

ROYAUME DU MAROC

MINISTÈRE des TRAVAUX PUBLICS et des COMMUNICATIONS

DIRECTION de L'HYDRAULIQUE

DIVISION des RESSOURCES en EAU

AMENAGEMENT DES STATIONS

HYDROMETRIQUES

EQUIPEMENT LIMNIMETRIQUE

Par : J. Cruette

Le : JUIN 1971

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 32.859-ep1

Cote : B

ROYAUME DU MAROC

MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS
ET DES COMMUNICATIONS

DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU



MENAGEMENT DES STATIONS
HYDROMETRIQUES

EQUIPEMENT LIMNIMETRIQUE

ROYAUME DU MAROCMINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS
ET DES COMMUNICATIONSDIRECTION DE L'HYDRAULIQUEDIVISION DES RESSOURCES EN EAUAMENAGEMENT DES STATIONS HYDROMÉTRIQUESEQUIPEMENT LIMNIMÉTRIQUE

Le but d'une station hydrométrique étant de connaître le débit à n'importe quel instant, il faut bien distinguer la connaissance des hauteurs d'eau qui doit être absolument continue et les mesures de débit qui sont instantanées. Ces deux opérations sont très différentes aussi bien en ce qui concerne le matériel et l'installation de ce matériel qu'en ce qui concerne le mode et le rythme de travail.

L'équipement limnimétrique d'une station doit être conçu pour obtenir cette continuité des mesures.

Il est donc très important que chaque station dispose, d'une part, d'échelles limnimétriques et d'un observateur chargé de les lire et, d'autre part, d'un limnigraphe qui seul peut assurer la continuité espérée. Ces deux sources de renseignements sont complémentaires et nullement antagonistes.

La présente note expose d'une façon assez théorique quelques principes pour l'équipement limnimétrique. Elle doit servir de guide et être adoptée au mieux à chaque cas particulier. Elle n'a pas la prétention de résoudre tous les problèmes posés par l'équipement limnimétrique.

1°- CHOIX DE L'EMPLACEMENT

Pour guider chacun dans le choix de l'emplacement de l'équipement limnimétrique nous donnons ici les critères à prendre en considération par ordre de priorité.

- Stabilité des berges et absence de large zone d'inondation. Il n'est pas possible d'obtenir des hauteurs d'eau significatives si les berges s'effondrent pendant les crues ou si les inondations annulent la sensibilité de la station pendant les plus hautes eaux.

- Présence d'un seuil de contrôle en aval :

Il faut se placer en amont d'un seuil de contrôle naturel. Cette condition est malheureusement impossible à réaliser dans de nombreux cas. Il faut toujours éviter les seuils de contrôle artificiels (radiers de route).

- Il faut éviter les zones de remous et pour cela s'éloigner des obstacles naturels (éperon rocheux) ou artificiels (piles de pont).

- Il faut se placer le plus près possible de l'endroit où l'on fait les mesures (pont ou téléphérique). L'idéal étant que pendant un jaugeage, l'opérateur puisse lire l'échelle sans avoir à se déplacer.

2°- LIMNIGRAPHE A FLOTTEUR

Les deux schémas suivants illustrent une solution possible pour la mise en place d'un limnigraphe à flotteur.

Le limnigraphe est mis en place dans une guérite au sommet d'un puits vertical. Le fond du puits est relié au cours d'eau par une galerie. L'ensemble du dispositif modifie le moins possible des conditions d'écoulement puisque presque toute l'installation est enterrée et ne provoque pas d'obstacles artificiels.

- Emplacement du puits

- o Si le puits est loin du cours d'eau, il sera toujours en dehors des eaux, même aux plus fortes crues ; il ne gênera absolument pas l'écoulement, les vagues seront correctement amorties par une galerie longue.
- o Si le puits est proche du cours d'eau, l'installation sera moins onéreuse et le nettoyage de la galerie sera plus rapide.

- Guérite

- o Elle doit être nettement plus haute que le niveau des plus hautes eaux connues.
- o Elle doit être assez grande pour recevoir un limnigraphe de n'importe quelle marque et pour qu'un observateur s'y enferme par mauvais temps. (au moins 1 m dans tous les sens).

