

## LE COIN DU LABORATOIRE

# LA STANDARDISATION DE L'APPAREILLAGE DANS LES LABORATOIRES D'HYDRAULIQUE

## LE CAS DES PETITS MOTEURS ÉLECTRIQUES : UN EXEMPLE DE LEUR UTILISATION DANS UN ENREGISTREUR D'AMPLITUDE DE HOULE

English text p. 628

### GÉNÉRALITÉS

Un modèle réduit, en hydraulique, n'est pas seulement la reproduction géométrique à une échelle donnée d'un ouvrage, d'une rivière, d'une côte ; c'est surtout un organisme vivant capable de reproduire fidèlement, après un réglage minutieux, certains phénomènes naturels dont l'observation, la mesure et l'enregistrement constituent l'objectif essentiel des travaux d'un Laboratoire.

Pour parvenir à ce résultat, le modèle proprement dit doit, de toute nécessité, être équipé d'un appareillage quelquefois très complexe sans lequel l'ingénieur serait le plus souvent réduit à des observations qualitatives très éloignées des résultats chiffrés dont dépendent l'économie et la sécurité des ouvrages à l'étude.

La construction de cet appareillage constitue l'un des soucis, et non des moindres, des Laboratoires d'hydraulique. Il faut, en effet, que les appareils réalisés respectent un certain nombre de conditions assez sévères : ils doivent être précis, économiques et vite faits.

Il est bien évident que si le déroulement des phénomènes à observer et à dominer n'est pas suffisamment précis et suffisamment fidèle, tous les résultats obtenus sont entâchés à la base d'erreurs capitales qui en ôtent toute la valeur. De même, si les mesures faites sont systématiquement erronées, toute conclusion chiffrée est absolument vaine.

Comme toutes les fois qu'il s'agit de modèle

réduit, il faut tenir compte du facteur « économie ». Un modèle est toujours, et par essence, une réalisation provisoire, dont le prix doit être aussi réduit que possible. Or, il n'est pas rare de rencontrer des modèles dont le coût d'établissement soit pour plus de 50 % conditionné par ces appareils d'équipement.

Le facteur « temps » enfin, peut peser très lourdement, en particulier si le modèle, concernant un ouvrage dont la réalisation est en cours, risque de paralyser plus ou moins totalement un très gros chantier.

Autant le facteur « précision » est spécifique de ce genre d'appareil, quel que soit leur domaine d'application, autant les facteurs « économie » et « temps » prennent, dans le cas particulier des Laboratoires d'hydraulique, une importance beaucoup plus grande que de coutume.

Ne serait-il pas possible, par conséquent, de mettre au point quelques types d'appareils en nombre relativement limité, suffisamment étudiés pour rendre les services qu'on en attend, et dont une relative standardisation permettrait de gagner à la fois du temps et de l'argent ?

### LES DIFFICULTÉS DE LA STANDARDISATION

En fait, ceci n'existe pas ou très peu. Certains Laboratoires importants ont bien, par exemple, leurs pointes de mesure de niveau, leurs déversoirs de mesure de débit, mais ceci reste très

limité ; la standardisation se heurte à des obstacles quasi insurmontables.

En effet, nous n'avons encore rien dit de l'extrême diversité des appareils à concevoir et à réaliser, diversité qui est peut-être bien leur caractère dominant. Bien rares sont les problèmes d'hydraulique qui se posent à plusieurs reprises exactement de la même façon : le plus souvent, un modèle nouveau réclame un appareillage nouveau ; de plus, l'Ingénieur qui réalise un appareil est toujours pressé, si bien qu'il n'est jamais pleinement satisfait de son œuvre et que, même si les difficultés à vaincre se présentent à plusieurs reprises exactement sous la même forme, il s'attachera généralement à perfectionner des instruments dont l'efficacité est pourtant indiscutable. L'expérience montre que de tels perfectionnements équivalent, la plupart du temps, à des transformations quasi totales.

De plus, les moyens matériels dont dispose un Laboratoire sont généralement assez limités : de ce fait, la construction d'un appareil qui, avec des moyens appropriés, ne soulèverait que peu de difficultés, devient une entreprise presque audacieuse. On rétorquera que le Laboratoire peut toujours sous-traiter la construction de ses appareils à des ateliers mieux équipés, mais alors on se heurte aux impératifs de délai que nous signalions plus haut et dont le respect se trouve compliqué considérablement par l'introduction d'un nouveau rouage.

