

**Office de la Recherche Scientifique  
et Technique Outre-Mer**



**Institut de Recherches Scientifiques  
de MADAGASCAR**



**Section Hydrologie**

**NOTE**

**SUR L'INSTALLATION ET L'EXPLOITATION**

**DES LIMNIGRAPHERS**



**par**

**M. ALDEGHERI**

**Maître de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.**

**Décembre 1963**

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
et TECHNIQUE OUTRE-MER

-----

Institut de Recherches Scientifiques  
de MADAGASCAR

-----

Section Hydrologie

N O T E

sur l'INSTALLATION et l'EXPLOITATION  
des LIMNIGRAPHERS

-----

Par M. ALDEGHERI  
Maître de Recherches de l'ORSTOM

Décembre 1963.

A MADAGASCAR, nous avons actuellement 22 limnigraphes en fonctionnement :

|    |              |          |         |           |
|----|--------------|----------|---------|-----------|
| 10 | limnigraphes | RICHARD  | à       | flotteurs |
| 5  | "            | OTT      | "       | "         |
| 2  | "            | BAR      | "       | "         |
| 5  | "            | à bulles | NEYRPIC |           |

Nous distinguerons deux cas :

- 1°) limnigraphes à flotteurs
- 2°) limnigraphes pneumatiques NEYRPIC (à bulles)

Dans ces deux cas, un principe fondamental est à la base de l'installation et de l'exploitation : chaque appareil doit être doublé d'une échelle de crue et d'un observateur.

Ce principe paraît évident aux hydrologues, mais il ne l'est pas pour tout le monde, certains estiment que le limnigraphe à lui seul donnera tous les renseignements dont ils ont besoin, y compris les débits.

## 1 - LIMNIGRAPHES à FLOTTEURS -

### Installation :

Relativement facile et rapide lorsqu'il existe un pont sur la rivière.

Le mode de fixation est variable suivant la forme du pont (voir croquis n° 1 et 2).

En général, pour éviter l'ensablement de la buse il vaut mieux placer l'appareil en amont de la pile.

Lorsque le pont est d'une seule portée ou que les piles ne sont pas bien placées pour recevoir les scellements, on peut placer le tube dans la zone d'eau profonde en aval ou en amont du pont.

Dans tous les cas, pour éviter le pompage, il faut placer au fond du tube une plaque percée d'un petit trou (3 mm).

Nous avons installé des limnigraphes à flotteurs en fixant, à l'aide de colliers, le tube à un gros arbre situé très près de la berge. Ce système a donné entière satisfaction et diminue notablement les travaux de Génie Civil.

L'installation des limnigraphes sur un puits relié à la rivière par une buse horizontale (montage préconisé par OTT dans quelques-unes de ses notices) est à proscrire. En effet, on arrive rapidement à un ensablement complet de la buse et l'appareil n'enregistre plus les variations du plan d'eau de la rivière mais le remplissage du puits à travers le bouchon de vase.

Nous avons une installation de ce genre à ANTSATRANA. Nous devons procéder tous les ans au mois de Juillet au curage de la buse. Ce travail est possible du fait du grand diamètre de la buse (0,80 environ) mais il est pénible et l'observateur ne le fait jamais tout seul.

Les limnigraphes BAR, à rotation bimensuelle, sont d'une installation assez compliquée et coûteuse du fait de la dimension du flotteur et du mouvement d'horlogerie à contrepoids qui nécessite un très gros travail de Génie Civil. Ils sont toutefois très robustes et présentent un certain intérêt pour les stations difficiles d'accès.

Les appareils OTT sont d'une mise en place beaucoup plus facile que les appareils RICHARD du fait que tambour et démultiplication sont montés sur le même châssis. Leur encombrement, pour une précision équivalente, est beaucoup plus faible.

Dans les limnigraphes RICHARD, il est possible et même préférable de supprimer le contrepoids du stylet et de remplacer le montage d'origine par le montage indiqué sur le croquis 3. Ce montage évite les contacts contrepoids du stylet-flotteur lorsque l'appareil ne peut pas être placé suffisamment haut au-dessus du niveau maximal.

Le châssis des limnigraphes RICHARD, surtout ceux ayant un tambour de 50 cm de hauteur, n'est pas suffisamment rigide et les déplacements du stylet sur les glissières risquent d'être perturbés si l'appareil n'est pas placé dans un plan parfaitement vertical (frottement du fil).

