05 = 150,6 \text{ m}^2 \approx 151 \text{ m}^2$$

② bâtiment type D :

$$4 \cdot (1,1 \cdot 3,225) + 22,7 \cdot 7,05 = 174,2 \text{ m}^2 \approx 175 \text{ m}^2$$

③ bâtiment type E :

$$6 \cdot (1,1 \cdot 3,225) + 29,4 \cdot 7,05 = 228,5 \text{ m}^2 = 229 \text{ m}^2$$

*

Total ensemble N° 1 :

$$2 \cdot 151 + 21 \cdot 175 + 3 \cdot 229 = 4664 \text{ m}^2$$

*

Total ensemble N° 2 :

$$2 \cdot 151 + 12 \cdot 175 + 2 \cdot 229 = 2860 \text{ m}^2$$

* Total général 1 et 2 :

$$4664 + 2860 = 7524 \text{ m}^2$$

①7 Barrière de vapeur :

Ⓐ bâtiment type C :

$$151 \text{ m}^2$$

Ⓑ bâtiment type D :

$$175 \text{ m}^2$$

Ⓒ bâtiment type E :

$$229 \text{ m}^2$$

* Ensemble N° 1 :

$$2 \cdot 151 + 21 \cdot 175 + 3 \cdot 229 = 4664 \text{ m}^2$$

* Ensemble N° 2 :

$$2 \cdot 151 + 12 \cdot 175 + 2 \cdot 229 = 2860 \text{ m}^2$$

* Total général 1 et 2 :

$$2860 + 4664 = 7524 \text{ m}^2$$

①8 Couche de protection d'isolation thermique :

Ⓐ bâtiment type C :

$$151 \text{ m}^2$$

Ⓑ bâtiment type D :

$$175 \text{ m}^2$$

Ⓒ bâtiment type E :

$$229 \text{ m}^2$$

* Total ensemble 1 :

$$4664 \text{ m}^2$$

* Total ensemble 2 :

$$2860 \text{ m}^2$$

* Total général : → 7524 m^2

① Isolation thermique (Styropore) :

① bâtiment type C :

151 m²

② bâtiment type D :

175 m²

③ bâtiment type E :

229 m²

* Total ensemble N° 1 :

4664 m²

* Total ensemble N° 2 :

2860 m²

* Total général 1 et 2 :

4664 + 2860 = 7524 m²

② Maçonnerie en parpaings :

bâtiments type	C	D	E
20 x 20 x 40	521 m ²	621 m ²	756 m ²
10 x 20 x 40	575 m ²	645 m ²	830 m ²
5 x 20 x 40	285 m ²	330 m ²	540 m ²

Ensemble N° 1:

$$20 \times 20 \times 40 \longrightarrow 16353 \text{ m}^2$$

$$10 \times 20 \times 40 \longrightarrow 17185 \text{ m}^2$$

$$5 \times 20 \times 40 \longrightarrow 9120 \text{ m}^2$$

Ensemble N° 2:

$$20 \times 20 \times 40 \longrightarrow 10006 \text{ m}^2$$

$$10 \times 20 \times 40 \longrightarrow 10550 \text{ m}^2$$

$$5 \times 20 \times 40 \longrightarrow 5610 \text{ m}^2$$

Total 1 + 2:

$$20 \times 20 \times 40 \longrightarrow 26359 \text{ m}^2$$

$$10 \times 20 \times 40 \longrightarrow 27735 \text{ m}^2$$

$$5 \times 20 \times 40 \longrightarrow 14730 \text{ m}^2$$

Maçonnerie - surface réelle :

Porpoing 20x20x40 Pour un bâtiment	surface d'1 porpoing $0,2 \cdot 0,4 = 0,08 \text{ m}^2$	Volume d'un porpoing $0,2 \cdot 0,2 \cdot 0,4 = 0,016$
C : $521 - 52,1 = 468,9 \text{ m}^2$	5862 unités	94 m^3
D : $621 - 75,6 = 545,4 \text{ m}^2$	6987 "	112 "
E : $756 - 75,6 = 680,4 \text{ m}^2$	8505 "	

Ensemble I :

$16353 - 1635,3 = 14717,7 \text{ m}^2$	183972 unités	2944 m^3
--	---------------	-------------------

Ensemble II :

$10006 - 1000,6 = 9005,4 \text{ m}^2$	112568 unités	1802 m^3
---------------------------------------	---------------	-------------------

Total :

$26359 - 2635,9 = 23723,1 \text{ m}^2$	<u>296539</u> uni.	<u>4745</u> m^3
--	--------------------	--------------------------

N° ARTICLE	DESIGNATIONS DES ARTICLES	UNITÉS	QUANTITÉ POUR 1 NIVEAU	TOTAL GENERAL Ⓘ + Ⓣ	TOTAL GENERAL ARRONDI Ⓘ + Ⓣ	NORME DE TEMPS
14	Isolation hydrofuge horizon. des fondations	m ²		559,42	560	0,4 h/m ²
15	Isolation hydrofuge verticale des fondat.	m ²		2398	2400	0,45 h/m ²
16	Isolation hydrofuge de la terrasse	m ²		7524	7530	0,6 h/m ²
17	Barrière de vapeur	m ²		7524	7530	0,09 h/m ²
18	Couche de protection d'isolation thermique	m ²		7524	7530	0,45 h/m ²
19	Isolation thermique (styropore)	m ²		7524	7530	0,33 h/m ²
20	Parpaing 20x20x40	m ³		4745	4750	8,5 h/m ³
	Parpaing 10x20x40	m ³		2496	2500	9,7 h/m ³
	Parpaing 5x20x40	m ²		13257	13300	1,6 h/m ²
21	Enduit murs intérieurs	m ²		68822	68900	1,25 h/m ²
	Enduit plafond	m ²		34185	34200	1,4 h/m ²
	Enduit murs extérieurs	m ²		26357	26400	1,75 h/m ²

Pour un bâtiment :

Parpaing $10 \times 20 \times 40$	surface $0,1 \times 0,2 \times 0,4 = 0,008$ m^2	Volume $0,008 \times 990$ m^3
C : $575 - 57,5 = 517,5 \text{ m}^2$	6469 uni	52 m^3
D : $645 - 64,5 = 580,5 \text{ m}^2$	7257 "	58 m^3
E : $830 - 83 = 747 \text{ m}^2$	9338 "	75

Ensemble I

$17185 - 1718,5 = 15466,5 \text{ m}^2$	193332 "	1547 m^3
--	----------	------------

Ensemble II

$10550 - 1055 = 9495 \text{ m}^2$	118688 "	950 m^3
-----------------------------------	----------	-----------

Total :

$27735 - 2773,5 = 24961,5 \text{ m}^2$	<u>312019</u> "	<u>2496</u>
--	-----------------	-------------

Pour un bâtiment

Parpaing 5x20x40	surface $0,05 \times 0,2 \times 0,4 =$ 0,004	
C : $285 - 28,5 = 256,5 \text{ m}^2$	3207 unit.	
D : $330 - 33 = 197 \text{ m}^2$	2463 "	
E : $540 - 54 = 486 \text{ m}^2$	6075 "	

Ensemble I :

$9120 - 912 = 8202 \text{ m}^2$	102525 "	
---------------------------------	----------	--

Ensemble II :

$5610 - 561 = 5049 \text{ m}^2$	63113 "	
---------------------------------	---------	--

Total :

$14730 - 1473 = \underline{13257} \text{ m}^2$	<u>165713</u> "	
--	-----------------	--

21 Enduit intérieur :

sur les murs :

- 1 niveau C : 276,2 m² → 1 bâtiment C : 1381 m²
- 1 niveau D : 319,2 " → " D : 1596 "
- 1 niveau E : 425,2 " → " E : 2126 "

* Ensemble I :

$$2 \cdot 1381 + 21 \cdot 1596 + 3 \cdot 2126 = 42656 \text{ m}^2$$

* Ensemble II :

$$2 \cdot 1381 + 12 \cdot 1596 + 2 \cdot 2126 = 26166 \text{ m}^2$$

* Total :

$$26166 + 42656 = 68822 \text{ m}^2$$

Sur les plafonds :

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1 niveau C : 151 m ² | 1 bâtiment C : 755 m ² |
| " D : 175 " | " D : 875 " |
| " E : 229 " | " E : 1145 " |

* Ensemble I :

$$2 \cdot 755 + 21 \cdot 875 + 3 \cdot 1145 = 19885 \text{ m}^2$$

* Ensemble II :

$$2 \cdot 755 + 12 \cdot 875 + 2 \cdot 1145 = 14300 \text{ m}^2$$

* Total :

$$14300 + 19885 = 34185 \text{ m}^2$$

* Enduit extérieur:

- 1 niveau C : $104,2 \text{ m}^2$ → 1 bâtiment C : 521 m^2

- " D : $124,2$ " → " — " D : 621 m^2

- " E : $151,2$ " → " — " E : 756 m^2

* Ensemble I:

$$2 \cdot 521 + 2 \cdot 621 + 3 \cdot 756 = 16351 \text{ m}^2$$

* Ensemble II:

$$2 \cdot 521 + 12 \cdot 621 + 2 \cdot 756 = 10006 \text{ m}^2$$

* Total:

$$10006 + 16351 = 26357 \text{ m}^2$$

② Ravêtement:

Chaud (chambres de séjours)

1 niveau C : 63 m^2 1 bâtiment C : 314 m^2

1 niveau D : 73 m^2 1 " D : 364 m^2

1 niveau E : 112 1 " E : 560 m^2

* Ensemble I:

$$2 \cdot 314 + 2 \cdot 364 + 3 \cdot 560 = 9962 \text{ m}^2$$

* Ensemble II:

$$2 \cdot 314 + 12 \cdot 364 + 2 \cdot 560 = 5024 \text{ m}^2$$

* Total:

$$9962 + 5024 = 14986 \text{ m}^2$$

Revêtement froid (Hall. S.B., cuisine, balcon) :

$$1 \text{ niveau C : } 88 \text{ m}^2 \quad \rightarrow \quad 1 \text{ bâtiment C : } 440 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ " D : } 108 \text{ " } \quad \rightarrow \quad 1 \text{ " " : } 540 \text{ "}$$

$$1 \text{ " E : } 117 \text{ " } \quad \rightarrow \quad 1 \text{ " " : } 585 \text{ "}$$

Ensemble I :

$$2 \cdot 440 + 21 \cdot 540 + 3 \cdot 585 = 13345 \text{ m}^2$$

Ensemble II :

$$2 \cdot 440 + 12 \cdot 540 + 2 \cdot 585 = 8170 \text{ m}^2$$

Total :

$$13345 + 8170 = 21515 \text{ m}^2$$

(23)

Fenêtres en bois

$$1 \text{ niveau C : } 16 \quad \rightarrow \quad 1 \text{ bâtiment C : } 80 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ niveau D : } 20 \text{ m}^2 \quad \rightarrow \quad 1 \text{ " D : } 100 \text{ "}$$

$$1 \text{ niveau E : } 35,5 \text{ m}^2 \quad \rightarrow \quad 1 \text{ " E : } 167,5 \text{ "}$$

Ensemble I :

$$2 \cdot 80 + 21 \cdot 100 + 3 \cdot 167,5 = 2762,5 \text{ m}^2$$

Ensemble II :

$$2 \cdot 80 + 12 \cdot 100 + 2 \cdot 167,5 = 1695 \text{ m}^2$$

Total :

$$1695 + 2762,5 = 4458 \text{ m}^2$$

24 Portes :

1 niveau C : 29 m ²	→	1 bâtiment C : 145 m ²
1 niveau D : 32,5 m ²	→	1 bâtiment D : 163 m ²
1 niveau E : 38 m ²	→	1 bâtiment E : 190 m ²

Ensemble I :

$$2 \cdot 145 + 21 \cdot 163 + 3 \cdot 190 = 4283 \text{ m}^2$$

Ensemble II :

$$2 \cdot 145 + 12 \cdot 163 + 2 \cdot 190 = 2626 \text{ m}^2$$

Total :

$$4283 + 2626 = 6909 \text{ m}^2$$

25 Vitres : voir fenêtres (idem)

26 Peintures :

1 niveau C : 276,2 + 151	→	1 bâtiment C : 2136 m ²
1 niveau D : 319,2 + 175	→	" — " D : 2471 "
1 niveau E : 425,2 + 229	→	" — " E : 3271 "

Ensemble I :

$$2 \cdot 2136 + 21 \cdot 2471 + 3 \cdot 3271 = 65976$$

Ensemble II :

$$2 \cdot 2136 + 12 \cdot 2471 + 2 \cdot 3271 = 40466 \text{ m}^2$$

Total :

$$40466 + 65976 = 106442 \text{ m}^2$$

27 Peinture extérieure :

voir enduit extérieurs (21)

28 Trottoirs :

$$1 \text{ bâtiment C : } (19,35 + 1,2) \cdot 0,6 \cdot 2 + (7,05 + 1,2) \cdot 0,6 \cdot 2 = 35 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ bâtiment D : } (22,7 + 1,2) \cdot 0,6 \cdot 2 + (7,05 + 1,2) \cdot 0,6 \cdot 2 = 29 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ bâtiment E : } (29,4 + 1,2) \cdot 0,6 \cdot 2 + (7,05 + 1,2) \cdot 0,6 \cdot 2 = 47 \text{ m}^2$$

Ensemble I :

$$2 \cdot 35 + 2 \cdot 29 + 3 \cdot 47 = 820 \text{ m}^2$$

Ensemble II :

$$2 \cdot 35 + 12 \cdot 29 + 2 \cdot 47 = 512 \text{ m}^2$$

Total :

$$512 + 820 = 1332 \text{ m}^2$$

N° ARTICLE	DESIGNATIONS DES ARTICLES	UNITÉS	QUANTITÉ POUR 1 NIVEAU	TOTAL GENERAL ① + ②	TOTAL GENERAL ARRONDI ① + ②	NORME DE TEMPS
1	Décapage des terres végétales	m ²		14570,6	14600	2,3 h/1000 m ² ball 80 h/1000 m ² m.
2	Excavation mécanique	m ³		14175	14200	2,4 h/100 m ³
3	Excavation manuelle	m ³		1214,04	1220	1,2 h/m ³
4	Epurillage-compuc. du remblai	m ³		1012,2	10200	2,2 h/m ³
5	Volume du gros béton	m ³		1214,04	1220	65 h/m ³
6	Béton armé pour semelle - longrine	m ³		1597,773	1600 m ³	7,5 h/m ³
7	Béton armé pour poteaux et voiles	m ³		2190,6	2200	10 h/m ³
8	Béton armé pour dalles et poutres	m ³		10800	10900	10 h/m ³
9	Coffrage des semelles et longrines	m ²		7412,2	7420	1 h/m ³
10	Coffrage des poteaux et des voiles	m ²		19371	19400	1,2 h/m ²
10'	Coffrage des dalles et des poutres	m ²		78810	78900	1,2 h/m ³
11	Armature pour fonda. (semelle - longrine)	Kg		159778	160 000	0,07 h/Kg
12	Armatures pour Poteau et voiles	Kg		219060	220 000	0,085 h/Kg
13	Armature dalles et poutres			1080 000	1090 000	0,085 h/Kg

N° ARTICLE	DESIGNATIONS DES ARTICLES	UNITÉS	QUANTITÉ POUR 1 NIVEAU	TOTAL GENERAL Ⓘ + Ⓣ	TOTAL GENERAL ARRONDI Ⓘ + Ⓣ	NORME DE TEMPS
14	Isolation hydrofuge horizon. des fondations	m ²		559,42	560	0,4 h/m ²
15	Isolation hydrofuge verticale des fondat.	m ²		2398	2400	0,45 h/m ²
16	Isolation hydrofuge de la terrasse	m ²		7524	7530	0,6 h/m ²
17	Barrière de vapeur	m ²		7524	7530	0,09 h/m ²
18	Couche de protection d'isolation thermique	m ²		7524	7530	0,45 h/m ²
19	Isolation thermique (styropore)	m ²		7524	7530	0,33 h/m ²
20	Parpaing 20x20x40	m ³		4745	4750	8,5 h/m ³
	Parpaing 10x20x40	m ³		2496	2500	9,7 h/m ³
	Parpaing 5x20x40	m ²		13257	13300	1,6 h/m ²
21	Enduit murs intérieurs	m ²		68822	68900	1,25 h/m ²
	Enduit plafond	m ²		34185	34200	1,4 h/m ²
	Enduit murs extérieurs	m ²		26357	26400	1,75 h/m ²

N° ARTICLE	DESIGNATIONS DES ARTICLES	UNITÉS	QUANTITÉ POUR 1 NIVEAU	TOTAL GENERAL Ⓘ + Ⓣ	TOTAL GENERAL ARRONDI Ⓘ + Ⓣ	NORME DE TEMPS
22	revêtement chaud	m ²		14976	15 000	2,2 h/m ²
	revêtement froid	m ²		21515	21600	2,05 h/m ²
23	fenêtres en bois	m ²		4458	4460	1,4 h/m ²
24	Portes	m ²		6909	6910	1,8 h/m ²
25	Vitres	m ²		4458	4460	0,65 h/m ²
26	Peintures inter.	m ²		106442	107 000	0,08 h/m ²
27	Peintures extér.	m ²		26357	26400	0,15 h/m ²
28	Trottoirs	m ²		1332	1340	1,10 h/m ²

BESOINS EN MATERIAUX

Nous avons calculé les quantités des différents matériaux dans la composition de chaque article.

Pour cela nous utilisons des quantités spécifiques forfaitaires C_s .
La quantité totale C_T étant alors le produit de la quantité spécifique par la quantité de travail Q calculé précédemment.

$$C_T = C_s \cdot Q$$

(voir tableaux)

Numero	Designation	Unité de mesure	44 Quantités	CIMENT		SABLE		GRAVIER		EAU	
				C _s	CT/tonnes	C _s	CT/m ³	C _s	CT/m ³	C _s	CT/
1	Gros béton	m ³	1220	100	122	0,7	854	0,58	707,6	0,09	109,8
2	BA fondation	m ³	1600	250	400	0,5	800	0,77	1232	0,22	352
3	BA poteaux voiles	m ³	2200	300	660	0,5	1100	0,75	1650	0,25	550
4	BA dalles poutres	m ³	10900	300	3270	0,5	5450	0,75	8175	0,25	272
5	coffrage fondation	m ²	7420								
6	coffrage poteau-voile	m ²	19400								
7	coffrage dalles-poutres	m ²	78900								
8	Armature fondation	T	160								
9	Armature poteau-voile	T	220								
10	Armature dalle-poutre	T	1090								
11	isolation ho. fondation	m ²	560								
12	isolation vert fondation	m ²	2400								
13	isolation terrasse	m ²	7530								
14	Barrière vapeur	m ²	7530								
15	Protection isolation	m ²	7530	8	60,24	0,021	158,13			0,005	37,65
16	isolation styropore	m ²	7530								
17	parpaing 20	m ³	4750	13	61,750	0,11	522,5			0,03	142,5
18	Enduit mur extérieur	m ²	68900	3,8	261,82	0,026	1791,4			0,008	551,2
19	parpaing 10	m ³	2500	18	45	0,1	250			0,04	100
20	parpaing 5	m ²	13300	2	26,6	0,008	106,4			0,003	40
21	Enduit plafond	m ²	34200	4,3	147,06	0,021	718,2			0,007	239,1
22	Enduit murs extérieurs	m ²	26400	5,5	145,2	0,033	871,2			0,01	264
23	revêtement chaud	m ²	1500								
24	revêtement froid	m ²	21600	13	280,8	0,031	669,6			0,008	1728
25	fenêtres vitres	m ²	4460								
26	Trottoirs	m ²	1340	13	17,42	0,031	41,54			0,008	10,72
	TOTAL T. A			5497,89	5500	13332,97	13400	11764,6	11800	5295,0	5300

N°	Designation	Unité	Quantités	ACIER		BOIS		PARPAING 20		PARPAING 10		PARPAING 5	
				Cs	CT	Cs	CT/m ³	Cs	CT/u	Cs	CT/u	Cs	CT/u
1	Gros béton	m ³	1220										
2	BA fondation	m ³	1600										
3	BA poteaux Voiles	m ³	2200										
4	BA dalles poutres	m ³	10900										
5	coffrage fondation	m ²	7420			0,006	44,52						
6	coffrage poteau-voile	m ²	19400			0,006	116,4						
7	coffrage dalles-poutre	m ²	78900			0,006	473,4						
8	Armatures fondation	T	160	1,03	164,8								
9	Armature poteau-voile	T	220	1,03	226,6								
10	Armature dalle-poutre	T	1090	1,03	1122,7								
11	isolation hor. fondation	m ²	560										
12	isolation ver fondation	m ²	2400										
13	isolation terrasse	m ²	7530										
14	Barrière vapeur	m ²	7530										
15	Protection isolation	m ²	7530										
16	isolation styropore	m ²	7530										
17	parpaing 20	m ³	4750					297 000					
18	Enduit mur extérieur	m ²	68900										
19	parpaing 10	m ³	2500							313 000			
20	parpaing 5	m ²	13300										166 000
21	Enduit plafond	m ²	34200										
22	Enduit murs extérieurs	m ²	26400										
23	revêtement chaud	m ²	1500										
24	revêtement froid	m ²	21600										
25	fenêtres vitrés	m ²	4460										
26	Trottoirs	m ²	1340										
	TOTAL			1514,1		634,32							
	T. A			1520		635							

Numéro	Designation	Unité de mesure	46 Quantités	CARTON ASPHALTE		BITUME		STYROPORE		MOQUETTE	
				Cs	CT/m ²	Cs	CT/Kg	Cs	CT/m ²	Cs	CT/m ²
1	Gros béton	m ³	1220								
2	BA fondation	m ³	1600								
3	BA poteaux Voiles	m ³	2200								
4	BA dalles poutres	m ³	10900								
5	coffrage fondation	m ²	7420								
6	coffrage poteau-voile	m ²	19400								
7	coffrage dalles-poutres	m ²	78900								
8	Armature fondation	T	160								
9	Armature poteau-voile	T	220								
10	Armature dalle-poutre	T	1090								
11	isolation hor. fondation	m ²	560	1,12	627,2	3,6	2016				
12	isolation vert. fondation	m ²	2400	1,12	2688	3,8	9120				
13	isolation terrasse	m ²	7530	3,36	25301	7	52710				
14	Barrière vapeur	m ²	7530	1,12	8433,6	0,2	1506				
15	Protection isolation	m ²	7530								
16	isolation styropore	m ²	7530					1,05	7906,5		
17	parpaing 20	m ³	4750								
18	Enduit mur extérieur	m ²	68900								
19	parpaing 10	m ³	2500								
20	parpaing 5	m ²	13300								
21	Enduit plufond	m ²	34200								
22	Enduit murs extérieurs	m ²	26400								
23	revêtement chaudi	m ²	1500							1,05	1575
24	revêtement froid	m ²	21600								
25	fenêtres vitrés	m ²	4460								
26	Trottoirs	m ²	1340								
	TOTAL			37049,8		65352		7906,5		15750	
	T. A			37100		65400		7910		1580	

①

Numéro	Designation	Unité de mesure	Quantités	COLLE		CARRELAGE		VERRE		DALLES (trottoir)	
				Cs	CT/Kg	Cs	CT/u	Cs	CT/m ²	Cs	CT/
1	Gros béton	m ³	1220								
2	BA fondation	m ³	1600								
3	BA poteaux voiles	m ³	2200								
4	BA dalles poutres	m ³	10900								
5	coffrage fondation	m ²	7420								
6	coffrage poteau-voile	m ²	19400								
7	coffrage dalle-poutre	m ²	78900								
8	Armature fondation	T	160								
9	Armature poteau-voile	T	220								
10	Armature dalle-poutre	T	1090								
11	isolation hor. fondation	m ²	560								
12	isolation vert. fondation	m ²	2400								
13	isolation terrasse	m ²	7530								
14	Barrière vapeur	m ²	7530								
15	Protection isolation	m ²	7530								
16	isolation styropore	m ²	7530								
17	parpaing 20	m ³	4750								
18	Enduit mur extérieur	m ²	68900								
19	parpaing 10	m ³	2500								
20	parpaing 5	m ²	13300								
21	Enduit plafond	m ²	34200								
22	Enduit murs extérieurs	m ²	26400								
23	revêtement chaud	m ²	1500	3,3	49500						
24	revêtement froid	m ²	21600			26	561600				
25	fenêtres vitrés	m ²	4460					1,15	5129		
26	Trottoirs	m ²	1340							3	4020
	TOTAL			49500		561600		5129			4020
	T.A			49600		562000		5130			4030

CHOIX DES SECTEURS
&

QUANTITES DE TRAVAUX PAR SECTEUR

- Nous avons distingué deux types de travaux.
 - + les travaux en fondations et en sous-sol
Ce sont les travaux tels que : decapage ; excavation ; éparpillement trottoirs etc...
 - + les travaux en élévation tel que : Maçonneries ; dalles ; poutres ; enduits intérieurs ; extérieurs etc....
- Pour les travaux en fondation, chaque bâtiment est pris comme étant un secteur de travail.
- En ce qui concerne les travaux en élévation, nous avons assimilé chaque niveau à un secteur (rez de chaussée, étage 1 ; 2 ; 3 ; 4, terrasse)
- Quantité de travaux par secteur et par processus.

Il est très difficile d'évaluer d'une manière précise ces quantités de travaux ; étant donné que nous avons à réaliser des immeubles de types différents (3 types). néanmoins on a déterminé des quantités moyennes et pour cela on a assimilé les trois types de bâtiments à un seul type : le type D qui est un bâtiment intermédiaire entre les types C et E. Cela étant, nous avons calculé ces quantités de travaux que nécessite la réalisation de chaque secteur. (voir tableaux).

N°	Designation	U	Quantité.
1	decapage des terres vegetales	m ²	345
2	excavation mecanique.	m ³	336
3	excavation manuelle	m ³	29
4	éparpillement compactage	m ³	251
5	coulage du gros beton	m ³	29
6	Beton pour fondations	m ³	38
7	Beton pour voiles et poteaux.	m ³	7
8	Beton pour dalle et poutres.	m ³	42
9	Coffrage des fondations	m ²	175
10a	coffrage des poteaux et voiles		76

QUANTITES DE TRAVAUX PAR SECTEUR

(bâtiment moyen de type D)

10 _b	Coffrage dalle et poutres	m ²	307
11	Armature des Fondations	kg	3741
12	armature des poteaux et voiles	kg	687
13	armature dalle et poutres.	kg	4200
14	Isolation hydrofuge horizontale des fondations	m ²	13
15	Isolation hydrofuge verticale des fondations	m ²	56
16	Isolation hydrofuge de la terrasse	m ²	175
17	barriere de vapeur (terrasse)	m ²	175
18	Couche de protection d'isolation de la terrasse	m ²	175
19	Isolation Thermique.	m ²	175
20 _a	Maconnerie (Parpaing de 20x20x40)	m ³	25
20 _b	Maconnerie (Parpaing de 10x20x40)	m ³	12,9
20 _c	Maconnerie (Parpaing de 5x20x40)	m ²	66
21 _a	enduit interieur des murs.	m ²	320
21 _b	enduit pour plafond	m ²	175
21 _c	enduit exterieur des murs	m ²	125
22 _a	revetement chaud (moquette collee à chaud)	m ²	78
22 _b	revetement froid (carrelage)	m ²	102
23	fenetres en bois.	m ²	20
24	portes	m ²	33
25	vitres	m ²	20

26	peinture interieure des murs	m ²	494
27	peinture exterieure des murs	m ²	125
28	trottoirs	m ²	29
29	Decoffrage fondations	m ²	175
30	Decoffrage poteaux - voiles	m ²	76
31	Decoffrage dalles poutres	m ²	307

ECLATEMENT DES TRAVAUX

EN PROCESSUS COMPOSANTS

MAIN D'ŒUVRE - DUREE D'EXECUTION

Le choix des secteurs étant fait et les travaux par secteur connus. Il s'agit maintenant de grouper les articles, en général nécessitant le même matériaux, ou la même qualification en cycles de travaux ou processus technologiques.

Ainsi un cycle peut grouper un, ou plusieurs articles.

Durée d'un cycle - nombre d'ouvriers :

Le terme final de réalisation de la construction étant en principe connu, on fixe alors pour chaque cycle ou activité une durée de réalisation. Soit D cette durée, si d_T est la durée de réalisation du même cycle mais par une seule personne, et si n est le nombre d'articles composant ce cycle on a alors :

$$d_T = \sum_{j=1}^N t_j$$

N : durée pour chaque cycle

Le nombre N'_h d'ouvriers théoriques nécessaire est donc

$$N'_h = \frac{d_T}{D}$$

En fait le nombre réel d'employés ne correspond pas toujours à N'_h . On considère alors que le cycle est exécuté avec un effectif inférieur à N'_h

$$N_h \leq N'_h$$

N_h = étant un nombre entier

N'_h = peut ne pas être entier

On dira alors que les normes ont été dépassées, ce phénomène est caractérisé par l'indice de dépassement des normes i

$$i = \frac{N'_h}{N_h} \quad 1 \leq i \leq 1,2$$

* durée d'exécution par articles :

On exprime cette durée par :

$$t_j = \frac{N_T \cdot Q_j}{W_j}$$

N_T : norme de temps

Q_j : quantité de travaux concernant l'article j

W_j : ressources (humaines ou matérielles) pour l'article j

ECLATEMENT DES TRAVAUX EN ACTIVITES
COMPOSANTES

La cité de logements à réaliser a été divisée en cinq lots
quatre lots sont constitués de huit bâtiments chacun
le cinquième lot comprend dix bâtiments
L'exécution complète sur un secteur devra comporter la réalisation
de toutes les activités ou processus technologiques concernant
ce secteur.
Les activités doivent être exécutées selon une succession logique.

- 1 décapage des terres végétales
- 2 excavation mécanique
- 3 excavation manuelle (pour la mise en place du gros béton)
- 4 coulage du béton de propreté (gros béton)
- 5 coffrage et armature des fondations
- 6 coulage du béton des fondations
- 7 décoffrage des fondations - isolation verticale des murs -
- 8 éparpillement et compactage des terres PHASE N°1
- 9 coffrage - armature - coulage des poteaux et des voiles -
- 10 coffrage de la dalle et des poutres
- 11 armature de la dalle et des poutres.
- 12 coulage de béton pour la dalle et les poutres.
- 13 décoffrage de la dalle et des poutres, poteaux-voiles
- 14 Maçonnerie et isolation horizontale des murs.
- 15 éparpillement et compactage des terres PHASE N°2
- 16 montage des fenêtres et des portes des vitres
- 17 enduit des murs intérieurs.
- 18 revêtement chaud (moquette) et froid (carrelage).
- 19 Peinture intérieure
- 20 enduit des murs extérieurs
- 21 Peintures des murs extérieurs
- 22 mise en place des trottoirs
- 23 Isolation thermique - couche de protection - barrière de vapeur de la terrasse
- 24 Isolation hydrofuge de la terrasse.

1 décapage des terres végétale :

$$Q = 345 \text{ m}^2 ; N_T = 2,3 \text{ h}/1000 \text{ m}^2$$

$$\text{nombre d'heures pour un ouvrier} = \frac{345 \times 2,3}{1000} = 0,79 \text{ h}$$

nombre d'ouvrier: 1 homme
durée = 1 jours.

2 excavation mecanique

$$Q = 336 \text{ m}^3 \quad N_T = 2,4 \text{ h}/100 \text{ m}^3$$

$$\text{nombre d'heures pour un ouvrier} = \frac{336 \times 2,4}{100} = 8,06 \text{ h}$$

nombre d'ouvrier : 1 homme
durée = 1 jour.

3 excavation manuelle

$$Q = 29 \text{ m}^3 \quad N_T = 1,2 \text{ h}/\text{m}^3$$

$$\text{nombre d'heures pour un ouvrier} = 29 \times 1,2 = 34,8 \text{ h}$$

nombre d'ouvriers = 4 hommes
durée = 1 jours

4 Coulage gros beton.

$$Q = 29 \text{ m}^3 \quad N_T = 6,5 \text{ h}/\text{m}^3$$

$$\text{nombre d'heures pour un ouvrier} : 29 \times 6,5 = 188,5 \text{ h.}$$

nombre d'ouvriers = 5 hommes.
durée : 4 jours.