Certes, le modèle réduit constitue une technique relativement nouvelle dont les développements dans l'avenir peuvent modifier l'aspect de ce problème et, même actuellement, des progrès considérables pourraient, semble-t-il, être réalisés dans ce domaine par une coopération très étroite entre les Laboratoires du monde entier. Il n'en reste pas moins que, dans les conditions actuelles, une standardisation poussée de l'appareillage de recherches hydrauliques semble à peu près impossible.

### LES PETITS MOTEURS ÉLECTRIQUES

Par contre, il est peut-être possible de respecter une certaine standardisation dans le choix des pièces constitutives de toute cette gamme de « prototypes ». Il semble par exemple que très nombreux sont les appareils conçus et réalisés dans les laboratoires d'hydraulique qui réclament un ou plusieurs petits moteurs électriques. Certains laboratoires et le Laboratoire Dauphinois

d'Hydraulique des Etablissements NEYRPIIC en particulier, pensent qu'il est intéressant et possible d'adopter un type standard de petit moteur électrique.

Par suite de la diversité et, serait-on tenté de dire, du caractère hétéroclite des services que l'on est amené à leur demander, ces petits moteurs se trouvent en général soumis à des conditions de travail particulièrement dures. Le fait de les standardiser a pour contrepartie le risque de les voir imparfaitement adaptés. Les appareils sur lesquels ils sont montés sont invariablement transformés ou remaniés à plusieurs reprises. Il en résulte pour les moteurs, des surcharges excessives, des chocs ; parfois même faute d'avoir eu le temps de placer un capot de protection sur un montage provisoire, les mécanismes courent le risque de rester exposés plus ou moins longtemps à la poussière, à des projections d'eau et à toute sorte d'inconvénient de ce genre.

Le type de moteur choisi doit donc être particulièrement robuste et simple.

Le moteur sans collecteur avec rotor non bobiné est incontestablement le meilleur à ce point de vue. Si possible, on adoptera un montage sur roulement à billes anti-choc. Enfin, un type de réducteur de vitesse constitué par des pièces détachées standard, pouvant s'assembler de diverses manières de façon à donner toute