Nous pensons qu'il est préférable d'utiliser des appareils à retournement de stylet en prenant un coefficient de réduction dans les poulies tel qu'il fasse parcourir au stylet la longueur utile du tambour pour la moitié de la dénivellation totale à mesurer. Si on doit enregistrer 5 m de variation avec un tambour de 50 cm de longueur utile, on peut prendre un rapport 1/5, les hauteurs au-dessus de 2,50 seront enregistrées lors du retour du stylet, la précision dans les hauteurs est ainsi augmentée.

#### Fonctionnement :

L'enregistrement par plume réservoir des limnigraphes RICHARD a toujours donné entière satisfaction à condition de limiter au maximum le pompage. L'enregistrement par crayon d'argent et papier au sulfate de baryte des limnigraphes OTT est bon dans l'ensemble. Cependant, il est nécessaire de régler parfaitement la pression de la pointe et de veiller à la bonne mise en place du papier qui, s'il n'est pas correctement appliqué au tambour, risque en fin de rotation d'être déchiré par la pointe et de provoquer parfois l'arrêt du tambour.

Au point de vue transmission du mouvement du flotteur : en général, aucun ennui avec le montage OTT, avec les RICHARD on obtient parfois des décalages dus au glissement du câble sur les poulies. Ceci ne se produit que lorsqu'il n'est pas possible de réduire le pompage ou lorsqu'il y a des vibrations dues aux véhicules passant sur le pont. Dans ce cas, il faut remplacer le fil de cuivre tressé par du fil sous gaine caoutchouc genre fil téléphonique de l'armée pour augmenter le coefficient de frottement sur la poulie.

Avec les limnigraphes RICHARD, il y a intérêt à utiliser les flotteurs en cuivre, les flotteurs en zinc se percent au bout d'un certain temps sous l'effet de l'oxydation. Il est regrettable que RICHARD ne livre pas, comme OTT, ses flotteurs lestés avec de la grenaille de plomb.

Changement des feuilles :

Il est assez difficile d'obtenir un changement correct des feuilles par les observateurs eux-mêmes. A MADAGASCAR, cela a été possible dans un nombre de stations assez faible (quatre sur une vingtaine d'appareils).

La principale difficulté provient du fait que les observateurs n'ont pas de montre ou que, s'ils en ont une, elle n'est pas à l'heure.

Il est nécessaire que les observateurs ou les agents chargés du changement des feuilles notent avec précision au début et à la fin de l'enregistrement : l'heure, la hauteur lue à l'échelle et vérifient si la hauteur indiquée par l'appareil coïncide avec la hauteur à l'échelle. Bien souvent, ce dernier point n'est pas exécuté et il s'ensuit des difficultés dans le dépouillement. Ces remarques sont évidemment valables pour les limnigraphes à bulles.

11 - LIMNIGRAPHERS à BULLES -

Installation :

Ces appareils sont d'une installation plus facile que les limnigraphes à flotteurs lorsqu'il n'y a pas de pont.

Cette installation doit cependant être faite avec le plus grand soin pour obtenir un fonctionnement correct.

Il faut :

- 1°) - utiliser du tube de cuivre en bon état pour relier l'appareil à la prise de pression,
- 2°) - placer la prise de pression dans une zone d'eau profonde avec courant, pour éviter le dépôt de sédiments fins capables de boucher définitivement le trou et entraîner la détérioration de l'appareil,
- 3°) - vérifier avec soin tous les joints, afin de supprimer les fuites qui pourront entraîner une consommation d'air exagérée.

La prise de pression doit, dans la mesure du possible, être placée au niveau du zéro de l'échelle ou même légèrement plus bas (10 ou 15 cm). La concordance entre l'indication de l'échelle et l'indication du stylet est obtenue par réglage des vis placées sur l'axe porte-stylet (en général, très difficile à obtenir).

Une bonne prise de pression est réalisée à l'aide d'un U P N de 80 dans lequel est soudé un tube galvanisé 20 x 27 destiné à protéger le tube de cuivre. L'U P N est placé sur la berge à l'étiage avec un certain angle par rapport au plan d'eau de façon à obtenir l'immersion voulue de la prise de pression.

