

COMITE NATIONAL FRANCAIS DE GEODESIE ET GEOPHYSIQUE

SECTION D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE

Séance du 4 Novembre 1947

- ORDRE DU JOUR -

- 1°- Approbation du procès-verbal de la précédente séance
- 2°- Examen de la situation financière.
- 3°- Demande présentée par M.W. FROLOW, Ingénieur docteur, de subvention pour l'impression d'un mémoire sur les méthodes et la technique des prévisions à longue échéance.
- 4°- Communication par M. le Président DIENERT, au sujet de la présentation des rapports au Congrès d'Oslo, et sur la création de la Commission d'Etudes du Bassin du Rhône.
- 5°- Communication par M. F. TROMBE, Docteur ès-sciences, sur son exploration spéléologique de la Henne Morte.
- 6°- Communication par M. le Président DIENERT sur la "Clarification des eaux".
- 7°- Candidatures au Comité de l'Association Internationale d'Hydrologie scientifique (Election d'un membre).
- 8°- Questions diverses.

- PROCES - VERBAL -

La séance est ouverte à 16 h.30 au Ministère des Travaux Publics.

Etaient présents : M. DIENERT, Président - MM. AUBERT, FROLOW, GENISSIEU, GESLIN, GOSSELIN, GUILLARD, LEPAPE, LE STRAT, LUTAUD, PACAUD, PASTEUR, PERRIER, TROMBE, VIBERT, VIGNEROT, VIVIER.

Absents excusés : M. BLANC, BOURCART, BOURGIN, KOCH, LABROUSTE, PIOGER, PRENANT, SENTENAC, SIVADE.

Le procès-verbal de la séance du 25 février 1947 est adopté après une mise au point de M. le Président concernant la transmission du vœu se rapportant à l'inscription de la recherche d'ordre hydrologique dans le plan de réorganisation de la recherche scientifique; M. le Président précise qu'il a porté personnellement ce vœu au Président de la Commission interministérielle.

A la demande de M. DIENERT, M. LUTAUD relate les démarches qu'il a entreprises, en qualité de Président de la Commission d'Hydrologie du C.N.R.S., en vue d'organiser un enseignement théorique et pratique de l'Hydrologie générale; le C.N.R.S. n'a pas répondu officiellement à la demande de sa

commission d'hydrologie et les projets ébauchés n'ont pu de ce fait, passer sur le plan de la réalisation. -2-

M. le Président pense que cet échec est imputable au manque de crédits, le C.N.R.S. ayant d'autre part supprimé toute aide à la Commission scientifique de la Seine.

M. LE STRAT fait un exposé de la situation financière. Il indique que l'avoir de la Section se monte actuellement à 15.553 francs et il fait observer que les frais de secrétariat d'impression et d'envoi des convocations et des comptes-rendus de séance ont considérablement augmenté. Il importe donc de solliciter des subventions auprès des organismes susceptibles d'être intéressés par les travaux de notre section.

Il est décidé de s'adresser dans ce sens à l'Office de la Navigation, au Ministère de l'Agriculture et à celui des Travaux Publics qui ont déjà, à plusieurs reprises, accueilli favorablement de telles demandes.

L'ordre du jour appelle la présentation de la demande de subvention en vue de l'impression d'un mémoire de M. FROLOW, sur les méthodes et la technique des prévisions à longue échéance.