5 coffrage et armature des fondations

- Coffrage :

$$Q = 175 \text{ m}^2 \quad N_T = 1 \text{ h}/\text{m}^2$$

$$\text{nombre d'heures pour un ouvrier} = 175 \times 1 = 175 \text{ h.}$$

- armature

$$Q = 3741 \text{ kg} \quad N_T = 0,07 \text{ h}/\text{kg}$$

$$\text{nombre d'heures pour un ouvrier} = 3741 \times 0,07 = 261,87 \text{ h}$$

- durée total en heures :

$$175 + 261,87 = 436,87 \text{ h}$$

nombre d'ouvriers = 12 hommes

durée en jours = 4 jours

6 Coulage du beton de fondation-

$$Q = 38 \text{ m}^3 \quad N_T = 7,5 \text{ h/m}^3$$

nombre d'heures pour un ouvrier : $38 \times 7,5 = 285 \text{ h}$.

nombre d'ouvriers = 7 hommes

durée en jours = 4 jours

7 decoffrage fondation. isolation verticale-

- decoffrage :

$$Q = 175 \text{ m}^2 \quad N_T = 0,25 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier = $0,25 \cdot 175 = 26,25 \text{ h}$.

- isolation verticale.

$$Q = 56 \text{ m}^2 \quad N_T = 0,45 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier : $0,45 \times 56 = 25,2 \text{ h}$.

durée total : $26,25 + 25,2 = 51,42 \text{ h}$.

nombre d'ouvriers = 2 hommes.

durée = 4 jours

8 éparpillement compactage PHASE 1

$$Q = 166 \text{ m}^3 \quad N_T = 2,2 \text{ h/m}^3$$

Nombre d'heures pour un ouvrier $2,2 \times 166 = 365,2 \text{ h}$

délai 4 jours \rightarrow nbre d'ouvrier 10

éparpillement compactage PHASE 2:

$$Q = 85 \text{ m}^3 \quad N_T = 2,2 \text{ h/m}^3$$

Nbre d'heures pour un ouvrier $\rightarrow 85 \times 2,2 = 187 \text{ h}$.

délai 4 jours \rightarrow nbre ouvriers 5

9 Coffrage, armature et coulage des poteaux et voile.

a) coffrage

$$Q = 76 \text{ m}^2 \quad N_T = 1,2 \text{ h/m}^2$$

$$\text{nombre d'heures pour 1 ouvrier} \quad 76 \times 1,2 = 91,2 \text{ h.}$$

b) armature

$$Q = 687 \text{ kg} \quad N_T = 0,085 \text{ h/kg}$$

$$\text{nombre d'heures pour 1 ouvrier} : 687 \times 0,085 = 58,4 \text{ h}$$

c) Coulage du beton

$$Q = 7 \text{ m}^3 \quad N_T = 10 \text{ h/m}^3$$

$$\text{nombre d'heures pour un ouvrier} \quad 7 \times 10 = 70 \text{ h}$$

durée totale en heures

$$N_h = 70 + 58,4 + 91,2 = 219,6 \text{ h.}$$

nombre d'ouvriers : 6 hommes

durée en jour : 4 jours

10 Coffrage de la dalle et des poutres

$$Q = 307 \text{ m}^2 \quad N_T = 1,2 \text{ h/m}^2$$

$$\text{nombre d'heures pour 1 ouvrier} \quad 307 \times 1,2 = 368,4 \text{ h}$$

$$\text{nombre d'ouvriers} = 10 \text{ hommes}$$

$$\text{durée en jours} : 4 \text{ jours}$$

11 ferrailage de la dalle et des poutre

$$Q = 4200 \text{ kg} \quad N_T = 0,085 \text{ h/kg}$$

$$\text{durée en heures pour 1 ouvrier} \quad 4200 \times 0,085 = 357 \text{ h}$$

$$\text{nombre d'ouvriers} = 8 \text{ hommes}$$

$$\text{durée en jours} = 4 \text{ jours}$$

12 coulage de la dalle et des poutres

$$Q = 42 \text{ m}^3 \quad N_T = 10 \text{ h/m}^3$$

$$\text{durée en heures pour un ouvrier} \quad 42 \times 10 = 420 \text{ h}$$

nombre d'ouvriers 12 hommes
durée en jours 4 jours

13 décoffrage de la dalle et des poutres, poteaux-voiles

$$Q_1 = 307 \text{ m}^2 \quad N_T = 0,18 \text{ h/m}^2$$

$$Q_2 = 76 \text{ m}^2 \quad N_{2T} =$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{durée en heures pour un ouvrier} \\ \text{nombre d'ouvriers} = 4 \text{ hommes} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 76 \times 0,18 = 13,68 \text{ h} \\ 307 \times 0,18 = 55,26 \text{ h} \end{array} \Bigg\} = 68,9 \text{ h}$$

$$\text{durée en jours} = 4 \text{ jours}$$

14 Maçonnerie - Isolation hydrofuge horizontale

a) Maçonnerie en parpaing de 20x20x40

$$Q = 25 \text{ m}^3 \quad N_T = 8,5 \text{ h/m}^3$$

$$\text{durée en heures pour un ouvrier} \quad 25 \times 8,5 = 212,5 \text{ h}$$

b) Maçonnerie en parpaing de 10x20x40

$$Q = 12,9 \text{ m}^3 \quad N_T = 9,7 \text{ h/m}^3$$

$$\text{durée en heures pour un ouvrier} : 12,9 \times 9,7 = 125,13 \text{ h}$$

c) Maçonnerie en parpaing de 5x20x40

$$Q = 66 \text{ m}^2 \quad N_T = 1,6 \text{ h/m}^2$$

$$\text{durée en heures pour un ouvrier} \quad 66 \times 1,6 = 105,6 \text{ h}$$

d) Isolation hydrofuge horizontale

$$Q = 13 \text{ m}^2 \quad N_T = 0,4 \text{ h/m}^2$$

$$\text{durée en heures pour un ouvrier}$$

$$13 \times 0,4 = 5,2 \text{ h}$$

durée totale en heures:

$$212,5 + 125,13 + 105,6 + 5,2 = 448,43 \text{ h.}$$

nombre d'ouvriers = 12 hommes

durée en jours = 4 jours

15 éparpillement compactage phase 2

Q = NT =

durée en heures pour un ouvrier
nombre d'ouvriers
durée totale en jours:

16 Montage des fenêtres - portes et vitres

a) fenêtres Q = 20 m² NT = 1,4 h/m²

nombre d'heures pour un ouvrier: 20 x 1,4 = 28 h

b) portes Q = 33 m² NT = 1,8 h/m²

nombre d'heures pour un ouvrier = 33 x 1,8 = 59,4 h.

c) vitres Q = 20 m² NT = 0,65 h/m²

nombre d'heures pour un ouvrier 0,65 x 20 = 13 h.

durée totale en heures pour un homme

$$13 + 59,4 + 28 = 100,4 \text{ heures}$$

nombre d'ouvriers = 3 hommes

durée en jours = 4 jours

17 enduit des murs intérieurs - Plafond.

a) murs intérieurs:

$$Q = 320 \text{ m}^2 \quad N_T = 1,25 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier : $1,25 \times 320 = 400 \text{ h}$.

b) enduit plafond

$$Q = 175 \text{ m}^2 \quad N_T = 1,4 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier = $175 \times 1,4 = 245 \text{ h}$.

durée en heures totale pour un ouvrier.

$$400 + 245 = 645 \text{ heures.}$$

nombre d'ouvriers = 10 hommes

nombre de jours = 8 jours

18 revêtement chaud et froid.

a) chaud

$$Q = 73 \text{ m}^2 \quad N_T = 2,2 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier

$$2,2 \times 73 = 160,5 \text{ heures}$$

b) froid

$$Q = 102 \text{ m}^2 \quad N_T = 2,05 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier

$$102 \times 2,05 = 209,1 \text{ heures}$$

nombre d'heures totales pour un ouvrier.

$$209,1 + 160,5 = 369,5 \text{ heures}$$

nombre d'ouvriers 12 hommes

durée en jours = 4 jours.

19 Peinture intérieure des murs et plafonds.

$$Q = 494 \text{ m}^2 \quad N_T = 0,08 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier = $494 \times 0,08 = 39,52 \text{ heures}$.

nombre d'ouvriers = 2 hommes.

durée en jours = 4 jours.

20 enduit des murs extérieurs

$$Q = 125 \text{ m}^2 \quad NT = 1,75 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier : $125 \times 1,75 = 218,75$ heures

nombre d'ouvriers : 12 hommes

durée totale en jours = 4 jours

21 : Peinture des murs extérieurs

$$Q = 125 \text{ m}^2 \quad NT = 0,15 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier : $125 \times 0,15 = 18,75$ h.

nombre d'ouvriers : 1 ouvrier.

durée totale en jours = 2 jours.

22 Mise en place des trottoirs

$$Q = 29 \text{ m}^2 \quad NT = 1,1 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures pour un ouvrier : $29 \times 1,1 = 31,9$ h.

nombre d'ouvriers : 2 hommes

durée totale en jours = 2 jours

23 isolation thermique - couche de protection - barrière de vapeur pour terrasse

a) Isolation thermique :

$$Q = 175 \text{ m}^2 \quad NT = 0,33 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures / ouvrier : $175 \times 0,33 = 57,75$ h.

b) Couche de protection.

$$Q = 175 \text{ m}^2 \quad NT = 0,45 \text{ h/m}^2$$

nombre d'heures / ouvrier = $175 \times 0,45 = 78,75$ h.

c) barrière de vapeur

$$Q = 175 \text{ m}^2 \quad NT = 0,09 \text{ h/m}^2$$

$$\text{nombre d'heures / ouvrier} = 175 \times 0,09 = 15,75 \text{ heures}$$

nombre d'heures totales:

$$15,75 + 78,75 + 57,75 = 152,25 \text{ heures}$$

nombre d'ouvriers = 4 hommes.

nombre de jours = 4 jours.

24 isolation hydrofuge de la terrasse

$$Q = 175 \text{ m}^2 \quad NT = 0,6 \text{ h/m}^2$$

$$\text{nombre d'heures / ouvrier} = 0,6 \times 175 = 105 \text{ heures}$$

nombre d'ouvriers = 3 hommes

durée totale en jours = 4 jours.

N ^o	designation du processus technologique	durée en jours	nombre d'ouvriers
1	Decapage des terres végétales	1	1
2	Excavation mécanique	1	1
3	Excavation manuelle	1	4
4	Coulage du gros béton	4	5
5	Coffrage et armatures des fondations	4	12
6	Coulage des fondations	4	7
7	Décoffrage des fondations et isolation verticale	4	2
8	Eparpillement et compactage phase 1	4	10
9	Coffrage, armature, coulage des poteaux et voiles	4	6
10	Coffrage de la dalle et des poutres	4	10
11	Armature de la dalle et des poutres	4	8
12	Coulage béton pour dalles et poutres	4	12
13	Décoffrage de la dalle et poutres, poteaux, voiles	4	4
14	Maçonnerie et isolation horizontale des murs	4	12
15	Eparpillement et compactage des terres phase 2	4	5
16	Montage portes - vitres - fenêtres	4	3
17	Enduit des murs intérieurs	8	10
18	Revêtement chaud (moquette) et froid (carrelage)	4	12
19	Peinture intérieure	4	2
20	Enduit des murs extérieurs	4	12
21	Peintures des murs extérieurs	2	1
22	Mise en place des trottoirs	2	2
23	Isolation thermique - couche protection - barrière vapeur terr.	4	4
24	Isolation hydrofuge de la terrasse	4	3

METHODE A LA CHAINE

METHODE A LA CHAINE.

Rappels Théoriques

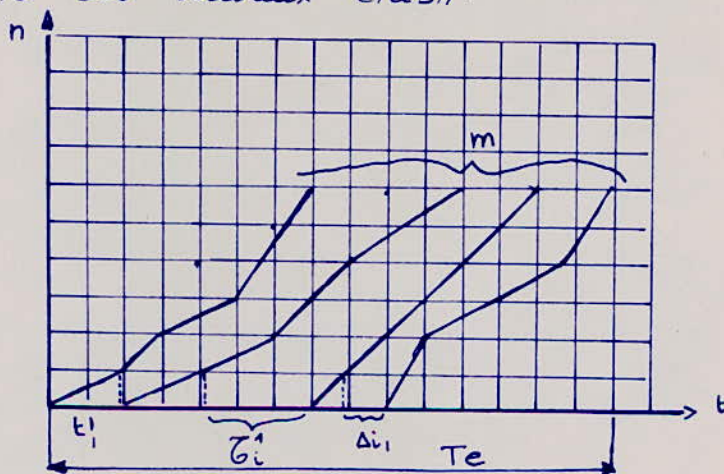
Cette méthode d'exécution à la chaîne ou en continu d'une construction composée de plusieurs activités, sur des secteurs de travail en général inégaux, permet de réaliser les processus composants, par des successions non rythmiques mais synchronisées entre elles.

Ces activités sont exécutées par des équipes dotées d'un nombre d'ouvriers et de matériel constant, approvisionnées en matériaux de façon uniforme.

Elles réalisent alors les travaux de manière uniforme sur un même secteur, les équipes se succèdent le plus rapidement possible, et si possible sans aucun décalage.

Durée d'exécution:

Il est important de connaître pour une construction, la durée totale d'exécution. Cette durée peut être déterminée une fois le cyclogramme des travaux établi:



la durée d'exécution est donnée par la formule générale

$$T_e = \sum_{i=1}^m t_i^1 + \sum_{i=1}^{m-1} G_i^1 + \sum_{\lambda=2}^n t_m^\lambda + \sum_{i=1}^{m-1} \Delta_i^1$$

où T_e : durée d'exécution.

t_i^1 : module du temps du processus i sur le secteur 1

G_i^1 : décalage organisationnel du processus i sur le secteur 1

t_m^λ : module de temps du dernier processus sur le secteur λ

Δ_i^1 : décalage technologique du processus i sur le secteur 1

m = nombre de processus

n = nombre de secteur.

t = temp en relèves de 8 heures chacune

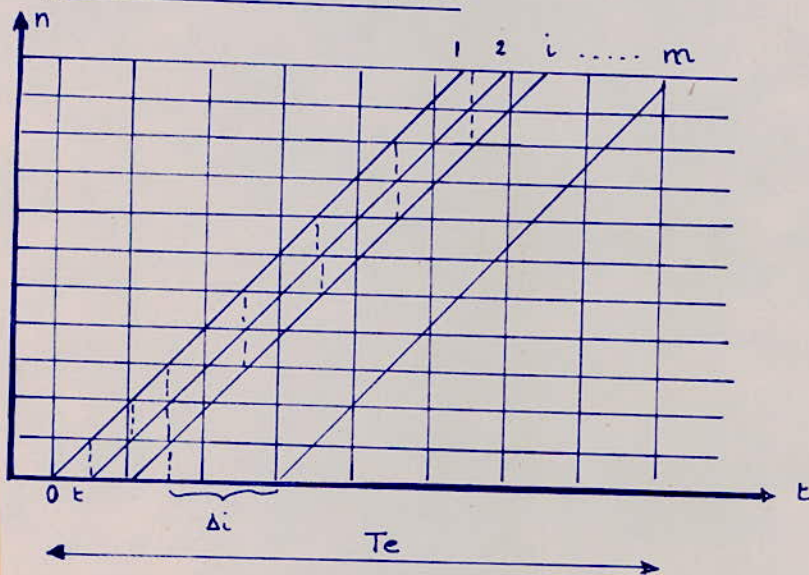
METHODE EN BANDES :

Dans la présente étude et dans le but de réduire les décalages organisationnels, et les temps morts, nous avons essayé de nous rapprocher le plus possible de la méthode en bandes ou en flux. Cette organisation, suppose que tous les modules de temps sur tous les secteurs et pour tous les processus soient égaux.

Néanmoins en fonction des disponibilités en main d'œuvre, du délai imposé et du front de travail nous avons été amenés pour certains processus soit à diminuer le module du temps soit à doubler le nombre des équipes et réaliser ainsi ces processus par la méthode successive, cette méthode nécessite, évidemment que les secteurs soient égaux et que les travaux soient homogènes

ce qui est notre cas, les travaux sont ainsi exécutés par 2 équipes de même formation - elles entrent sur chaque secteur successifs avec un décalage Δ et terminent les travaux avec ce même décalage.

Méthode en bandes



t = module du temps
identique pour tous
les secteurs et processus

Δ : contrainte technologique
ou décalage organisati-
-onel.

T_e = durée d'exécution.

m = nombre de processus
 n = nombre de secteurs

$$T_e = mt + (n-1)t + \Delta i$$

METHODE SUCCESSIVE

avantages - inconvénients de la méthode à la chaîne

La méthode à la chaîne reflète avec fidélité le mouvement des forces de production à tout moment, leur position dans l'espace et dans le temps - les réalisations et le travail restant à faire.

Cette méthode compte parmi l'un des facteurs qui caractérisent l'industrialisation de la construction -

en effet, les équipes spécialisées conservent le même effectif - exécutent de façon continue les MÊMES TRAVAUX, en consommant les mêmes ressources et fournissent les mêmes quantités de travaux.

La conséquence de ces répétitions - est une diminution de la durée d'exécution, en raison de l'accroissement de la productivité due aux automatismes qu'acquière les équipes

si n = nombre de répétitions.

T_n = durée d'exécution à la $x^{\text{ième}}$ répétition.

T_1 = durée d'exécution de la 1^{ère} répétition.

alors

$$T_n = T_1 \frac{1 - 0,2^n}{0,2} \quad (\text{pour les constructions})$$

ainsi on peut réaliser des économies sur le coût pouvant aller jusqu'à 20%.

Malgré tout, la méthode à la chaîne est très sensible

aux imprévus - en raison de sa rigidité, elle ne peut se réadapter à toute circonstance, ou imprévus - pouvant survenir durant le déroulement des travaux.

71

CYCLOGRAMME DES TRAVAUX

Pour l'élaboration du cyclogramme, nous avons subdivisé l'ensemble des bâtiments en 4 lots de 8 bâtiments chacun, et un lot comprenant 10 bâtiments.

Nous avons alors élaboré le cyclogramme par un lot, et cela parce que le chantier sera subdivisé en sous chantiers, chaque sous chantier s'occupera d'un lot.

L'élaboration du cyclogramme nécessite les données suivantes

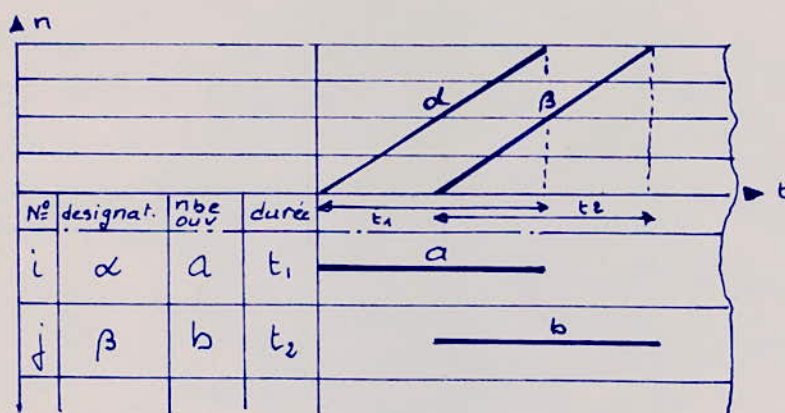
- découpage en secteur de travail.
- éclatement en processus composants des travaux.
- connaissance du module de temps pour chaque processus

$$t = NT \cdot Q / \text{secteur} / \text{processus}$$

Ces données ayant été déterminées précédemment nous pouvons alors élaborer le cyclogramme.

GRAPHIQUE A BARRE (OU GRAPHIQUE GANT)

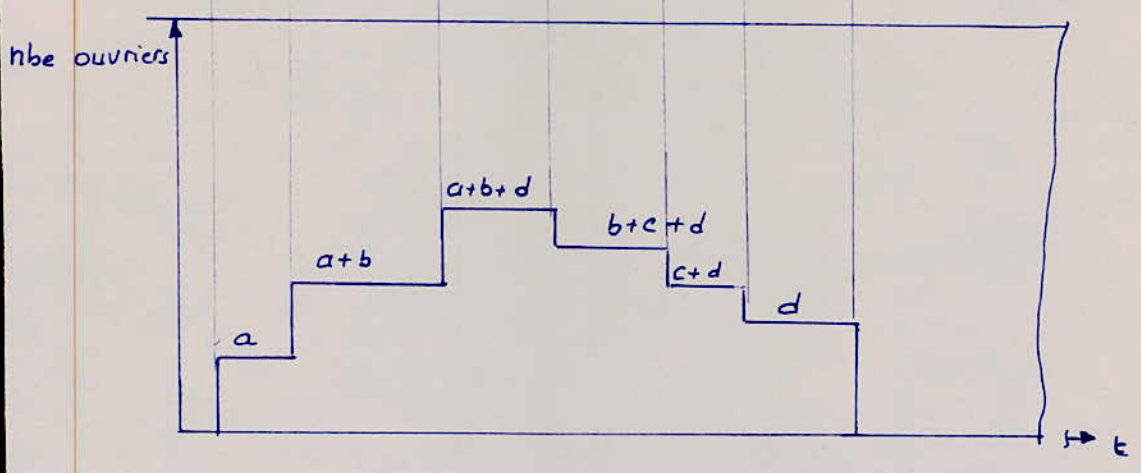
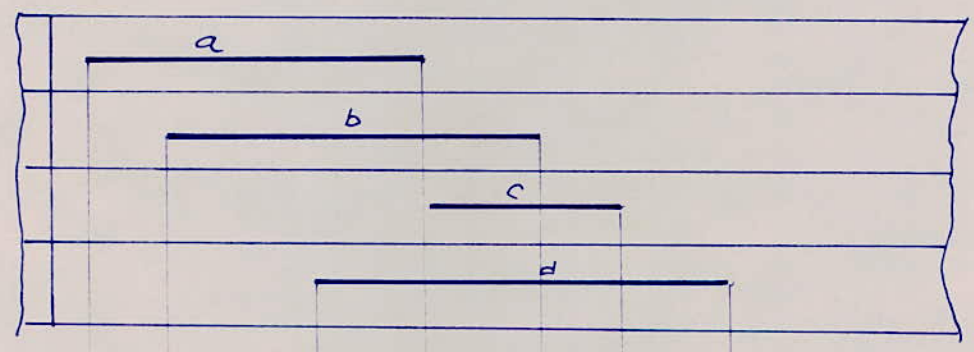
Ce diagramme se déduit du cyclogramme par projection du début et de la fin de chaque activité



le graphique à barres, évidemment, comme le cyclogramme ne peut répondre positivement aux imprévus, il doit être réajusté chaque fois qu'un élément nouveau survient, en effet un retard sur une activité quelconque bouleverse le graphique.

GRAPHIQUE D'ECHELONNEMENT DE LA MAIN D'ŒUVRE.

Ce graphique, ce déduit quant à lui du graphique GANT il représente, le nombre total d'ouvriers présents sur le chantier à chaque instant.



73
GRAPHIQUE . DIFFERENTIEL et INTEGRAL

de

CONSOMMATION et APPROVISIONNEMENT

INTRODUCTION.

L'approvisionnement d'un chantier de façon rationnelle est une condition nécessaire de base à la réalisation de la construction dans les termes fixés auparavant.

Un approvisionnement correct des matériaux, et autres besoins, permet de réaliser des constructions économiques et donc concurrentielles sur le marché.

en effet, il est connu qu'une fois qu'un chantier débute, il ne peut se permettre d'arrêter les travaux faute d'approvisionnement ce qui entraînerait alors une augmentation du coût.

De ce point de vue, apparaît la nécessité d'organiser et de planifier les approvisionnements en fonction des moyens disponibles (transport, capacité de stockage ...)

Les stocks permettent d'assurer la continuité des travaux sur des durées variant de 5 à 30 jours ou plus, en cas d'arrêt imprévu des approvisionnements. Néanmoins, on doit éviter les grands dépôts qui peuvent entraver la circulation des matériaux et augmenter les frais pour les installations annexes.

Graphique de consommation

Nous avons établi un graphique de consommation pour chacun des matériaux importants.

Ces graphiques nous indiquent les consommations journalières pour chacun de ces matériaux. Aussi ces diagrammes sont établis sur la base du graphique à barres.

On sépare d'abord tous les processus usant d'un matériau considéré (ciment, sable, gravier etc...) et on calcule ensuite la quantité consommée quotidiennement

$$q_i = \frac{Q_{ri}}{d_i}$$

q_i : consommation totale pour le cycle i

d_i : durée d'exécution de ce cycle

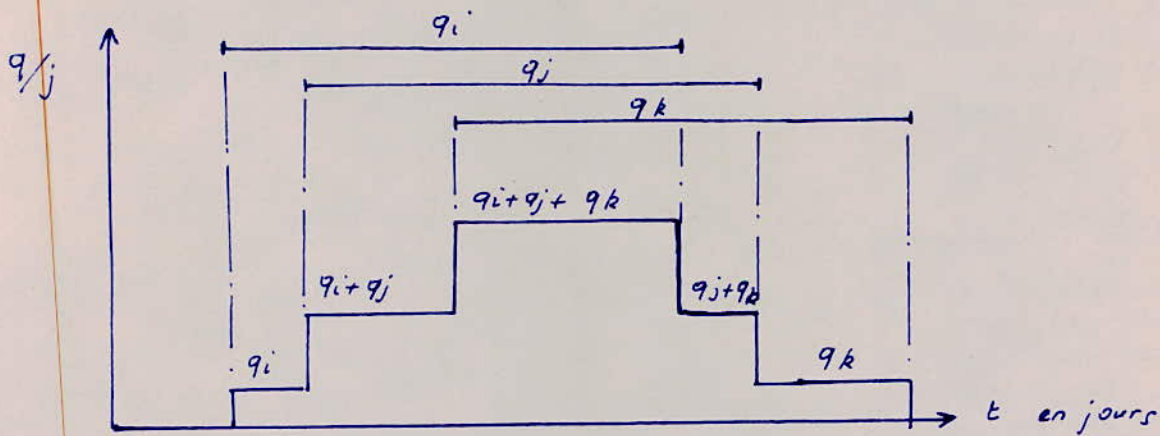


Diagramme d'approvisionnement

Ce diagramme nous permet de connaître à une date quelconque l'approvisionnement journalier.

La quantité moyenne consommée par jour doit être légèrement inférieure à la quantité approvisionnée dans le but de constituer un stock pour subvenir aux besoins du chantier en cas d'arrêt imprévu des approvisionnements.

Dans le but d'éviter la sous-utilisation des engins de transport il faut veiller à ce que les quantités approvisionnées correspondent le plus possible à la capacité des engins.

Les approvisionnements en matériaux doivent commencer 10 à 15 jours avant leur utilisation et prévoir l'épuisement du stock avec la fin des travaux utilisant le matériau en question.

Diagramme différentiel (courbe de stock)

Ce diagramme indique à une date quelconque la quantité de matériaux disponibles en stock. Elle s'obtient par différence entre la quantité totale approvisionnée et consommée à cette date.

Il faut par un choix judicieux des approvisionnements éviter de dépasser un stock maximum (dépôts surdimensionnés relativement au chantier) et respecter un minimum de stockage au-dessous duquel les travaux peuvent être arrêtés faute de matériaux.

Diagramme integral de consommation et d'approvisionnement

Ce diagramme élaboré sur la base des graphiques de consommation et d'approvisionnement journaliers nous permet de connaître les quantités totales des matériaux consommés et approvisionnés depuis le début de leur utilisation jusqu'à une date quelconque.

* Tous ces graphiques ont été établis d'après les données suivantes :

GRAVIER

N°	Désignation processus	début	début	q/j	q _{moy}	Q _{max} stock	Q _{min} stock	Q _{max} dépôt
4	Coulage gros béton	4	36	22	"	"	"	"
6	Coulage fondation	12	40	38,5	52,08	1569	366	1515,2
9	Coulage poteaux et voiles	26	218	8,6	"	"	"	"
12	Coulage dalles et poutres	38	230	42,6	"	"	"	"

CIMENT

N°	désignation processus	dâte début	dâte fin	q/j T	q moy	Qmax stock	Qmin stock	Qmax dépôt
4	Coulage gros béton	4	36	4 T	18,3 T/j	504 T	120 T	441 T
6	coulage fondation	12	40	12,5				
9	Coulage poteaux et voiles	26	218	3,5				
12	Coulage dalle et poutres	38	230	17				
14	Maçonnerie	54	234	1				
17	Enduits murs intérieurs et plafonds	94	254	2				
20	Enduits murs extérieurs	246	328	2				
22	Mise en place des trottoirs		332	1				
23	béton de pente		238	2				
18	revêtement froid		262	5				

PARPAINGS

	désignation processus	début date	fin date	q/j u	q_{moy}	Q_{max} stock	Q_{min} stock	Q_{max} dépot
4	parpaing 5x20x40	54	234	923 u/j	923	27 000 u	6 000	26 308 u
4	parpaing 10x20x40	54	234	1739	1739	52 170 u	12 173	51 742
4	parpaing 20x20x40	54	234	1650	1650	49 000 u	11 000	48 600

BOIS

	désignation processus	début date	fin date	q/j m^3	q_{moy}	Q_{max} stock	Q_{min} stock	Q_{max} dépot
5	Coffrage fondation	8	40	1,4	2,95 m^3/j	90 m^3	20 m^3	88,8 m^3
3	Coffrage poteaux et voiles	26	218	0,61				
0	Coffrage dalles et poutres	30	222	2,47				

Sable.

N°	Designation de l'activité usant du matériau	date du debut	date de fin	q / jour	q moyen / jour	Qmax stock	Qmin stock	Qmax à déposer
4	coulage gros beton	4	36	27 m ³	40,85 m ³ /j	1200 m ³	250 m ³	1122 m ³
6	coulage fondations	12	40	25				
9	poteaux-voile coulage	26	218	6				
12	Dalles et poutres coulage	38	230	28				
14	Maconnerie	54	234	5				
17	enduit interieur et plafond	94	254	16				
20	enduit exterieur	246	328	11				
22	trottoirs	316	332	2,6				
23	coucho de protection	206	238	5				
18	revetement froid.	102	262	4				

Acier

N°	Designation de l'activité usant de l'acier	date du debut	date de fin	q / jour	q moy / jour	Qmax stock	Qmin stock	Qmax à déposer
5	armatures pour fondations	8	40	5,15	6,97	210 t	49 t	200 t
9	armatures pour poteaux et voiles	26	218	2,3				
11	armatures pour dalles et poutres	34	226	5,85				

- legends des tableaux ci-dessus et precedents

q/jour = consommation de materiaux par jour.

q_{moy}/jour : consommation moyenne par jour = $\frac{Q_{total}}{D'}$ ou D' durée des travaux usant du materiaux.

legende suite:

$Q_{\max} \text{ stock} = 25 \text{ a } 30 \text{ fois } q_{\text{moy}} = \text{quautité à ne pas dépasser en stock.}$

$Q_{\min} \text{ Stock} = 5 \text{ a } 7 \text{ fois } q_{\text{moy}} = \text{quautité minimum à ne pas dépasser en stock.}$

$Q_{\max} \text{ depot} = \text{quautité maximum appelé à être stocké.}$

METHODE DU CHEMIN CRITIQUE
OU 'PERT'

METHODE DU CHEMIN CRITIQUE (GRAPHIQUE RESEAU)

- Introduction:

La méthode du chemin critique, permet de planifier et de suivre la réalisation de projets quelles qu'en soient leur nature et leur importance.

La planification s'effectue en deux (2) temps.

- La programmation: permet d'analyser les éléments constitutifs du projet et d'explicitier ensuite l'ordre dans lequel peuvent ou doivent être réalisés les travaux.