La partie supérieure est scellée dans un massif de béton.

Le tube de cuivre est placé dans une tranchée, recouvert de quelques centimètres de béton et d'un grillage.

L'appareil se trouve avec la bouteille d'air comprimé dans une cabane en bois scellée à un socle de béton.

#### Fonctionnement :

Une bouteille d'air comprimé à 150 kg/cm<sup>2</sup> assure un fonctionnement pendant 5 à 6 mois, lorsque le montage est correctement fait avec un débit de bulles égal à 100 bulles/minute environ.

Dans le cas de rivières à variation très rapide du plan d'eau, il peut être nécessaire d'augmenter le débit des bulles pour ne pas avoir un retard à l'enregistrement pendant la montée.

Certains appareils ont un manomètre moins souple que d'autres ou bien le montage de l'ensemble donne une certaine inertie au stylet; dans ce cas, il est nécessaire, pour éviter d'avoir des courbes "en escalier", d'augmenter légèrement le débit des bulles.

### Changement des feuilles :

Les limnigraphes à bulles peuvent être équipés de tambour avec différentes vitesses de déroulement. Nous avons en service deux types d'appareils :

Appareil type n° 3 222 B : 1 tour en 24 h  
-"- 3 222 G : 1 tour en 4 jours

Le 2° type est muni d'un rouleau de papier de 3 m de long permettant une autonomie de 30 jours.

Avec les deux appareils, nous avons une échelle des temps beaucoup trop grande: 16 mm/h pour le 1er et 4 mm/h pour le second.

Etant donné la précision très faible donnée par ces appareils dans l'enregistrement des hauteurs ( $\pm 5$  cm), un avancement du papier de 2 mm/h, soit 1 tour du tambour en 8 jours, serait largement suffisant. Cet avancement est donné par les appareils type 3 222 E et 3 222 H. Sur les appareils 3 222 G, il n'est pas prévu de pignon interchangeable pour modifier la durée de rotation du tambour.

Pour le changement des feuilles, les remarques sont les mêmes que pour les limnigraphes à flotteurs.

### CONCLUSION -

Lorsqu'on veut avoir une bonne précision dans les hauteurs enregistrées (cm près ou même 1/2 cm), il faut avoir recours aux limnigraphes à flotteurs et prendre, compte tenu du retournement du stylet, le rapport le plus faible possible. Ces appareils doivent donc équiper :

- les Bassins Versants Expérimentaux, leur installation étant toujours très facile sur les seuils de mesure,
- les rivières sur lesquelles on veut étudier les lignes d'eau pendant les crues,
- les rivières dont la variation du plan d'eau est très rapide et les crues de courte durée. Dans ce cas, la

durée de rotation du tambour en 24 h ou 8 jours est à adopter de préférence.

Du fait de leur réalisation, les appareils pneumatiques à bulles donnent une très faible précision dans les hauteurs. Il n'est pas possible d'avoir un tambour de plus de 15 cm de hauteur utile à cause de l'amplitude limitée du manomètre (un tambour plus haut nécessiterait une amplification plus grande ce qui pourrait nuire à la fidélité). De plus, les manomètres sont prévus pour des pressions bien déterminées 0 à 3 m, 0 à 6 m, 0 à 9 m etc... ces amplitudes sont toujours représentées sur le papier par 15 cm environ. Pour avoir le maximum de la crue, il faut choisir la sensibilité correspondant à l'amplitude maximale de la variation du plan d'eau. Il s'ensuit que les variations de plan d'eau à l'étiage sont fortement atténuées sur le diagramme.

Ces appareils donnent à 5 cm près le maximum des crues et peuvent être employés dans les stations éloignées et où l'installation d'un limnigraphe à flotteurs serait difficile et onéreuse.

Ils ne doivent jamais être utilisés sur les Bassins Versants Expérimentaux.

Dans la mesure du possible, il faudrait adopter les durées de rotation du tambour les plus courtes possibles : 24 h ou 8 jours.

Cela présente les avantages suivants :

- visite plus fréquente des appareils,
- erreurs, dues au décalage inévitable du mouvement d'horlogerie, réduites au minimum, d'où dépouillements plus faciles.