M. LUTAUD indique que la dépense envisagée est de l'ordre de 100.000 frs; une demande de crédit adressée au C.N.R.S. est restée sans réponse; ce travail scientifique présente, ainsi qu'en témoignent les résultats frappants obtenus dans la prévision des crues de la Seine, un intérêt pratique indiscutable et pourrait donner de précieux renseignements concernant l'alimentation des barrages. Après un échange de vues auquel prennent part MM. AUBERT, DIENERT, FROLOW et LUTAUD, il est envisagé de demander, pour la publication de cet ouvrage, l'aide financière de l'Electricité de France; une première démarche sera effectuée dans ce sens par M. AUBERT.

o
o o

Préparation du Congrès d'Oslo de 1948 - M. le Président indique que la date du Congrès d'Oslo a été reportée au mois d'août 1948. Les nouveaux statuts stipulent que les rapports sur les questions mises à l'ordre du jour à Washington doivent être adressées aux présidents respectifs des différentes commissions avant le 1er mars 1948. Les rapports comporteront au maximum 15 pages de 400 mots, clichés et figures compris. Un résumé du rapport (maximum 2 pages de 400 mots) sera imprimé et diffusé avant le Congrès afin que les congressistes puissent en prendre connaissance avant la session; la publication des rapports interviendra ultérieurement.

Le Secrétaire donne lecture des différentes questions posées et rappelle le nom des rapporteurs français, désignés au cours de la séance du 13 mai 1946.

1 - COMMISSION DES EAUX SOUTERRAINES :

1°- Infiltration (absorption par le sol), facteurs qui déterminent la partie infiltrée de la précipitation, en considérant

l'effet des plantes, la configuration du sol, etc... et l'importance de ces influences :

MM. DIENERT & HENIN

2°- Variation du niveau de l'eau et de la pression ascensionnelle dans les puits, leur mesure et leur interprétation :

MM. VIBERT & SIVADE

3°- Les sources thermales des différents pays, leur géologie, leur origine, la composition chimique de leurs eaux et l'origine de leur pression (en collaboration avec l'Association Internationale de Volcanologie).

MM. GUILLERD, BARCET, & P. URBAIN.

11 - COMMISSION DE LIMNOLOGIE :

1°- Bilan des différentes eaux dans les lacs (entrée, sortie, précipitation et évaporation (Il n'a pas été désigné de rapporteur).

2°- Etude statistique du niveau des lacs avec une référence spéciale concernant l'amplitude et la durée de ces fluctuations.

M. VOLTERRA

3°- Mouvement de l'eau dans les lacs.

M. GUILLERD

111 - COMMISSION DES NEIGES ET DES GLACIERS :

1°- Etude de l'origine, de la dérive et de la dissolution des icebergs dans leur rapport avec la prévision de leur apparition.

M. le Commandant ROUCHE

2°- Changement, au point de vue physique, du couvert de la neige aboutissant au ruissellement et spécialement à l'inondation.

MM. PARDE, COUTAGNE

3°- Etude de la texture cristalline du glacier en relation avec le mode du mouvement des glaciers.

MM. WEBER et J. DUCLAUX

Quatre comités spéciaux ont été constitués : le premier pour l'étude du modèle des cartes du couvert des neiges et de la glace dans le monde; le deuxième pour l'étude des modes de classification des différents types de neiges et de couvert de neiges, avec une terminologie spéciale pour les désigner, la troisième pour l'étude d'une classification systématique en vue de la bibliographie internationale de la glace et de la neige; le quatrième, pour l'études des méthodes concernant les travaux sur la neige et prévisions du ruissellement d'après le couvert de neige.

IV - COMMISSION DE POTAMOLOGIE :

- 1°- Préparation d'un mémoire sur l'état actuel des études sur l'évaporation basé sur ce qu'ont fait jusqu'ici les organisations intéressées, en indiquant la détermination des différentes moyennes (pour des périodes d'observations, si possibles, d'au moins 30 années) entre la précipitation (plus la condensation) et le ruissellement (évaporation et transpiration) pour représenter et bien distribuer les bassins de drainage dans les régions qui ont une précipitation suffisante pour donner des différences suffisamment significatives.

M. COUTAGNE

(M. Coutagne pourrait reprendre cette question en entier sans tenir compte de la publication de Washington fort mal imprimée).

