

LES BOUEUX

Bulletin de la Section de GENEVE de la SOCIETE SUISSE DE SPELEOLOGIE

--- Parution trimestrielle ---

Rédacteur en chef : Pierre CONSTANT
Editeur - Gérant : Frédéric KNUCHEL
Comité de rédaction et d'édition : Jean-Claude CUSIN - Serge JOLY - Christianne JOLY - Ferdinand Le COMTE - Jacques MARTINI - Marc NICOD - Jean-Jacques PITTARD

CORRESPONDANCE : LES BOUEUX - Section de GENEVE S.S.S.
Chalet du Bois de la Bâtie, GENEVE - Suisse
Tél. : 42 67 41.

ABONNEMENTS : Suisse : 4 Fr.suisses - Etranger : 5 Fr.suisses (uniquement par virement postal international) payables au compte de Chèques Postaux : GENEVE, I - 7563.

Ce bulletin est envoyé gratuitement aux membres actifs de la Section et aux membres sympathisants titulaires d'une carte numérotée de l'année en cours, vendue au prix de Fr. 10.-

Reproduction partielle ou totale interdite sans autorisation des auteurs.

La Rédaction décline toute responsabilité quant aux opinions émises par les auteurs, bien que les articles paraissant dans ce bulletin aient été contrôlés, dans la forme et dans le fond, en collaboration avec les intéressés. Le Gérant responsable se réserve le droit de refuser les manuscrits ou de demander leur modification.

Le tirage double-face exigeant la composition préalable du numéro dans son entier, les auteurs sont priés d'envoyer leurs textes suffisamment à l'avance (au plus tard un mois avant la date trimestrielle de parution). Ces textes devront être dactylographiés sur format commercial (A4) avec double interligne et sur une face seulement. Les plans et croquis devront être également présentés en format commercial, sur papier calque, à l'encre de Chine, et sous leur forme définitive.

Préciser le nombre de tirages à part à la remise des manuscrits.

SOMMAIRE

EDITORIAL, du Président	p.	3
Section informations		4
Solution du problème de mots croisés du n° 3/4 1962		6
SPELEO FLASH INFORMATIONS		7
Siphons et Spéléologie (Suite par F. KNUCHEL)		8
Siphons et Spéléologie - Notes complémentaires		22
La Spéléologie au Brésil - par Jean-Louis CHRISTINAT		29
Utilisez les signes conventionnels		42
Jeu concours		44
Publications reçues		45

EDITORIAL

DU PRÉSIDENT

La première moitié de 1963 n'ayant pas été très propice à la pratique de la spéléologie (en raison surtout de l'hiver rigoureux et de la fonte des neiges interminable), notre section n'a pas fait de découvertes retentissantes pendant cette période; mais, tout vient à point pour qui sait attendre, car les mois d'août et septembre seront certainement riches en sorties de toutes sortes : prospections et explorations à Solaizon, siphonages divers, prospection à la Dent du Cruet, etc. Notre nouveau trésorier, P. Ducimetière, organise pour la fin juillet déjà, un camp de prospection dans le Jura (région des Colombiers de Gex). De son côté, Martini a certainement établi un programme de sorties passionnantes, mais sa discrétion habituelle nous empêche malheureusement (ou heureusement !) d'en dire plus ! Quant aux sorties avec les membres sympathisants, elles se font à intervalles plus ou moins réguliers, mais l'essentiel, c'est qu'elles obtiennent le succès qu'on attend d'elles. Le 9 juin, notre ami Zeiser a conduit des membres de toutes qualités à la Croix Jean-Jacques et je crois que ce fut une réussite, malgré la pluie. Espérons que le succès de ces sorties ira en grandissant et qu'elles contribueront pour beaucoup à l'établissement d'un meilleur esprit d'équipe entre les membres "très actifs" de notre société et ceux qui le sont moins (ou encore ceux qui sont actifs d'une façon non reconnue comme telle par certains !!)