Lorsqu'on dispose d'appareils à durée de rotation mensuelle, il est nécessaire de faire noter par l'observateur toutes les semaines ou tous les trois jours des repères sur la courbe donnant l'heure et la hauteur observée. Pour avoir une bonne précision, il faut repérer en faisant tourner légèrement la poulie du flotteur de part et d'autre de sa position d'équilibre.

En principe, l'échelle doublant un limnigraphe doit toujours être lue par l'observateur, le limnigraphe et l'observateur se contrôlent ainsi mutuellement.

L'installation d'un limnigraphe à bulles ne doit être entreprise que dans les cas où l'installation d'un limnigraphe à flotteurs est vraiment trop difficile à réaliser et lorsqu'on n'a pas besoin d'une très grande précision dans l'enregistrement des hauteurs.

Il ne faut pas croire que le fait d'installer un limnigraphe simplifie le travail, c'est souvent le contraire si l'on veut avoir des appareils qui marchent bien et des limnigrammes exploitables.

En définitive, l'installation d'un limnigraphe ne présente un certain intérêt que dans la mesure où il pourra être visité très souvent par du personnel compétent.

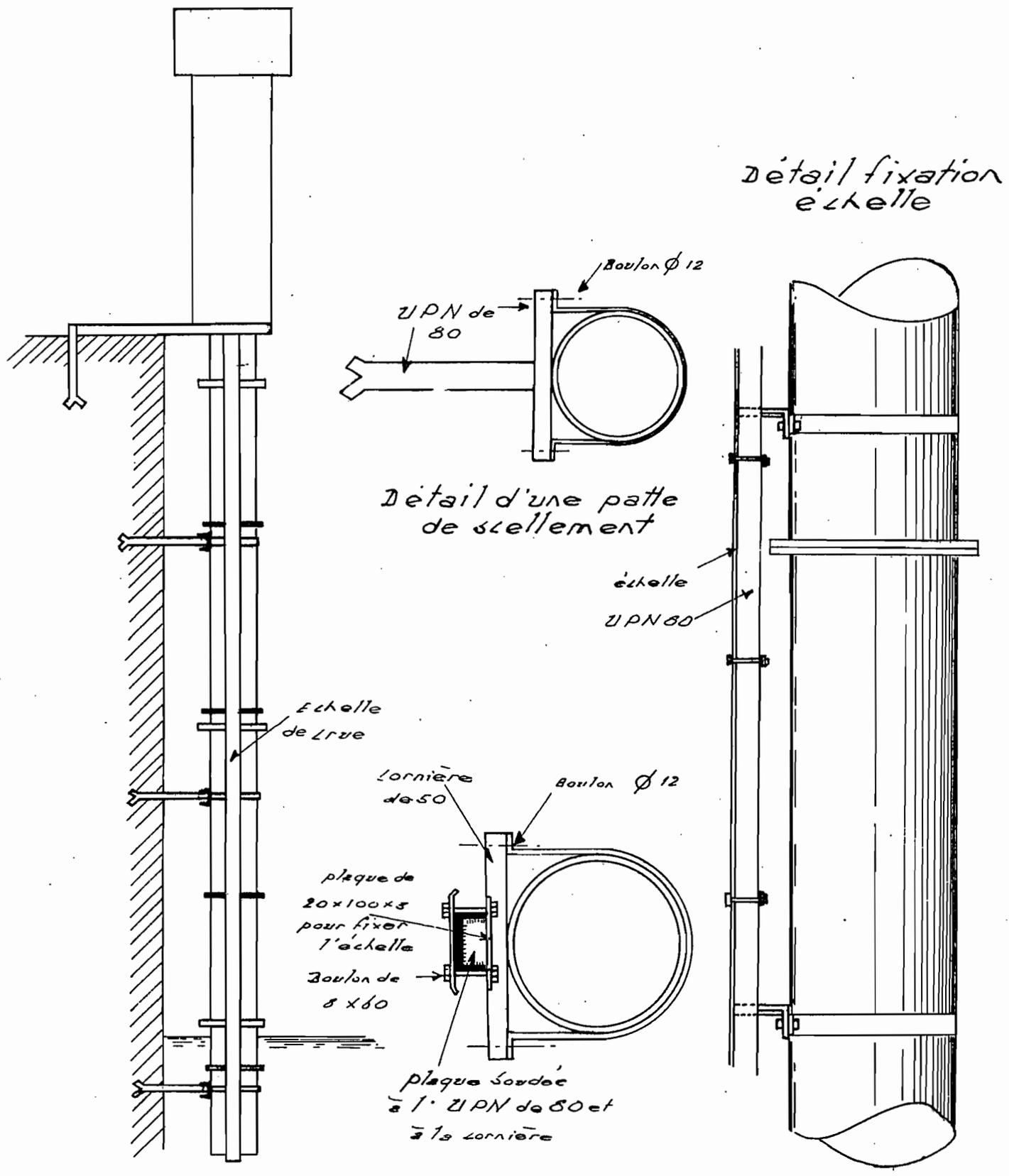
Lorsque les conditions optimales de surveillance et d'entretien sont obtenues, les renseignements fournis par les appareils sont d'une plus grande précision que les simples lectures d'échelles. Plus complets, ils donnent une meilleure connaissance du régime des rivières. Cette dernière remarque est surtout valable pour les limnigraphes à flotteurs.

