

COMITE NATIONAL FRANCAIS DE GEODESIE & GEOPHYSIQUE

Section d'Hydrologie Scientifique

Séance du 13 Mai 1946

- ORDRE DU JOUR -

- 1°- Approbation du procès-verbal de la précédente séance.
- 2°- Congrès d'Oslo de 1947 - Désignation des Rapporteurs des questions mises à l'étude pour être présentées à ce congrès.
- 3°- Communication sur "Les Barrages" par M.J.AUBERT, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.
- 4°- "L'utilisation de la méthode de Porchet pour la reconnaissance des nappes aquifères par Mr A.VIBERT, Ingénieur en Chef des Travaux de la Direction Technique des Eaux et de l'Assainissement de Paris.
- 5°- "Compte-rendu des travaux de la Commission de la Seine et de son Bassin", par M.FROLOW, Ingénieur Docteur, Secrétaire Général de la Commission.
- 6°- "Dépôts calcaires dans les lacs" par M.J.BOURCART, Professeur à la Sorbonne.
- 7°- Dépôt de travaux originaux de M.COUTAGNE.
- 8°- Questions diverses.

PROCES-VERBAL

Etaient présents : M.DIENERT, Président - MM.AUBERT, BACHET, BEAU Léon BERTRAND, BOURCART, BRUZEL, COYNE, FRECHET, GENISSIEU, GESLIN GEZE, GUILLERD, LE STRAT, PACAUD, PIOGER, SIVADE, TROMBE, VIBERT VIGNEROT, VIVIER.

Absents excusés : MM. CALVET, CRESCENT, FROLOW, KOCH, J.LAURENT, LEPAPE, PASTEUR, SCHOELLER.

o
o o

Le procès-verbal de la séance du 5 novembre 1945 est adopté à ~~près~~ une observation de M.SIVADE qui indique que la communication de M. SCHOELLER n'a pas appelé de critique de sa part; M.SIVADE partage les vues de M. SCHOELLER et s'entretiendra de cette question avec l'auteur quand celui-ci sera de passage à Paris.

M. le Président informe la section qu'il a reçu de M.NORBERT CASTERET une lettre de condoléances en réponse à la circulaire envoyée aux Membres lors du décès du Général Perrier.

L'Institut Américain des Sciences aéronautiques a exprimé le désir de recevoir un exemplaire des "Instructions hydrologiques". A titre de réciprocité cet organisme nous fera parvenir

2°- Progrès des mesures hydrauliques appliquées à l'hydrologie scientifique comportant la description des méthodes et des instruments destinés à la prévision des inondations, à l'observation des précipitations, à l'accumulation du couvert des neiges, aux conditions atmosphériques :
MM. Jean LAURENT, FROLOW, PARDE.

3°- Etude des conditions sous lesquelles les particules solides sont transportées dans les courants à lit mobile (évaluation de la forme du lit, formation des bancs, des barres et des trous), lois du transport de ces matériaux d'après la vitesse et la profondeur de l'eau, le poids spécifique et les dimensions des matériaux, en comparant les essais de laboratoire avec les essais sur les courants naturels.
MM. FROLOW, AUBERT, GLANGEAUD, BOURCART.

o
o o

M. le Président donne la parole à M. FRECHET qui résume une note de M. COUTAGNE "Probabilités et Corrélations" - Application à la prévision du débit nival et à l'étude du débit glaciaire.

Sous ce titre, M. COUTAGNE condense un travail étendu ou après quelques réflexions sur la théorie générale de la corrélation et de l'ajustement, il applique cette théorie générale à un problème hydrologique. Il déduit entre autres de cette théorie des observations et de ses calculs que l'allure des précipitations de Novembre à Mars dans les Alpes :

- 1/ permet de prédire celle du débit nival.
- 2/ ne donne aucune indication utile sur le débit glaciaire.

M. le Président remercie Monsieur FRECHET.

o
o o

M. AUBERT fait don à la bibliothèque de la Section du Tome II (canalisation et barrages) du cours de Navigation intérieure qu'il professe à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

A cette occasion, M. AUBERT commente sommairement le plan adopté dans cette étude de la protection contre les crues.

- a) ralentissement de l'écoulement,
 - b) accélération de l'écoulement par des procédés très divers au moyen de machines.
 - c) mise à l'abri des lieux habités par construction de digues étude des barrages; le chapitre des barrages mobiles en lit de rivière est particulièrement développé afin de combler une lacune de la littérature technique : aucun traité récent n'ayant été publié à ce sujet.
- L'ouvrage se termine par l'étude de la canalisation et par une série d'exemples: Canalisations de la Seine, de l'Ohio, de la Meuse hollandaise, du Mississipi; travaux effectués sur le Main, le Neckar, le Tennessee; projets de canalisations envisagées pour le Haut-Rhin, et pour le Rhône en aval de Lyon, ce dernier projet devant bientôt entrer dans la voie des réalisations.