- Definition d'un calendrier de réalisation: Ce calendrier doit nécessairement respecter l'ordre établi au cours de la programmation et doit par ailleurs satisfaire aux contraintes de délai impartis au projet.

Le graphique réseau (ou diagramme à fleches) est un modèle mathématique formé d'arcs et de nœuds. Les ^{nœuds} correspondent au départ ou à l'aboutissement d'un ou plusieurs arcs.

Ce modèle général à les restrictions suivantes:

- un sens unique de circulation qui correspond à l'écoulement du temps (gauche-droite) et choisi pour les arcs.

- le graphique réseaux ne doit comporter ni boucles ni circuits. une boucle étant un arc revenant à son point de départ, un circuit, une suite d'arcs revenant à leurs points de départ.

En conséquence un graphique réseau établi sur la base de ces

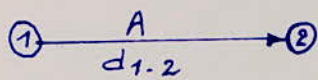
Conditions réalisables possède nécessairement un nœud début et un nœud fin.

en effet la réalisation d'un projet implique la réalisation d'un certain nombre d'actions ordonnées chacune de ces actions tendant à la réalisation d'un objectif déterminé.

SCHEMA A FLÈCHES (GRAPHIQUE RESEAU)

Dans ce schéma sont représentées :

- Les activités : par un arc (ou une flèche) ; sur la flèche est mentionnée la durée et la nature de l'activité (respectivement sous et sur la flèche)
- Les Etapes : appelées aussi événements. ils représentent le début ou la fin (ou les deux) d'une ou plusieurs activités - les étapes sont désignées par des chiffres ou des lettres.



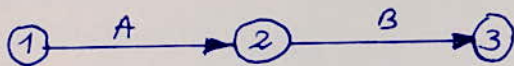
1 : début de l'activité A

2 : fin de l'activité A.

d_{1.2} : durée de l'activité A.

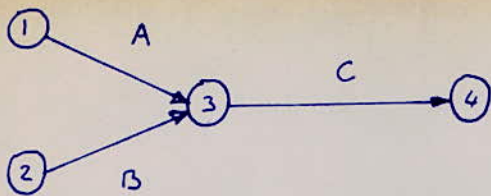
Contraintes : elles correspondent aux relations entre les diverses activités. on distingue les contraintes dites :

- relation de dépendance.



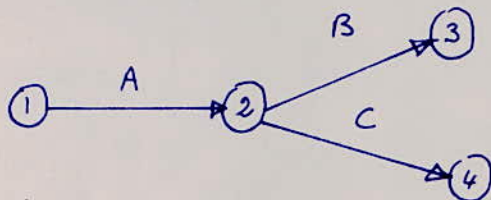
" l'activité B ne peut pas commencer avant la fin de l'activité A.

- relation de convergence :



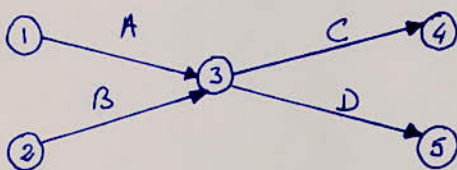
l'activité C ne peut pas commencer si les activités A et B ne sont pas achevées.

relation de divergence.



les activités B et C ne peuvent débuter que si A est achevée.

relation de liaison logique.



les activités C et D ne peuvent commencer que si A et B sont terminées.

Lorsque certaines conditions interviennent dans la réalisation d'un objectif, nous les représentons par des activités dites "fictives". Ces activités ne consomment ni temps ni ressources.

DURÉE D'EXECUTION PAR LA METHODE DIRECTE:

Pour déterminer cette durée on suppose la première activité commençant à une date $t=0$ appelée temps origine.

soit alors d_{ij} la durée d'exécution de cette activité

i : indice de début de l'activité

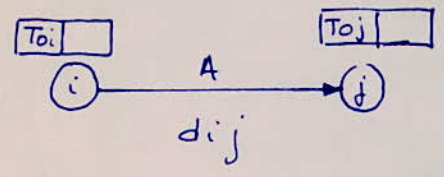
j : indice de fin de l'activité et aussi indice de début d'une autre activité.

Par des calculs appropriés, le Graphique réseau permet de connaître les dates au plus tôt et au plus tard de chaque processus (activités) les dates montrent ainsi les limites d'exécutions d'une activité sous influence aucune sur le terme final de réalisation du projet. (de l'ouvrage).

Date au plus tôt (notée To_i)

si i et j sont respectivement les indices de début et de fin d'une activité A , si d_{ij} est la durée d'exécution de cette activité et si encore To_i représente la date au plus tôt de l'activité A alors.

$$To_j = To_i + d_{ij}$$



si par ailleurs deux flèches aboutissent au même nœud alors

$$To_j = \text{Max} (To_i + d_{ij})$$

de façon générale

$$To_j = \text{Max} \sum_{i,j \in \mu} d_{ij} \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n-1 \\ j = 2, 3, \dots, n-1, n. \end{matrix}$$

ou μ = ensemble des chemins possibles entre la 1^{ère} étape et l'étape j .

date de réalisation au plus tard

Cette date (pour chaque événement) représente la limite que l'on peut atteindre sans pour cela perturber la date de réalisation finale du projet.

elle est calculée à partir de l'événement final en remontant le graphique réseau jusqu'à l'étape d'origine.

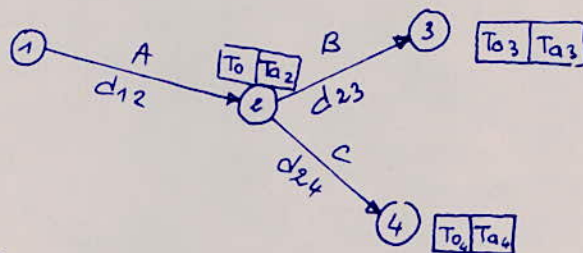
$$\text{Soit } T_{ai} = T_{aj} - d_{ij}$$

T_{ai} et T_{aj} : dates au plus tard des événements i et j

d_{ij} : durée de l'activité ij .

si d'une étape partent plusieurs arcs, la date au plus tard de cet événement est alors égale au minimum des dates au plus tard des activités conditionnées par cette étape.

ex :



$$T_{a2} = \min \begin{cases} T_{a3} - d_{23} \\ T_{a4} - d_{24} \end{cases}$$

CHEMIN CRITIQUE.

chemin est caractérisé par le fait que les dates au plus tôt au plus tard des étapes qui le composent sont égales

chemin critique $\Rightarrow T_{ai} = T_{oi}$
chemin représente les étapes dites critiques qui ne peuvent offrir aucun retard dans leur réalisation sans quoi le terme final est modifié.

si ce n'est pour les autres événements on aura eu $T_{ai} \neq T_{oi}$

Cette différence est appelée Marge ou réserve de Temp.

On distingue :

Marge Totale (Reserve Totale) : R_T

$$R_T = T_{aj} - T_{oi} - d_{ij}$$

c'est le temps supplémentaire pouvant être accordé à une activité sans modifier le terme final.

Marge Libre (RL)

$R_L = T_{oj} - T_{oi} - d_{ij}$: temps supplémentaire pouvant être alloué à une activité sans modification des dates au plus tôt des activités suivantes.

GRAPHIQUE A BARRES SOUS LA BASE

DU GRAPHIQUE RESEAU

Graphique à barres:

Il s'agit maintenant de communiquer au chantier le programme de mise en œuvre de toutes les activités consommant des ressources et du temps et celles ne consommant que du temps seulement. Pour cela, on dresse un tableau où figurent toutes ces tâches avec leurs durées et leurs marges respectives. Dans un graphique dressé à l'échelle du temps, nous figurerons toutes les activités par des barres, en prenant soin de mettre en évidence celles parmi elles qui sont critiques. Au dessous de chaque barre, nous avons indiqué les marges sur lesquelles elle peut glisser sans changer le délai final d'exécution.

Conclusion:

La méthode du chemin critique remédie aux inconvénients de la méthode "travail à la chaîne". Cette méthode met en évidence les activités qui déterminent la durée totale de réalisation (activités critiques). Elle précise également les marges de toutes les autres activités (activités non critiques) qui permettent un glissement de leur réalisation, facilitant ainsi l'utilisation optimale de toutes les ressources.

DIMENSIONNEMENT DES DEPOTS

1/ INTRODUCTION.

Dans tout chantier, apparaît une nécessité de stockage des matériaux, et cela dans le but de parer aux éventuelles ruptures d'approvisionnement, comme il a été mentionné précédemment.

Nous sommes amenés, à prévoir des dépôts pour y réceptionner ces stocks. Il convient auparavant de signaler que l'on peut distinguer 2 grandes catégories de dépôts

- les dépôts intérieurs (situés sur le chantier)
- les dépôts extérieurs (situés en gars, ou sur les ports....)

Dans ce qui va suivre nous avons étudié uniquement les dépôts intérieurs c'est à dire devant se trouver sur le chantier

Quant à l'autre catégorie on n'en prévoit pas pour ce projet.

Ces dépôts intérieurs, donc eux même peuvent être classés en 2 types

- dépôts ouverts.
- dépôts couverts

les dépôts couverts sont destinés à abriter des matériaux susceptibles de se détériorer à l'air libre ou au contact de l'humidité (pluie) ce sont en particulier le ciment, le bois et aussi l'acier des armatures

Par contre les dépôts ouverts, peuvent recevoir des matériaux ne craignant pas la pluie, l'air.... ce sont le sable, gravier, parpaings -

Il faut ensuite remarquer que pour éviter des déplacements inutiles et ne pas gêner les activités du chantier, nous devons choisir les emplacements des dépôts avec une grande attention.

A noter également qu'il sera prévu des ateliers pour réparer les outillages, préparer les coffrages, confectionner les armatures.

3) dimensionnement des dépôts

Le dimensionnement de ces dépôts se fait sur la base du diagramme différé ou courbe de stock de chaque matériaux à déposer.

on détermine la quantité maximum que l'on aura à stocker à un moment donné durant le déroulement des travaux.

et en fonction de la quantité pouvant être stockée par unité de surface (fixée par les normes) ou à la surface totale des dépôts.

$$S_d = \frac{Q_{\max \text{ dépôt}} \cdot k}{q}$$

où :

S_d = surface du dépôt.

$Q_{\max \text{ dépôts}}$ = quantité maximum à déposer

q : quantité spécifique.

k = coefficient de correction. (fixé par les normes)

soit L_d et l_d la longueur et la largeur du dépôt.

alors :

$$L_d = \frac{S_d}{l_d}$$

le choix des ~~mix~~ de L_d et l_d dépend des conditions fonctionnelles.

ou a par exemple:

$$l_d = k_1 n \cdot l + (n-1) l_1$$

ou: n = nombre de camions utilisés

k_1 = Coefficient de non uniformité (1,3 à 1,5)

l_1 = distance entre 2 unités de transport susceptible de décharger en même temps.

l = longueur de l'unité de transport (6 à 10 m)

En ce qui nous concerne nous considérons que l'on utilise en général un camion, si on utilise plusieurs camions on suppose alors que la probabilité pour que 2 camions déchargent en même temps est nulle.

Ainsi on a les coefficients suivants.

$$n = 1 ; \quad l = 10 \quad k_1 = 1,5 \quad l_1$$

$$l_d = 1,5 \cdot 1 \cdot 10 + (1-1) \cdot l_1 = 15 \text{ m}$$

— —

a/ depots de ciment

Pour ce dépôt, il faut avoir en vue que l'on utilise une centrale à béton à 2 silos pouvant stocker $\frac{2 \times 40}{1,3} = 60 \text{ t}$ et donc le dépôt sera dimensionné pour:

$$Q_{\text{max}} \text{ dépôt} : 441 - 60 = 381 \text{ t}$$

$$q = 1,3 \text{ t/m}^2$$

$$k = 2$$

$$\text{d'où: } S_d = \frac{381 \cdot 2}{1,3} = 582 \text{ m}^2$$

$$l_d = 15 \text{ m} \quad \text{donc} \quad L_d = 582 : 15 = 38,8 \text{ m}$$

ou construira 2 dépôts de $20 \text{ m} \times 15 \text{ m}$.

b) dépôt de sable :

$$Q_{\text{max}} \text{ depot} = 1122 \text{ m}^3$$

$$q = 1,6 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$k = 1,4$$

En tenant compte du fait que la centrale à béton peut stocker à elle seule environ 500 m^3 nous dimensionnerons le dépôt pour

$$Q = 1122 - 500 = 622 \text{ m}^3$$

Soit

$$S_d = \frac{622}{1,6} \cdot 1,4 = 544,25 \text{ m}^2.$$

$$\text{si } l_d = 20 \quad \text{alors} \quad L_d = \frac{544,25}{20} = 27,28 \text{ m}.$$

on aura donc un dépôt $20 \times 27 \text{ m}$.

c) dépôt d'acier.

$$Q_{\text{max}} \text{ dépôt} = 200 \text{ t}$$

$$q = 1,4 \text{ t/m}^2 \quad k = 1,4$$

$$S_d = \frac{200}{1,4} \cdot 1,4 = 200 \text{ m}^2$$

$$l_d = 15 \text{ m} \quad L_d = 200/15 = 14 \text{ m}.$$

un dépôt de $15 \times 14 \text{ m}$.

depôt de gravier :

$$Q_{\max} \text{ depot} = 1516 \text{ m}^3$$

$$q = 1,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \quad k = 1,4$$

$$S_d = \frac{(1516 - 1000) \cdot 1,4}{1,6} = \frac{516 \cdot 1,4}{1,6} = 451,50 \text{ m}^2$$

ou 1000 m³ seront stockés dans la Centrale à béton.

ainsi $l_d = 15 \text{ m} \quad L_d = 451,5 / 15 = 30 \text{ m}$

un dépôt de 15 m x 30 m.

1/ dépôt de bois :

$$Q_{\max} \text{ depot} : 88,8 \text{ m}^3$$

$$q = 1,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \quad k = 1,6.$$

$$S_d = \frac{88,8 \cdot 1,6}{1,2} = 118,4 \text{ m}^2$$

$l_d = 15 \text{ m} \quad L_d = 8 \text{ m}$ ainsi un dépôt 8 x 15 m.

2/ dépôt de parpaings

* Parpaing 20 x 20 x 40

$$Q_{\max} \text{ depot} = 48600$$

$$q = 350 \text{ u}/\text{m}^2$$

$$k = 1,4$$

$$S_d = \frac{48600 \cdot 1,4}{350} = 194,4 \text{ m}^2$$

$l_d = 15 \text{ m} \quad L_d = 194,4 : 15 = 13 \text{ m}$

un dépôt de 15 x 13 m.

* Parpaing 10 x 20 x 40

$$Q_{\max} \text{ dépôt} = 51742 \text{ U}$$

$$q = 600 \text{ U/m}^2 \quad k = 1,4$$

$$S_d = \frac{51742}{600} \cdot 1,4 = 120,73 \text{ m}^2$$

$$l_d = 15 \text{ m} \quad L_d = 8 \text{ m.}$$

un dépôt de 15 m x 8 m.

* Parpaing 5 x 20 x 40

$$Q_{\max} \text{ depot} = 26308 \text{ U.}$$

$$q = 800 \text{ U/m}^2$$

$$k = 1,4$$

$$S_d = \frac{26308}{800} \cdot 1,4 = 46,04 \text{ m}^2$$

$$l_d = 15 \text{ m} \quad L_d = 3,07 \text{ m}$$

Nous devrons donc un même dépôt pour les parpaings de 10 x 20 x 40 et 5 x 20 x 40 il aura pour dimensions:

$$l_d = 15 \text{ m} \quad \text{et} \quad L_d = 12 \text{ m.}$$

EFFECTIF DU CHANTIER
CONSTRUCTIONS SOCIO_ADMINISTRATIVES

1/ EFFECTIF DU CHANTIER.

L'effectif total maximum pouvant se trouver sur le chantier à un instant comprend les ouvriers directement productifs et l'encadrement technico-administratif.

Sur le graphique d'échelonnement de la main d'œuvre pour l'ensemble des 5 lots, on lit le nombre d'ouvriers maximum pouvant se trouver sur le chantier. noté :

$$N_{pe} = 480$$

l'effectif total est alors $N_c = 1,47 \cdot 480 = 706$

parmi cet effectif on distingue :

- les travailleurs à qualifications supérieures $N_1 = 0,5 \cdot 706 = 353$
- le personnel technico-administratif $N_2 = 0,1 \cdot 706 = 71$
- autres travailleurs = $N_3 = 0,4 N_c = 0,4 \cdot 706 = 282$

2/ CONSTRUCTIONS SOCIO-ADMINISTRATIVES

Parallèlement à la mise en place du chantier (Construction de dépôt, installation des grues, centrale à béton, ...) nous devons prévoir des constructions socio-administratives destinées au personnel du chantier (vestiaire, cantine, ...)

nous avons quant à nous prévus des constructions de :

- Vestiaires
- refectoirs
- Bureaux
- dortoirs

toilettes

Cantines pour les résidents
des salles de bain.

B/ DIMENSIONNEMENT DES CONSTRUCTIONS.

a) vestiaires : elles seront construites pour les travailleurs à qualification supérieure (N_1) et le personnel technico administratif (N_2)

surface nécessaire pour une personne $0,7 \text{ m}^2$

$$S_v = (353 + 28 + 43) \cdot 0,7 = 296,8 \text{ m}^2 \Rightarrow$$

b) refectoirs : prévus pour l'ensemble des effectifs (N_c)

surface par personnes $1,35 \text{ m}^2$

$$S_r = 706 \times 1,35 = 953,1$$

on suppose que le personnel prend ses repas à raison de 2 relèves d'où on a une $S'_r = \frac{953,1}{2} = 476,5 \text{ m}^2$

soit.

c) bureaux : construits pour 70% du personnel technico-administratif.

surface par personne 5 m^2

$$S_b = 5 \cdot 0,7 \cdot 71 = 248,5 \text{ m}^2$$

d) dortoirs : construits pour 70% de l'effectif total.

$$S_d = 6,5 \cdot 0,7 \cdot 706 = 3212,3 \text{ m}^2$$

soit.

e) toilettes : prévus pour tous l'effectif.

$$s = 0,05 \text{ m}^2 / \text{personne}.$$

$$S_r = 0,05 \cdot 706 = 35,3 \text{ m}^2.$$

f) cantines residents : pour 70% de l'effectif total.

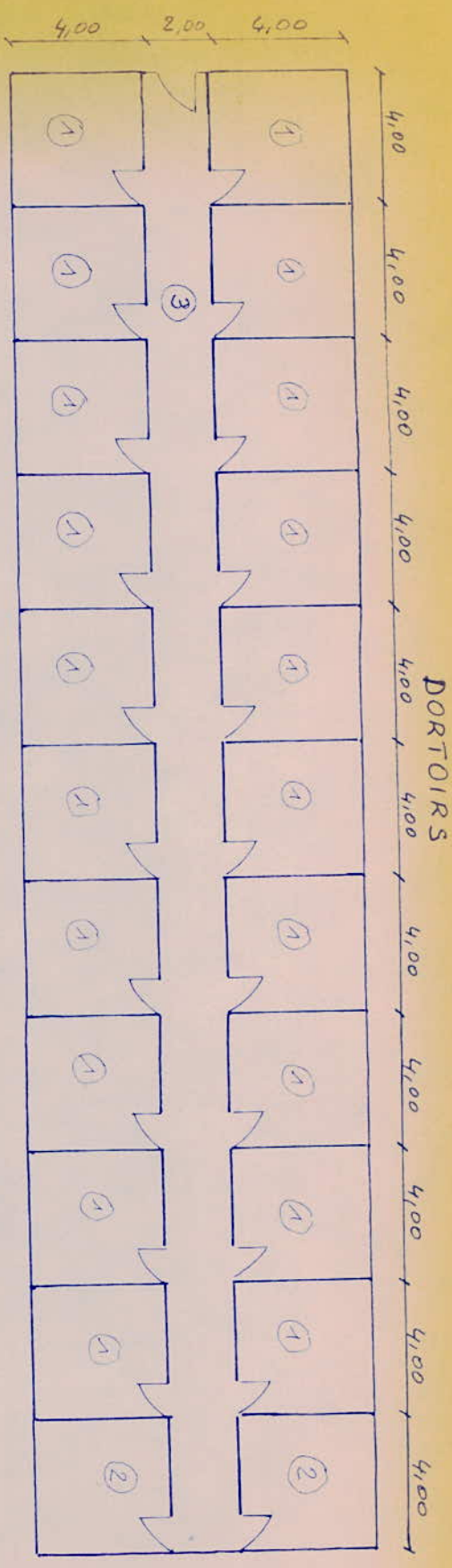
$$s = 0,85 \text{ m}^2 / \text{personns}.$$

$$S_c = 0,85 \cdot 0,7 \cdot 706 = 420,07 \text{ m}^2.$$

g) Salle de bains : pour 70% de l'effectif total.

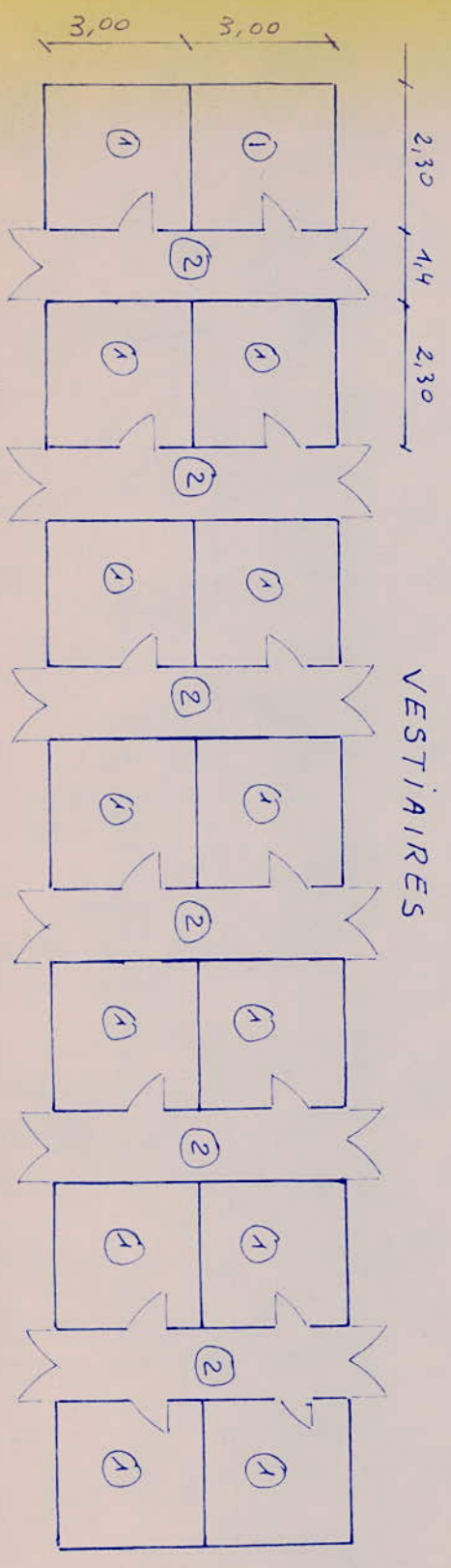
$$s = 0,15 \text{ m}^2 / \text{p}$$

$$S_{sb} = 0,15 \cdot 0,7 \cdot 706 = 74,13 \text{ m}^2.$$



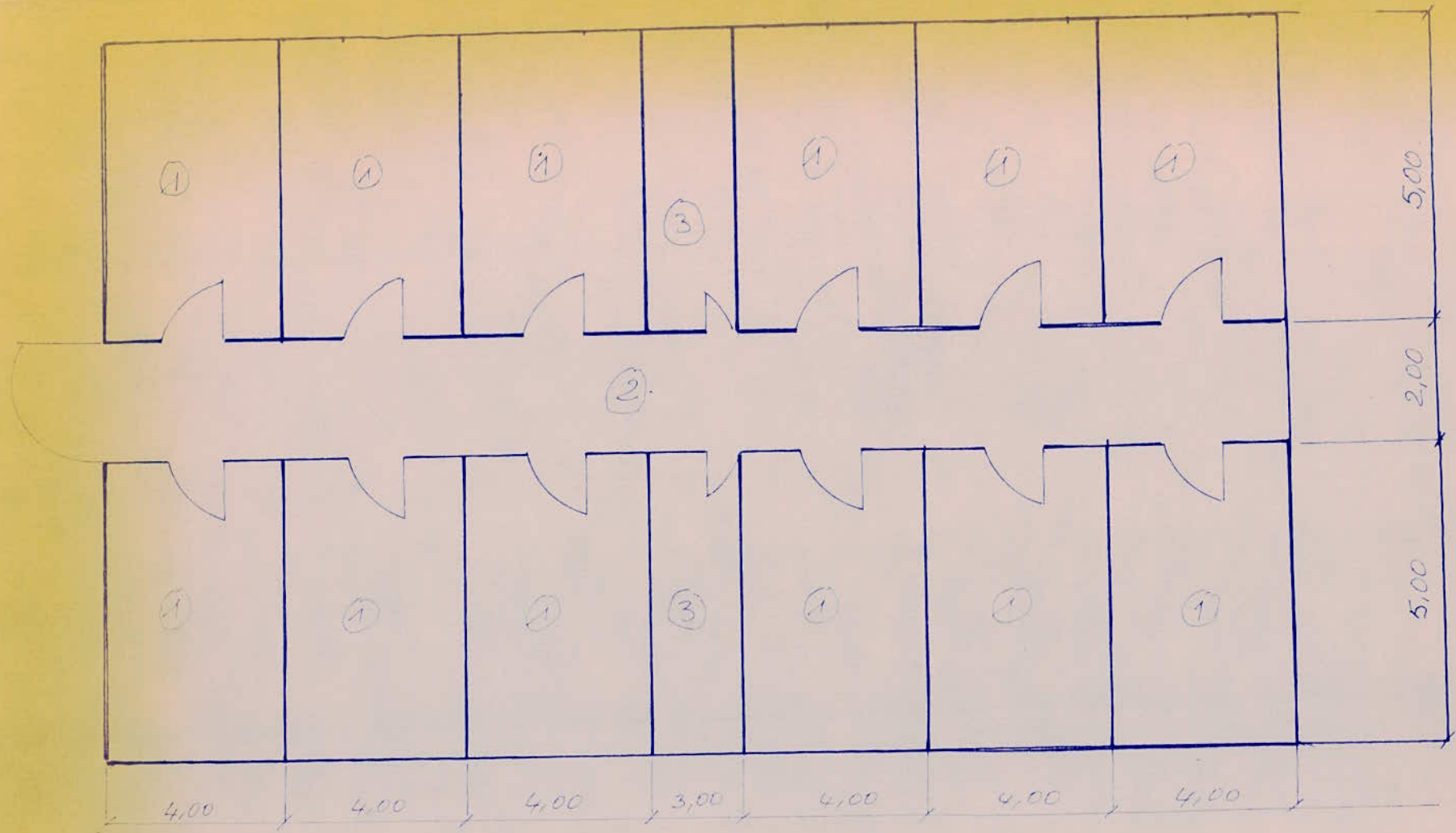
① Chambre. ② Faubas ③ couloir.

dortoirs pour 80 personnes. il faudra donc 7 dortoirs.



① Salles.
② Couloirs.

il faudra 2 vestiaires pour
tous le personnel.



Bureaux.

① Bureaux

② Couloirs.

③ toilettes

PLAN GENERALD'organisation du chantier.

Sur ce plan, nous avons représentés les constructions provisoires suivantes

- les bâtiments à construire.
- les dépôts de matériaux.
- les bureaux.
- les dortoirs
- les vestiaires.
- le refectoire.
- la centrale à Béton.
- l'emplacement bétonnière.
- le poste de garde.
- les magasins.

EQUIPEMENT DU CHANTIER.

Introduction:

Durant l'élaboration de ce projet nous avons fait mention à plusieurs reprises d'engins soit de transports, de fouilles.... Sans préciser leurs caractéristiques techniques - ni leur nombres. Dans cette présente partie nous allons déterminer toutes ces données en fonction des travaux qu'ils sont appelés à effectuer.

1°/ ENGIN DE TRANSPORT

nous utiliserons des camions de 10T pour l'approvisionnement en matériaux (ciment, sable, gravier,)

Le nombre de camions et la fréquence de voyages dépendent des quantités approvisionnées, des distances entre le chantier et les lieux d'approvisionnement, du mode de chargement et de déchargement.

Pour ce projet nous supposons que les lieux d'approvisionnement sont situés à moins de 100 km du chantier, et qu'ainsi compte tenu d'autres facteurs (attente, mode de chargement....) chaque unité pourra effectuer en moyenne 5 voyages par jours.

ainsi par :

Le ciment - sable - gravier

nous aurons besoin d'effectuer au maximum 20 voyages par jour au total soit 4 camions de 10T à raison de 5 voyages par jour par camion en moyenne

pour l'approvisionnement du Bois acier et parpaings
 Un camion de 10T effectuera en moyenne 3 à 4
 voyages par jours.

Ainsi nous aurons besoin en tout de
 5 Camions de 10T.

2/ CENTRALE A BETON.

pour la préparation du béton nous utilisons une centrale
 à Béton dans les caractéristiques sont choisies en fonction de
 la quantité maximum nécessaire par jour (graphique de
 Consommation du Béton) $Q_{max}/j = 118,3 m^3$.

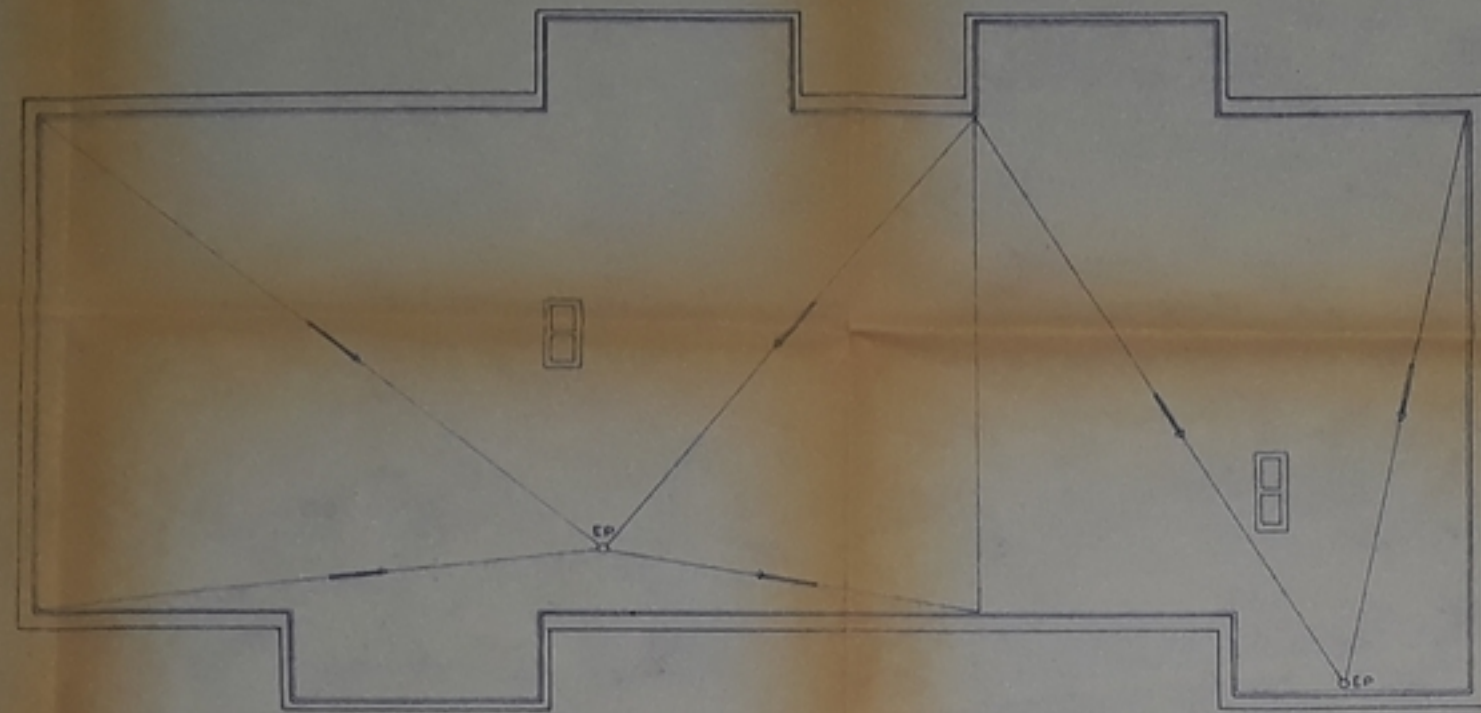
nous avons ainsi opté pour une centrale Richier type
 DBB 315 fournissant: $12,5 \times 8 = 100 m^3/j$.

on devra ensuite une bétonnière pour atteindre les
 $118,3 m^3/j$. elle devra fournir $18,3 m^3/j$.