"Enfin, il faut noter que, sur les limnigraphes, les pannes proviennent le plus souvent du mouvement d'horlogerie qui s'arrête sans raison apparente et qu'il est difficile et parfois impossible de faire réparer sur place (il nous est arrivé d'expédier à plusieurs reprises des mouvements BAR en Suisse pour révision, les horlogers de la place étant incapables de découvrir la cause de la panne).

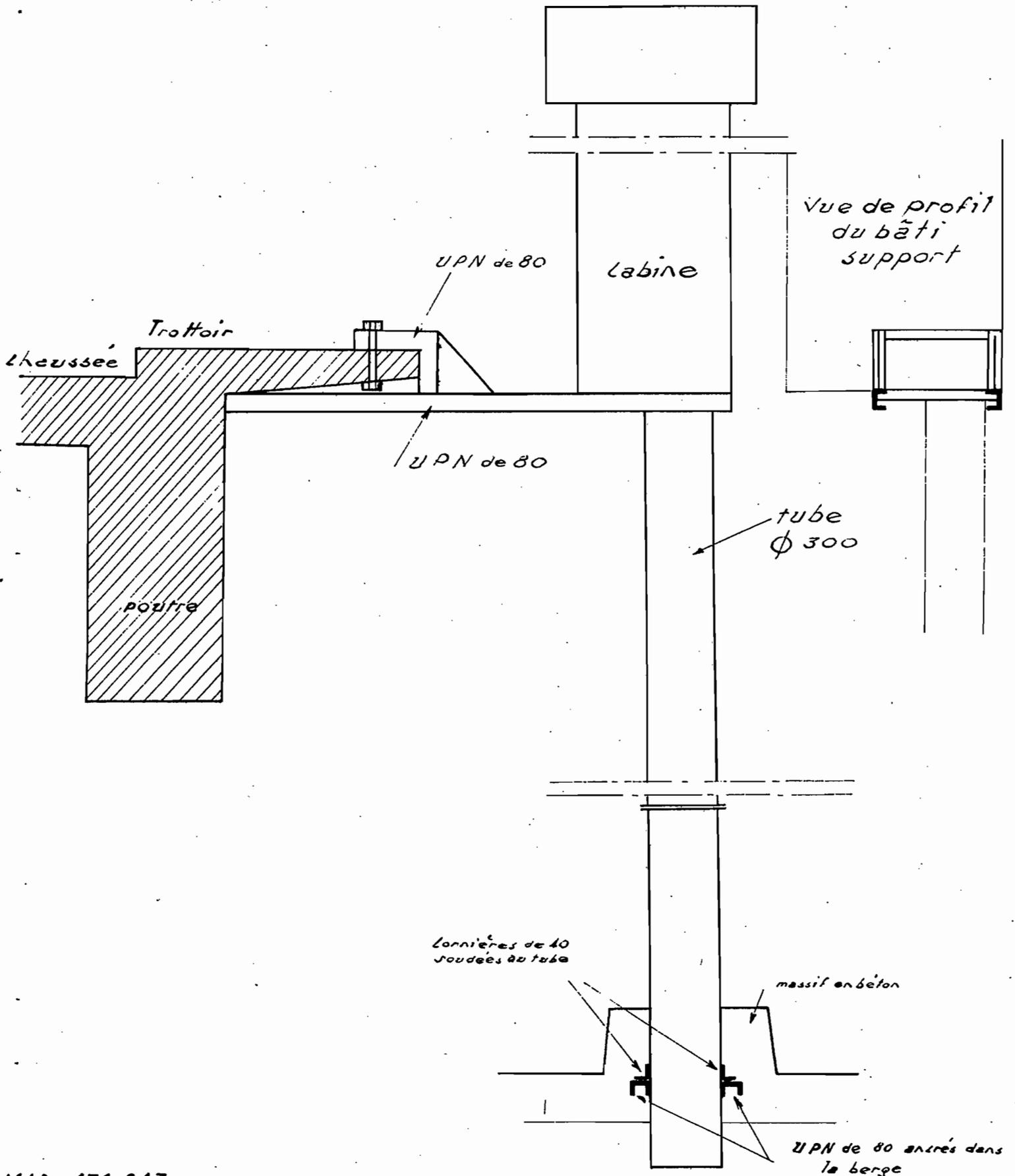
Nous n'avons eu que très rarement des ennuis provenant de la transmission des déplacements du plan d'eau, aussi bien avec les limnigraphes à flotteurs qu'avec les limnigraphes pneumatiques.