A la fin de l'année dernière, le comité, par l'intermédiaire de son président P. Constant, avait souhaité qu'une sorte de fédération des groupes spéléos genevois se crée. Le nouveau comité entend naturellement poursuivre cette idée et avoir également des contacts plus fréquents avec les sociétés et groupes français de notre entourage (Lyon, Annecy, Grenoble, etc.), mais s'attachera d'abord à améliorer l'unité au sein de notre section, ce qui, je l'espère, se fera sans peine si chacun y met de la bonne volonté.

SECTION

INFORMATIONS

Note du chef du matériel

Nous rappelons que la nouvelle réglementation interne de notre section nous autorise à refuser le matériel aux membres qui ne se sont pas acquittés de leur cotisation 1963.

Evitez tous ennuis en franchissant la frontière avec le matériel S.S.S., en demandant à notre responsable Serge JOLY l'acquit à caution nécessaire et tous renseignements concernant les formalités à remplir.

Note du trésorier

Demandez les nouvelles cartes de membre sympathisant pr 1964 à notre nouveau trésorier Pascal DUCIMETIERE; ces cartes, numérotées, en vente au prix de 10.-- fr. comprennent l'abonnement à notre bulletin ainsi que la participation aux sorties mensuelles de section, prévues pour les membres sympathisants.

Carnet rose

Nous avons le plaisir de féliciter notre membre et ami Jean-Paul LEVET pour son mariage avec Mademoiselle Monique ADROIT, célébré le 17 août 1963. Les meilleurs voeux de toute la section de Genève les accompagnent.

Nouvelles brèves

Le camp de vacances organisé par Pascal DUCIMETIERE a eu lieu comme prévu et a joué de la clémence des cieux. (Un rapport plus détaillé paraîtra dans le No 4 - 1963, qui résumera les activités de l'année).

Notre rédacteur en chef et ancien président Pierre CONSTANT a vu au cours de l'année son activité spéléologique diminuée et ses contacts avec notre section espacés en raison de sa santé déficiente. Nous lui souhaitons un prompt rétablissement et formons des voeux pour que sa voix si convaincante anime à nouveau nos rencontres.

Conscient de l'importance et de l'ampleur du travail représenté par la rédaction de notre bulletin, l'Editeur, avec le consentement du comité de section, a présenté notre collègue Marc NICOD, en qualité de rédacteur en chef adjoint. Celui-ci collaborera donc avec notre rédacteur des "BOUEUX" et l'épaulera dans les moments difficiles qu'il traverse.

inscrivez vous sans tarder

pour notre sortie annuelle d'octobre 1963.

Lors de nos réunions du mardi soir, notre trésorier P. DUCIMETIERE, recevra vos inscriptions, on vous demandant un acompte de 5.-- fr. par personne.

Les membres sympathisants et amis sont cordialement invités à participer à cette excursion qui a pour but de nous faire connaître le site remarquable de Baumc-les-Messieurs, en particulier son Abbaye historique et sa grotte aménagée.

Un complément d'information détaillé sera envoyé à chacun en temps voulu.

SS

ASSE

Prései

Gauch

Pelie

Excous

1. Ra

2. Ra
et me

3. Ra

4. Ra
volum
Le cl
posit

5. Ra
un pet

6. Ra
Nyon;

7. Non

8. Ele
person
Sont

Prési

Secrét

Trésor

9. Non

10. Rap
Bulet
tion ?

11. Pro

NICOD
sont c
Assemb

GAUCHA
que no
mander
nière

LE COM
cidé p
rapide.

sss geneve sss geneve sss

ASSEMBLEE GENERALE du 4 juin 1963.

Présents : Berger, Burkhalter, Constant, Cusin, Delarue, de Gallatin, Gallay, Gauchat, S. et C. Joly, Laurent, Le Comte, Levet, Martini, Nicod, Niederöst, Pelichet, E. et J. Pellaton, Pittard, M. et R. Porchet, Scalpellino, Zeiser.
Excusés : Christinat, Knuchel.

