

SECTION d'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE

SEANCE du 20 DECEMBRE 1935

- ORDRE du JOUR -

- M. FROLOW : Sur la méthode de Labrouste et la notion des limites du régime des cours d'eau.
- M. E.A. MARTEL : Résumés des travaux (en 1934) de M.M. l'Abbé POUGET et Louis BALZAN, au Larzac.
 - Explorations souterraines de MM. Max COSYNS et VAN DER ELST en Pays basque (Gouffres de Cacouette, Basses Pyrénées).

-:-:-:-

- PROCES-VERBAL -

La séance est ouverte à 17 h.15 sous la présidence de M. E.A.MARTEL.

Etai^{ent} présents : M. le Président MARTEL, MM. BEAU, BLANC, BOURCART, DLYMIE, LAURENT, LUTAUD, MALTERRE, PASTEUR, PERRIER, URBAIN, VIGNEROT, WILLEMIN, GUILLERD, Secrétaire.

Absents excusés : MM. ARMAND, AUBERT, CELLERIER, CRESCENT, DIENERT, DIMITRI, GENTHIAL, de MARTONNE.

M. le Président donne la parole à M. FROLOW : sur la méthode de Labrouste et la notion des limites du régime des cours d'eau.

La méthode d'analyse harmonique de M. H. LABROUSTE est caractérisée :

1°- par la possibilité de reconnaître les composantes périodiques qui existent réellement,

2°- par le calcul indépendant de chacune des composantes reconnues,

3°- par la connaissance à chaque phase de calcul, de l'agrandissement subi par les diverses composantes,

4°- par la possibilité, qui en résulte, de ramener à la vraie grandeur les élongations calculées avec un degré suffisant de pureté.

Toutes les opérations utilisées par la méthode de M. H. LABROUSTE sont linéaires et se réduisent à l'addition ou à la soustraction des données choisies équidistantes.

Les combinaisons d'addition permettent d'annuler les composantes courtes et favorisent les composantes longues. Ces dernières, à partir de la longueur de période désirée, sont éliminées par l'emploi de combinaisons de différence et le calcul est complété par l'utilisation de combinaisons à intervalle, c'est-à-dire par la somme d'ordonnées séparées par un multiple entier de la moitié de la période de la composante cherchée.

La formule suivante résume la marche des calculs de la période n .

$$S_p S_z Z_p' Z_z' (\sigma_q, \sigma_t) K \frac{n}{2}.$$

$S_p S_z$ sont les combinaisons d'addition, $Z_p' Z_z'$ celles de différence $\sigma_q \sigma_t$ les combinaisons à intervalle.

Il faut noter que le calcul qui vient d'être indiqué conduit à la perte de $p + z + p' + z' + (q + t) K \frac{n}{2}$ pointes à chaque extrémité de la série des données, étudiée. C'est pourquoi les résultats d'analyse n'arrivent jamais à recouvrir toute la longueur des observations.

Cette méthode d'analyse a été appliquée par M. et Mme H. LABROUSTE aux observations du magnétisme terrestre, aux séismogrammes, à l'agitation microsismique. Elle l'a été par d'autres chercheurs à la météorologie, à l'activité solaire, au magnétisme solaire, etc ...

L'application à l'hydrologie a permis de formuler les conclusions suivantes :

1°- Unicité de l'ensemble des composantes. Les différentes périodes sont sensiblement les mêmes pour les séries analysées. Cependant, la longueur de période subit, entre les séries et à l'intérieur d'une même série, une certaine variation autour d'une valeur moyenne, ce qui peut dépendre du fait d'une double origine des eaux, qui viennent soit par ruissellement, soit par le sous-sol. Les périodes actuellement reconnues, à partir des moyennes mensuelles, ont une longueur moyenne de 3, 4, 6, 8, 12, 18, 30 mois et de 4, 6, 11, 22, 30 et 45 ans.