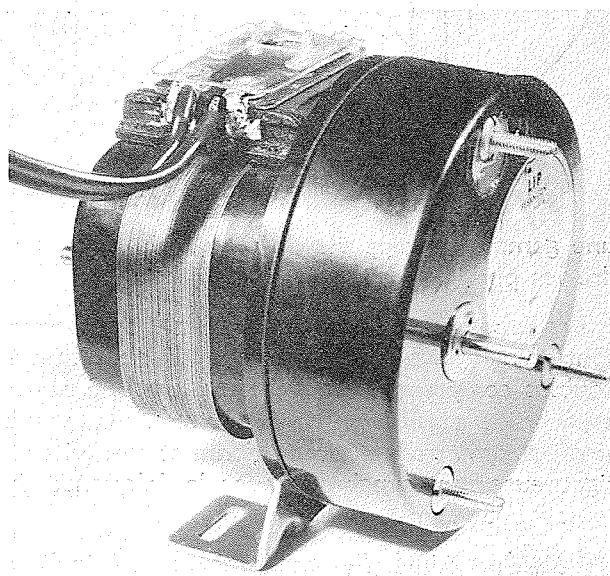


fig. 1

Un type de petit moteur électrique

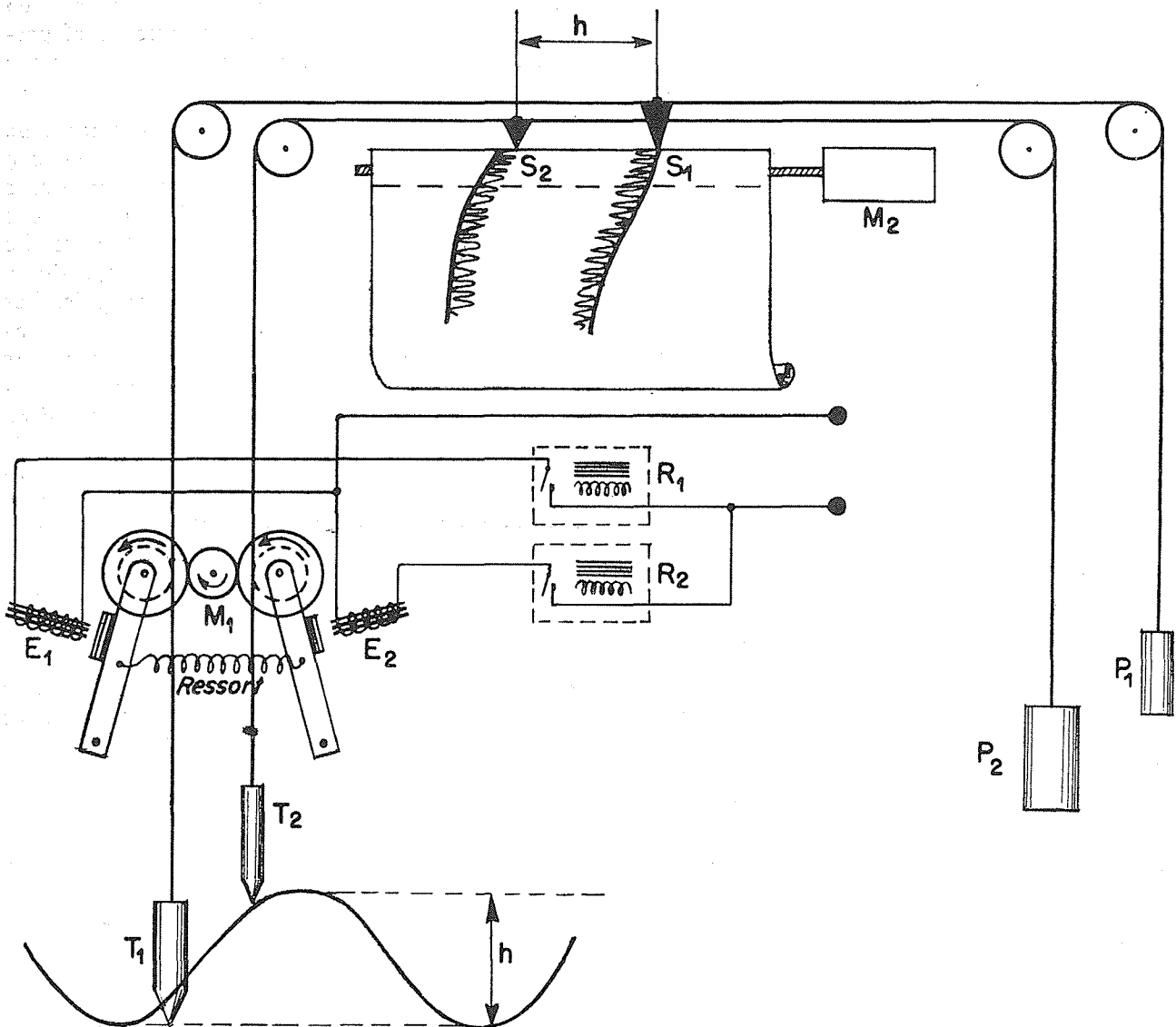


fig. 2

Schéma de principe de l'enregistreur de houle.

une gamme de rapports de réduction, peut rendre les plus grands services.

Les types les plus courants de petits moteurs sont asynchrones. Mais il existe aussi des moteurs doubles comprenant sur le même axe une partie asynchrone et une partie synchrone. On assure ainsi le démarrage tout en donnant une vitesse rigoureusement synchrone avec la fréquence du réseau pour l'utilisation au couple normal.

Cette propriété du synchronisme, particulière à ce dernier type de moteurs, a permis, dans certains cas, de réaliser des installations remplaçant avantageusement les transmissions électriques

dites « Selsyn » en employant 2 ou 3 fils au lieu de 5.

A titre d'exemple d'utilisation de ce genre de moteur, nous allons décrire un appareil réalisé au Laboratoire Dauphinois d'Hydraulique.

### ENREGISTREUR D'AMPLITUDE DE LA HOULE SUR UN MODÈLE

**Principe :** L'appareil comporte deux points de mesure, dont l'une doit suivre les variations de niveau du creux de la houle, et l'autre les variations de niveau de la crête, en fonction du temps. Deux plumes inscrivent, sur un papier se

déroulant à vitesse constante, les courbes représentatives des hauteurs en fonction du temps. A chaque instant la différence d'ordonnées entre ces deux courbes donne la valeur de l'amplitude de la houle.

**Réalisation** (fig. 2) : Les deux pointes de mesures (T1 et T2) sont réunies chacune à un contre-poids (P1 et P2) par fil de nylon tressé. Sur chacun des deux fils est fixée une plume-réservoir d'enregistreur.