- 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, PARDE¹

- 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

Répondant aux demandes de plusieurs rapporteurs, M. le Président précise que le sujet proposé peut fort bien n'être traité que partiellement, la contribution ainsi apportée sera utilisée par le rapporteur général.

o
o o

Création d'une Commission d'Etudes du bassin du Rhône -

La Section a décidé la création d'une Commission d'Etudes du Bassin du Rhône qui fonctionnerait dans les mêmes conditions que celles de la Seine et de la Garonne; il est décidé de demander à Monsieur ALLIX, Recteur de la Faculté de Lyon, de bien vouloir en être l'animateur. Monsieur KILDCHNER, Ingénieur en Chef du Service de la Navigation Rhône et Saône, doit intervenir dans ce sens auprès de Monsieur ALLIX.

o
o o

M. le Président donne la parole à M. TROMBE qui fait un exposé sur son exploration spéléologique de la "Henne Morte".

Le gouffre de la Henne Morte s'ouvre à 1.300 mètres parmi d'autres orifices et cirques calcaires dans le massif

d'Arbas (Haute-Garonne), qui est un embranchement latéral orienté est-ouest d'une longue suite de crêtes étroitement liées les unes aux autres.

Plusieurs expéditions ont, depuis 1940, été entreprises sous la direction de CASTERET, avec des moyens précaires; au prix d'efforts inouïs la cote -350 a été atteinte; la dernière exploration a été marquée par un accident grave. En 1945, CASTERET envisage la nécessité d'avoir recours à une équipe organisée ayant l'habitude de la montagne ou des explorations souterraines; il s'adresse au Club Alpin et plus particulièrement à la filiale de ce club, le Spéléo-Club de Paris.

Des explorations de reconnaissance sont effectuées en été et en hiver; elles permettent de constater l'abondance inusitée des cascades; de là est né le terme de "niagara souterrain" attribué au fort ruisseau qui coule, parfois avec des débits de $1m^3$ /seconde. En été le débit est très constant, en hiver les cascades sont très faibles, résultat prévu car l'origine de l'eau est vraisemblablement une condensation interne et le manteau de neige qui couvre le lapiaz empêche cette pénétration de l'air en hiver.

En août 1947, grâce à différents concours, principalement celui de l'Armée qui assure, outre une aide importante en matériel, toute l'organisation des liaisons en surface avec prolongement dans le gouffre, la Henne Morte est attaquée avec des moyens particulièrement puissants : 700 mètres d'échelles, 700 mètres de cordages, des treuils, d'innombrables agrès spéciaux, des explosifs à charges creuses qui doivent permettre une descente au delà de la grande cascade de 100 mètres de haut qui a arrêté CASTERET.

Etant donné la longueur de l'expédition un camp-relais pourvu de tentes et de matériel de couchage est installé à - 250; il permettra un véritable repos de l'équipe d'exploration en profondeur. Par benne et treuil, une équipe sera, avec tout son matériel, envoyée à -350, base du grand puits; de là, les hommes de pointe commenceront réellement à fournir leur effort. Une double ligne téléphonique et des liaisons radio permettent d'être constamment en contact avec la surface. Les 60 descentes de l'expédition d'août 1947 se passeront sans accident grâce aux mesures de sécurité qui ont été prises; pourtant des incidents qui auraient pu, sans les précautions dont on s'est entouré, dégénérer en catastrophe, n'ont pas marqué d'intervenir: chutes de rochers, décharge électrique vraisemblablement due à la chute de la foudre, transmise par l'échelle métallique lors de la descente d'un explorateur, enrroulement des cordes d'assurance soutenant la benne lors du passage de la cascade de 100 mètres. Le 28 août, la grande descente commence, elle conduira l'équipe de pointe dirigée par CASTERET, à la cote -446 marquant la fin du gouffre; la dernière galerie explorée, d'abord spacieuse, se termine en siphon impénétrable, étroit dans toutes ses dimensions; c'est une déception, car malgré la conquête du record de France de descente l'expédition possédait encore assez de matériel pour parcourir 200 mètres de verticale de plus. La remontée se passa sans incident et le 1er septembre tous les hommes réunis à nouveau se reposent au camp-relais.