1. Rapport du Président : voir éditorial dans le N° 3/4 de 1962 des Boueux.
2. Rapport du Trésorier : accepté avec remerciements pour le travail effectué, et meilleurs voeux de prompt rétablissement.
3. Rapport des vérificateurs des comptes : comptes et livres en ordre parfait.
4. Rapport du Bibliothécaire : la bibliothèque comprend actuellement soixante volumes, plus un grand nombre de brochures. Trop peu de prêts cette année (10). Le classement est à jour. Il paraîtra dans un prochain numéro du bulletin. Propositions d'achat diverses, acceptées.
5. Rapport du chef du matériel : Bonne année dans l'ensemble, à part une usure un peu rapide des canots, due peut-être au manque de précautions de certains.
6. Rapport des délégués Albanesi et Constant (A.G. annuelle de la S.S.S., à Nyon; bref compte-rendu de Constant (voir C.R. du C.C.).
7. Nomination de 2 scrutateurs : Levet et Niederöst.
8. Election du nouveau Comité : à la suite de diverses démissions, pour raisons personnelles (travail, santé), le Comité sortant propose une nouvelle formation; Sont élus :
Président : J.C.CUSIN Vice-Président : J.J.PITTARD
Secrétaire : Ch. JOLY Secrétaire-adjoint-archiviste : P.CONSTANT
Trésorier : P.DUCIMETIERE Bibliothécaire : M.DELARUE Matériel : S.JOLY.
9. Nomination des vérificateurs des comptes : J.P. LEVET et Marc NICOD.
10. Rapport de l'éditeur-gérant des Boueux : étant donné le déficit actuel du Bulletin, la question est posée : faut-il continuer ou interrompre la publication ? L'Assemblée donne son accord pour continuer.
11. Propositions individuelles :

NICOD demande la refonte des statuts, en particulier des articles 38 et 40 qui sont caducs. Le Comité va s'y consacrer, et présentera un projet à la prochaine Assemblée Générale.

CAUCHAT demande des précisions quant à l'achat du téléphone. Il lui est répondu que nous attendons de recevoir la subvention promise du Sport-Toto pour le commander, de même que pour divers autres achats de matériel prévus depuis la dernière Assemblée.

LE COMITE soulève la question de la machine à ronéotyper, dont l'achat a été décidé par le Comité seul, une occasion s'étant présentée qu'il fallait saisir rapidement. L'Assemblée, à la presque unanimité, approuve l'achat effectué, qui

ee
n
ux

e

s-
x-
urs,

nous rend indépendants pour la publication de notre bulletin, et nous facilite grandement le travail pour l'envoi des convocations, etc... Enfin, le prix de cette machine sera assez vite amorti, car nous envisageons de présenter notre bulletin Les Boueux, à partir de l'an prochain, sous une couverture imprimée qui comportera un certain nombre d'annonces (Fr. 40.- chaque). Nous avons déjà trouvé pratiquement tous les annonceurs.

NICOD, interrogé sur le renouvellement des cartes géographiques, répond que c'est à Constant qu'il incombe de recenser les cartes en notre possession et d'établir la liste complète de celles dont nous avons besoin.

Assemblée levée à 23h (presque un record...de vitesse, bien sûr).

Le 27 juillet a été célébré à Vernier (Genève) le mariage de notre collègue Joseph ROLFO et de Mademoiselle Bernadette VINCENT.

Les Boueux, et toute la Section dont ils se font l'interprète, présentent leurs meilleurs vœux de bonheur aux jeunes époux.