.../...

- Elle doit comporter deux ouvertures pour ventilation
- Elle doit être fermée par une porte métallique placée du côté opposé aux vents dominants.

- Le puits

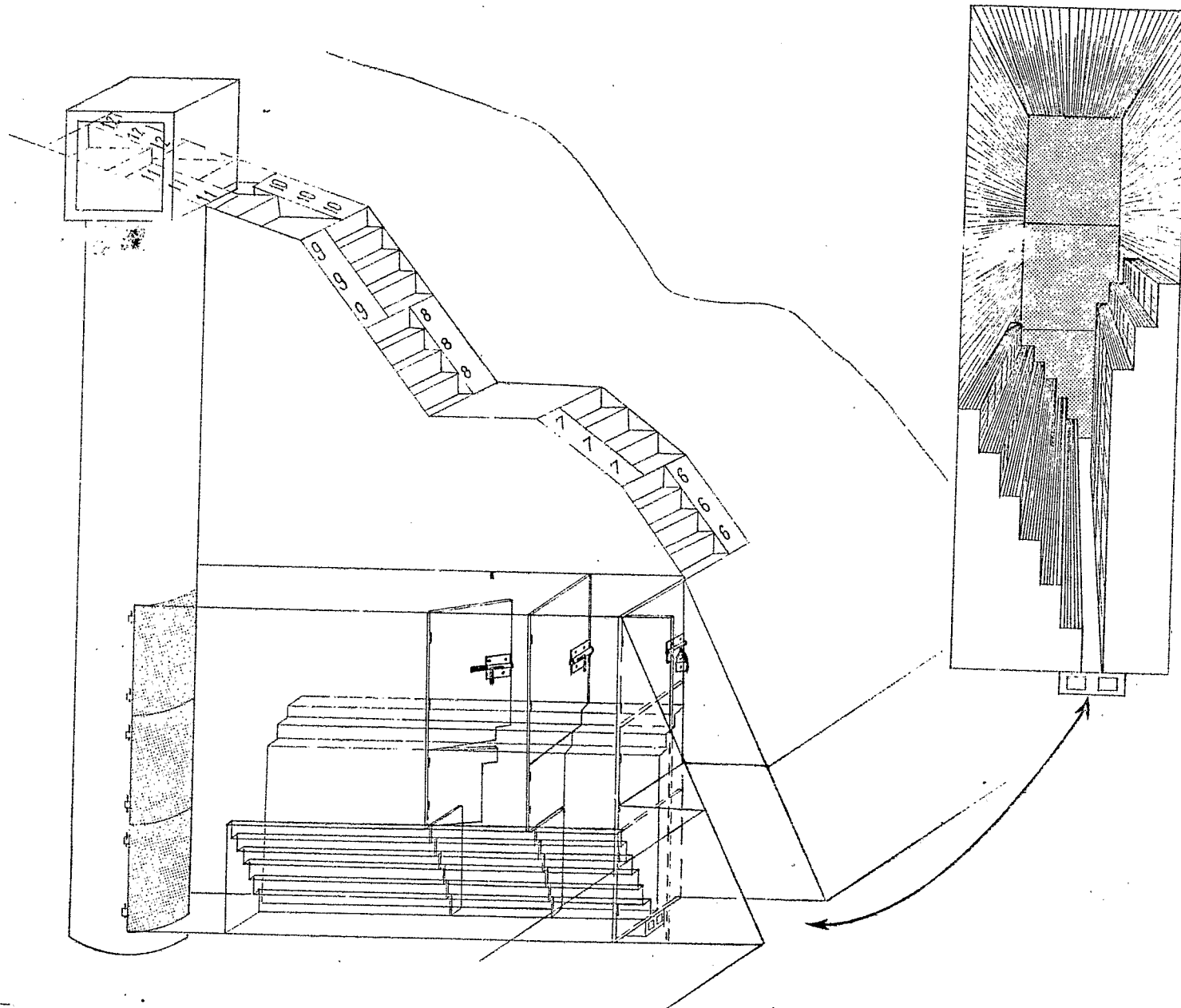
- Le diamètre minimum est de 30 cm. A partir de 60 cm, il est possible d'y descendre ce qui peut parfois être utile.
- Il ne doit présenter aucune aspérité susceptible de bloquer le flotteur, le contre poids ou les câbles.
- Le fond du puits doit être d'environ 30 cm plus bas que le fond de la galerie. Ce fond ne doit pas être en ciment armé car il faut pouvoir approfondir le puits si le niveau du cours d'eau vient à baisser.
- Au niveau de la galerie, le puits doit être fermé sur la moitié de sa circonférence par une tôle semi-cylindrique aisément démontable pour nettoyage.