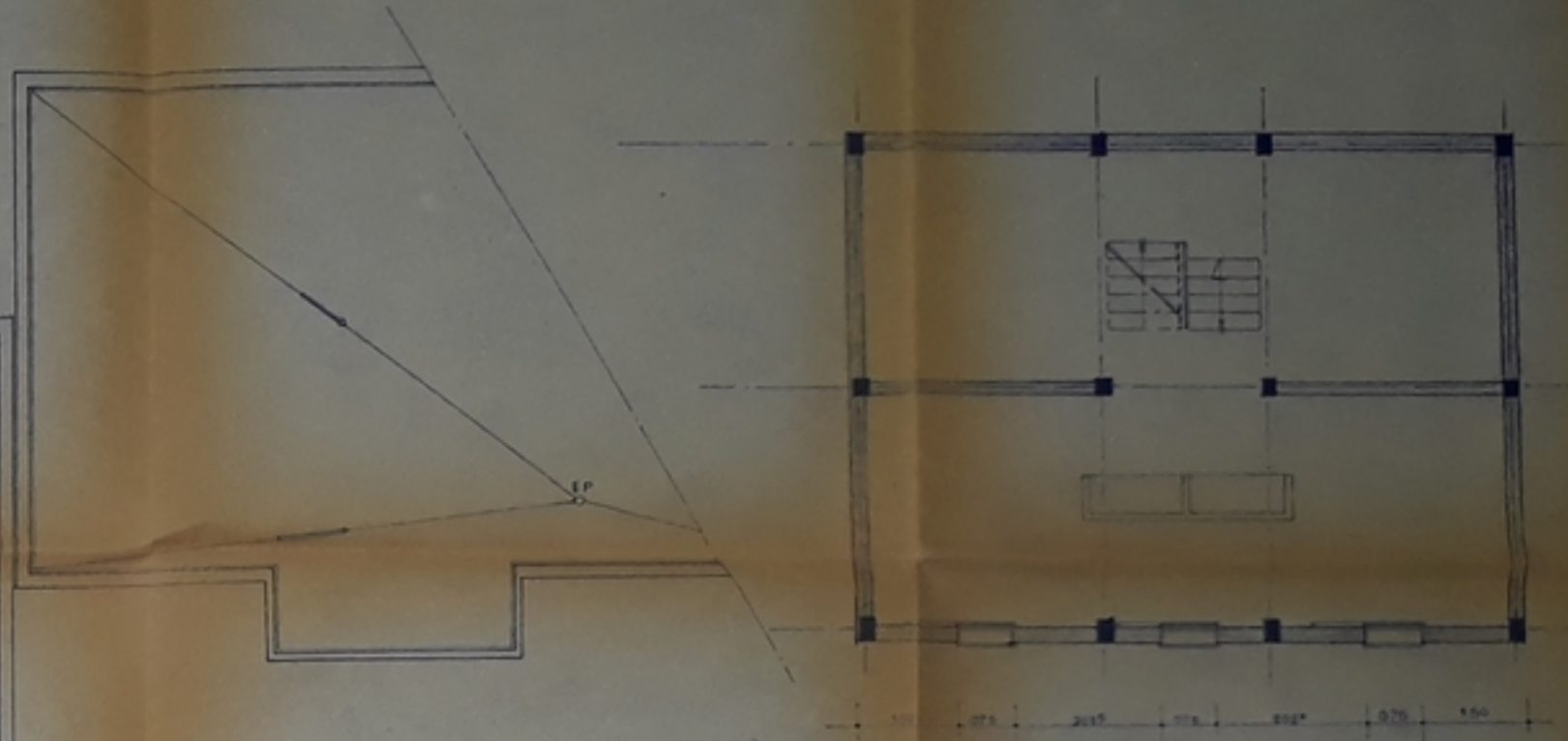
ainsi une bétonnière de 300l est suffisante; elle
 produit: $0,3 \times 10 \times 8 = 24 m^3/jour$.

Autres engins.

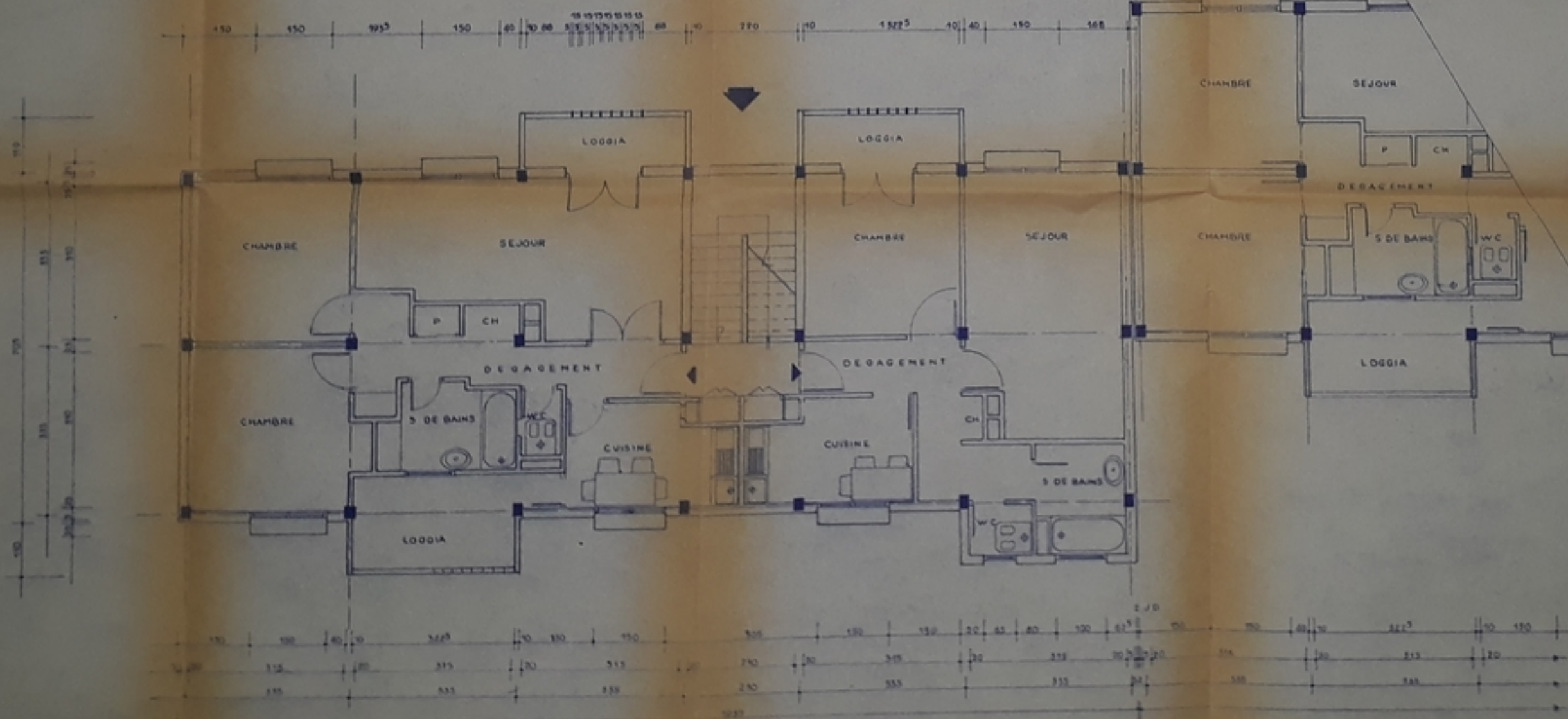
- 1 bull : pour le décapage.
- 1 excavateur : pour les fouilles.
- Des Dumpers: transport à l'intérieur du chantier.
- 5 Grues : pour l'élevation des matériaux.
- vibreurs, compresseur, plaques vibrantes



PLAN TOITURE



TYPE 'C'



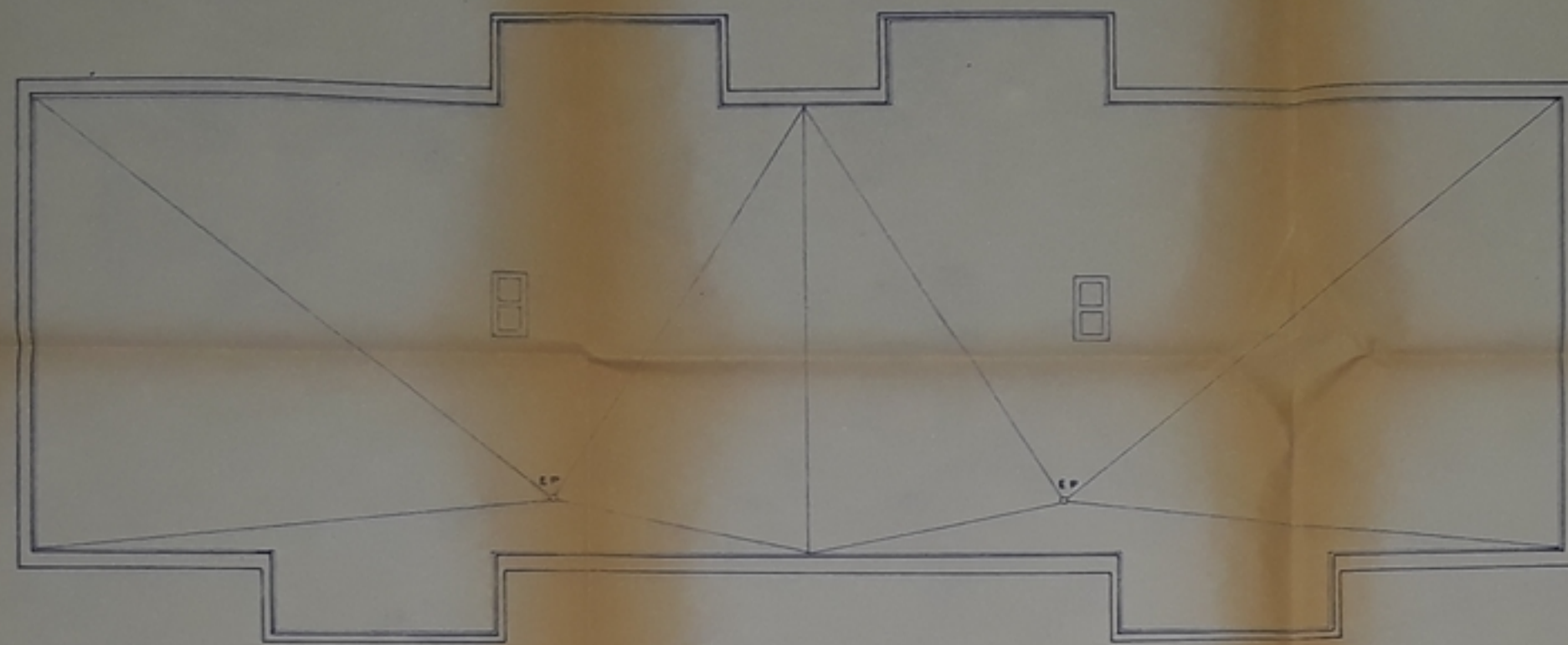
ETAGE COURANT

PB01577
-1-
BIBLIOTHEQUE

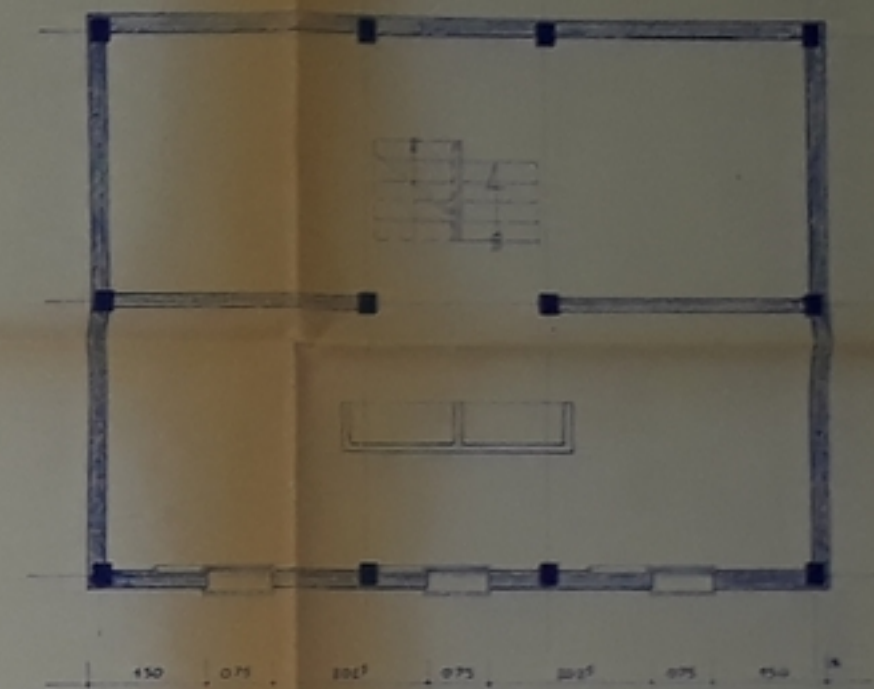
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

PLAN D'ARCHITECTURE
BATIMENT (TYPE 'C')

élève ingénieur	MERABET SAD	
élève ingénieur	MEDJAH MOHAMMED	06/77

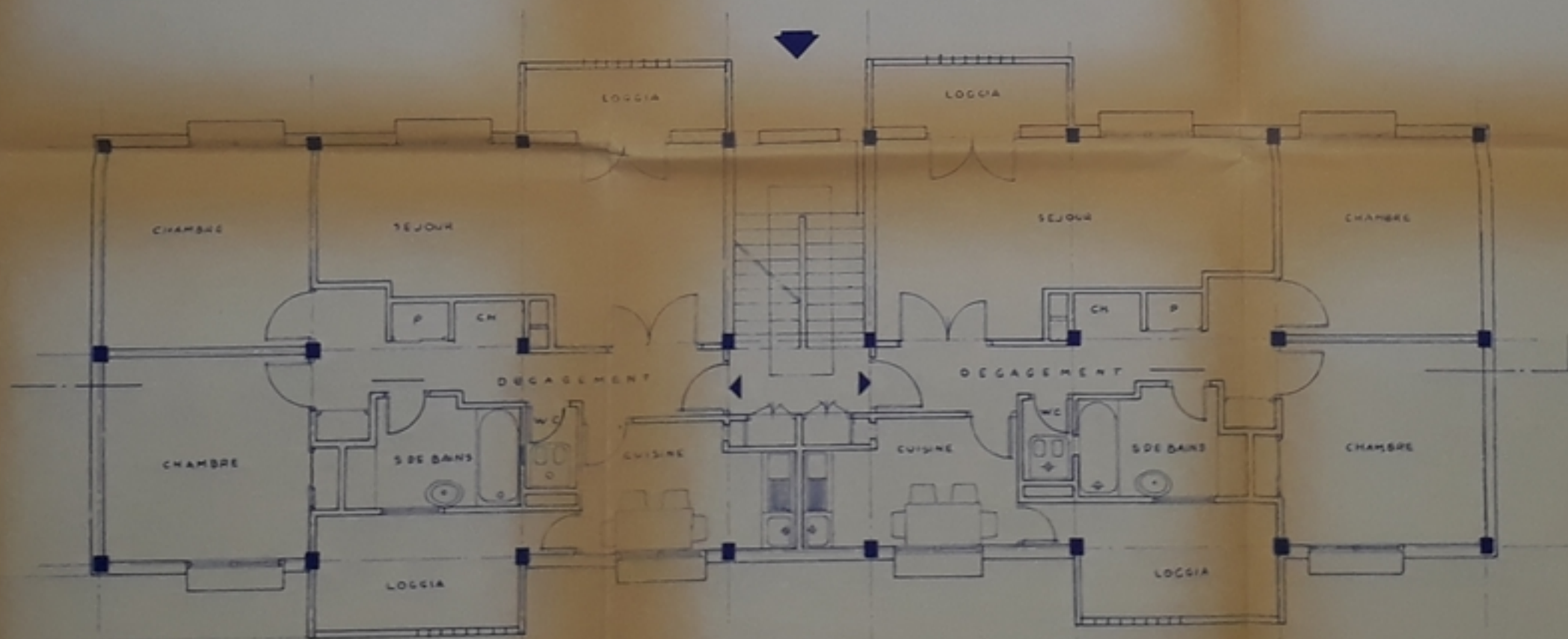
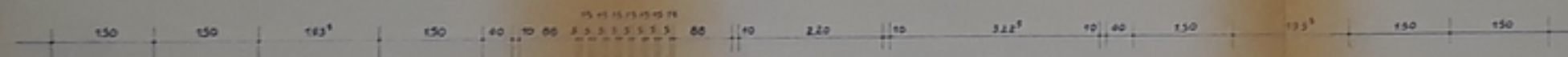


PLAN TOITURE

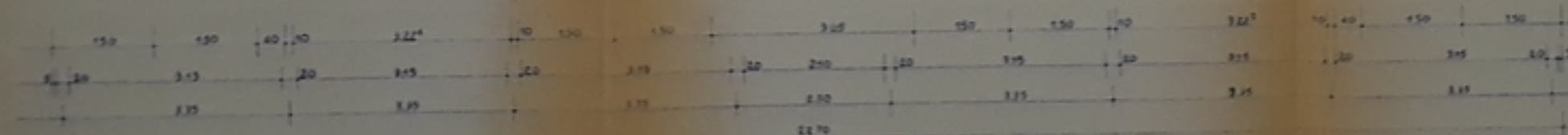


PLAN S/SOL

TYPE "D"

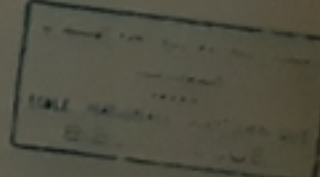


150
150
183
150
40
10
80
10
80
80
10
220
10
322
10
40
150
173
150
150



ETAGE COURANT

PB 015 77
- 2 -

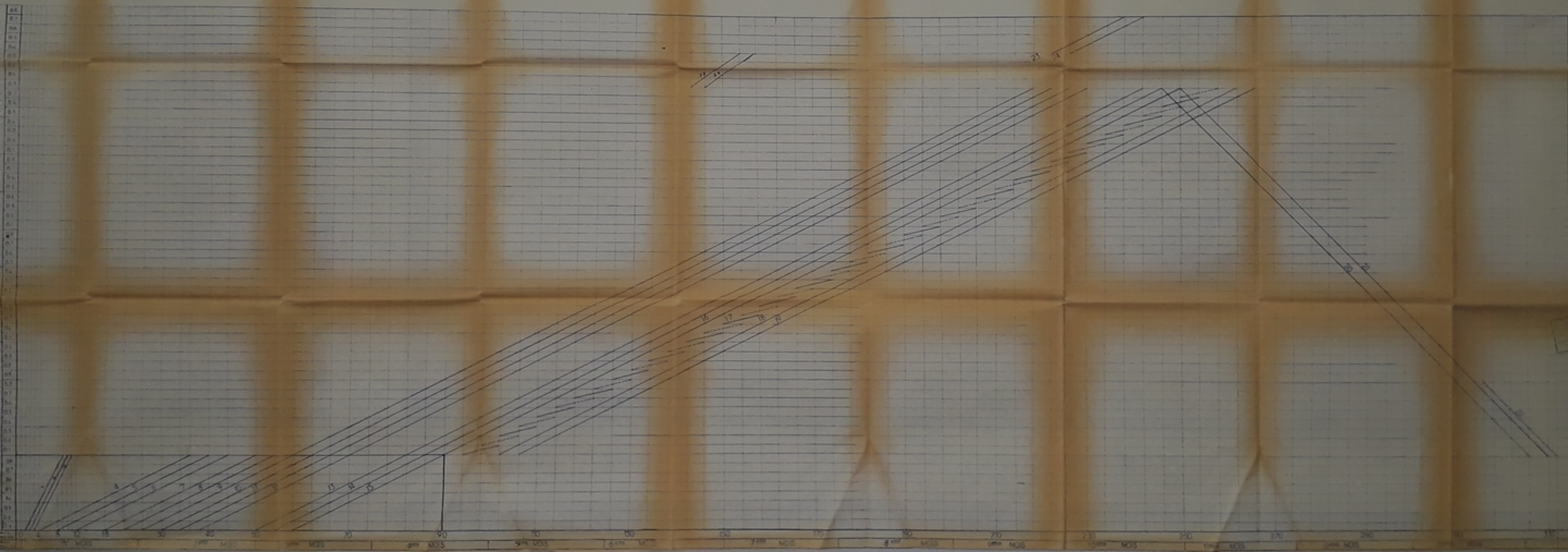


ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER

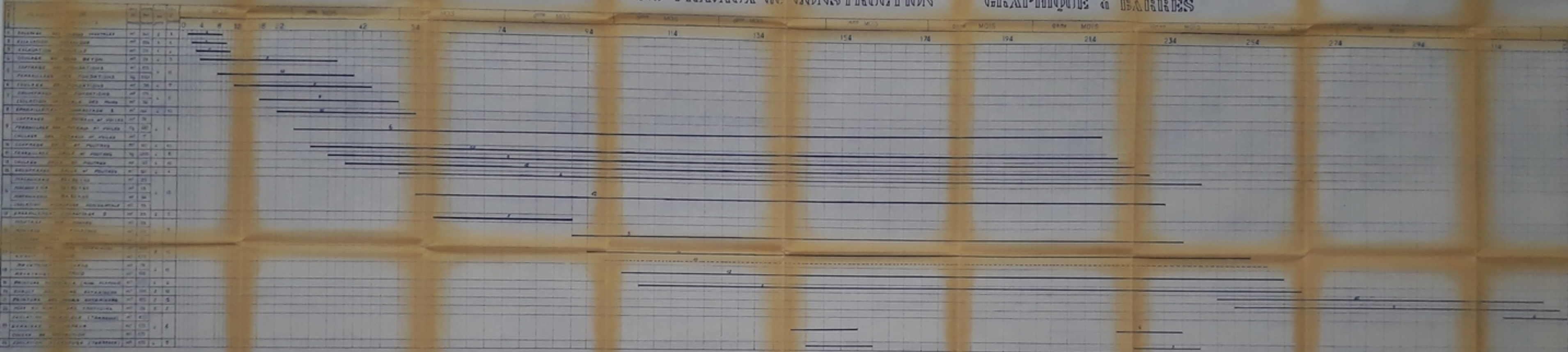
PLAN D'ARCHITECTURE
BATIMENT TYPE "D"

Architecte	MERABET Saïd	Date	06/1977
Maître d'œuvre	MEDJAH Mohamed		
Projetant	BEJNAÏJ Nouria Mirza		

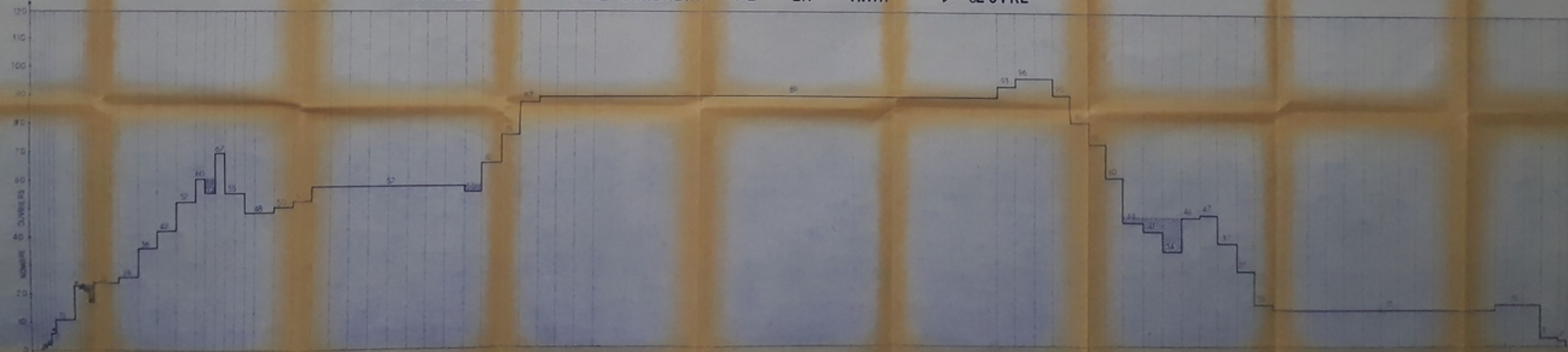
CYCLOGRAMME des TRAVAUX de CONSTRUCTION



PB 015/1

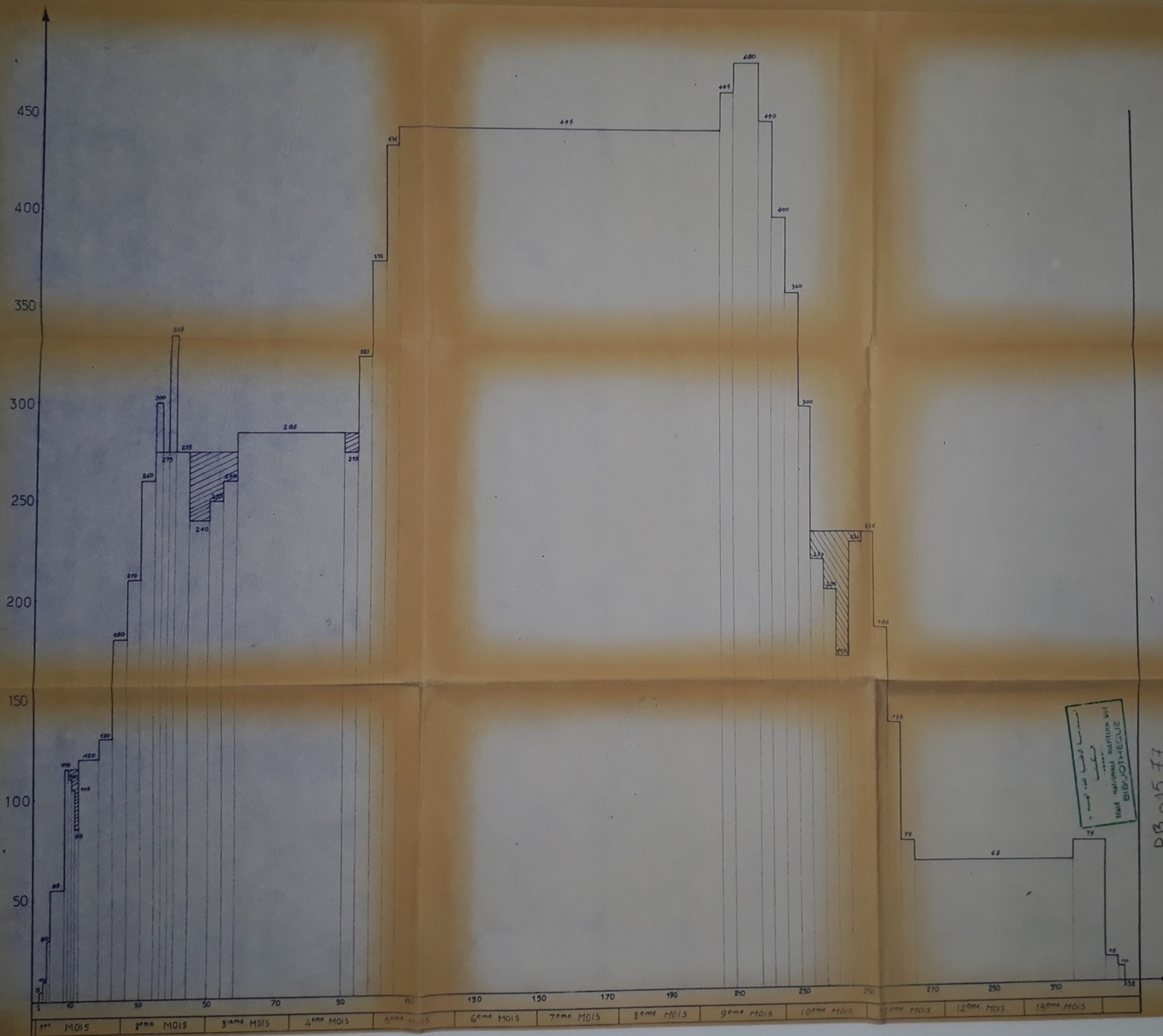


GRAPHIQUE D'ECHELONNEMENT DE LA MAIN D'ŒUVRE



PROJET DE CONSTRUCTION
 PLAN DE TRAVAIL
 ÉCHÉLONNEMENT DE LA MAIN D'ŒUVRE

GRAPHIQUE D'ECHELONNEMENT de la main d'œuvre pour l'ensemble des lots

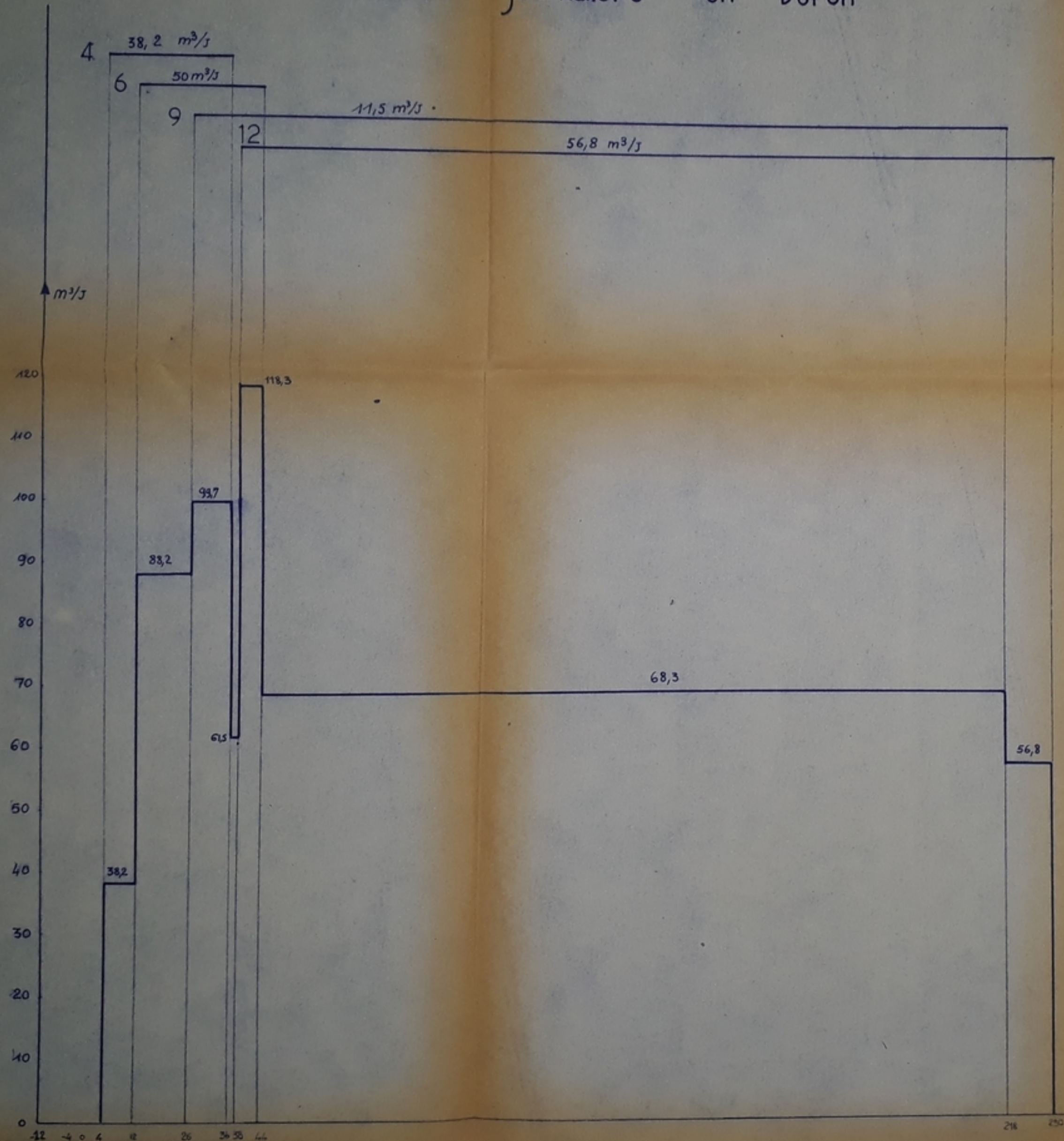


مكتبة
المعهد
التقني
الوطني
ببغداد
التاريخ
06/1977
الرقم
5

PB 015 77
-5-

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE	
GRAPHIQUE D'ECHELONNEMENT DE LA MAIN D'ŒUVRE POUR LES 5 LOTS	
élève ingénieur	MEDJIAH MOHAMMED
élève ingénieur	MERABET SAID
élève ingénieur	BEJIMARU MOULAE
	MIRCA
	06.1977
	n° 5