Notre collègue et ami Jacques MARTINI - qui effectue actuellement de savantes recherches géologiques au Moyen-Orient - se fait souvent le champion d'une technique très féconde en spéléologie, et qu'il appelle la "Spéléologie de Bistrot". En effet, la majorité des cavités (les statistiques sont là pour le prouver, s'il y avait des incrédules) sont découvertes, du moins sur carte lors de conversations avec les naturels des pays "à grottes". Mettant en œuvre cette technique pratique et peu salissante, notre rédacteur P.Constant a porté à 29 le nombre des cavités du canton de Genève en repérant un puits d'une quinzaine de mètres, dans un terrain dépendant du restaurant de Vernier où dînait la noce de l'ami Rolfo (v. plus haut). Quand le patron aura souscrit une carte de membre sympathisant, nous nous ferons un plaisir de vous indiquer l'endroit où la chère est excellente et les vins pleins d'esprit.

Solution du problème de Mots-Croisés N°3 des Boueux, N° 1962, 3/4.

Horizontalement :

I: BERNOUILLI. II: ADOREES, NAIN. III: SU, TRICTRAC. IV: CDI, VOE, SO. V: UC, ERF, RGL. VI: PH, MARGAREIS. VII: LEVI, IRMA. VIII: IVRESSE, HI. IX: CRISTALLUSSE. X: AIL, ENE, TARN. XI: TEL, LT, MEDOC. XII: ARE, EESU, ESE.

Verticalement :

1: DA, DUPLICATA. 2: DS, CHEVRIER. 3: BOUC, VRILLE. 4: ER, DEMIES. 5: RETIRA, STELE. 6: NER, FRISANTE. 7: OSIV, GRELE. 8: CORAM, MU. 9: INTEGRALITE. 10: LAR, LE, SADE. 11: LIAS, HEROS. 12: INCONSCIENCE.

Speleo Flash Informations

LE SAVIEZ-VOUS ?

Après avoir vérifié l'efficacité de votre éclairage frontal qui fonctionne au moyen d'une pile sèche, vous circulez durant quelques heures dans les couloirs ramifiés, serpentants ou serriformes d'une cavité de quelque importance; depuis quelques instant vos yeux pourtant habitués à l'obscurité, semblent ne plus distinguer avec la même acuité les détails de la galerie. Une brume légère estompe les formes mal contrastées qui naissent devant vos pas. Soyez sans crainte, vous êtes victime de la polarisation des électrodes de votre pile sèche et il existe un remède qui vous permettra de reprendre le chemin du retour sans connaître les angoisses enveloppantes de l'obscurité. Nous espérons que vous possédez soigneusement soustraites aux inconvénients de l'humidité, une bougie et des allumettes. Il suffira, si vous n'avez pas avec vous de piles de rechange, de passer 1 à 2 minutes l'arrière de votre vieille pile au dessus de la flamme de la bougie jusqu'à ce qu'elle soit bouillante. A votre grand étonnement, votre éclairage redevenira plus puissant et vous permettra de regagner rapidement la sortie.

Les piles sèches possèdent déjà des corps chimiques appelés dépolarisants destinés à combiner les gaz naissant sur les électrodes au cours de l'électrolyse. Toutefois, ces corps peuvent être saturés dans les régions proches de l'électrode après quelques heures de travail ininterrompu de la pile. En chauffant, vous augmentez la vitesse de réaction du dépolarisant; vous augmentez la mobilité des ions qui participent à la réaction; vous favorisez l'accroissement de volume, l'agglomération et par là l'évasion des microbulles responsables de cette force contreélectromotrice qu'est la polarisation.

Mais attention ce moyen de fortune, n'augmente pas la durée de la pile telle qu'elle est garantie par le fabricant pour un service intermittent. Au contraire cette durée totale sera diminuée. Ce moyen, selon certains collègues qui l'ont expérimenté, peut être récidivé deux à trois fois sur la même pile; mais avec des effets de moins en moins durables.

Géologie.