Les deux pointes commandent deux relais électroniques indépendants (R1 et R2) et de montages différents ; l'un doit fonctionner lorsque la pointe de crête touche l'eau, et l'autre, au contraire, lorsque la pointe de creux vient à sortir de l'eau. Le mouvement des pointes est assuré par la rotation d'un petit moteur synchrone (M<sub>1</sub>) équipé d'un réducteur. Sur l'arbre de sortie est monté un tambour caoutchouté qui entraîne par friction deux tambours portant une

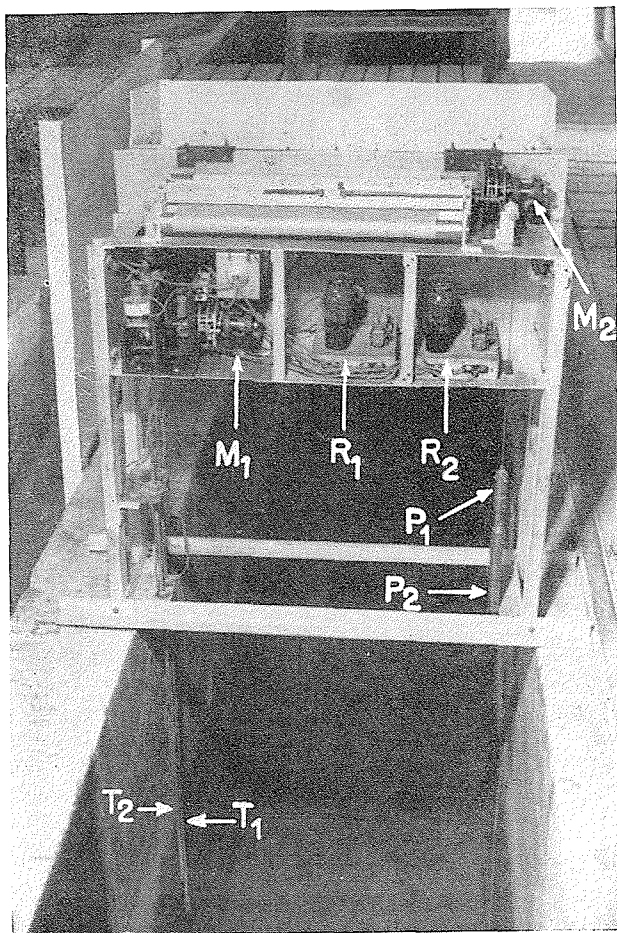


fig. 3

Enregistreur d'amplitude de houle (ensemble).

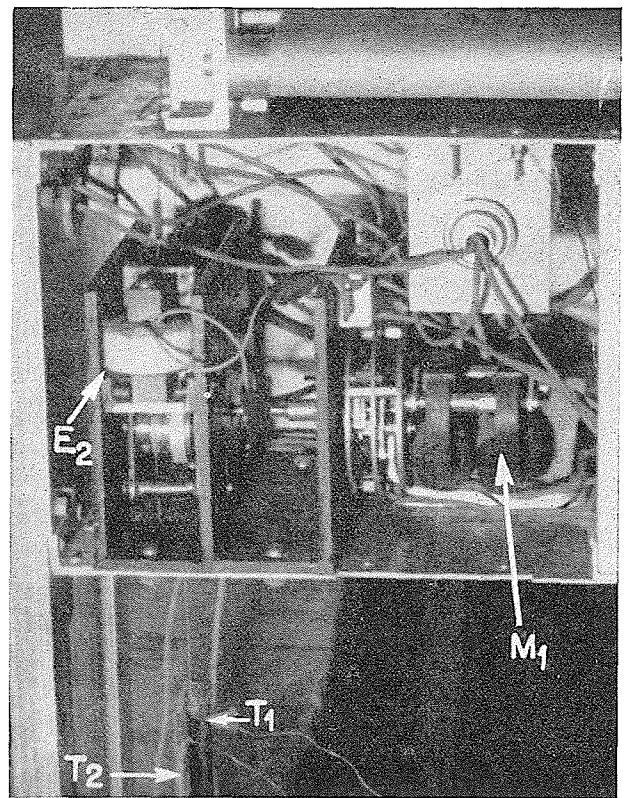


fig. 4

Enregistreur d'amplitude de houle (détail).

gorge où les fils de nylon font un tour mort. Ainsi, pour un sens donné de rotation du moteur, la pointe de crête T<sub>2</sub> tend à descendre et la pointe de creux T<sub>1</sub> à monter.