Un fonctionnement plus sûr serait obtenu avec des mouvements absolument étanches aux poussières et à l'humidité. Les constructeurs devraient pouvoir obtenir facilement cela sans augmentation sensible du prix de leurs appareils".

# Montage d'un Timnigraphe à flotteur sur une pile de pont

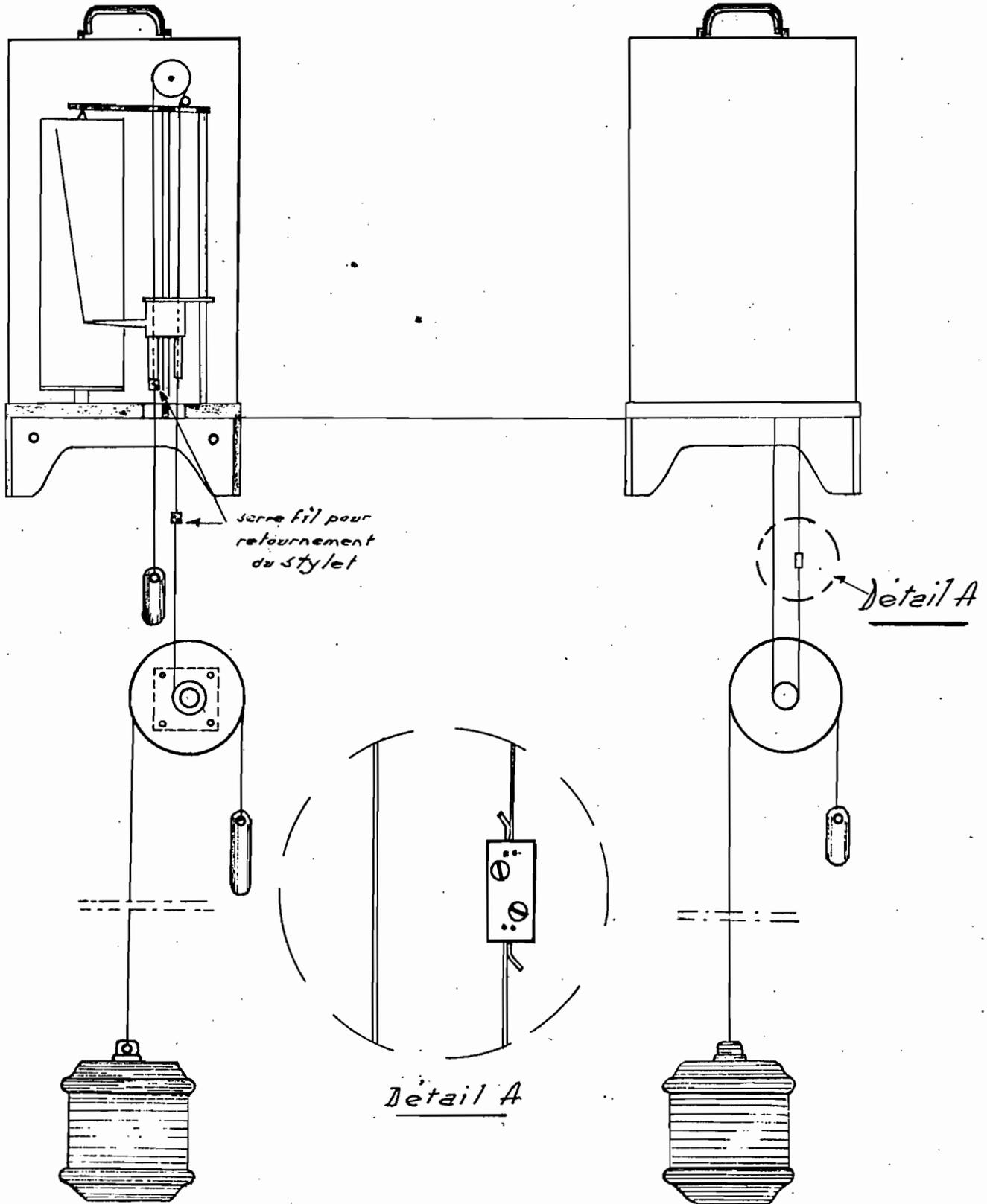


Montage d'un limnigraphe  
à flotteur sur un pont ayant les piles  
en retrait par rapport au tablier



Montage limnigraphe  
RILHARD

Proquis N° 3



Préconisé par  
le constructeur