Le 4 septembre, une dernière expédition comportant le transport de 200 kgs de solution de fluorescéine à 50 % est effectuée; cette expérience de coloration massive est destinée à essayer de percer le mystère de la Henne Morte; en effet, les grosses variations saisonnières du débit du ruisseau souterrain ne se répercutent pas sur les résurgences possibles; d'autre part, une expérience précédente, au cours de laquelle 25 kgs de colorant furent utilisés, n'avait conduit à aucun résultat positif.

La coloration effectuée avec 100 kgs de fluorescéine a montré que la résurgence était la Hount deras Hechos, située à 600 mètres au-dessous du gouffre, et à 500 mètres au nord et qui alimente le ruisseau de Planque; la résurgence fut colorée en vert intense 28 heures après introduction de la fluorescéine. La circulation se produit donc perpendiculairement à celle des réseaux de la région (W.E.).

D'autre part, il a été observé jusque vers la cote 370 des zones limoneuses stratifiées qui ne peuvent avoir pour origine que des remontées du niveau de l'eau; le siphon terminal, très étroit, ne pouvant assurer qu'un débit assez limité, le gouffre, joue donc, lorsque le débit du ruisseau croît au-delà d'une limite, le rôle de régulateur avec une remontée d'eau pouvant atteindre 60 à 70 mètres; entre le gouffre et la résurgence il existe donc de grosses masses d'eau (que l'on peut évaluer à 20.000 m³), ce qui explique pourquoi la coloration a été très diluée et est passée inaperçue lors de l'expérience précédente; ce sont les débits moyens de la rivière souterraine et non les débits instantanés qui correspondent aux débits de la résurgence.

Il est intéressant de noter que la température de l'eau à la cote -250 est de 4°; elle est de 7° à la résurgence, cet accroissement ne peut s'expliquer par la seule récupération calorifique d'énergie lors de la descente de l'eau (0°87 pour une descente de 350 mètres); l'eau s'enfonce donc vraisemblablement dans une cuvette synclinale pour remonter ensuite vers la résurgence. Cette hypothèse semble confirmée par la différence constatée entre le pH de l'eau du gouffre (7.2) et celui de la Hount deras Hechos (6.5)

M. TROMBE donne quelques indications complémentaires concernant les liaisons par radio qui ont fonctionné de façon parfaite, l'installation du camp relais à grande profondeur qui apporte des possibilités nouvelles aux spéléologues.

M. le Président remercie M. TROMBE dont l'exposé a particulièrement intéressé les membres de la section.

Répondant à une question de GUILLERD, M. TROMBE précise que le déversement des 100 kgs de fluorescéine a été opéré en 1/4 d'heure, sans qu'aucune décantation de la solution ne puisse intervenir, le mélange avec l'eau étant parfaitement assuré; la coloration de la résurgence a été intense pendant une journée, plus faible pendant 8 jours.

M. AUBERT s'enquiert de la possibilité d'assèchement du siphon par barrage; les conditions locales ne permettent pas une telle opération.

M. PASTEUR indique que l'augmentation en été, du débit des eaux circulant dans les cavernes, a maintes fois été

signalée; ce phénomène est dû à une condensation plus abondante de la vapeur d'eau; certaine source d'altitude, dite miraculeuse ne coule qu'en été et son point d'émergence est dans un sarcophage.

M. GENISSIEU rapproche de ces observations les essais d'assèchement des ouvrages de la ligne Maginot tentés sans succès en été par ventilation.

M. FROLOW pense qu'il serait possible, à l'aide d'observations prolongées, de déterminer la part revenant à la condensation dans l'augmentation du débit mais il faudrait procéder à des installations qu'il est difficile d'envisager dans les conditions actuelles.