2°- Variabilité de la phase. Aucune des composantes ne présente une continuité constante de phase. En dehors de la variation signalée plus haut, on observe des changements de phase qui se produisent lorsque l'intensité de la composante affectée est faible. On est en présence d'une succession de régimes différents et qui s'établissent brusquement.

3°- Variation de l'amplitude. Les composantes forment ainsi des trains d'ondes comprenant un nombre différent de périodes entières et pour lesquelles la loi de variation de l'élongation n'est pas toujours la même. En règle générale, les différents trains sont symétriques par rapport à l'élongation maximum. On observe aussi des chevauchements de

trains. La part revenant aux différentes composantes dans la formation de la cote observée est extrêmement variable d'un cours d'eau à un autre. Il est donc possible de dire qu'il n'existe pas de composante universellement prépondérante. Toutefois, les périodes plus longues que 30 mois sont, en général, les moins importantes.

4°- Indépendance des composantes. Les changements de phase signalés (2°) se produisent d'une façon indépendante pour chacune des composantes. De même, dans la majorité des cas, les trains de différentes périodes se produisent d'une façon indépendante. Les coïncidences des amplitudes maxima ne s'observent qu'exceptionnellement et seulement pour certains trains de quelques-unes des composantes.

5°- Propagation des composantes. L'étude de l'ensemble des données d'une région révèle que les différents trains s'observent aux différentes stations avec un décalage dans le temps, mais avec les mêmes dispositions générales. Il semble possible d'en conclure que les composantes progressent à la surface du globe. Leurs vitesses de propagation ne sont pas identiques, ce qui dans certains cas particuliers peut conduire à la superposition, dans certains endroits privilégiés, des maxima des trains appartenant à quelques composantes, comme cela est signalé plus haut (4°). Pour les régions étudiées, les trajectoires sont approximativement les mêmes, mais une généralisation de cette règle serait prématurée.

6°- Notons enfin que l'étude de la propagation des composantes permet de découvrir un phénomène nouveau (l'ana et le kata plynirisme) qui relie d'une façon assez imprévue les variations du débit des cours d'eau à la pluviométrie.

Ce phénomène consiste en ce que les composantes élémentaires peuvent se propager aussi bien dans le sens d'écoulement que dans le sens contraire. C'est ainsi que les crues de la Garonne provenant des dépressions méditerranéennes se comportent tout autrement que celles provenant des pluies océaniques. Les premières sont kataplyniriques, les secondes anaplyniriques.

Les mêmes dispositions peuvent être réalisées pour des composantes plus longues.

Les conclusions énoncées sont d'ordre théorique; il y en a d'autres qui intéressent immédiatement la pratique. Il faut citer en premier lieu la reconnaissance des limites du régime d'un cours d'eau.

Certains ouvrages reconstruits, après la destruction par une forte crue, pour laisser s'écouler un débit quintuple du débit observé, ont néanmoins été emportés par une crue. L'estimation du débit (pour laquelle existe d'ailleurs une certaine quantité de formules) s'affirme donc quelquefois insuffisante.

La considération des composantes élémentaires, relatives à chaque cours d'eau, compte tenu de leur indépendance, permet de prévoir que la coïncidence des différents maxima, qui ne s'est pas produite pendant la

durée des observations, reste possible. On peut donc rechercher les cotes qui résulteraient de la production simultanée des maxima de toutes les composantes.

On peut raisonner de même avec les minima.

On obtient ainsi deux graphiques caractérisant les limites du régime et qui sont en relation avec les conditions présentées par le lit et par le bassin d'alimentation, comme il apparaît, par exemple, pour le Niger, dont deux stations séparées par le lac Dibo offrent des dispositions différentes.

L'analyse de M. H. LABROUSTE permet également d'obtenir d'autres renseignements; par exemple elle permet de chiffrer l'influence de la forêt sur la marche des eaux souterraines (augmentation de l'amplitude de la composante annuelle sous la forêt).

Enfin la prévision, à longue échéance, des crues et des étiages est possible par extrapolation du tracé des composantes, comme cela a été fait pour la Seine.

M. le président remercie vivement M. FROLOW et le félicite d'avoir conduit avec conscience ce travail difficile et délicat.