M. DIENERT remercie M. AUBERT; l'ouvrage "Canalisations et Barrages" sera déposé au secrétariat et les membres de la Section ne manqueront pas de le consulter avec profit.

o o

M. le Président donne la parole à M. VIBERT qui traite de "l'utilisation de la méthode de PORCHET pour la reconnaissance des nappes aquifères."

De 1920 à 1934, Porchet a poursuivi activement l'étude^{de} la circulation souterraine des eaux et a proposé aux Ingénieurs et Hydrologues différentes formules et méthodes propres à faciliter la reconnaissance des nappes aquifères.

La formule établie par lui (1) pour le calcul du débit des puits ne présentait pas de caractère original bien marqué et n'était, en somme, que la répétition de la formule déjà ancienne de Dupuit. Etablies toutes deux en partant d'une hypothèse simplificatrice énoncée, elles ne peuvent donner de résultats suffisamment approchés que dans des cas particuliers.

Il a été mis en évidence, en effet. (2), par les voies théoriques et expérimentales, que le phénomène de l'écoulement est nettement différent de celui étudié par ces auteurs et qu' aussi bien dans le cas de la galerie drainante que dans celui du puits il existe sur la paroi ^{avant} ou intérieure du captage une zone de résurgence par laquelle s'écoule une partie, qui peut être importante et atteindre même l'intégralité du débit fourni par l'ouvrage.

Mais dans l'oeuvre de Porchet, le travail le plus original, du moins au point de vue théorique, celui dans lequel l'auteur fait preuve d'une intuition qui, à un certain point de vue, peut être qualifiée de géniale, même si elle ne réalise pas tous les espoirs mis en elle, est la Méthode permettant de déterminer le débit d'un puits ou d'un forage correspondant à une dénivellation donnée Δ du plan d'eau à l'intérieur de ce dernier, par la simple interprétation des courbes limnigraphiques enregistrées au cours d'un pompage effectué à un débit régulier et constant Q jusqu'à une profondeur au moins égale à Δ mais sans avoir réalisé la stabilisation du niveau à l'intérieur de l'ouvrage.

Cette méthode a été complètement exposée par l'auteur dans le numéro 56 des Annales de la Direction Générale des Eaux et Forêts (pages 307 et suivantes), puis résumée par lui dans le numéro 60, (page 208) de la même publication, et enfin exposée, sous sa forme résumée, dans le Génie Civil du 23 mai 1936, par M.H. Lafferère, jeune et brillant ingénieur du Génie Rural, trop tôt disparu.

(1) Thèse doctorale soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris (A.D.E.F.-année 1923)-Fasc.53-pages 283 et suivantes.

(2) Voir Génie Civil des 1/6, 15/6 et 1/12 de l'année 1943.

C'est sous cette dernière qu'elle est connue et utilisée, eu égard à la large diffusion dont elle a été l'objet.

o o

La trouvaille de PORCHET consiste en ce qu'il a pensé à écrire que le débit Q de la pompe utilisée pour effectuer l'essai de pompage est égal, pour une dénivellation quelconque x du plan d'eau à l'intérieur de l'ouvrage, au débit du puits correspondant à cette même dénivellation, plus la dérivée par rapport au temps du volume d'eau E compris entre le niveau initial de la nappe et sa surface libre pendant le pompage proprement dit.

Partant de cette considération, PORCHET exprime le débit q du puits correspondant à une dénivellation donnée Δ par la formule très simple :

$$q = Q \frac{\text{tg } \alpha_2}{\text{tg } \alpha_1 + \text{tg } \alpha_2}$$

ou encore :

$$q = Q \frac{\alpha^\beta}{\alpha^\delta}$$

les angles α₁ et α₂ ainsi que les segments α^β et α^δ étant relevés sur la courbe limnigraphique conformément aux indications de la figure 1 (ci-contre).

o o

Mais l'expérience montre que cette méthode, d'une grande simplicité apparente, donne généralement des résultats différents de ceux réellement constatés.

Nous avons essayé de trouver les raisons de ces différences, que nous avons tout d'abord attribuées au fait que la méthode avait été établie par son auteur sans tenir compte de l'existence d'une zone de résurgence sur la paroi du puits, notion qui n'était pas encore admise à l'époque; or il n'en est rien et un calcul simple montre que les déductions théoriques de Porchet demeurent encore valables, au moins dans le cas d'un puits situé dans un terrain filtrant homogène et donnant lieu à un écoulement identique dans toutes directions.