Adopté par  
Hydrologie I.R.S.M.



Photo n° 1  
Installation d'un limnigraphe Richard à flotteur  
sur une pile de pont (Sisaony à Ampitatafika).



Photo n° 2  
Installation d'un limnigraphe Richard sur une pile  
de pont (Ikopa à Anosizato).



Photo n° 3  
Limnigraphe Ott à flotteur installé sur un seuil  
de mesure B. V. Expérimental d'Ambodiroka.

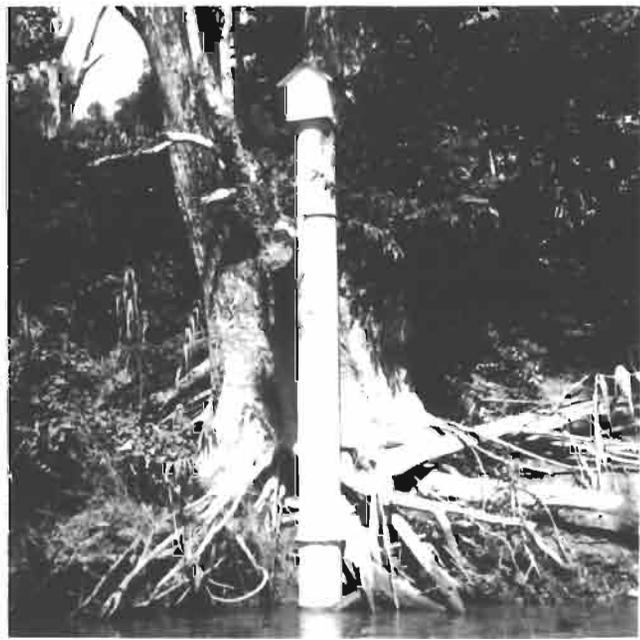
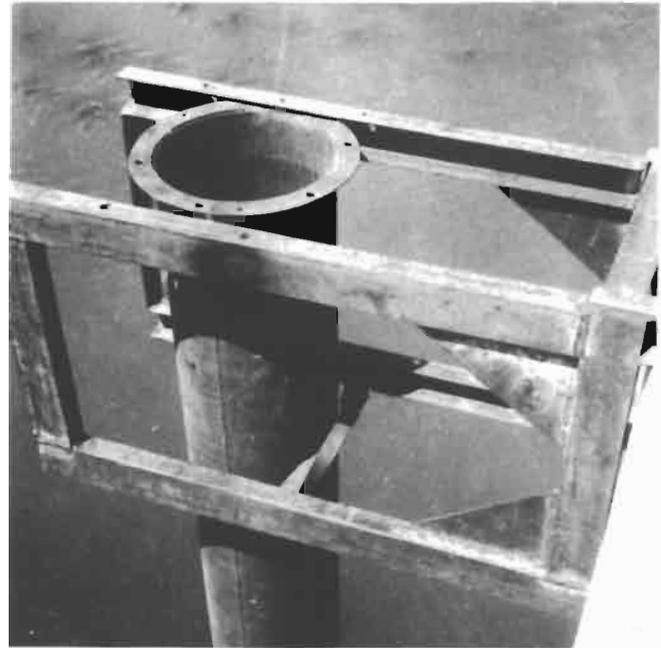


Photo n° 4  
Limnigraphe Ott à flotteur fixé à un arbre  
(Ikopa au Bac de Fiadanana).