Enfin, M. le Président rappelle qu'il a démontré à plusieurs reprises que l'alimentation des sources en terrain fissuré pouvait se faire différemment en été et en hiver.

En ce qui concerne l'alimentation par condensation de la vapeur d'eau elle peut théoriquement se faire mais la démonstration pratique sur le terrain n'en a jamais été faite quoique on ait les moyens pour cela.

L'ordre du jour appelle une communication de M. DIENERT sur la clarification des eaux :

Il est contume d'admettre qu'une eau très trouble ne peut se clarifier qu'incomplètement par simple décantation de faible durée et que pour avoir de l'eau claire, il faut avoir recours soit à une filtration, soit à une très longue décantation.

Par exemple, l'eau du lac de Genève, alimenté par les eaux troubles du Rhône, n'arriverait à se clarifier que par une longue décantation. Toutefois, elle n'est jamais d'une limpidité parfaite à cause de la présence du plancton qu'elle renferme.

On admet généralement qu'il ne peut y avoir de clarification s'il n'y a une très longue décantation.

La filtration est considérée comme résultant d'un phénomène physique.

Les substances en suspension sont retenues à cause de la finesse des canalicules et ne peuvent passer mais on admet aussi qu'il se produit un phénomène d'adsorption qui attire sur les particules solides du filtre les particules colloïdales de l'eau qui constituent la trouble.

On oublie généralement qu'un filtre ne fonctionne bien qu'après plusieurs jours de mise en marche, même le filtre Miquel qui est considéré comme le filtre-type, où il ne se produit aucun phénomène biologique. Il y a un murissement du filtre, ce qui fait supposer très souvent, un enrichissement bactériologique. Si, tout à coup, arrive une substance antiseptique sur le filtre, celui-ci fonctionne mal et l'eau passe louche. On ne voit pas comment, dans ce cas, le phénomène physique d'adsorption serait supprimé. L'antiseptique disparu le filtre, peu à peu, reprend sa marche normale. Et cependant on peut obtenir la clarification complète d'un liquide sans filtration, même d'un liquide très trouble et chargé de matières organiques en suspension, en l'espace de

24 heures dans certaines conditions et sans faire intervenir les phénomènes d'adsorption. Il existe une clarification naturelle des eaux par simple décantation.

Depuis longtemps j'ai signalé qu'on pouvait avoir une idée de la qualité bactériologique d'une eau de terrains calcaires en mesurant en été la limpidité de cette eau. Si l'eau est très claire et de limpidité moindre que 2 gouttes de mastic, on peut être certain qu'elle ne se trouble jamais et à une composition bactériologique très convenable. Si, au contraire, à la même époque sa limpidité est au voisinage de 10 gouttes de mastic on peut être assuré qu'en hiver cette eau se trouble et se contamine. Cette constatation sera expliquée plus loin.

Dans une eau il y a plusieurs troubles :

- a - un trouble formé par des matières minérales.
- b - un trouble formé par des matières organiques
- c - un trouble formé par des matières minérales qui se sont recouvertes de matières organiques.

Nous savons que les particules colloïdales organiques sont, dans l'eau, électronégatives tandis que généralement les particules colloïdales minérales sont électropositives. Quand on mélange une matière minérale à un trouble organique il y a phénomène d'adsorption et rapide clarification surtout si le dépôt minéral est lourd.

Le bioxyde de manganèse en poudre fine mélangé à une eau trouble clarifie celle-ci instantanément, mais faut-il en employer suffisamment car le bioxyde adsorbe en s'entourant d'une couche assez fine de substance organique. Quand cette couche est suffisamment épaisse le dépôt devient électronégatif et n'adsorbe plus rien. De même si une eau est trouble par une matière colloïdale semi-organique, si elle est calcaire, il suffit de la porter à l'ébullition pour que le dépôt de CO_2Ca formé entraîne le trouble instantanément et l'eau devient très claire.