- La galerie

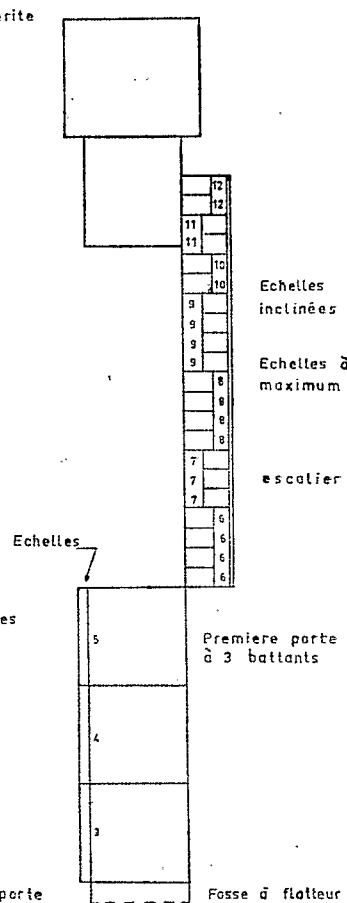
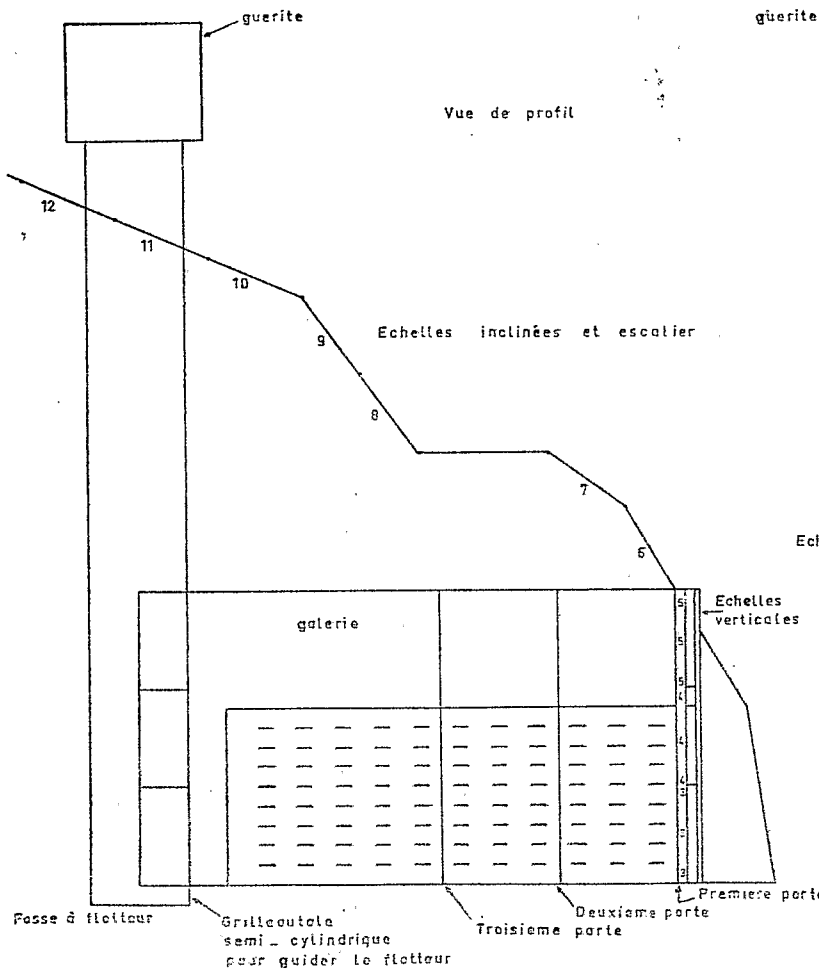
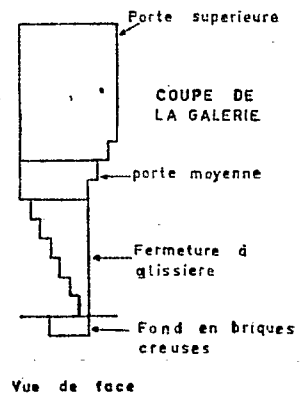
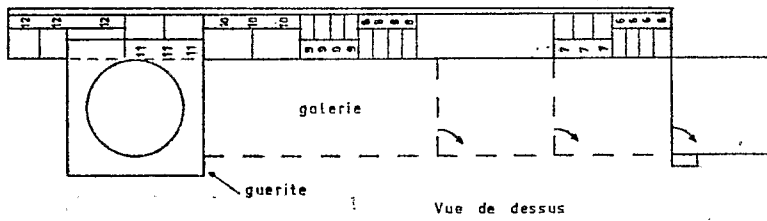
- La cote du fond de la galerie doit être légèrement inférieure à celle des plus basses eaux à atteindre. Le fond doit également pouvoir être facilement abaissé (briques creusés).
- La hauteur de la galerie doit permettre d'y accéder facilement après chaque crue. Elle dépend donc surtout du marnage total du cours d'eau en dehors des crues. La hauteur minimum est de 1,50 m.
- Dans la partie inférieure de la galerie des marches pieds à différents niveaux doivent être aménagés pour parcourir la galerie lorsqu'il y a une hauteur d'eau assez importante à l'intérieur.
- L'entrée de la galerie doit être fermée par trois portes successives, chacune étant composée de trois battants ou de deux battants et d'une glissière. Ces portes sont métalliques sans orifices particuliers. Ces portes sont destinées d'une part à amortir les vagues et le remous et d'autre part à limiter l'envasement de la galerie et donc à en faciliter le nettoyage.
- Il n'est pas indispensable d'avoir une galerie rectiligne. Elle peut très bien contourner un obstacle rencontré au cours de la fouille.