Pourrait-on, demande M. le Président, appliquer la méthode d'analyse harmonique à la prévision des crues rapides et désastreuses auxquelles sont soumises certaines rivières de montagne, l'Ardèche par exemple (le débit parfois inférieur à 10 m³ seconde peut atteindre le chiffre de 8.000 m³ seconde en un temps très court). La soudaineté et l'abondance des précipitations atmosphériques, l'imperméabilité du bassin supérieur donnent une telle impétuosité aux eaux que celles-ci ne peuvent être ensuite retenues par les calcaires fissurés. Devant ces difficultés on a dû renoncer à certains projets de barrage.

M. FROLOW précise que la méthode n'est malheureusement pas applicable dans ces conditions, du fait de la non continuité du phénomène et de sa courte durée.

La méthode pourrait-elle être appliquée à la différenciation des terrains géologiques ?

M. FROLOW le croit sans toutefois oser l'affirmer; il a fait, à ce sujet, en étudiant le Danube, des constatations intéressantes, mais il serait prématuré d'en tirer des conclusions.

M. BEAU signale que la "Commission des Etudes des Crues" a été vivement intéressée par les travaux de M. FROLOW. Le président de cette commission a adressé une lettre de félicitations à M. FROLOW, lui témoignant que les premiers résultats obtenus étaient prometteurs et que la commission espérait être tenue au courant des travaux futurs.

M. le président prend acte de l'intérêt porté aux travaux de M. FROLOW.

M. WILLEMIN estime que le champ d'investigation de la méthode d'analyse harmonique semble assez réduit du fait que les causes accidentelles, particulièrement dangereuses, lui échappent.

La méthode peut donner des résultats très intéressants si elle est appliquée à la Seine, dont les crues durent longtemps et se prêtent bien à l'observation. La grande crue de la Seine, commencée en Novembre 1909 ne s'est terminée qu'en Octobre 1910 et le maximum a tenu 36 heures .

Pour les rivières de montagne, le problème est tout à fait différent. Le maximum de crue ne dure qu'un temps très court; sur l'Ardèche, par exemple, certaines pointes ne durent pas un quart d'heure et il est impossible de les jauger.

Dans cet ordre d'idées, M. WILLEMIN fait remarquer qu'il n'a pas été possible de jauger la récente crue du Rhône.

M. WILLEMIN estime que la méthode donne d'excellents résultats lorsque l'on recherche les périodes de l'année pendant lesquelles les crues peuvent se produire, mais qu'il faudrait se garder de la généraliser trop hâtivement.

M. BOURCART expose que les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont riches en promesses et qu'il y a lieu de poursuivre cette étude. Il faudrait pour cela fournir à M. FROLOW de nouveaux matériaux statistiques.

M. BOURCART informe d'autre part la section que certains crédits ont été votés sur le budget général pour lutter contre le chômage (plan Grünebaum Ballin).

La Confédération des Travailleurs Intellectuels est chargée de centraliser les demandes de subventions qui doivent être chiffrées.

Après un échange de vues, auquel prennent part M. le président MARTEL, MM. BEAU, BOURCART, LUTAUD, WILLEMIN, la Section, sur la proposition de M. BOURCART, adopte le voeu suivant :

"La Section d'hydrologie scientifique du comité national français de Géodésie et de Géophysique émet le voeu :

1°- que les différentes Administrations publiques communiquent tous les relevés des hauteurs d'eau et des débits des rivières de France et des Colonies qu'elles possèdent, à l'Institut de physique du globe de l'Université de Paris pour être soumis à la méthode d'analyse harmonique,

2°- que sur les crédits des grands travaux pour lutter contre le chômage, une dotation annuelle de 20.000 francs soit attribuée pendant dix années à l'Université de Paris pour la mise en application aux problèmes de la prévision des crues et des déficits des cours d'eau français, de la méthode d'analyse harmonique".