Lorsqu'un relais électronique fonctionne, il déclenche un électro-aimant qui débraye pendant un court instant le tambour où s'enroule le fil de la pointe correspondante. S'il s'agit de la pointe de crête, son contre-poids, plus lourd, la fait remonter de quelques millimètres, et, s'il s'agit de la pointe de creux, elle tend à retomber, étant plus lourde que son contre-poids.

Un second moteur synchrone (M<sub>2</sub>) assure le déroulement du papier à vitesse constante. Les plumes suivent rigoureusement le mouvement des pointes.

**Sensibilité** : L'appareil est très sensible et précis ; en effet, la détection de l'entrée dans l'eau d'une pointe — ou de sa sortie — au moyen d'un relais électronique est instantanée et seul intervient le retard, négligeable en pratique, dû au fonctionnement des relais magnétiques et des électros de débrayage.

**Utilisation :** A la mise en route il faut que les extrémités des deux pointes soient sur le même plan horizontal, soit le plan d'eau du modèle.

On règle les plumes de façon à ce qu'elles soient en face l'une de l'autre pour avoir le zéro du diagramme.

On produit alors la houle sur le modèle, et, au bout de quelques instants, les pointes ont atteint

leurs positions d'équilibre correspondant à l'amplitude de cette houle.

L'appareil sert principalement à contrôler la régularité d'une houle ; on l'emploie généralement dans ce cas en même temps que l'indication de longueur d'onde déjà décrit dans un précédent numéro de LA HOUILLE BLANCHE. (Cf. « Houille Blanche », mars-avril 1948, p. 187).



## LABORATORY PRACTICE

# THE STANDARDIZATION OF EQUIPMENT IN HYDRAULIC LABORATORIES

## SMALL ELECTRIC MOTORS : AN EXAMPLE OF THEIR USE IN A WAVE AMPLITUDE RECORDER

Texte français p. 624  
See French text for illustrations (p. 624)

### GENERALITIES

In hydraulics, a small-scale model is not only the geometric reproduction, to a given scale, of structures, rivers or coasts, but is chiefly a living organ, capable of reproducing, faithfully, after careful adjustment, certain natural phenomena, the observation, gauging and recording of which constitute the essential aim in the work of a laboratory.

To attain this result, it is essential that the model itself be equipped with sometimes complex apparatus, without which the engineer would most often be reduced to qualitative observations differing widely from figured results, upon which depend the economy and safety of the structures under study.

The construction of this apparatus constitutes one of the many worries of hydraulic laboratories. The apparatus constructed must comply with a certain number of rather strict conditions and must be accurate, economical and rapidly made.

It is obvious that if the development of the phenomena which are to be observed and overcome is not sufficiently accurate, all the results obtained contain, from the start, major errors which take off all their value. Likewise, if the measurements taken are systematically inaccurate, all mathematical conclusions are entirely useless.

In all cases concerning small-scale models, the economical factor must be taken into consideration. A model is

always, and essentially, a provisional realisation, the price of which must be as low as is possible. It is, however not unusual to find models, more than 50 % of the cost of which is caused by this equipment apparatus.

Finally, the time factor can be of great importance, especially if the model of a structure which is at the time under construction risks to cover more or less completely a very large area.

In the same way that the accuracy factor is typical of this type of apparatus, whatever its field of application may be, so the economical and time factors have, in the particular case of hydraulic laboratories, a much greater importance than is usual.

Would it, therefore, not be possible to perfect a relatively limited number of certain types of apparatus which have been sufficiently studied so that they fulfill their expectations, a relative standardization of which would save both time and money?

### DIFFICULTIES OF STANDARDIZATION

This is in effect practically non-existent. Certain big laboratories have, for instance, water level measuring points and discharge measuring weirs, but these remain very limited ; standardization is confronted with seemingly unsurmountable obstacles.

Nothing has yet been mentioned of the great variety of apparatus to be invented and constructed, this variety being possibly their main characteristic. It is rare to find hydraulic

problems which occur several times in exactly the same way, and it is more frequent for a new model to necessitate new apparatus. Moreover, the engineer who constructs an apparatus is always in a hurry, so that he is never fully satisfied with his work and, even if the difficulties to be overcome recur in exactly the same form, he will usually endeavour to perfect instruments of undeniable efficiency. Experience shows that such revised apparatus corresponds, most of the time, to almost total transformations.

The material means that a laboratory has at its disposal are generally limited, and it is for this reason that the construction of an apparatus, which, with appropriate means, would cause but few difficulties, becomes a relatively risky undertaking. The answer to this will be that the laboratory can always pass on the construction of the apparatus to better equipped workshops, but, as mentioned above, the time factor is once again introduced and must be taken into consideration, this being considerably complicated by the introduction of a supplementary stage in the process of construction.