.../...

INSTALLATION D'UN LIMNIGRAPHE A FLOTTEUR



INSTALLATION D'UN LIMNIGRAPHE A FLOTTEUR



3° - LES ECHELLES LIMNIMETRIQUES

Le souci de continuité doit également prévaloir lors de la mise en place et de l'exploitation des échelles limnimétriques

Le schéma que nous proposons essaye de répondre à ce souci.

- Modèle d'échelle :

Le modèle d'échelle représenté sur le croquis suivant permet d'avoir un seul type d'élément permettant de lire les décimètres et les centimètres. Sa position est réglable sur un support scellé.

Les graduations des mètres sont mises en place à gauche de cet élément dans un cadre spécial. On veillera à placer trois fois la graduation des mètres par élément de un mètre.

- Mise en place

Dans l'exemple précédent, les trois premiers éléments sont placés verticalement à l'entrée de la galerie.

Les autres éléments sont couchés sur le sol le long d'un escalier. Cette disposition suppose que l'un des murs de la galerie soit monté jusqu'au niveau du terrain naturel.

Les échelles à maximum sont encore à l'état de projet et il n'en sera pas question dans ce texte.

- Composition d'une batterie d'échelle

Les échelles composant la batterie d'une station peuvent être totalement en désordre à condition de respecter les deux principes suivants :

- o Sur une station, il doit y avoir toujours au moins une échelle dans l'eau ce qui suppose que l'on étudie bien le problème des étiages et des plus grandes crues.
- o Dans une batterie, une lecture ne doit provenir que d'un seul emplacement.

- Tableau des échelles

Le tableau des échelles est une organisation du travail indispensable pour assurer la continuité désirée. Toutes les "côtes lues" sont ramenées à un repère fixe et deviennent des "côtes verticales". Si une perturbation intervient dans la batterie d'échelle, un nouveau tableau de verticales sera mis en service par rapport au même repère fixe et les "côtes verticales" assureront la continuité.