Dans ce cas, en effet, le volume désigné par E par Porchet se compose de deux parties, savoir :

- 1°- Le volume V₁ du cylindre g, h, e, f, compris à l'intérieur du puits et qui est fonction de la hauteur x du cylindre;
- 2°- Le volume V₂, extérieur au puits, engendré par la rotation du triangle curviligne a, g, b, autour de l'axe de l'ouvrage.

Ce volume est une fonction de la hauteur $y = g b$ du triangle sus indiqué.

y est elle-même une fonction de x telle que :

$$y = 0 \text{ pour } x = 0 \text{ et } y = y_{\text{max}} \text{ pour } x = H$$

Dans ces conditions, on peut écrire comme dans le cas de l'auteur :

Pendant le pompage :

$$Q = q + \frac{dE}{dt} = q + \frac{dE}{dx} \cdot \frac{dx}{dt}$$

et après l'arrêt du pompage :

$$q = - \frac{dE}{dt} = - \frac{dE}{dx} \cdot \frac{dx}{dt}$$

équations fondamentales de Porchet qui l'ont conduit au résultat sus-indiqué.

De nouvelles recherches ont attiré notre attention sur deux points essentiels, qui semblent avoir quelque peu échappé à la perspicacité des utilisateurs.

Le premier point est que la méthode de Porchet implique, du moins dans l'esprit de son auteur (1) un débit constant de la pompe placée sur le puits en essai, pendant toute la durée de ce dernier. Or, avec les pompes centrifuges généralement employées à cet effet, et dont la caractéristique $H = f(Q)$ est une courbe parabolique plus ou moins "tombante", cette modalité est pratiquement impossible à satisfaire, à moins de prendre des dispositions difficiles à mettre en oeuvre.

Dans ces conditions, l'utilisation des courbes limnigraphiques enregistrées doit se limiter au point B de la figure 1 et encore à une condition, c'est que la valeur du débit Q de la pompe, correspondant à ce point, soit bien connue et ait fait l'objet, par exemple, d'un jaugeage direct.

A remarquer toutefois que, sans modifier le principe même de la méthode, il en serait autrement si l'on prenait la précaution d'enregistrer ou d'établir en partant de la caractéristique de la pompe lorsque cette dernière est connue avec une précision suffisante, en même temps que la courbe de descente AB du niveau de l'eau dans l'ouvrage, celle représentant la variation du débit de la pompe pendant le même temps. Ceci conduirait à la pose d'un indicateur de débit sur le refoulement de la pompe (venturi ou diaphragme, par exemple) ou à réaliser des mesures fréquentes, par jaugeage direct, pendant toute la période de descente.

(1) Dans le mémoire original (Fasc.56 A.E.F. page 308, Porchet a toutefois signalé, sans s'y arrêter, le cas du débit variable.)

Le deuxième point touche au principe même de la méthode qui, comme nous l'avons dit, repose sur une intuition géniale mais n'en implique pas moins une sérieuse réserve.

Il n'est pas évident, en effet, comme l'a admis son auteur, (Fasc. A.E.F. page 309, 3ème ligne) qu'il y ait égalité entre les expressions $\frac{dE}{dh}$ et $\frac{dE'}{dh}$ correspondant respectivement à la descente du niveau dans le puits et à la remontée du même niveau.

A première vue, l'identité de ces deux rapports paraît vraisemblable, au moins pour des nappes ayant pour gisement un milieu poreux homogène ou supposé tel. A la réflexion, au contraire, il semble difficile qu'il puisse en être ainsi. Cette identité ne pourrait être légitimement soutenue que s'il s'agissait d'un liquide parfait, en écoulement dans un milieu ne donnant pas lieu à frottement. Or, il est loin d'en être ainsi, de sorte qu'un doute subsiste. En effet, les deux états auxquels correspondent ces expressions ne sont pas des états d'équilibre mais des états transitoires qui ne sont pas nécessairement les mêmes pendant la période d'abaissement du niveau de l'eau dans l'ouvrage et pendant la période de remontée.

Par analogie avec les phénomènes thermodynamiques réels, on peut dire, en risquant une comparaison quelque peu osée peut-être, que le phénomène de l'alimentation et de sa réalimentation au voisinage du puits de captage n'est pas "rigoureusement réversible" et qu'en conséquence les états de la surface libre de la nappe pendant la période de remontée ne sont pas exactement les mêmes que ceux correspondant à la période de descente.