Besoins journaliers en beton



- 4 COULAGE GROS BETON
- 6 COULAGE FONDATIONS
- 9 COULAGE POTEaux VOILES
- 12 COULAGE DALLE et POUTRES

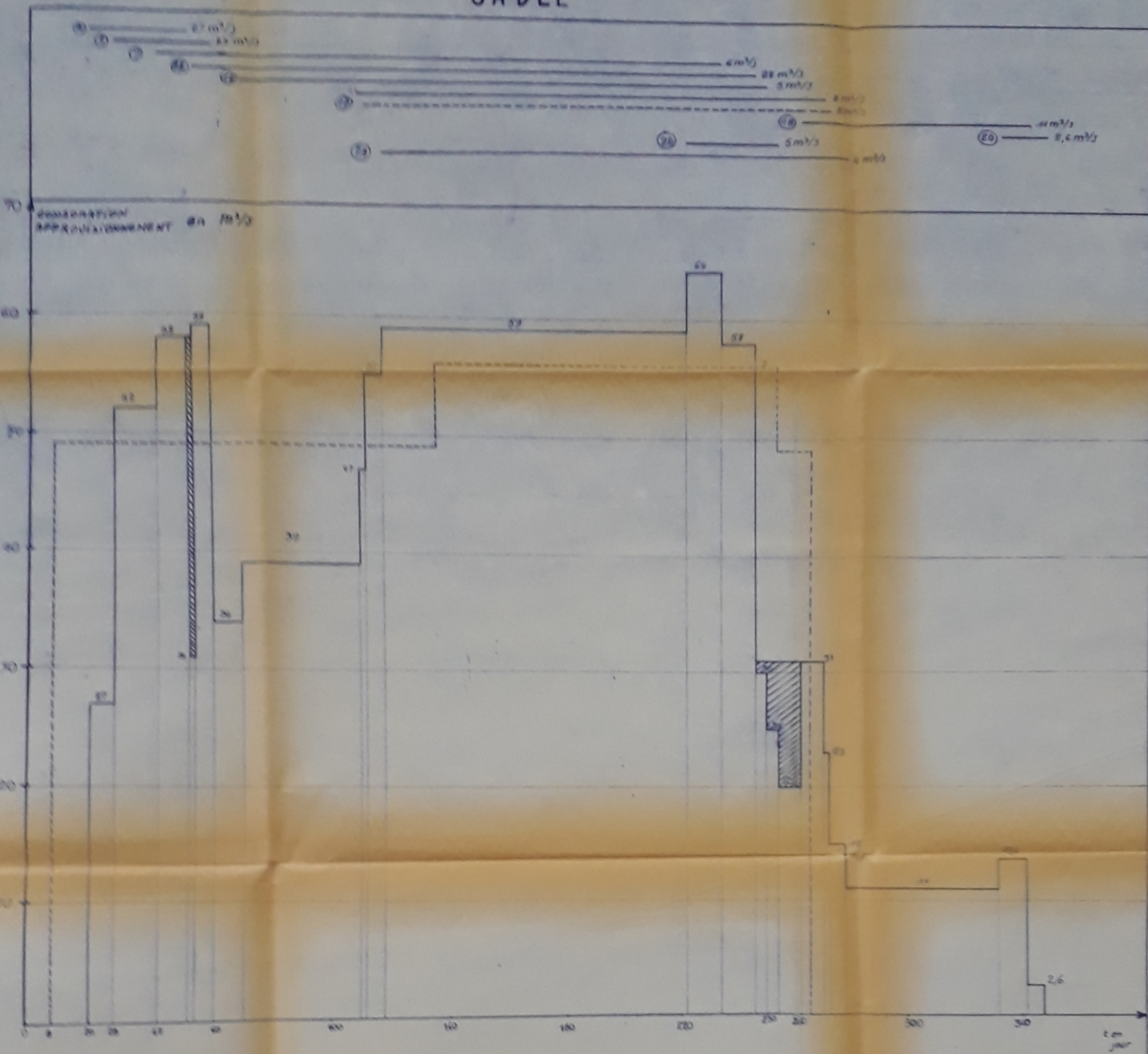
Handwritten mark

PB 01577
-6-

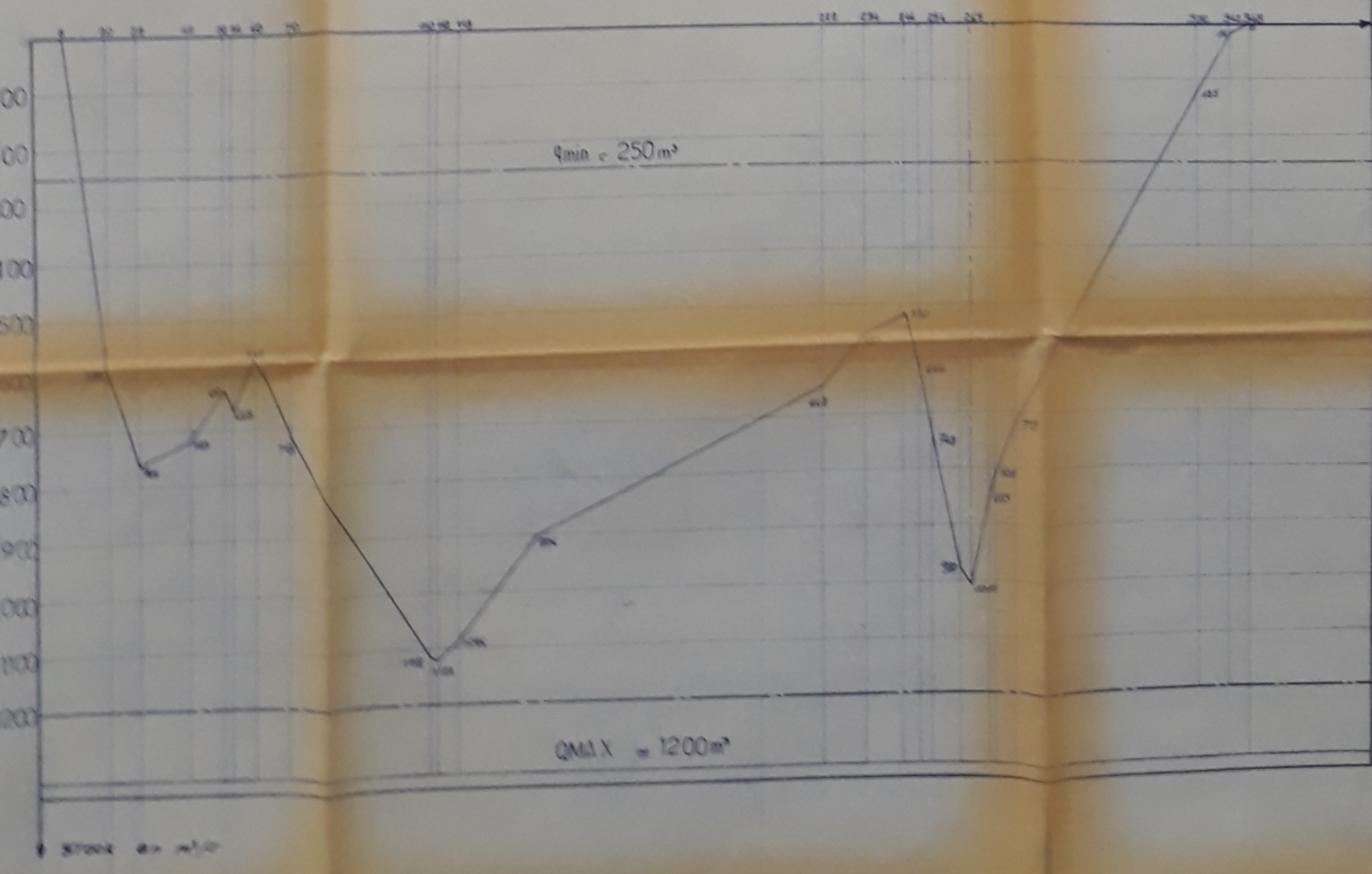
اسمىة الوطنى لعلوم الهندسة
التكنىة
.....
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHEQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE		
DPT GENIE CIVIL		
GRAPHIQUE DE CONSOMMATION DE BETON		
ELEVE INGENIEUR	MEDJIAH MOHAMMED	
ELEVE INGENIEUR	MERABET SAID	JUIN 77
PROMOTEUR	BIJINARIU NICOLAI MIRCEA	N° 6

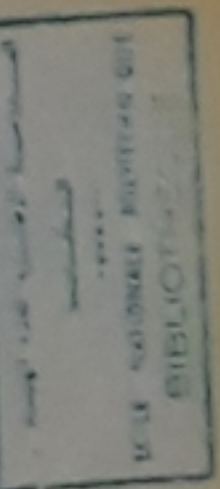
SABLE



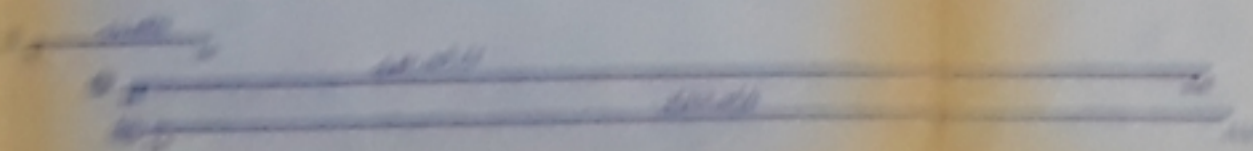
4. Coulage gros béton
6. Coulage Fondations
9. Coulage poteaux et voiles
12. Coulage dalles et poutres
14. Maçonnerie
17. Murs intérieurs et plafond (Enduit)
18. Revêtement fond
20. Enduit murs extérieurs
22. Mise en place de trottoirs
23. Couche de protection de l'isolation



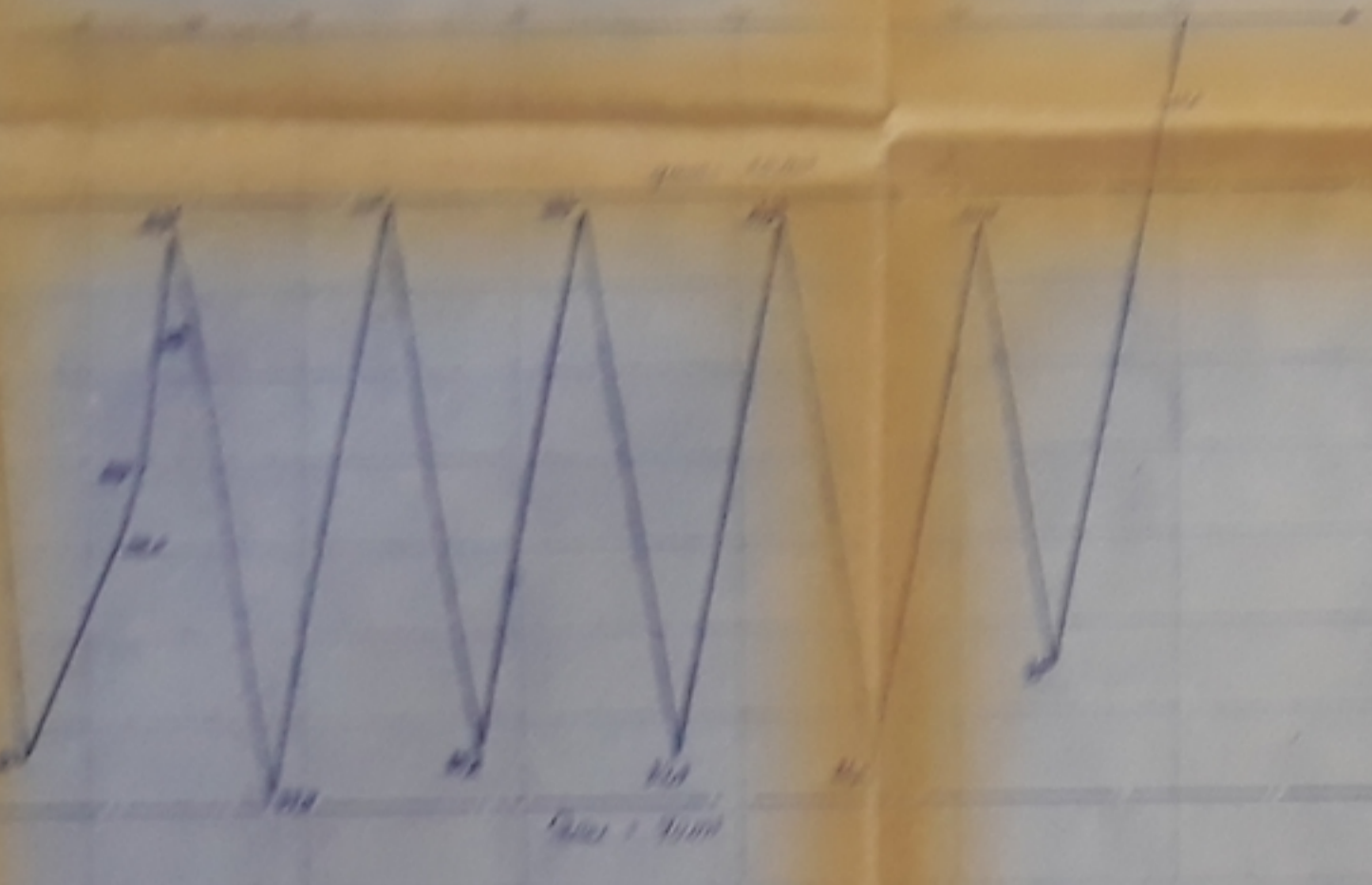
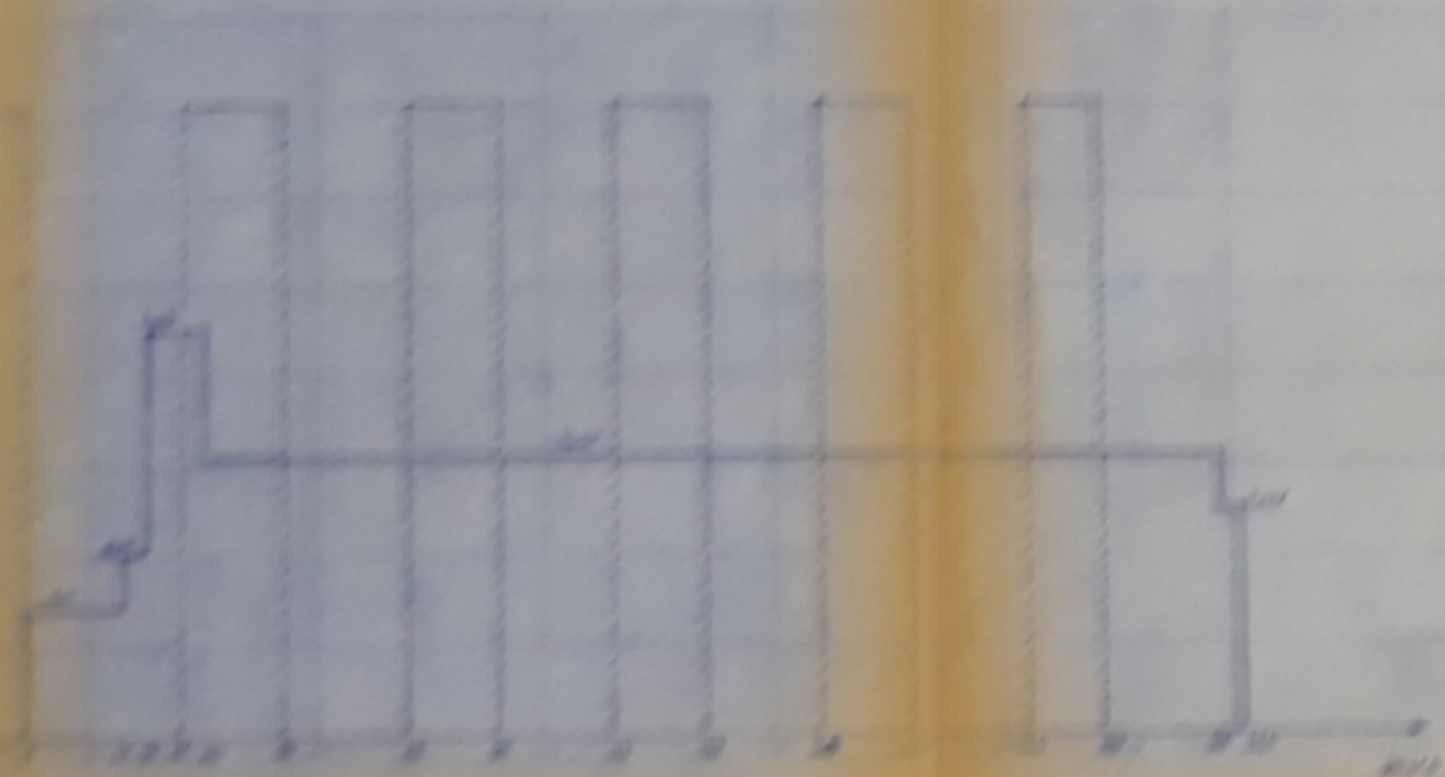
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER	
DIAGRAMMES D'APPROVISIONNEMENT DE CONSUMMATION ET DIFFERENTIEL (STOCK)	
élève ingénieur	MEDJAH MOHAMMED
élève ingénieur	MERABET SAID
promoteur	BEJINARU NICOLAE MIRCEA
	JUN 77
	n° 7*



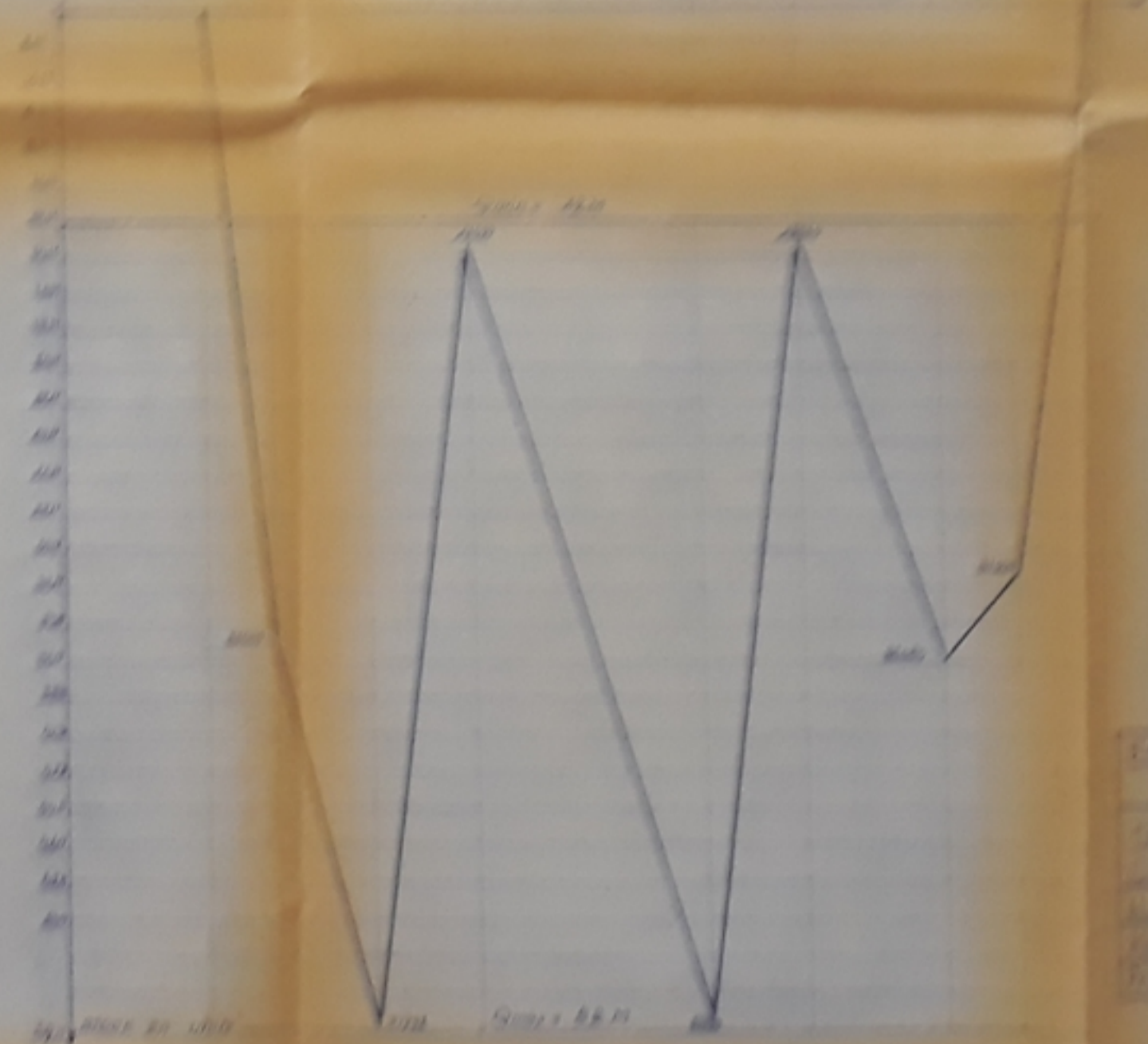
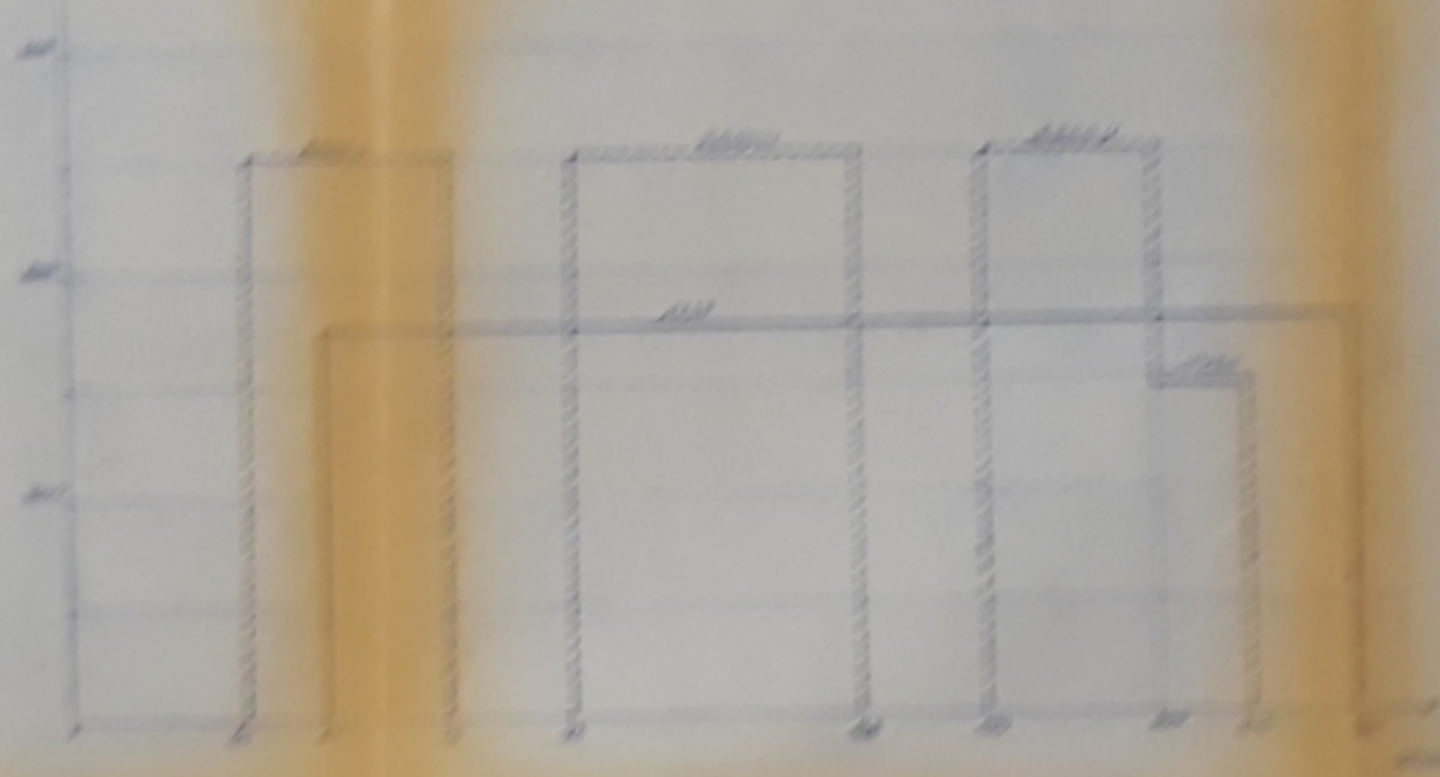
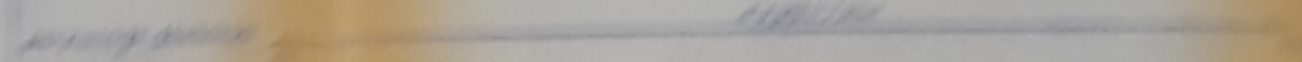
3015