.../...

. Nivellement et croquis des échelles

Par nivellement, on établira un croquis des échelles selon l'exemple suivant reproduisant les échelles et leur inclinaison. Aux extrémités de chaque échelle, on indiquera la "côte lue". Sur une ligne verticale, on portera les "côtes verticales" obtenues au nivellement.

. Choix de la côte fictive de la borne repère

Pour établir les côtes verticales, il faut donner à la borne repère une altitude fictive. Cette côte fictive doit être inférieure à 100 m mais doit être suffisamment grande pour que les "côtes verticales" obtenues ne puissent pas se confondre avec les "côtes lues".

. Unités utilisées

Les "côtes verticales" seront exprimées en millimètres par un nombre ayant cinq chiffres au maximum.

Pour les "côtes lues", l'unité utilisée a peu de signification seuls les chiffres comptent. Les lectures doivent pouvoir être faites indifféremment en cm ou en mm. Le tableau des verticales doit nous permettre d'obtenir la même côte verticale dans les deux cas.

. Batterie d'échelles, groupe d'échelles, élément d'échelles

Une batterie d'échelles se compose de plusieurs éléments d'échelles de 1 m de longueur ou moins, chaque élément étant parfaitement rectiligne.

Si plusieurs échelles se trouvent sur une même ligne droite (verticale ou pas) ils constituent un groupe d'échelle.

. Conversion des "côtes lues" en "côtes verticales"

La relation entre les "côtes lues" et les "côtes verticales" est linéaire pour chaque groupe d'échelle. Cette relation est connue si on possède les côtes lues et les côtes verticales pour les extrémités des groupes d'échelles. Le tableau des échelles dont un exemple est donné ci-après est basé sur cette remarque. Il peut recevoir les "côtes lues" et les "côtes verticales" des extrémités de 30 groupes d'échelles.

- Exemple de croquis d'échelles et de tableau d'échelles.

L'exemple donné correspond au schéma d'implantation précédent. Tous les éléments d'échelles sont représentés avec leur inclinaison.

Pour les échelles en place avant 25.7.71 on peut distinguer 5 groupes d'éléments.

<u>Côtes lues</u>	
1)	300 - 600
2)	600 - 700
3)	700 - 800
4)	800 - 1000
5)	1000 - 1300

.../...

Dans ces cinq groupes les lectures sont faites en cm et on obtient des nombres à 3 ou 4 chiffres compris entre 300 et 1300.

Pour les côtes d'étiage des règles en millimètre ont été placées à côté de deux éléments les plus bas et l'observateur a été invité à faire des lectures en millimètre. Il peut donc noter des nombres compris en 3000 et 5000. Les côtes lues peuvent donc varier entre 3000 et 5000.

Le marnage maximum étant inférieure à 8 cm. Si on choisit 70 cm pour la côte fictive de la borne repère les "côtes verticales" seront comprises entre 7000,0 et 6200,0. Il ne pourra pas y avoir de confusion entre les "côtes lues" et les "côtes verticales".

La côte fictive étant choisie, on détermine les "côtes verticales" pour les extrémités de chaque élément d'échelles. On vérifie ensuite que les éléments sont bien alignés à l'intérieur de chaque groupe.

Par exemple pour le groupe supérieure :

6986,4	-	6945,2	=	41,2
6945,2	-	6904,0	=	41,2
6904,0	-	6862,8	=	41,2

Le tableau des échelles est alors rempli pour les cinq premiers groupes.