Le voeu d'ordre budgétaire sera envoyé :

A la Confédération des Travailleurs Intellectuels, 12 rue Henner,
référence plan Grünebaum Ballin.

A M. ROZIER, Bureau statistique universitaire, Ministère de
l'Éducation nationale.

A M. BOURCART, 3 rue de la Cité Universitaire.

M. le Président donne communication d'une lettre de la librairie
Hermann signalant la parution d'un volume de M. Robert TOURNIER :

"Notes pour servir à l'étude des nappes aquifères et notamment
de la nappe artésienne albienne dans la région de Paris et de la nap-
pe artésienne cénomaniennne de la région de Tours".

Le prix de cet ouvrage est de 45 francs.

M. Jean LAURENT signale que ce livre dont M. DIENERT a fait l'a-
nalyse au Comité Technique contient quelques idées personnelles har-
dies et renferme une documentation intéressante.

La commission décide d'acheter ce volume et de le remettre à
M. LUTAUD. Un résumé en sera fait lors d'une prochaine séance.

M. le Président informe la section que de très intéressantes con-
férences d'hydrologie sont faites à Lille par notre collègue M. le Pro-
fesseur DOLLÉ, conférences dont le succès a largement dépassé le cadre
de l'Université du Nord.

M. le Président signale :

Un compte-rendu de M. SCHNEIDER, Ing^r des Mines, paru dans les
Annales des Mines, sur le captage des sources thermales d'Aix les Bains
et le mécanisme d'émission de ces griffons.

Un article de notre collègue M. COYNE sur le barrage-voûte de
Marèges, publié dans la Revue Générale de l'hydraulique.

M. WILLEMIN fournit à ce sujet quelques compléments très intéres-
sants.

M. le Président donne la parole à M. LUTAUD, en le priant d'infor-
mer la Section des premières activités de la Sous-Commission de Radies-
thésie. M. LUTAUD indique en quelques mots la ligne que s'est tracée
cette Sous-Commission.

La question de la statistique des succès et des insuccès des sour-
ciers ne sera pas abordée. La sous-commission se bornera à rechercher
si la présence de l'eau peut produire sur les êtres vivants des réac-
tions d'ordre physique, physico-chimique ou physiologique, décelables
scientifiquement.

M. INTAUD fait part à la section que les membres de la sous-commission ont rendu visite à M. GORCEIX et se sont documentés sur sa balance pendulaire.

M. GORCEIX a montré que la présence d'un être humain jouant le rôle de détecteur est encore indispensable dans l'état actuel des choses. C'est lui qui transforme le mouvement pendulaire d'oscillation en un mouvement de rotation. Le mouvement musculaire serait, d'après M. GORCEIX, inconscient et non subconscient.

Si ce mouvement musculaire est bien dû à une modification de l'influx nerveux, il serait intéressant de mettre cette dernière en évidence.

Le docteur PASTEUR indique que la sous-commission a, dans ce but, décidé qu'une série d'expériences serait faite sur la patte de grenouille, organe particulièrement sensible aux différents phénomènes électromagnétiques.

La sous-commission a songé à s'adjoindre des physiciens et physiologistes particulièrement qualifiés pour des expériences de cet ordre.

M. URBAIN précise que MM. Robert LEVY, ALLARD et AUDUBERT ont promis leur concours.

Les résultats obtenus, qu'ils soient positifs ou négatifs, constitueront une base scientifique incontestable.

M. le Président se félicite que la discussion ait été engagée sur cette voie et remet à la sous-commission une documentation relative à l'activité des sourciers.

Etant donnée l'heure tardive, M. le président renvoie à la prochaine séance (qui aura lieu en février) l'exposé qu'il devait faire des intéressants travaux des missionnaires.

M. le président adresse ses compliments à MM. GENISSIEU et LAURENT, nommés récemment Officier et Chevalier de la Légion d'honneur. Il prie M. LAURENT de bien vouloir transmettre les félicitations de la Section à M. GENISSIEU qui, retenu, n'a pu assister à la séance.

La séance est levée à 19 heures.

Le Secrétaire

A. GUILLERD