- ① Réponse du système
- ② Réponse du système
- ③ Réponse du système

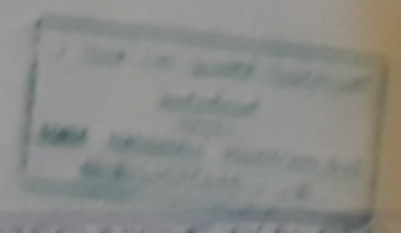


3020

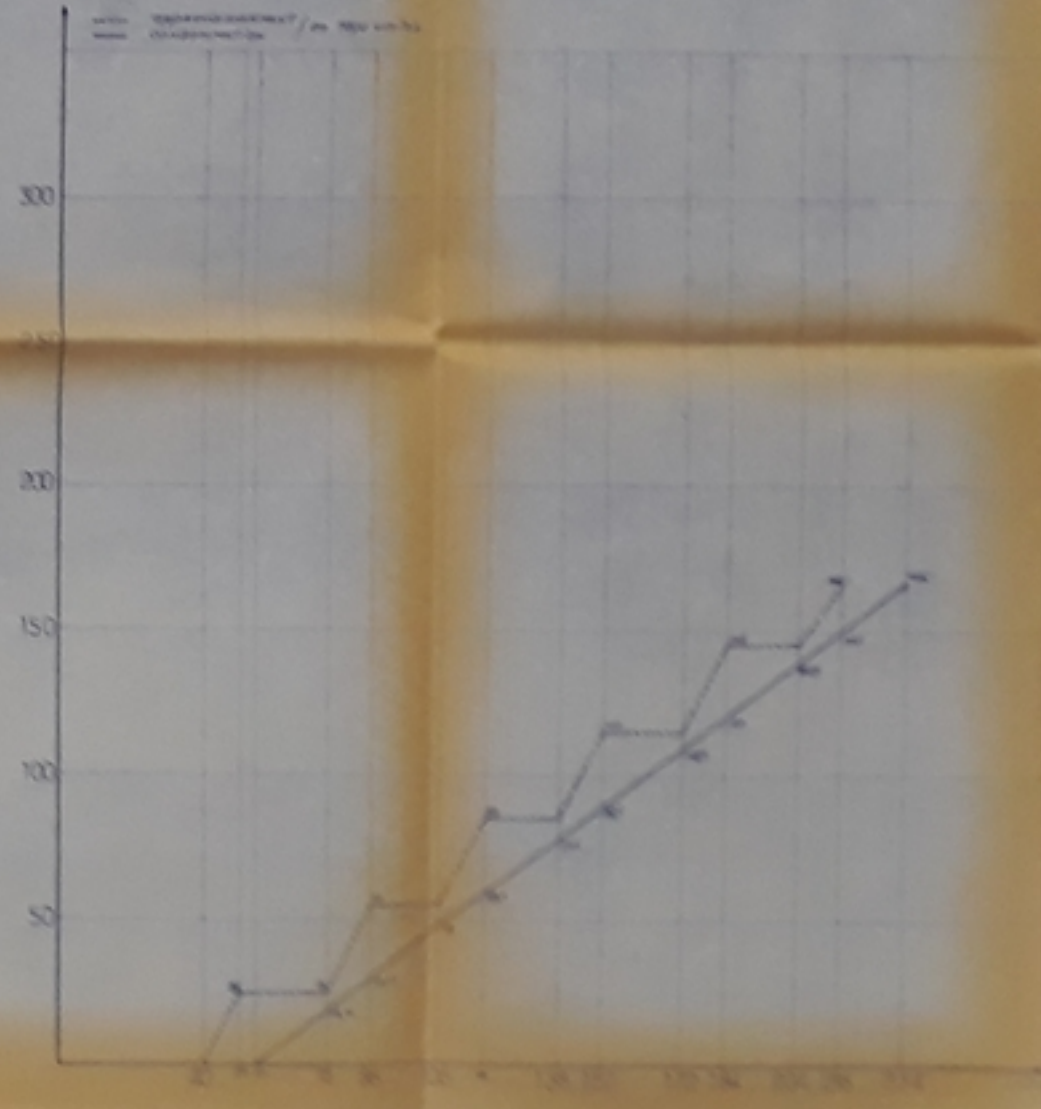
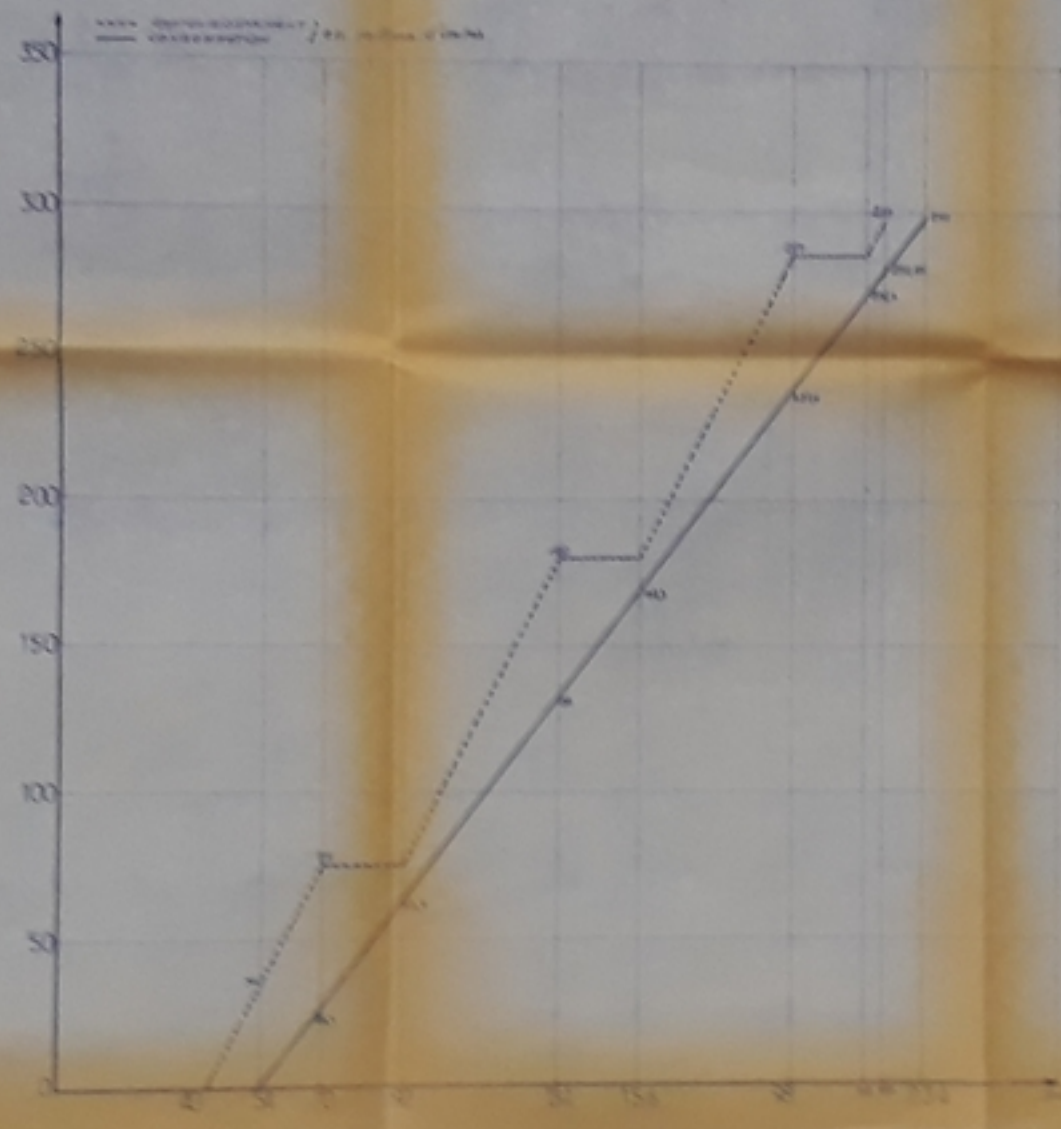
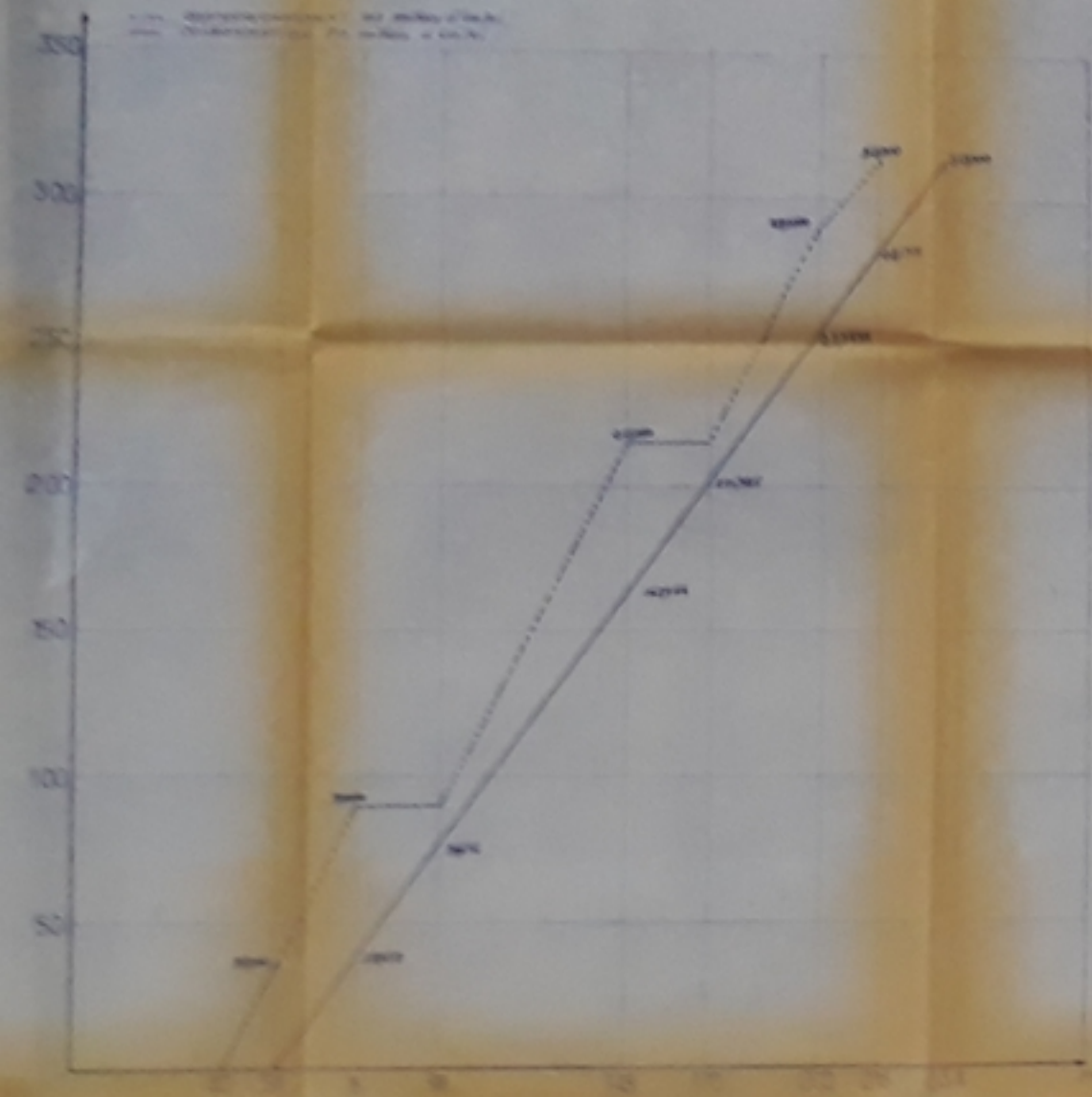


93-15-14

3



ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS		
UNIVERSITÉ DE BRUXELLES (SIXE)		
Nom	MERABET	61 72
Prénom	BEJINARU N. Mirela	



FB-571

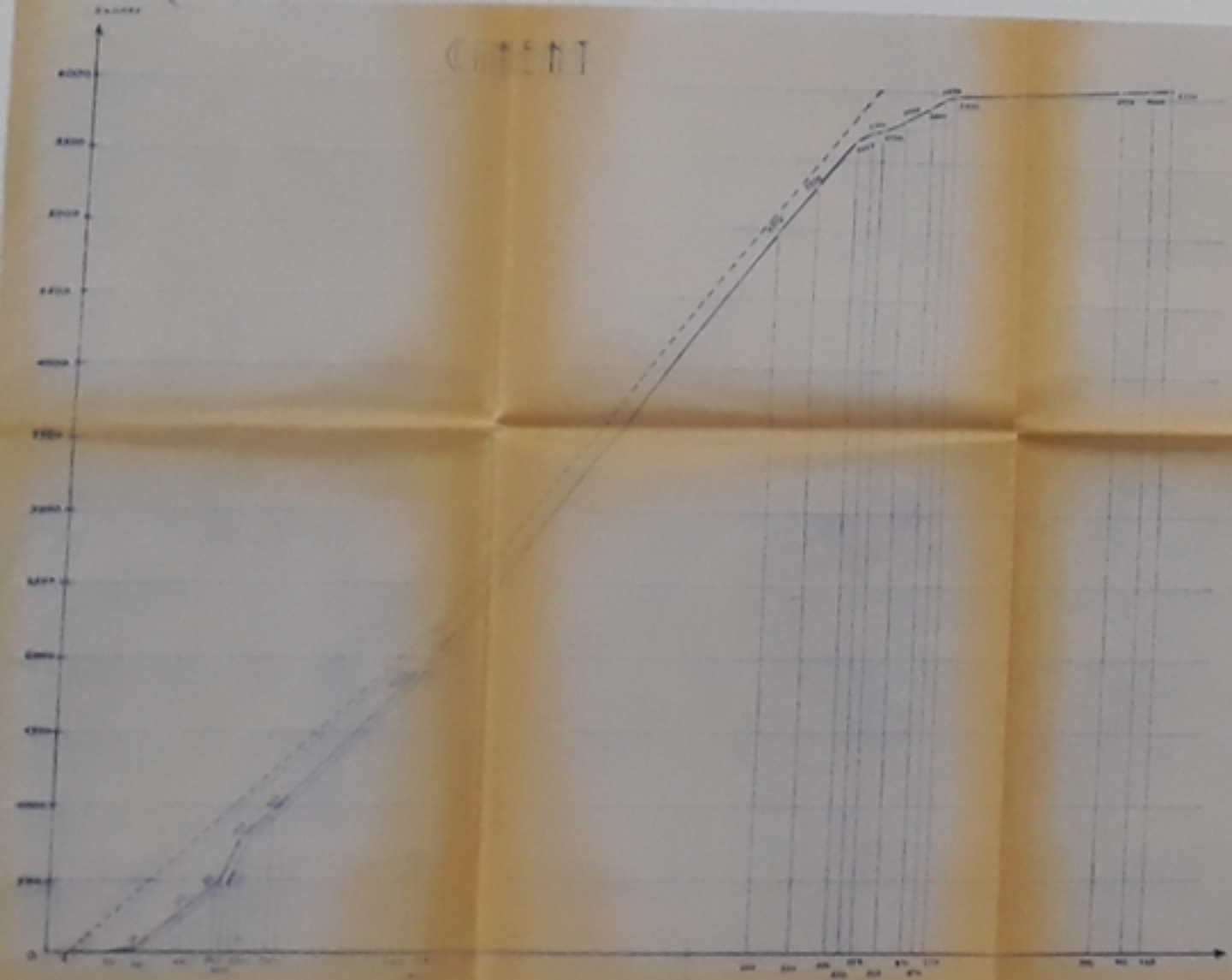
Ab.

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER

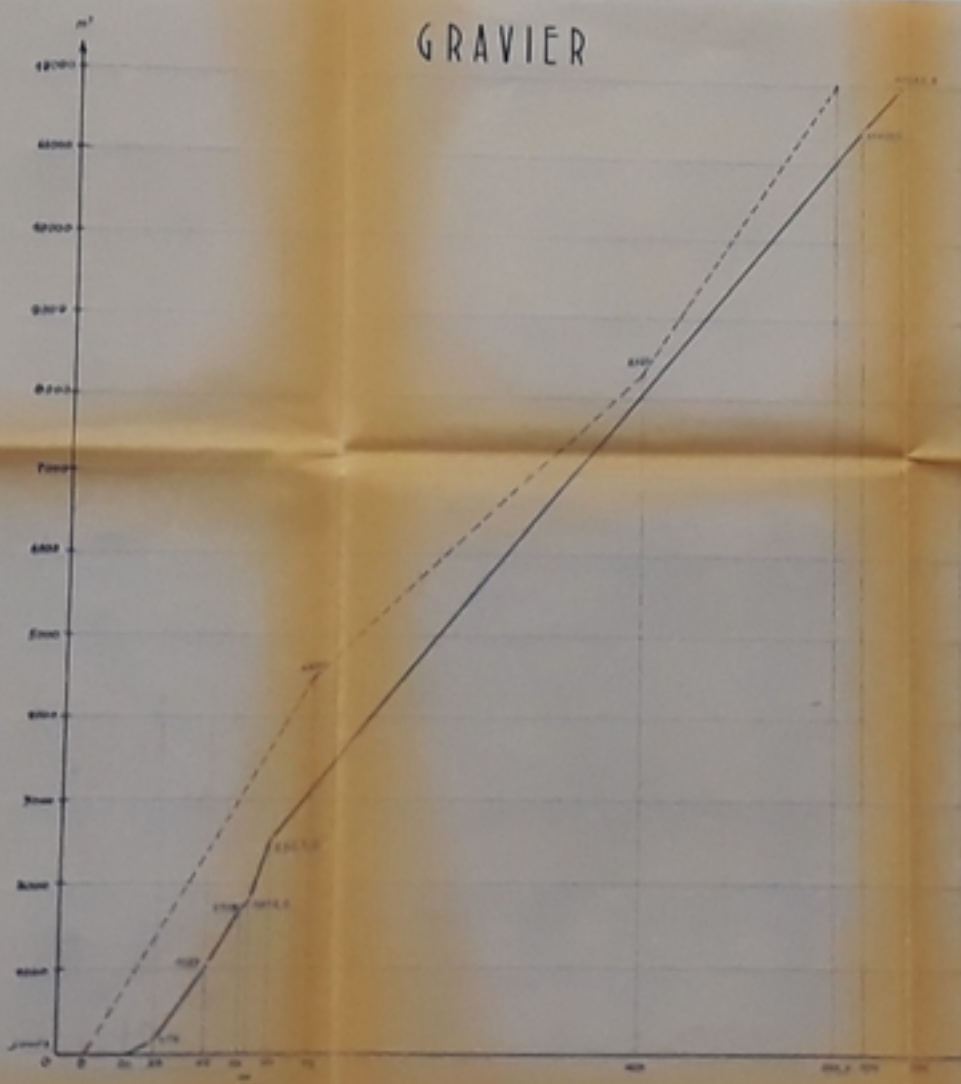
DEGRES INTERRAUX DE

Calculs et Applications

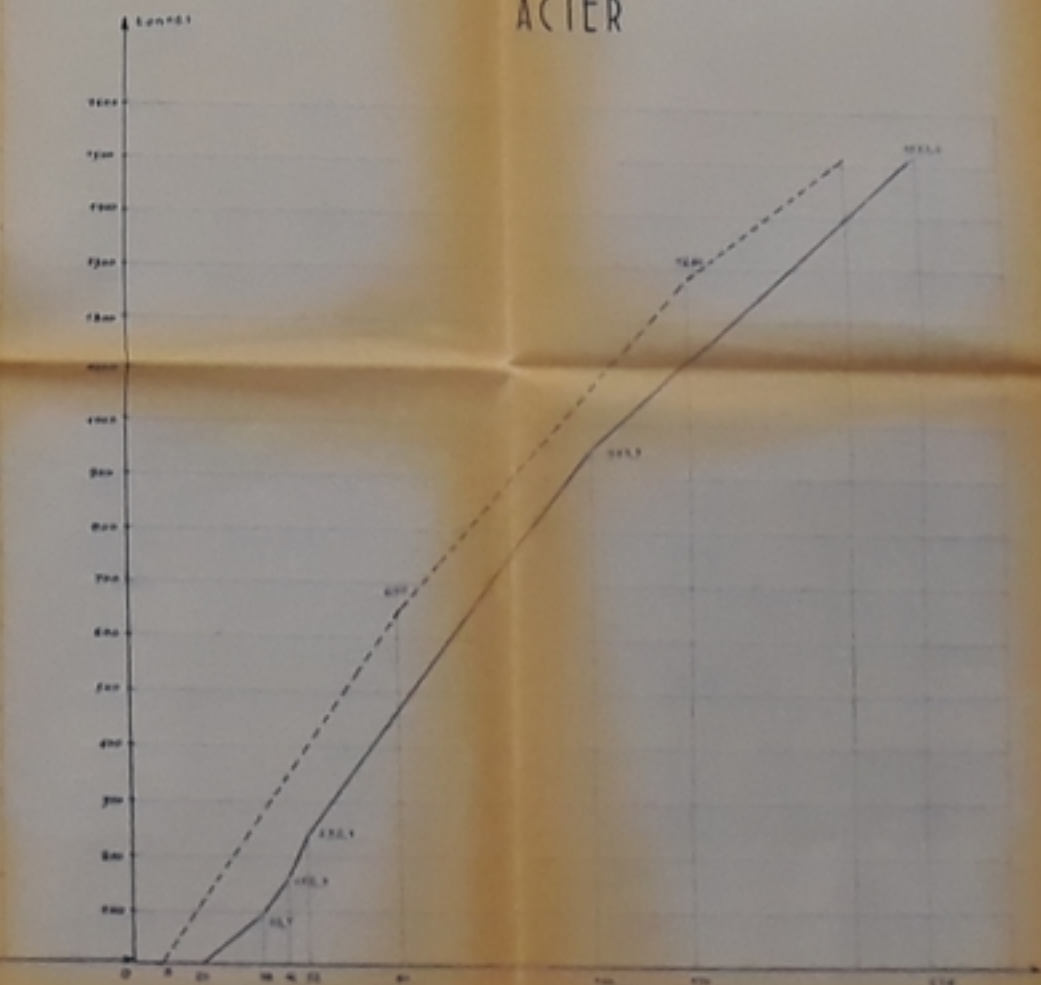
CEMENT



GRAVIER

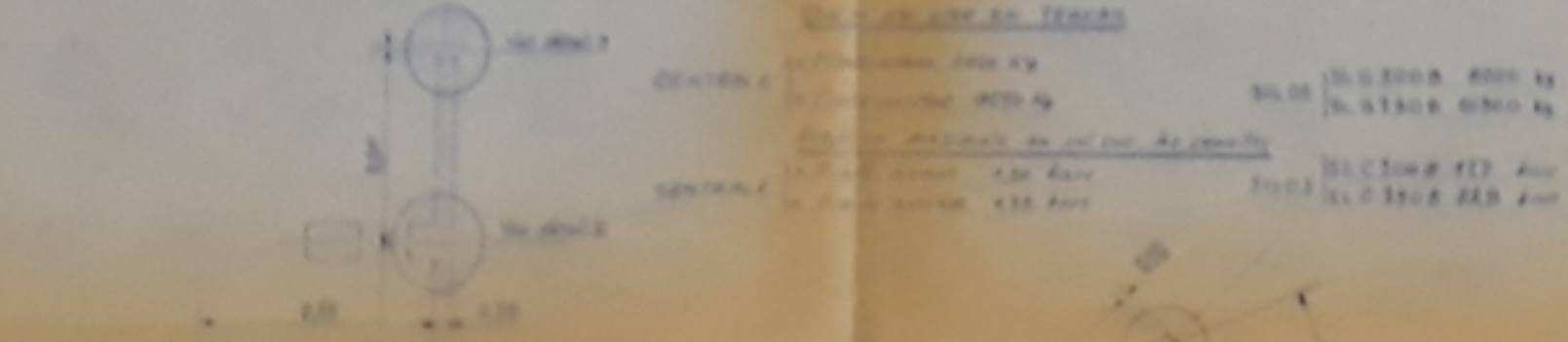
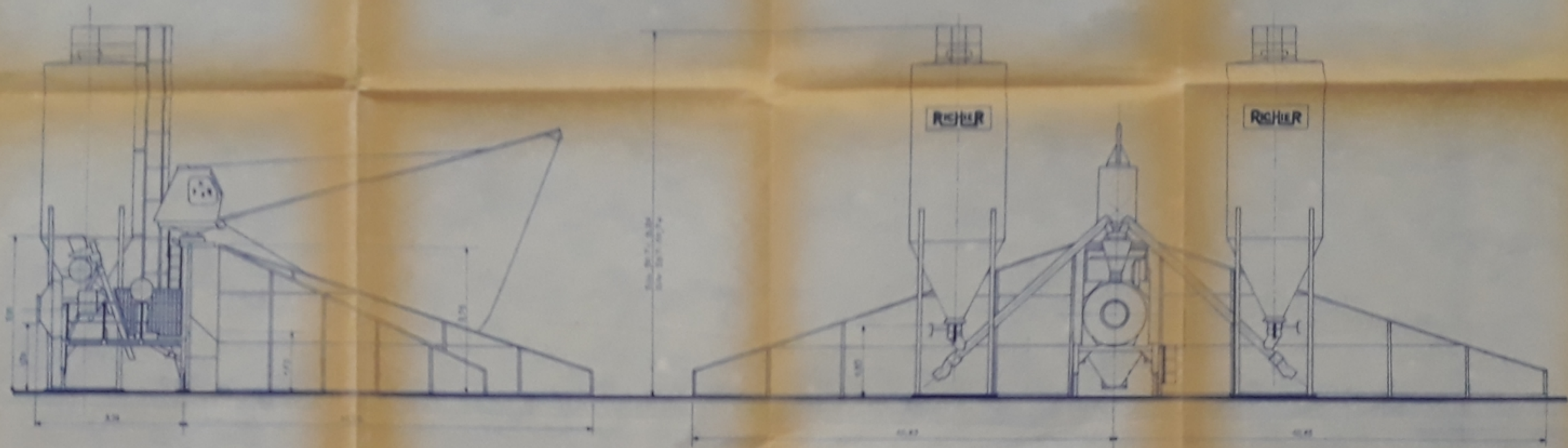


ACIER

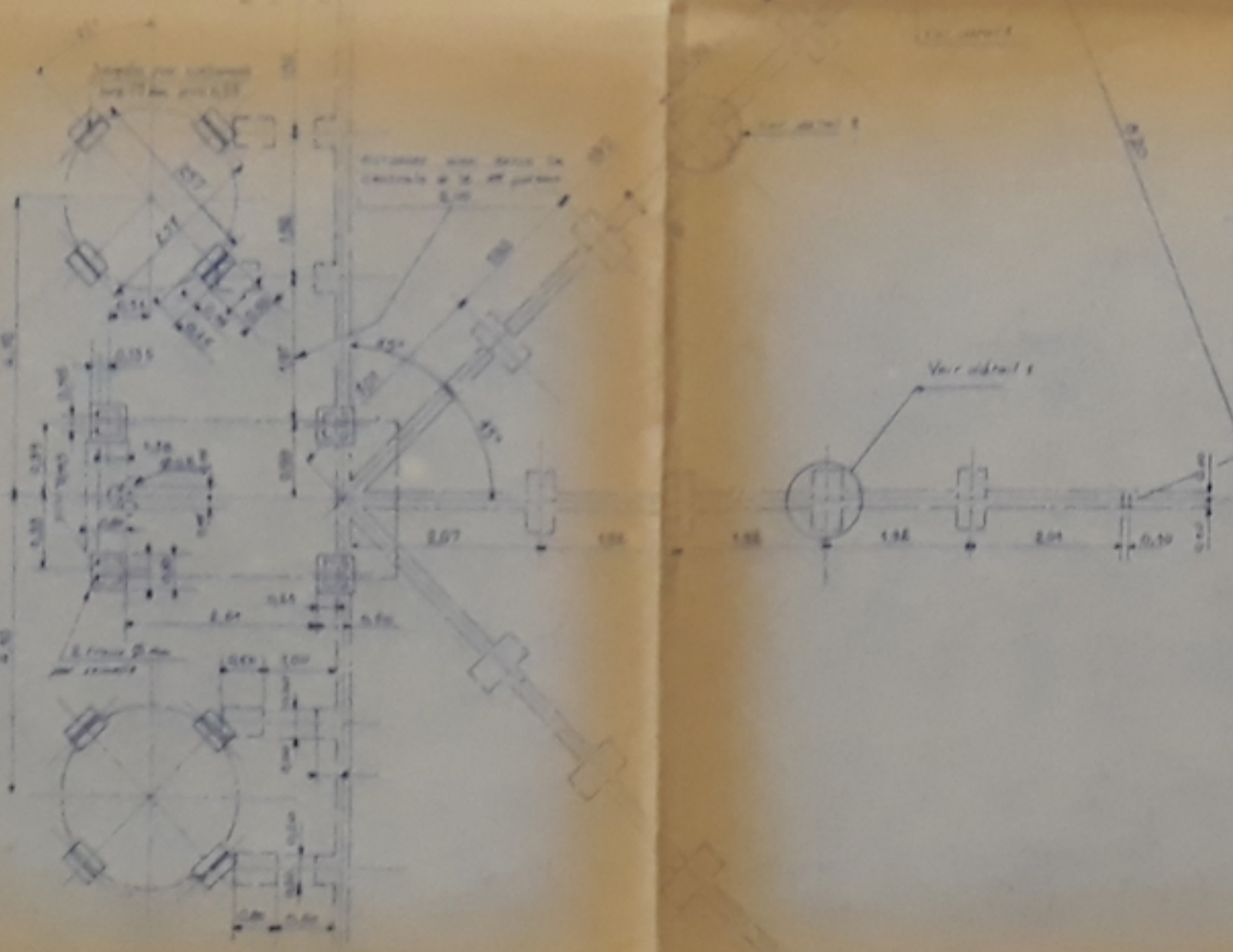
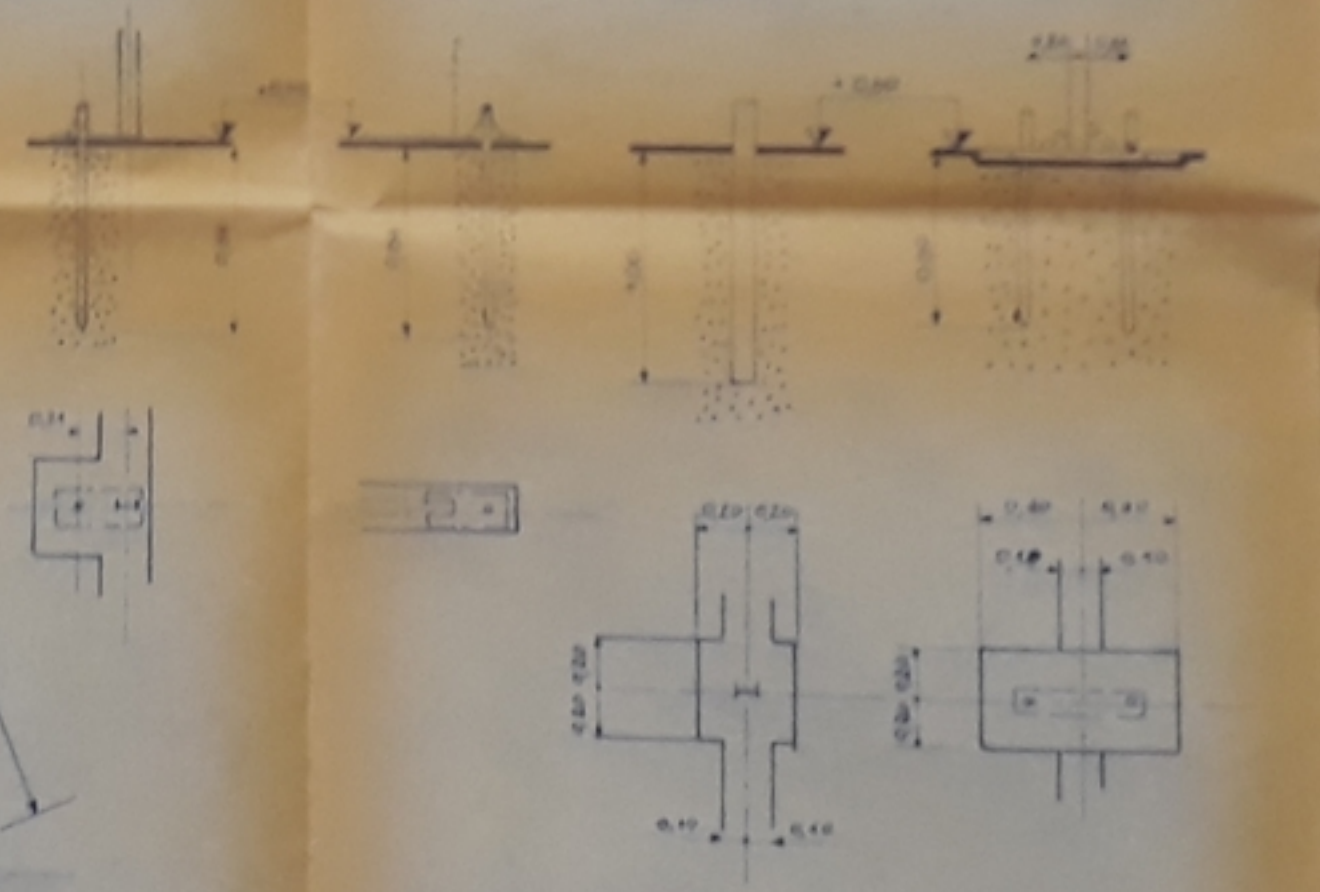


FD 1055
41

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE		
DIAGRAMMES INTÉGRAUX		
NOM DE L'ÉLÈVE	M. J. M. M. M.	
NOM DE L'ENSEIGNANT	M. J. M. M. M.	
DATE	M. J. M. M. M.	