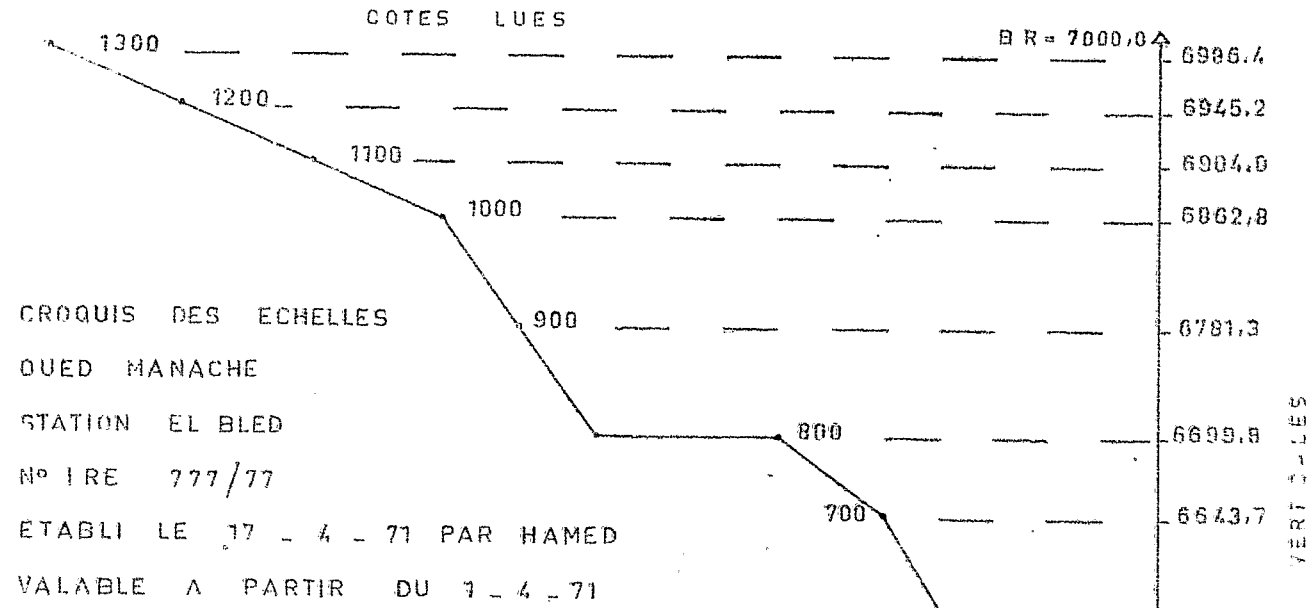
Pour les côtes lues en millimètre on créera un sixième groupe comportant des "côtes lues" dix fois plus grandes que pour le groupe 1 et des "côtes verticales" égales à celles du groupe 1.

A partir du 25.7.71 une nouvelle échelle a été placée pour suivre les étiages, la galerie du limnigraphe se trouvant isolée. On a choisi les graduations 1600-1700 cm non encore utilisées pour cette échelle et un nouveau groupe a été créé sur le tableau de verticale. Un nouveau tableau est donc créé dont la validité commence au moment de la mise en place de l'échelle.

Le croquis des échelles et le tableau des échelles doivent être établis pour toutes les stations car ils constituent les documents assurant la continuité des repérages des niveaux de l'eau. Il sont tout aussi valables pour les stations où toutes les échelles sont verticales que pour celles où il y a des échelles inclinées.

Ils doivent être établis en au moins trois exemplaires. Un restant dans la station elle-même, un classé au Centre Régional et un classé à Rabat.

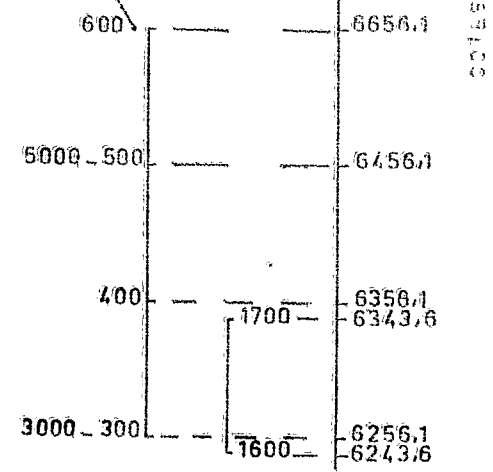
.../...