La précipitation du trouble dans l'eau dépend de différents facteurs qu'il est utile de rappeler.

D'abord, intervient la viscosité du liquide qu'on néglige généralement, c'est souvent le facteur principal. Ensuite vient le pH qui fait varier les phénomènes d'adsorption et aussi la vitalité des germes microbiens, puis la température qui influe sur la viscosité et la flore bactérienne, enfin la flore bactérienne en relation avec la présence de l'oxygène. Cependant, les microbes qui interviennent sont généralement aérobies facultatifs, mais il y a des microbes anaérobies dans l'eau qui peuvent troubler l'activité des germes clarifiant l'eau trouble.

On a, depuis longtemps signalé l'influence très nette des protozoaires sur la clarification des eaux d'égout. Ces organismes ayant la propriété de se nourrir de matières organiques, même colloïdales, les digèrent et les coagulent après digestion. Sous cet état elles se déposent mieux et plus rapidement. Cette action n'est pas niable mais elle n'est pas forcément nécessaire. On peut détruire les protozoaires par une centrifugation suffisante et obtenir, en ensémençant le

dépôt très fin et adhérent. On peut décanter le liquide sans le troubler. Dans d'autres cas il y a liquéfaction d'une partie du dépôt et disparition partielle de la matière organique. En tout cas il y a coagulation du trouble et clarification.

A 36° la clarification est un peu plus rapide qu'à 10°. Elle est plus complète dans un tube à essai que dans un ballon, et ceci explique pourquoi dans un terrain à grosses diaclases la clarification n'est pas complète. C'est que le dépôt formé ne peut se précipiter complètement sur les parois des diaclases et il en reste toujours un peu en suspension tandis que dans les petites diaclases le dépôt se fait sur les parois de celles-ci.

Le même phénomène doit se passer dans les filtres. Dans les cours d'eau je n'ai pas fait d'essai n'étant pas organisé pour cela, mais il est certain que l'agitation de l'eau doit modifier plus ou moins complètement le phénomène microbien de la clarification des eaux.

De tout ceci, en conclusion, il est nettement démontré que dans beaucoup de circonstances la clarification des eaux peut se faire par un simple phénomène bactérien sans intervention du phénomène de l'adsorption. Bien entendu le sujet de la clarification bactérienne des eaux n'est pas traité ici complètement mais du fait qu'on sait comment elle se produit on doit pouvoir trouver le moyen de l'accélérer et de la rendre plus facile et plus complète.

o
o

Election d'un membre au Comité de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique.

A la demande de plusieurs membres de la section, M. le Président donne quelques indications sur la portée de cette élection.

Le Comité de l'Association internationale d'Hydrologie scientifique est constitué par les représentants élus par les sections des différents pays membres de l'Association; ce Comité vote le budget, organise les réunions triennales et donne son avis sur le fonctionnement de l'association. Le Président et le vice-président sont nommés par l'Assemblée générale pour trois ans et leur pouvoir peut être renouvelé une fois; le secrétaire également pour trois ans est rééligible; l'actuel secrétaire est M. DIENERT. Autrefois, les pays membres de l'association, élisaient un ou deux membres suivant l'importance du pays et de la cotisation que celui-ci versait. La France avait deux élus : MM. DIENERT et WATIER; ce dernier étant décédé, il a été demandé à M. SENTENAC de bien vouloir remplacer M. WATIER. Actuellement, les cotisations des différents pays ayant été unifiées il a été décidé que chaque pays n'aurait plus qu'un représentant; c'est ce représentant que la section française doit élire; M. le Président indique que la qualité de secrétaire du Comité International ne lui donne pas le droit d'être membre du Comité et qu'en conséquence il pose sa candidature. Il demande aux membres de la Section qui désireraient également poser leur candidature de bien vouloir le faire dans le délai le plus