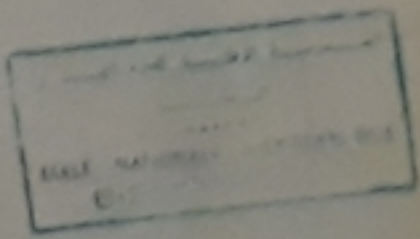


DETAIL 2 DETAIL 3 DETAIL 4



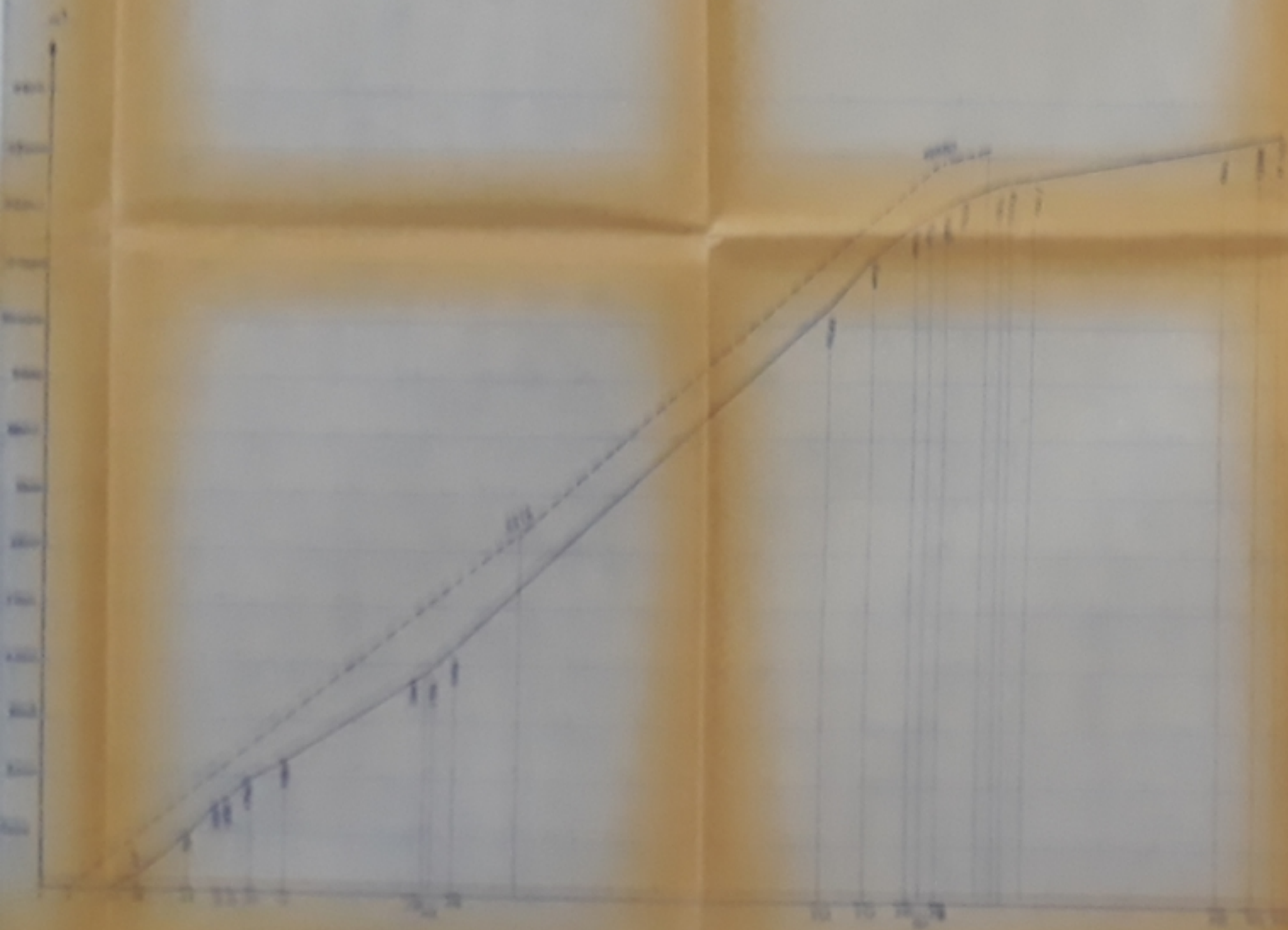
PB 01577

-12-

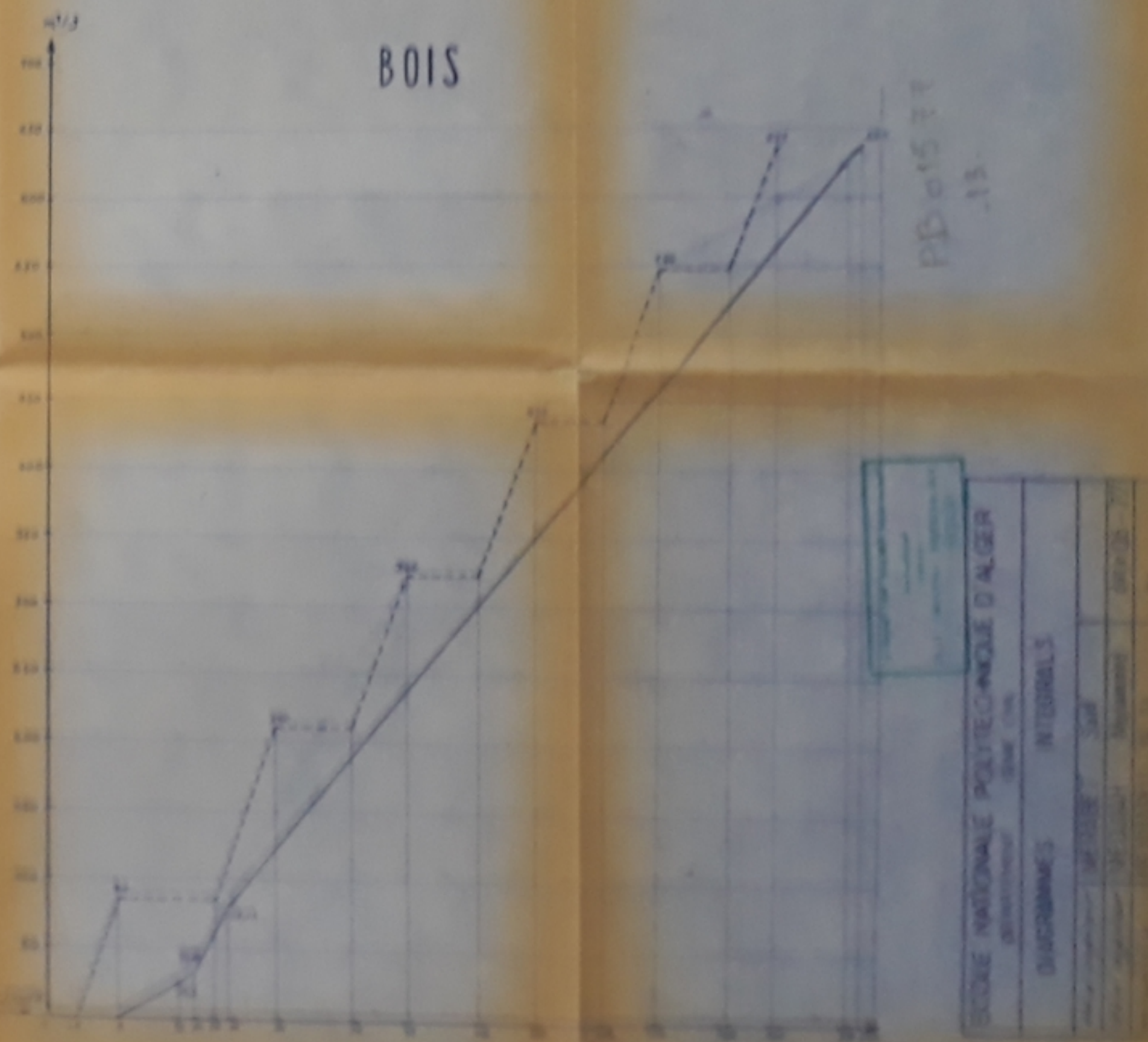


ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE			
CENTRALE A BETON DBB 315 12,5m ³ /h			
élève ingénieur	MEDJAH	MOHAMMED	06.1977
élève ingénieur	MERABET	SLIO	
promoteur	BEJMARIL	NICLAS	MARCEL

SABLE



BOIS



Stamp: *[Illegible]*

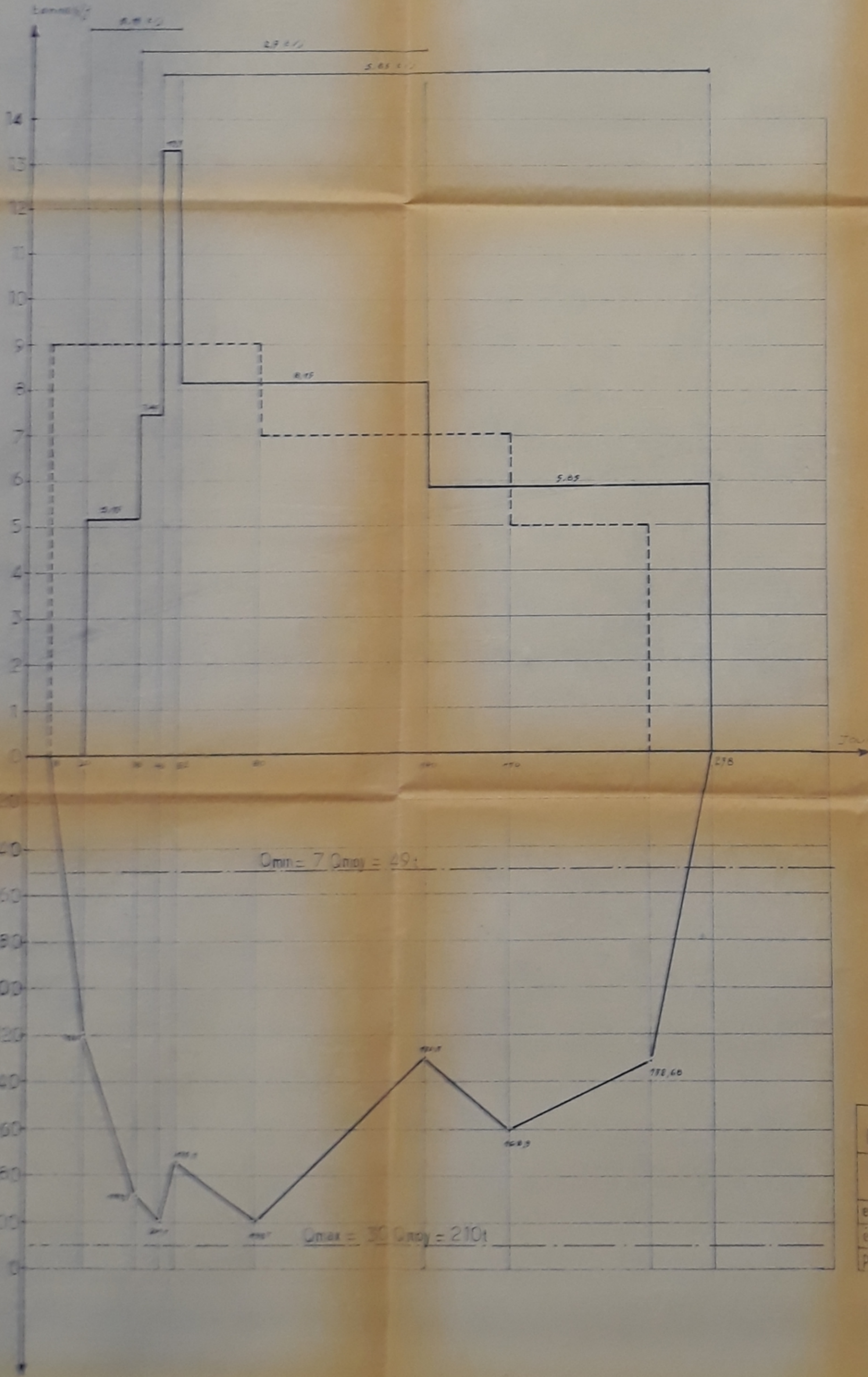
SCIENCE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER
 Département de Génie Civil

DIAGRAMMES INTÉRIEURS

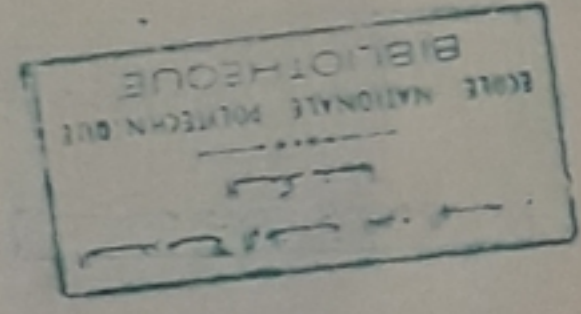
Nom de l'étudiant	Matricule	Date
Prénom	Matricule	Date

PPD 015 77
 .13

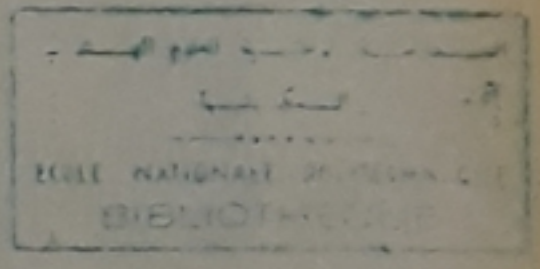
ACIER



- 5. ARMATURE FONDATION
- 9. ARMATURE POTEUX & VOILES
- 11. ARMATURE DALLES & POUTRES



PB 01577
-14-



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE			
DIAGRAMMES D'APPROVISIONNEMENT DE CONSUMMATION ET DIFFERENTIEL (STOCK)			
eleve ingénieur	MEDJIAH MOHAMMED		
eleve ingénieur	MERABET SAID		06_1977
promoteur	BEJINARIU NICULAE MIRCEA		N° 7e

GRAPHIQUE RESEAU

FONDATIONS

VOIE DE CHAUSSÉE

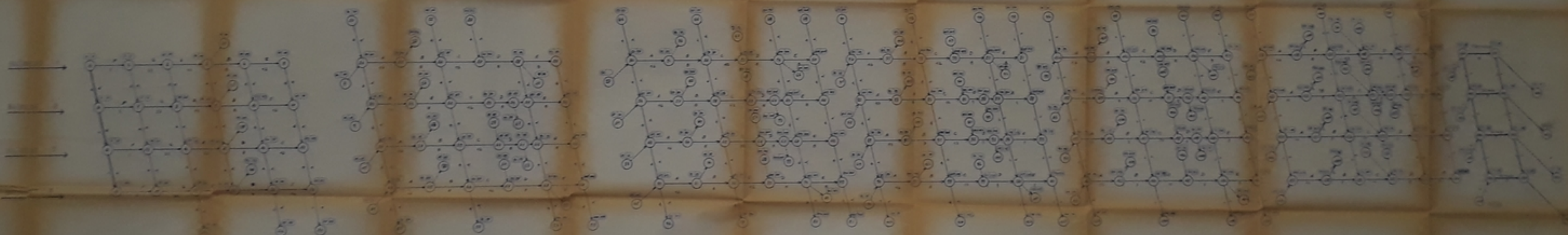
ETAGE 1

ETAGE 2

ETAGE 3

ETAGE 4

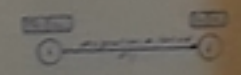
TOIT



LEGÈRE

MÉTALLI

- 1. FONDATIONS (MAçonNERIE, COFFRAGE, ARMATURES, COLONNES)
- 2. REVÊTEMENT
- 3. MAçonNERIE EXTERIEURE - MISE EN PLACE DE FENÊTRES ET PORTES
- 4. REVÊTEMENT INTERIEUR
- 5. REVÊTEMENT - PEINTURE
- 6. PLANCHER
- 7. PLAFOND
- 8. TOITURE
- 9. DÉCORATION DES TERRAZZES AND BALCONS
- 10. TERRAZZES



1. ...

2. ...

3. ...

4. ...

5. ...

6. ...

7. ...

8. ...

9. ...

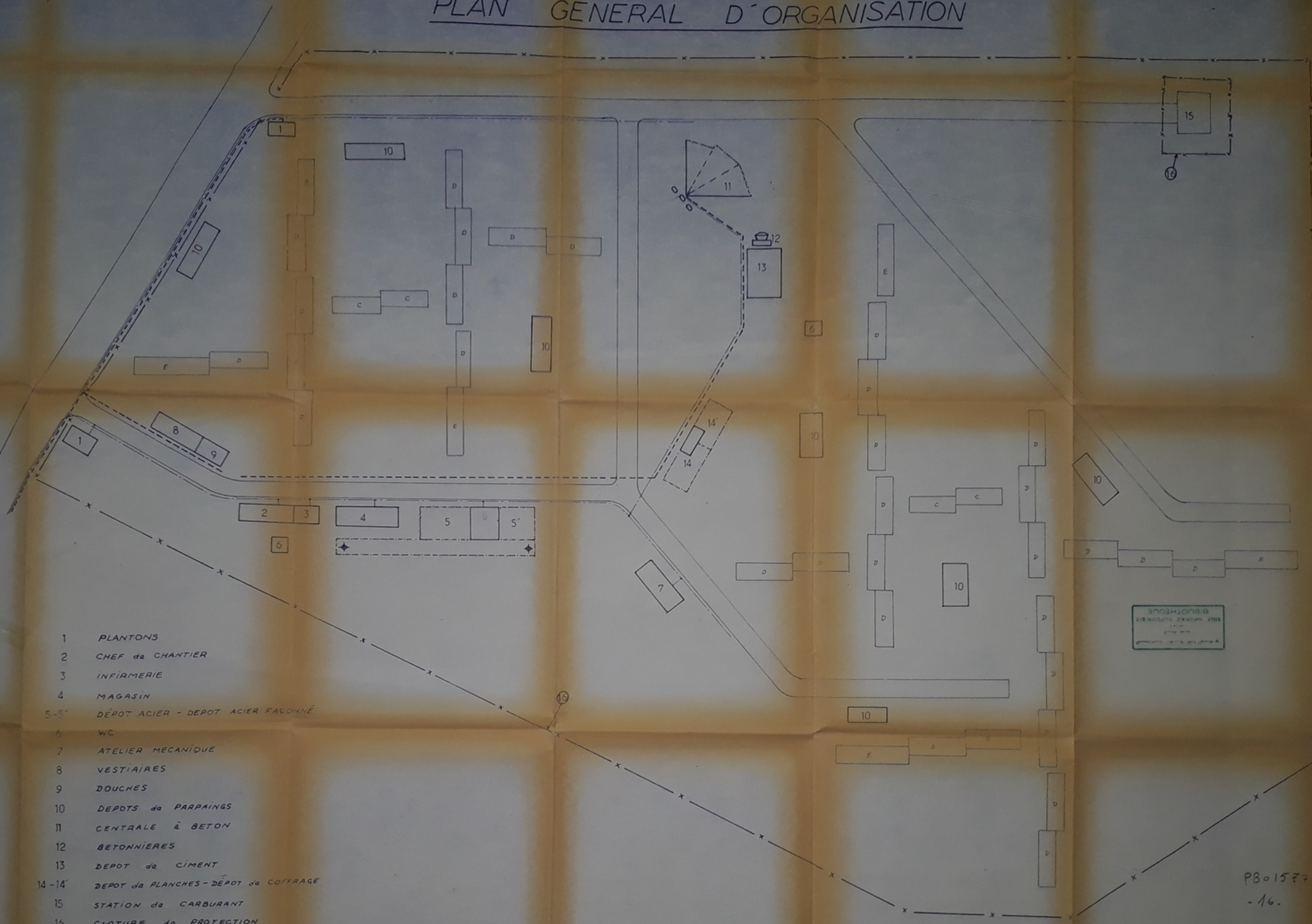
10. ...

PROJET DE ...

DATE ...

...

PLAN GENERAL D'ORGANISATION



- 1 PLANTONS
- 2 CHEF de CHANTIER
- 3 INFIRMERIE
- 4 MAGASIN
- 5-5' DÉPOT ACIER - DÉPOT ACIER FAGONNÉ
- 6 WC
- 7 ATELIER MECANIQUE
- 8 VESTIAIRES
- 9 DOUCHES
- 10 DÉPOTS de PARPAINGS
- 11 CENTRALE à BETON
- 12 BETONNIERES
- 13 DÉPOT de CIMENT
- 14-14' DÉPOT de PLANCHES - DÉPOT de COFFRAGE
- 15 STATION de CARBURANT
- 16 CLOTURE de PROTECTION

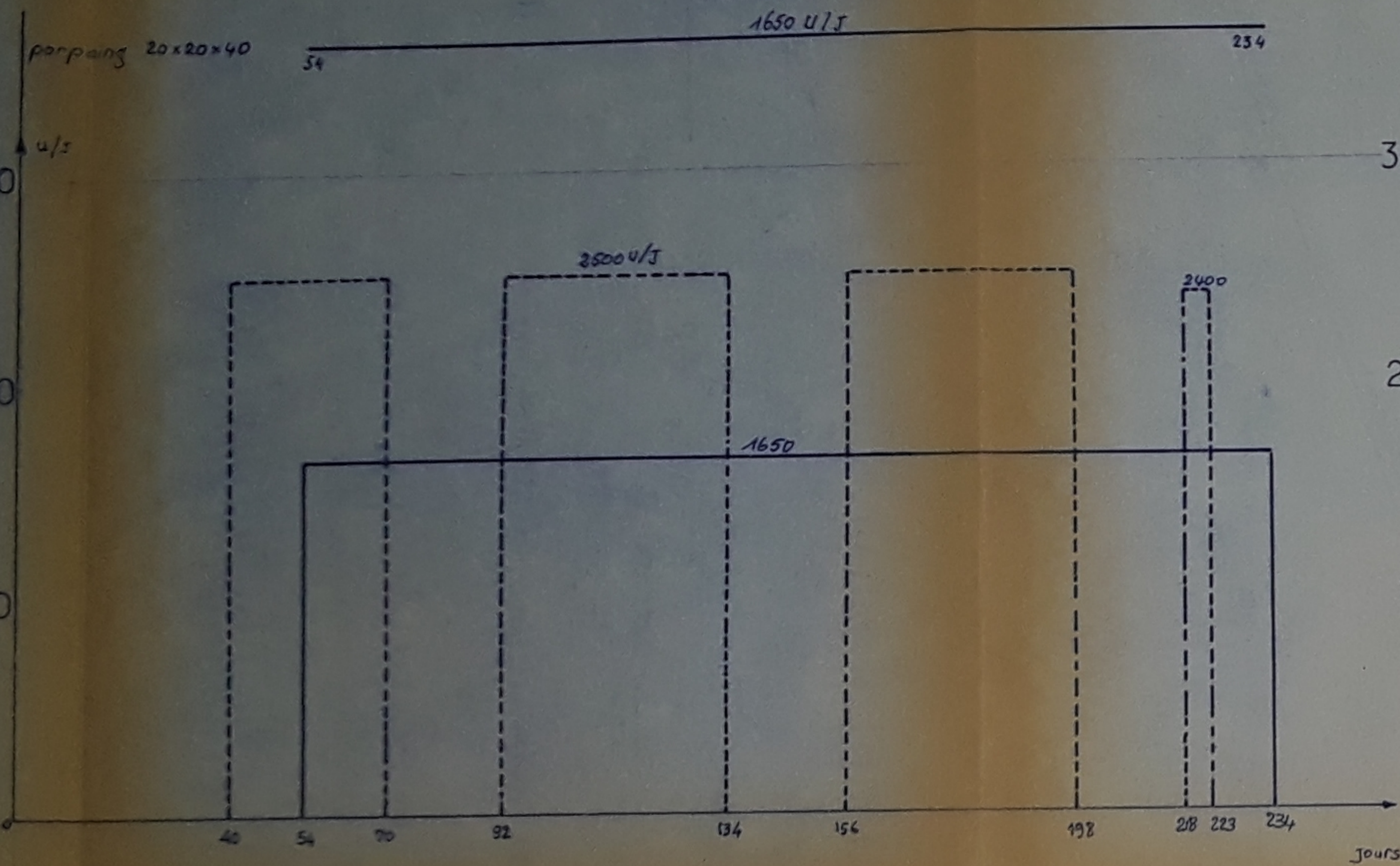
--- EAU
 - - - - - ELECTRICITÉ

BIBLIOTHEQUE

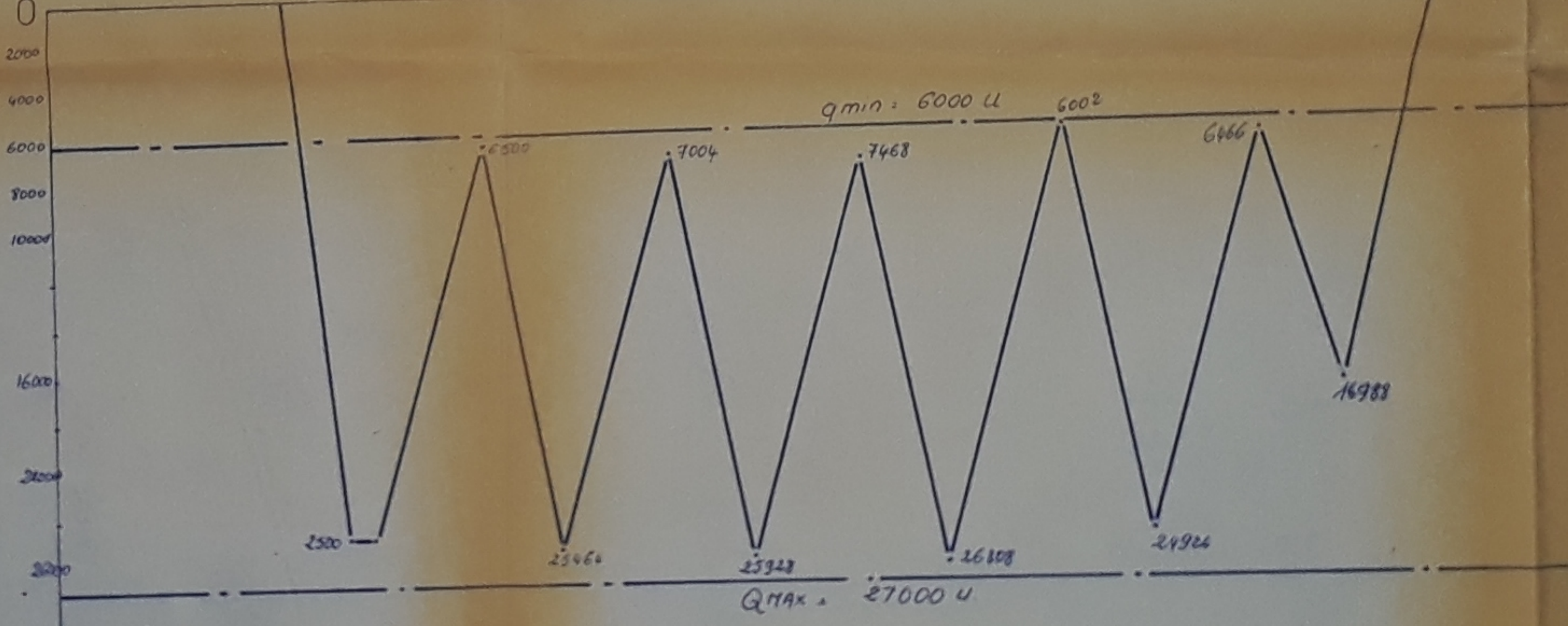
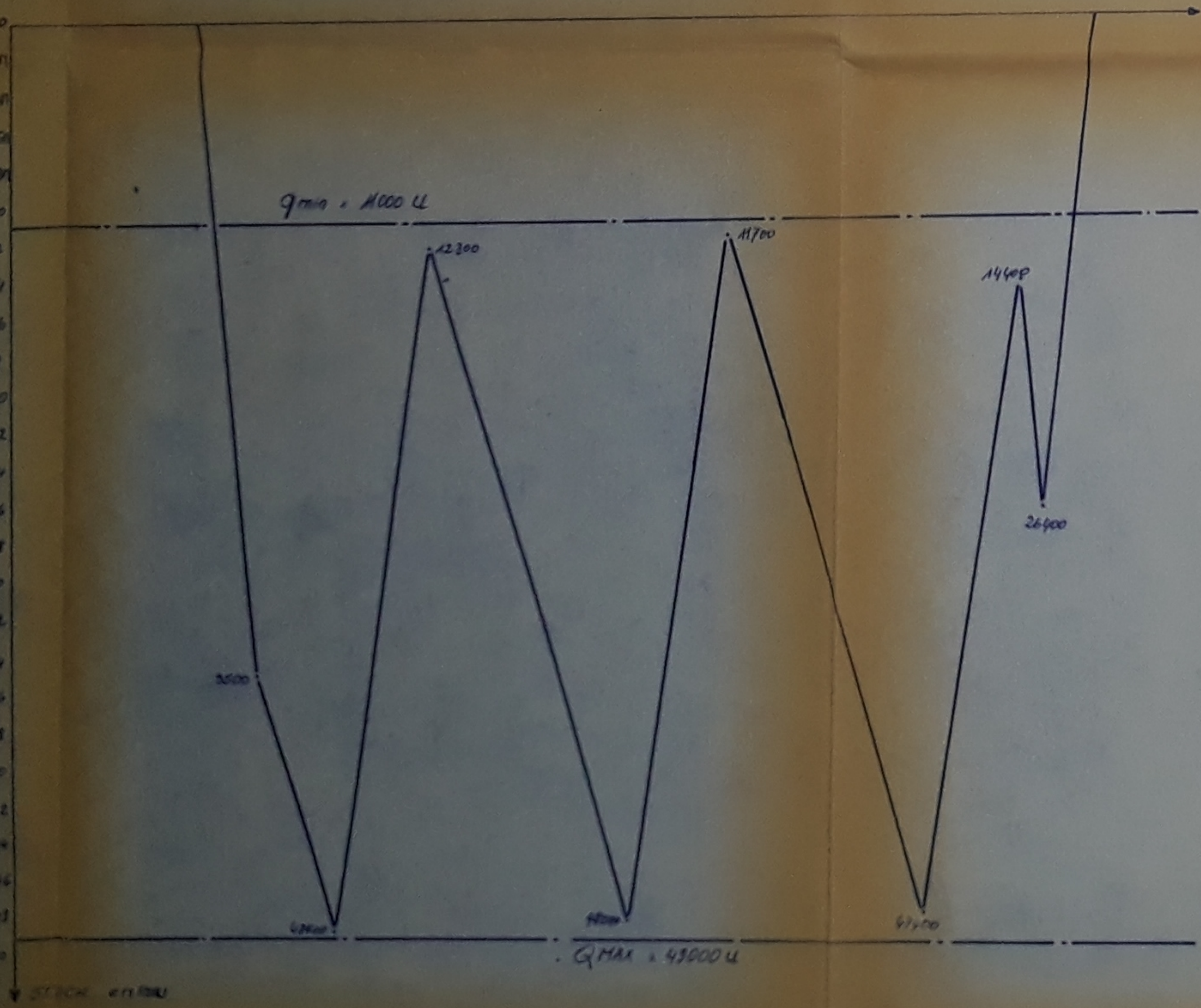
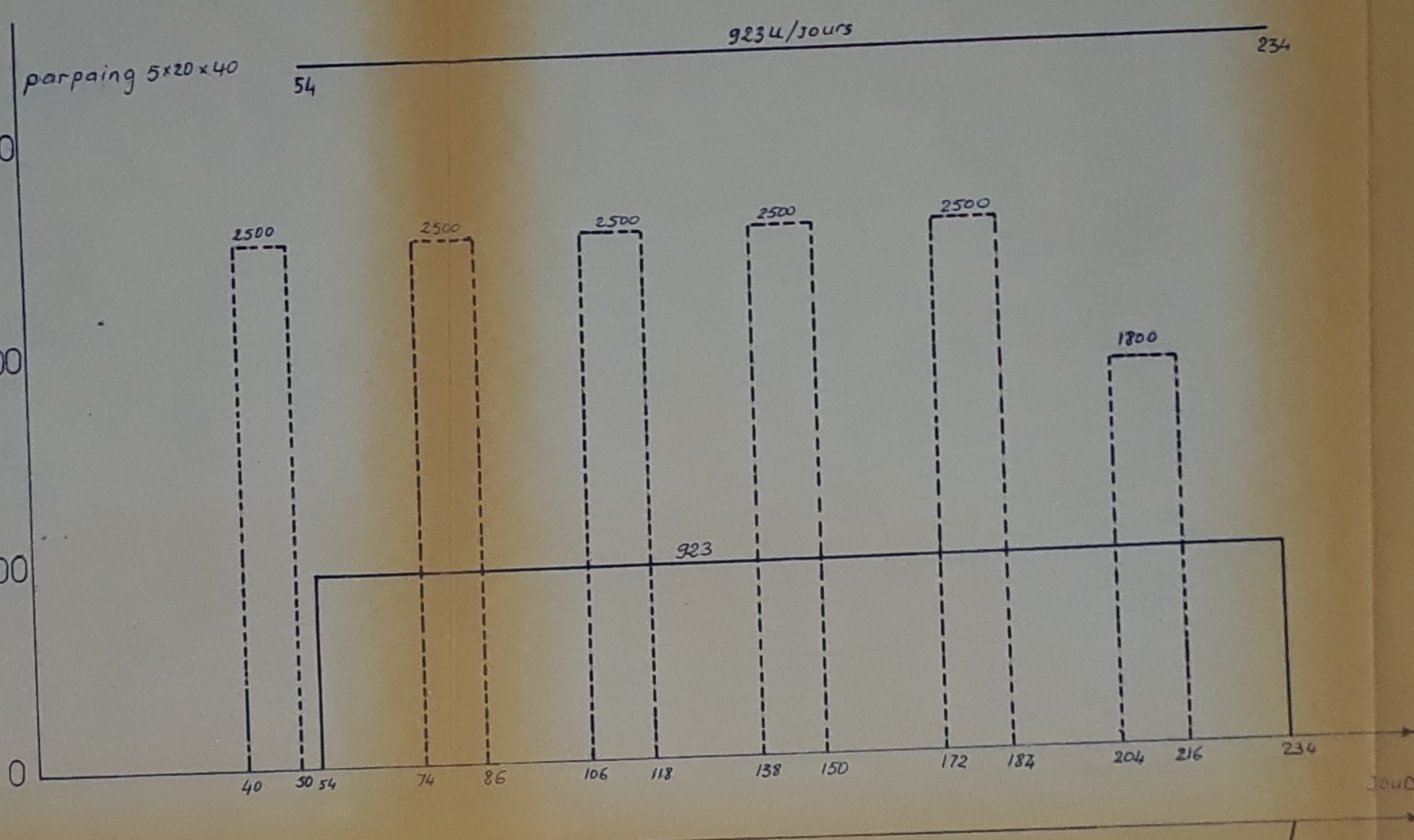
PB 01577
 - 16 -

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE			
PLAN GENERAL D'ORGANISATION			
Ingénieur	MERABET	S.	
Ingénieur	MEDJAH	M.	06 / 77
Ingénieur	BEJINAROU	N.	