CROQUIS DES ECHELLES
 QUED MANACHE
 STATION EL BLED
 N° IRE 777/77
 ETABLI LE 17 - 4 - 71 PAR HAMED
 VALABLE A PARTIR DU 1 - 4 - 71

MODIFICATIONS

NATURE	Nivellement fait le	à utiliser à partir du
Element 1600 à 1700 ajouté	9 - 8 - 71	25 - 7 - 71



D.R.E. LIM 1

TABLEAU DES ECHELLES

OUED MANARCHE
STATION EL BLED
N° I.R.E. 777/77

DATE DU DEBUT DE VALIDITE 1-4-71

E 777 77 9 7 1 0 4 0 1 0 6

N° I.R.E. ANNEE MOIS JOURS Nb.

0 0	1	3.0.0 6.0.0 6.2.5.6.1 6.6.5.6.3	COTE LUE	0 5		16
	2	6.0.0 7.0.0 6.6.5.6.1 6.6.4.3.7	COTE LUE			
0 1	3	7.0.0 8.0.0 6.6.4.3.7 6.6.9.9.8	COTE LUE	0 6		18
	4	8.0.0 10.0.0 6.6.9.9.8 6.8.6.2.8	COTE LUE			
0 2	5	10.0.0 13.0.0 6.8.6.2.8 6.9.8.6.4	COTE LUE	0 7		20
	6	3.0.0 5.0.0 6.2.5.6.1 6.6.5.6.1	COTE LUE			
0 3	7		COTE LUE	0 8		22
	8		COTE LUE			
0 4	9		COTE LUE	0 9		24
	10		COTE LUE			
	11		COTE LUE			26
	12		COTE LUE			
	13		COTE LUE			28
	14		COTE LUE			
	15		COTE LUE			30
			COTE LUE			

PERFORE Par _____ le _____ ETABLI Par _____ le _____
VERIFIE Par _____ le _____ CONTROLE Par _____ le _____

D.R.E LIM1

TABLEAU DES ECHELLES

OUED MANARCHE
STATION EL BLEB
N° I.R.E. 777/77

DATE DU DEBUT DE VALIDITE 25-7-71

E | . 7 7 7 | 7 7 9 7 | 1 0 7 2 5 | 0 7

N° I.R.E. ANNEE MOIS JOURS Nb.

0 0	1	3.0.0 6.0.0 6.2.5.6.1 6.6.5.6.1	COTE LUE D 5	15
	2	6.0.0 7.0.0 6.6.5.6.1 6.6.4.3.7	COTE LUE COTE VERTICALE	17
0 1	3	7.0.0 8.0.0 6.6.4.3.7 6.6.9.9.8	COTE LUE COTE VERTICALE	18
	4	8.0.0 1.0.0.0 6.6.9.9.8 6.8.6.2.8	COTE LUE D 6 COTE VERTICALE	19
0 2	5	1.0.0.0 1.3.0.0 6.8.6.2.8 6.9.8.6.4	COTE LUE COTE VERTICALE	20
	6	1.6.0.0 1.7.0.0 6.2.4.3.6 6.3.4.3.6	COTE LUE COTE VERTICALE	21
0 3	7	3.0.0.0 5.0.0.0 6.2.5.6.1 6.6.5.6.1	COTE LUE D 7 COTE VERTICALE	22
	8		COTE LUE COTE VERTICALE	23
0 4	9		COTE LUE COTE VERTICALE	24
	10		COTE LUE COTE VERTICALE	25
0 3	11		COTE LUE D 8 COTE VERTICALE	26
	12		COTE LUE COTE VERTICALE	27
0 4	13		COTE LUE D 9 COTE VERTICALE	28
	14		COTE LUE COTE VERTICALE	29
	15		COTE LUE COTE VERTICALE	30

PERFORE Par _____ le _____ ETABLIS Par _____ le _____
VERIFIE Par _____ le _____ CONTROLE Par _____ le _____

4°- LIMNIGRAPHE A PRESSION

Un limnigraphe à pression est beaucoup plus facile à mettre en place puisqu'il ne nécessite pas de puits et de galerie.

On pourra cependant conserver le schéma des escaliers et des échelles en faisant passer le tube de prise de pression à côté des échelles.

Dans tous les cas, le croquis des échelles et le tableau des échelles doit exister même s'il n'existe pas de limnigraphe.

Signalons que dans les cas difficiles (envasement des prises de pression), il est possible de mettre en place plusieurs prises de pression à des niveaux différents.