It is true that the small-scale model constitutes a relatively new technique, future developments of which may alter the aspect of this problem. Even now, considerable progress could, it would seem, be realised in this field by a close cooperation between laboratories all over the world. This does not mean to say, however that, under present circumstances, a large-scale standardization of hydraulic research apparatus would be impossible. On the contrary, it is perhaps possible to achieve a certain degree of standardization in the choice of parts constituting this entire range of « prototypes ».

#### SMALL ELECTRIC MOTORS

It seems, for example that pieces of apparatus, requiring one or several small electric motors which are invented and constructed in hydraulic laboratories, are very numerous. Certain laboratories, in particular the NEYRPIC Hydraulic Research Laboratory, think that it is of interest and possible to adopt a standard type of small electric motor. On account of the variety and, one could almost say, the heteroclite of characteristic work required from them, these small motors are, in general, submitted to particularly hard working conditions. Their standardization, however, runs the risk of rendering their adaptation imperfect. The apparatus for which they are installed is invariably transformed or modified several times, the result being that the motors are subjected to excessive overloads, and shocks; sometimes, for want of the time to place a protecting cover over apparatus temporarily assembled, the mechanism runs the risk of remaining exposed, for an indefinite period of time, to dust, water or any other such inconveniences.

The type of motor selected must therefore be particularly robust and simple.

The motor without a collector and with an uncoiled rotor is undoubtedly the best in this respect. If possible, it should be mounted on anti-shock ball-bearings. Finally, a speed-reducing mechanism, constituted by standard spare parts that can be assembled in various manners, in order to give a large scale of reduction ratios, can be of great service.

The current types of small motors are asynchronous. However, double motors also exist which comprise an asynchronous and a synchronous part on the same shaft. Their starting up is thus ensured, giving, at the same time, a speed which is rigorously synchronous with the frequency of the system for use with normal torques.

This property of synchronism which is peculiar to this last type of motor, has, in certain cases, permitted installations to be made which replace advantageously those electric transmissions known as « Selsyn » by using two or three wires instead of five.

A description follows, by way of example of the use of this type of motor, of an apparatus constructed in the NEYRPIC Hydraulic Research Laboratory.

#### MODEL WAVE AMPLITUDE RECORDER

##### Theory :

The apparatus comprises two measuring points, one of which must follow the level variations of the wave trough and the other those of the crest as a functions of time. The representative curves of height as a function of time are recorded in ink on a roll of paper unwinding at constant speed. The difference of ordinates between these two curves gives the value of the wave amplitude continuously.

##### Practical application :

The two gauging points (T1 and T2) are each attached to a counterweight (P1 and P2) by a plaited nylon cord. To each of the two cords is fixed a recording nib with ink reservoir.

The two points operate two independent electronic relays (R1 and R2) as well as different parts; one must operate when the crest point touches the water, and the other when the trough point leaves the water. The movement of the points is ensured by the rotation of a small synchronous motor (M1) equipped with a speed-reducing mechanism. A rubber-covered drum is mounted on the outlet shaft, this drum driving by friction two drums carrying a score where the nylon cord makes one dead turn. Thus, for a given direction of rotation of the motor, the crest point T2 tends to descend, and the trough point T1, to rise.

When an electronic relay is operating, it releases an electro-magnet which, for a short time, disconnects the drum around which the cord of the corresponding point is wound. If the crest point is concerned, its counterweight, which is heavier than the point, causes it to rise a few millimeters, and, in the case of the trough point, it is inclined to descend, being heavier than its counterweight.

A second synchronous motor (M2) ensures the unwinding of the paper at a constant speed- the nibs follow accurately the movements of the points.

#### SENSITIVITY

The apparatus is very sensitive and accurate, and the detection, by means of an electronic relay, of a point entering or leaving the water is instantaneous; the only interfering delay, which is negligible in practice, is due to the operation of magnetic relays and disconnecting electros.

#### UTILIZATION

When starting up, the ends of both points must be either on the same horizontal level, or on the water level of the model. The nibs are set so that they are facing each other in order to have the zero of the diagram.

The waves are then produced on the model, and after few moments the points attain their respective positions of equilibrium corresponding to the wave amplitude.

The apparatus is mainly used to check wave regularity and is generally employed in this case at the same time as the wave length indicator already described in a former issue of LA HOUILLE BLANCHE.