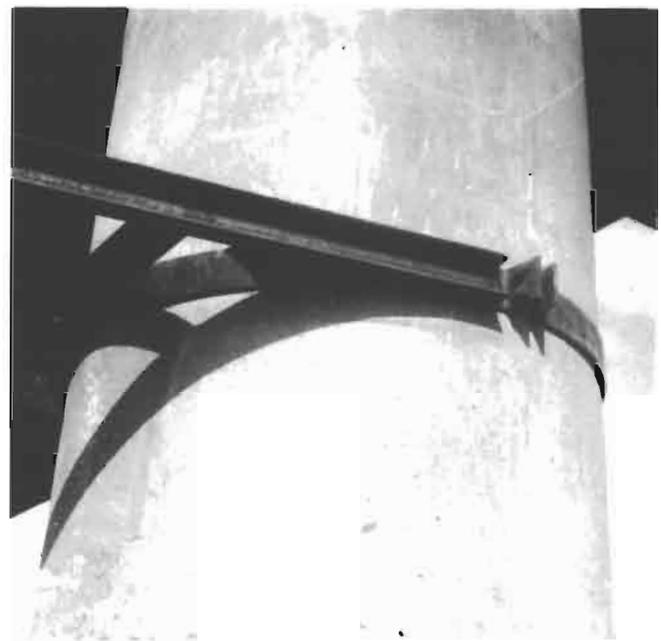
**Photo n° 5**  
Installation d'un limnigraphe à flotteur sur un pont dont les piles sont fortement en retrait par rapport au tablier (Ikopa au Pont de Mahitsy).



**Photo n° 6**  
Détail du bâti devant supporter la cabine (Ikopa au Pont de Mahitsy).



**Photo n° 7**  
Détail de la fixation du tube à la pile (Ikopa au Pont de Mahitsy).



**Photo n° 8**  
Détail fixation tube à la pile (Ikopa au Pont de Mahitsy).



Photo n° 9  
Scellement des U P N devant supporter le tube  
du limnigraphe de l'Andromba

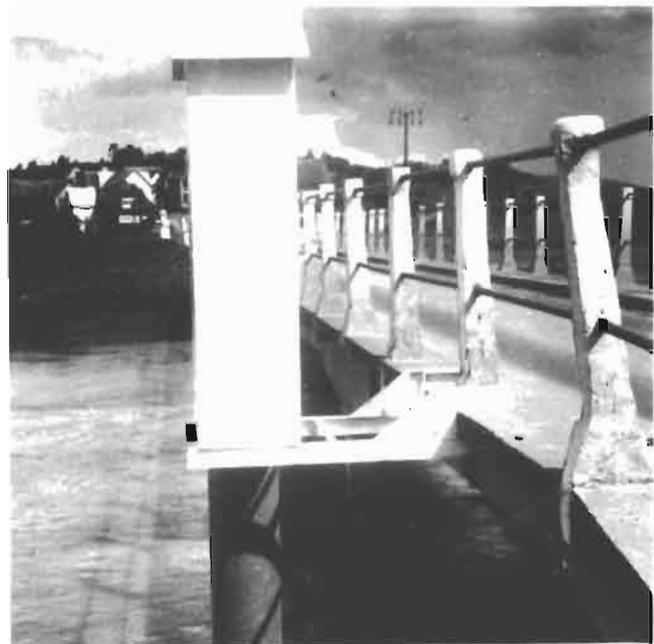


Photo n° 10  
Limnigraphe Andromba au pont route Arivonimamo.



Photo n° 11  
Détail fixation cabine  
(Andromba au pont route Arivonimamo).



Photo n° 12  
Détail fixation cabine  
(Andromba au pont route Arivonimamo).



Limnigraphe à Bulles  
Ikopa à Bevomanga



Installation du tube de cuivre  
Ikopa à Bevomanga