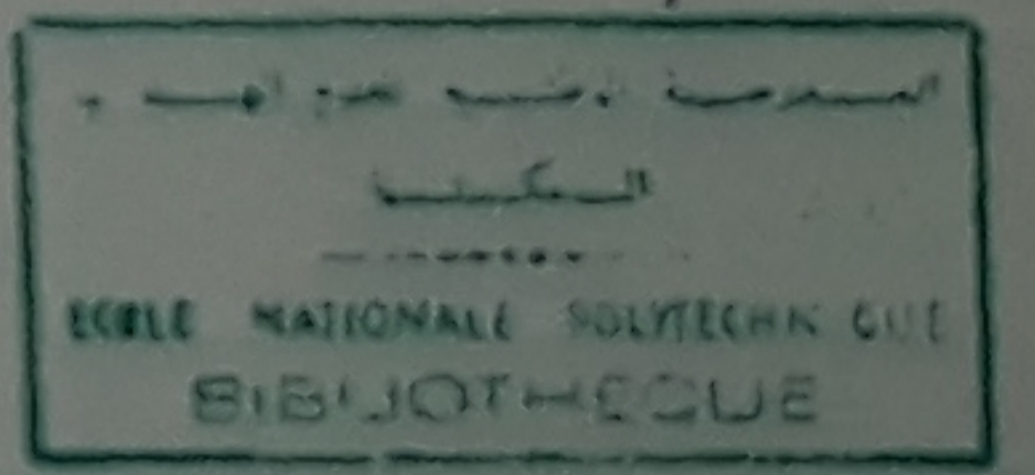
PARPAING 20X 20X 40



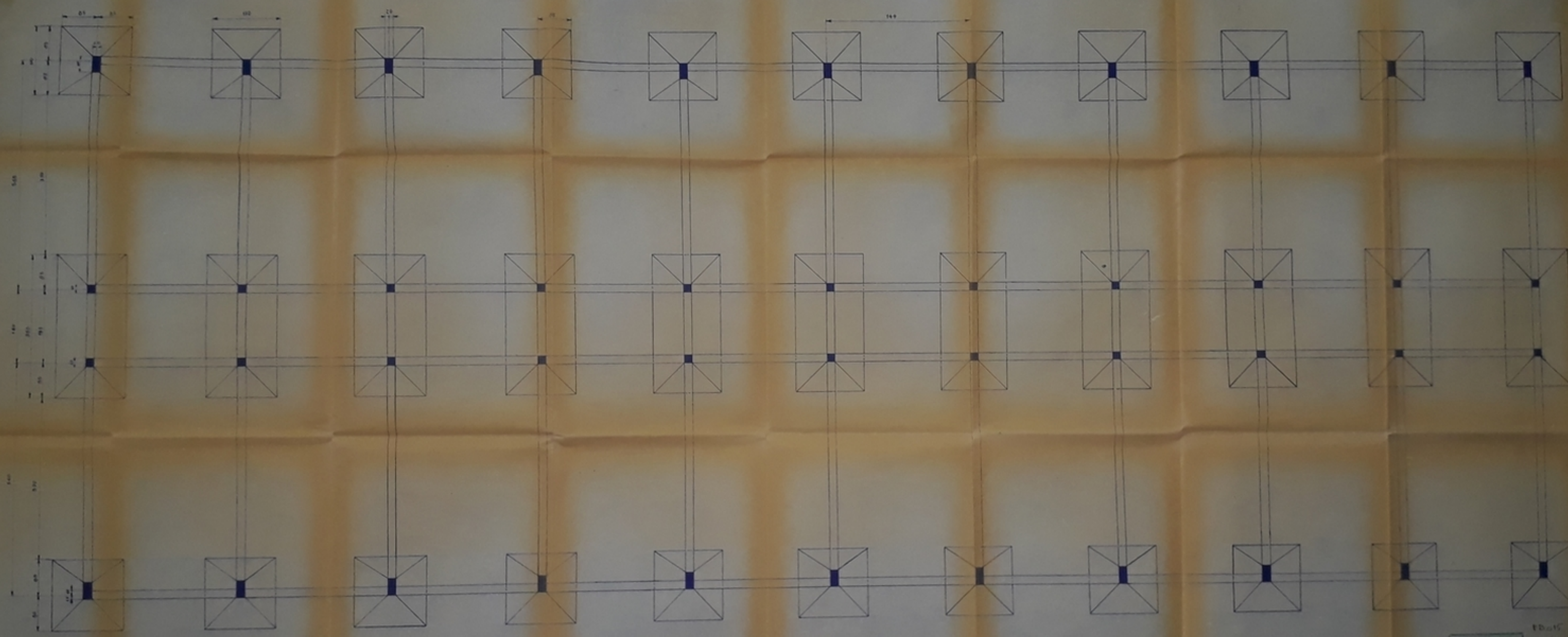
PARPAING 5X 20X 40



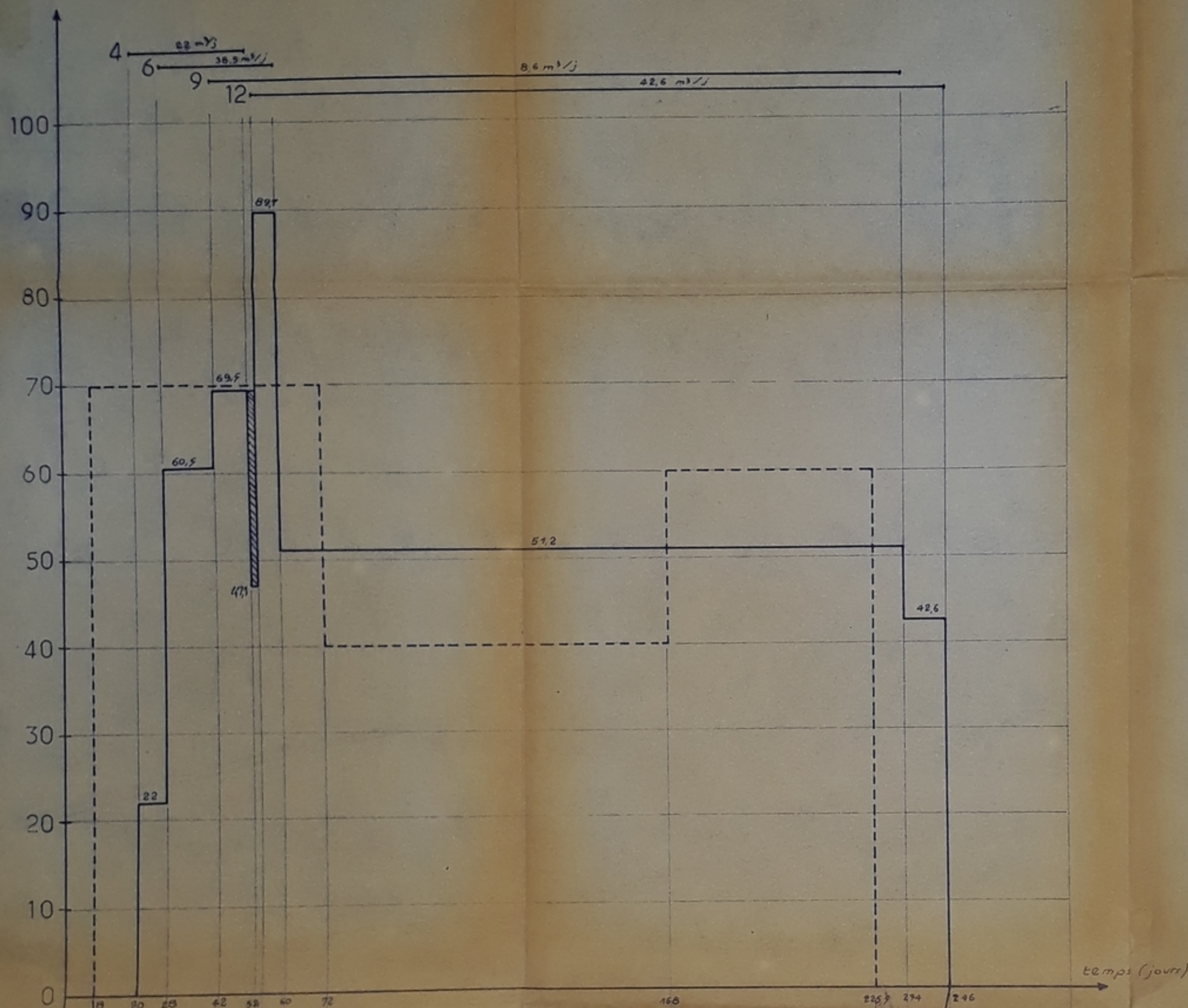
PB 01577
-18-



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER		
DIAGRAMMES D'APPROVISIONNEMENT DE CONSOMMATION & DIFFERENTIEL (STOCK)		
élève-ingénieur	MEDJIAH Mohammed	
élève-ingénieur	MERABET Saïd	DATE 06 - 77
promoteur	BEJINARIU N. Mircea	N° 7a

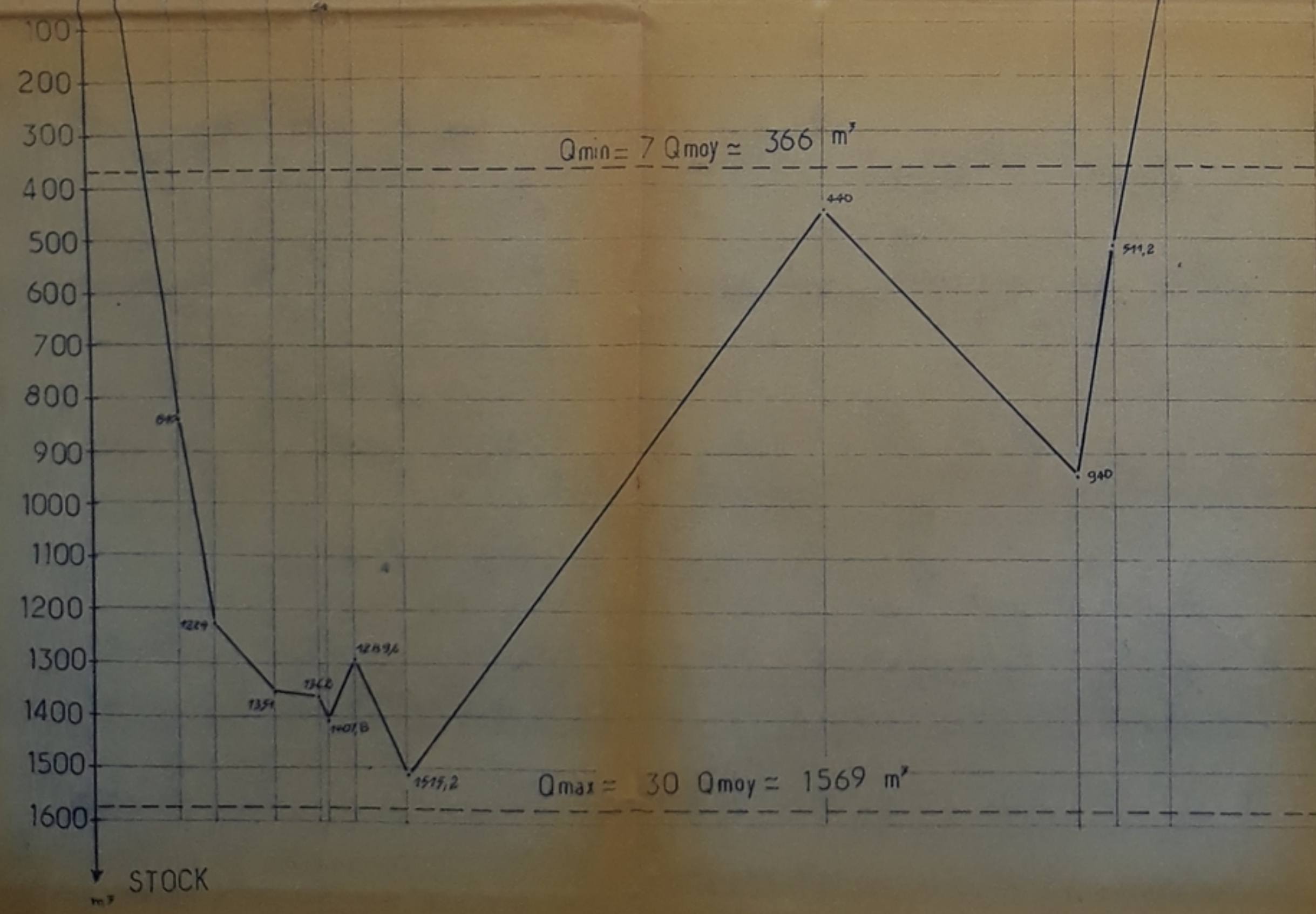


1000
10



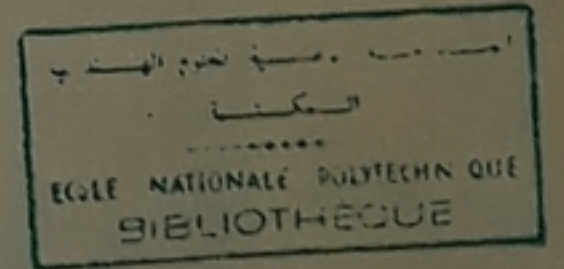
GRAVIER

- 4 COULAGE GROS BETON
- 6 COULAGE FONDATION
- 9 COULAGE POTEaux & VOILES
- 12 COULAGE DALLES & POUTRES

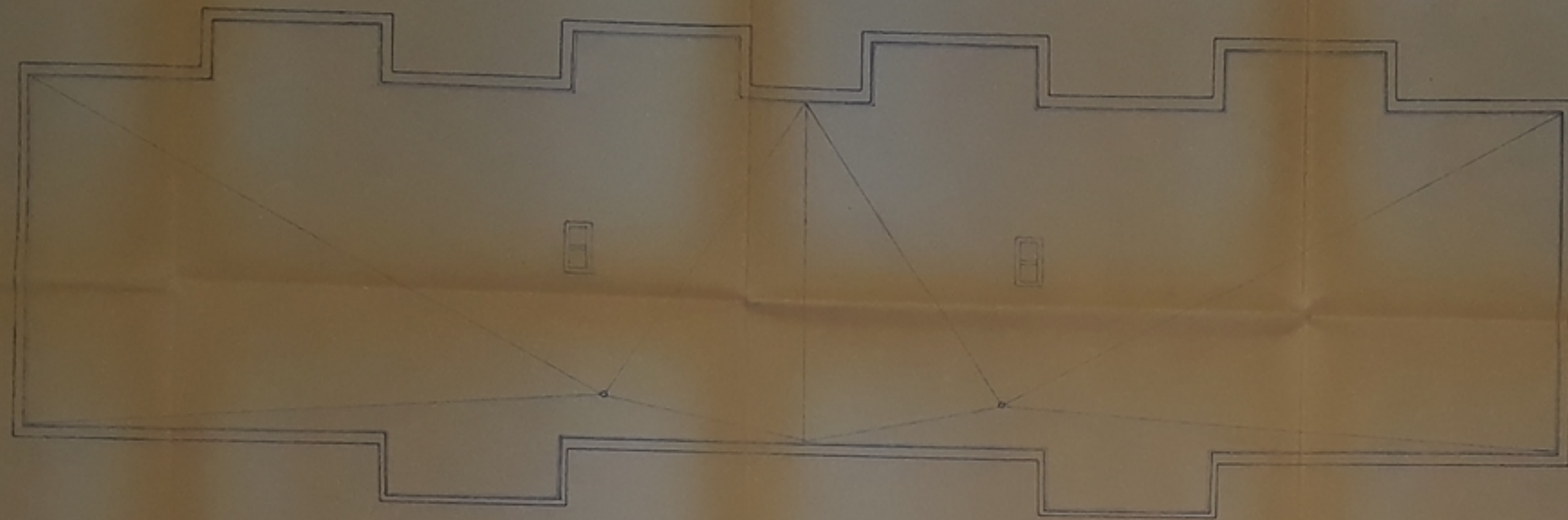


PB 0157E

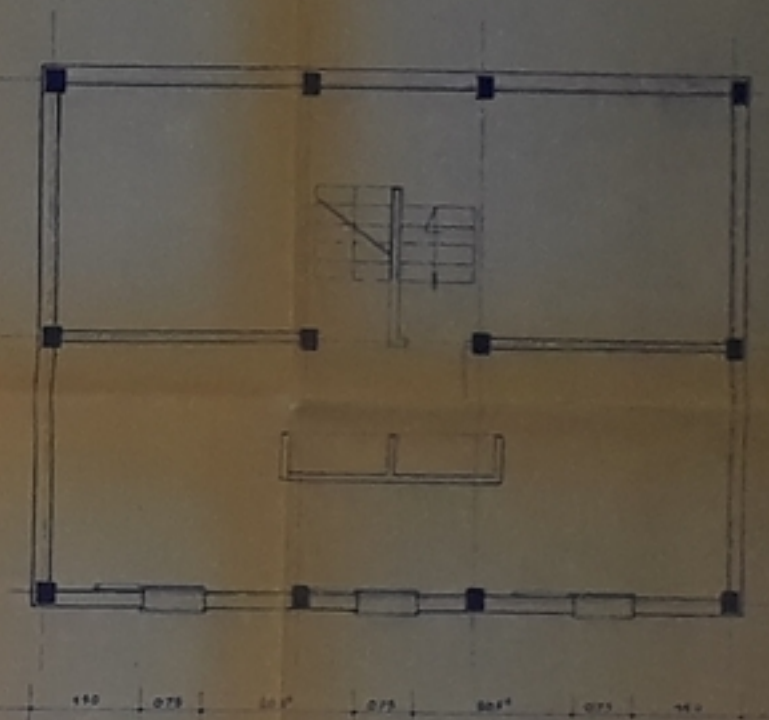
-20-



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE - ALGER		
DEPARTEMENT GENIE CIVIL		
GRAPHIQUE D'APPROVISIONNEMENT DE		
CONSOMMATION & DIFFERENTIEL (STOCK)		
ELEVE INGENIEUR	MEDJIAH Mohammed	
ELEVE INGENIEUR	MERABET Said	DATE: 06-7
PROMOTEUR	BEJINARIU N. Mircea	N: 7d

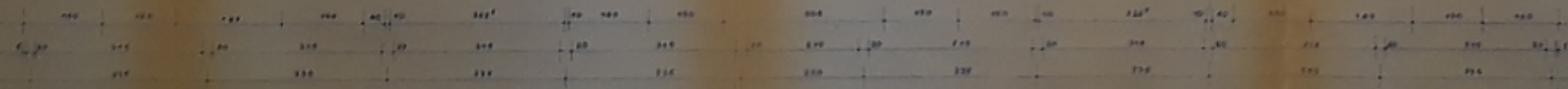
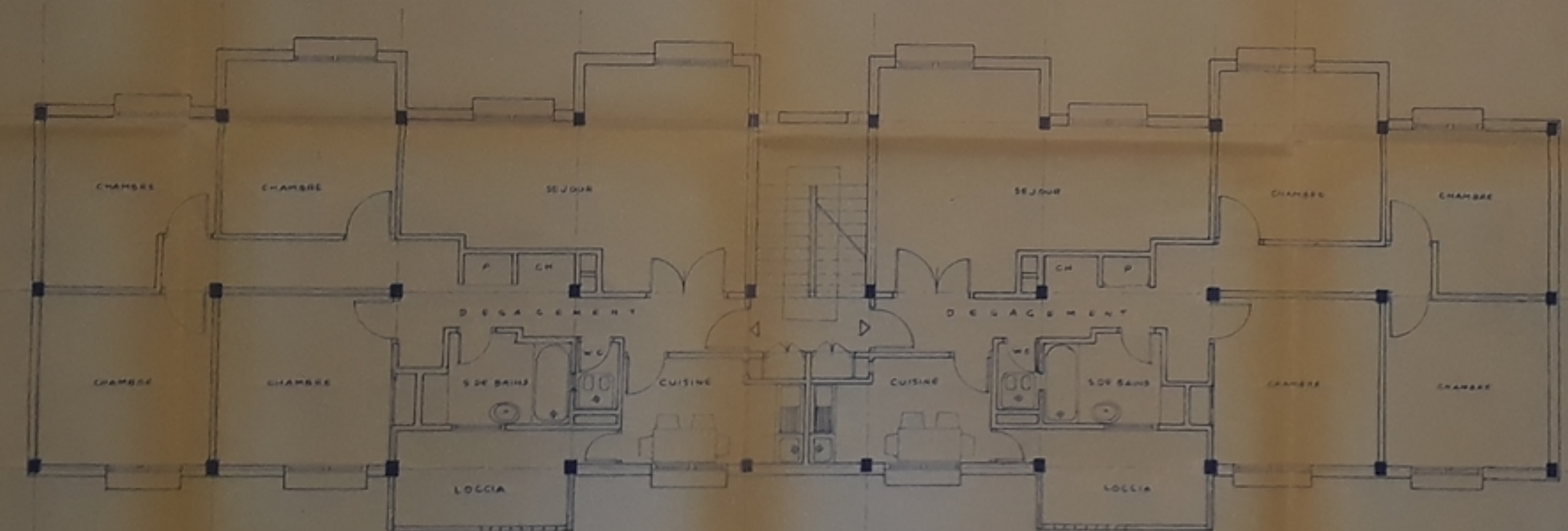


PLAN TOITURE



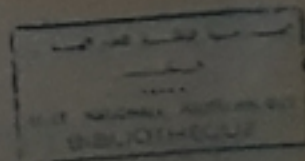
PLAN S/SOL

TYPE 'E'



ETAGE COURANT

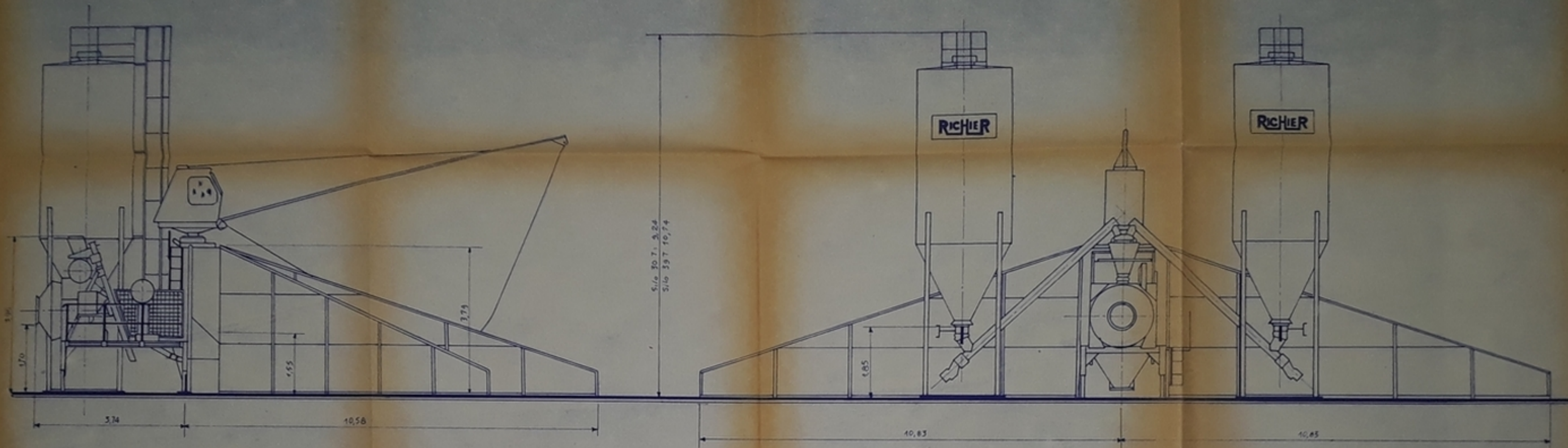
PB 01577
-21-



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

PLAN D'ARCHITECTURE BATIMENT TYPE 'E'

Architecte	MEDJAH M'HAMMED	1967
Architecte	MERABET SAID	
Travaux	BEJANANI NEDJAT ABDEL	1967



Charge par pied EN TRAVAIL

- CENTRALE
- * Pieds avant 1400 Kg
 - * Pieds arrière 9750 Kg
- Pression maximale au sol sur les semelles
- CENTRALE
- * Pieds avant 1,30 bars
 - * Pieds arrière 1,35 bars
- SILOS
- SLG 300B 8000 kg
 - SLG 390B 10500 kg
 - SLC 300B 11,7 bars
 - SLC 390B 22,8 bars

DETAIL . 2

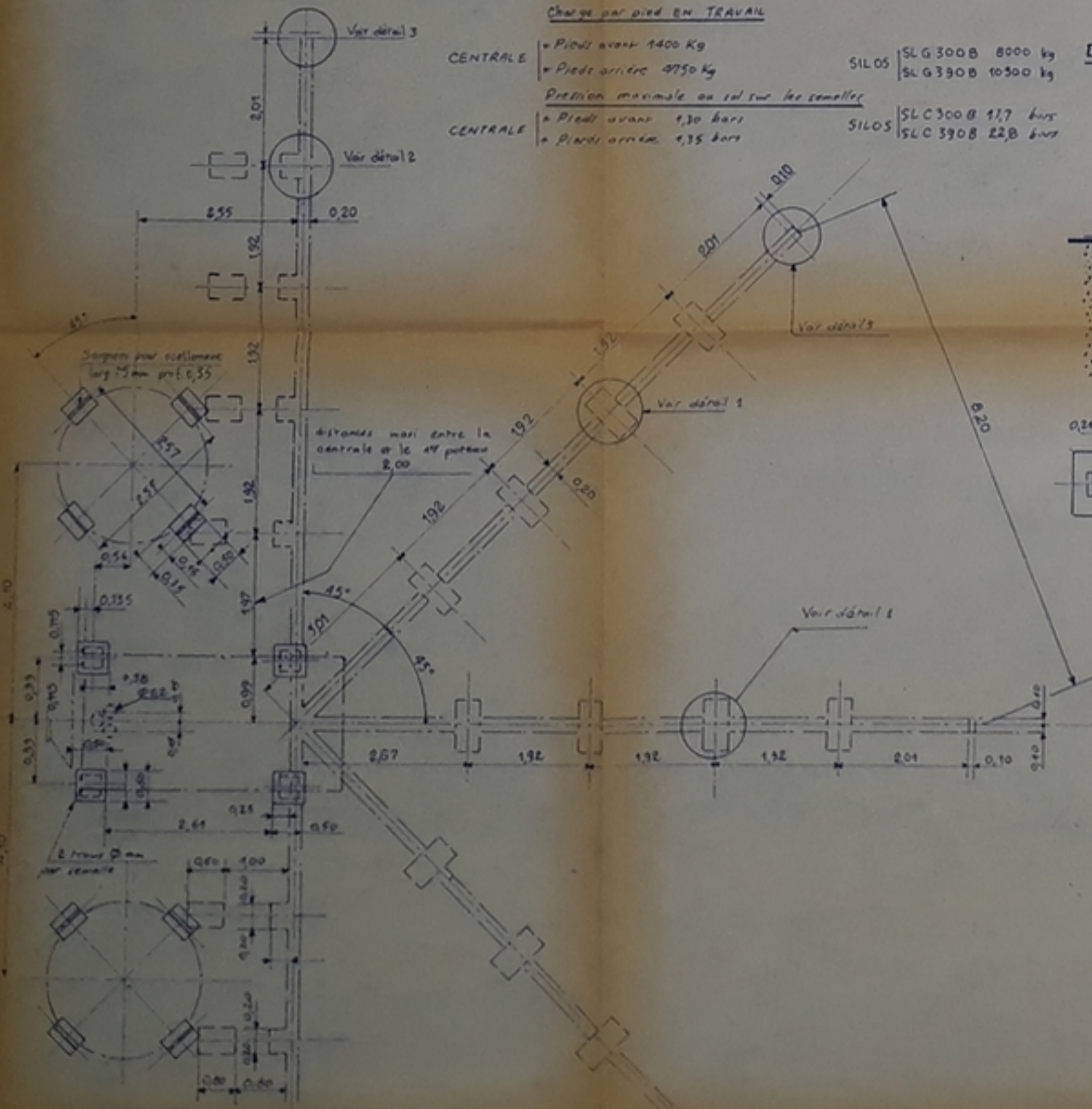
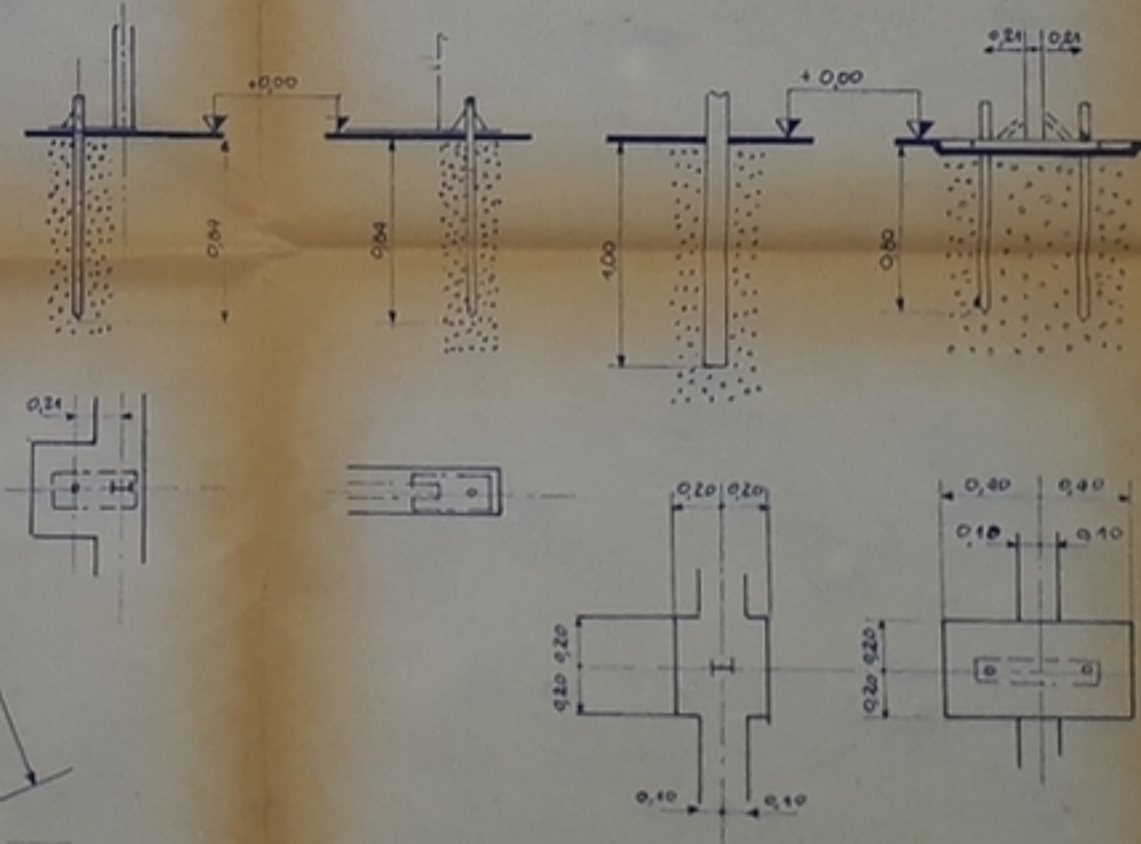
DETAIL . 3

DETAIL . 1

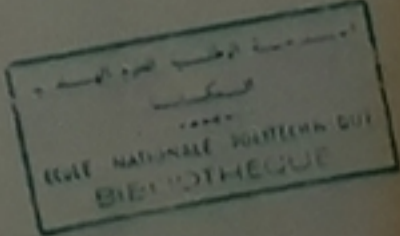
SCELLÉ ou NON SCELLÉ

SCELLÉ

SCELLÉ ou NON SCELLÉ



PB 01577
22.



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE		
CENTRALE A BETON DBB 315 12,5m ³ /h		
élève ingénieur	MEDJIAH MOHAMMED	06.197
élève ingénieur	MERABET SAID	
enseignant	BEJNARU MOUSTAFA	