Quelle est l'importance de la différence pouvant résulter de l'inégalité entre $\frac{dE}{dh}$ et $\frac{dE'}{dh}$?

Rien ne permet de l'indiquer. Seules, des expériences longues, minutieuses et onéreuses permettraient, le cas échéant, de s'en faire une idée.

Quoi qu'il en soit, elle est peut-être suffisante pour expliquer les anomalies constatées au cours de l'application correcte de la méthode, dans le cas où celle-ci est possible, compte tenu de ce que nous avons dit précédemment.

Par ailleurs, cette remarque enlève à la méthode indiquée le caractère général que Laferrère a bien voulu lui trouver (Génie Civil du 23 mai 1936 - page 489 : "La première détermination, au contraire.... est possible dans tous les cas....") pour la raison que la formule sus-indiquée donnant le débit q du puits est indépendante du coefficient de perméabilité K .

o
o o

En résumé, on peut déduire de ce qui précède :

1°- que l'existence d'une zone de résurgence sur la paroi intérieure du puits n'enlève rien à la théorie de la méthode de Porchet;

2°- qu'en tout état de cause, l'application de cette méthode ne saurait être valablement envisagée que dans le cas de puits ménagés dans des nappes homogènes et faisant l'objet d'une alimentation identique dans tous les azimuts;

3°- que, même dans ce cas, un doute subsiste quant à l'exactitude de la méthode, en ce sens que le phénomène de l'écoulement d'un liquide naturel à travers un milieu quelconque, du fait des caractéristiques physiques et mécaniques du liquide et du milieu n'est pas absolument indépendant du sens de cet écoulement.

Ces conclusions sont, à notre avis, suffisantes pour expliquer les anomalies auxquelles conduit l'application systématique et sans discrimination préalable d'une méthode qui pour le reste n'est pas dépourvue de mérites.

Elles ne devront pas être perdues de vue dans l'interprétation des résultats auxquels conduit cette méthode qui n'a pas le caractère de simplicité qu'une vulgarisation quelque peu imprudente, peut-être, tendrait à laisser supposer.

MM. BACHET et GENISSIEU présentent quelques remarques sur la notion de "débit". M. DIENERT rappelle que l'application de la méthode de PORCHET a parfois conduit à des résultats que l'expérience n'a pas confirmés.

M. GUILHERD indique que la méthode n'a pas toujours été appliquée par des techniciens avisés. M. PIOGER précise que le but initial recherché par PORCHET était la détermination approximative du débit des puits de village; cette méthode, employée comme méthode de première reconnaissance a donné des renseignements très utiles; elle ne dispense nullement de l'essai de débit de longue durée.

M. le Président remercie M. VIBERT de son intéressant exposé et conclut en indiquant que l'application de la méthode de PORCHET doit être faite avec discernement.

o o

M. le Président donne la parole à M. BOURCART qui entretient les membres de la Section de ses récents travaux sur les dépôts calcaires des lacs.

M. BOURCART a étudié les dépôts des lacs de Loire; il a procédé, au laboratoire, à des essais artificiels de sédimentation en projetant du carbonate de calcium officinal dans des sols d'humus; M. BOURCART souligne l'intérêt que présenterait, à titre comparatif, l'examen des sédiments actuels des lacs déposant de la craie (lacs d'Annecy et du Bourget).

D'autre part, M. BOURCART appelle l'attention sur l'encroûtement des canaux d'aménée d'eau; l'examen d'une concrétion calcaire provenant d'une conduite forcée, à grande circulation, a montré la présence d'un feutrage important de spicules d'éponges, il serait intéressant de procéder à l'examen d'autres échantillons prélevés dans des conditions analogues.

M. GENISSIEU indique que des concrétions dues au développement d'organismes ont été observées en Suisse, particulièrement au printemps.

M. le Président remercie M. BOURCART.

o o

La Section a reçu un intéressant travail de M. BOURGIN :
"La Bourne et ses affluents souterrains".

Il est décidé à l'unanimité, de présenter, à la prochaine
Assemblée générale, la candidature de M. A. BOURGIN en qualité de
membre de la Section.

Une thèse d'Ingénieur-Docteur, soutenue devant la Faculté
des Sciences de Clermont-Ferrand par M. Jacob Van der Min :
"Etude hydro-géologique des grands captages d'eau potable dans
les coulées de lave des environs de Clermont Ferrand", a été
transmise par M. VIBERT. Cette thèse fera l'objet, lors de la
prochaine séance, d'une communication de M. GEZE.

°
° °

La séance est levée à 19 heures.