Le sous-sol d'IMPERIAL VALLEY contient de l'eau fossile. Des chercheurs américains ont atteint alors qu'ils foraient le sol à environ 1600 m; au dessous de son niveau, une nappe fossile dont la température s'élève à 370°C. Cette eau est fortement chargée en sol; en particulier l'argent représente 1,3 % de la solution.

SIPHONS et SPELEOLOGIE (suite)

par Fr. KNUCHEL

IV. Hydraulique du siphon.

Il n'est pas inutile de rappeler ici quelques notions sur l'hydrodynamique, puisque les théories qui en découlent permettent de décrire une partie des phénomènes régissant l'écoulement du liquide dans un siphon.

Lorsque nous avons amorcé un siphonnement et que celui-ci remplit toutes les conditions pour se poursuivre normalement, nous avons affaire à un écoulement permanent. L'expérience montre que, dans notre tuyau en écoulement permanent, les filets liquides ne glissent pas tous à la même vitesse. Ainsi, ces glissements relatifs font apparaître des forces de frottement tangentes aux surfaces du courant. Ces frottements sont dus à la viscosité du liquide (1); elles sont indépendantes de la pression, mais proportionnelles aux vitesses relatives de glissement et au coefficient de viscosité.

Sur la branche rectiligne du siphon, pour un faible débit, les filets sont parallèles à l'axe du conduit. Ce régime d'écoulement est dit laminaire, ou de Poiseuille (1). Lorsque nous abordons la partie incurvée du siphon, les filets liquides soumis au principe d'inertie ont tendance à se déplacer selon la tangente; mais, contraints de suivre le conduit, ils se décolent des parois de guidage et provoquent des tourbillons. Dans ce phénomène d'écoulement, appelé sillage, la vitesse et la pression varient d'un instant à l'autre, contrairement à ce qui se passe pour l'écoulement laminaire.

L'écoulement du fluide dans notre siphon répond tout au long de son trajet à l'équation de continuité qui peut être définie ainsi :

$$V_m = \frac{Q}{s}$$

V = Vitesse moyenne du flux

Q = Débit, appelé aussi dépense

s = Section du tuyau

Pour un même tuyau, si son diamètre change -- ce qui revient à dire que sa section sera différente -- dans le même temps il passera toujours un débit :

$$Q = s \cdot V_m$$

C'est pour cela que nous pouvons écrire :

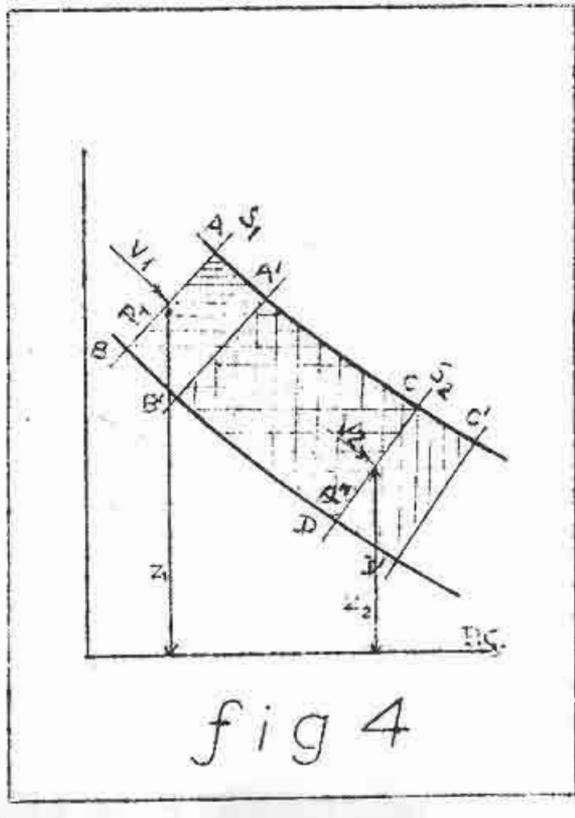
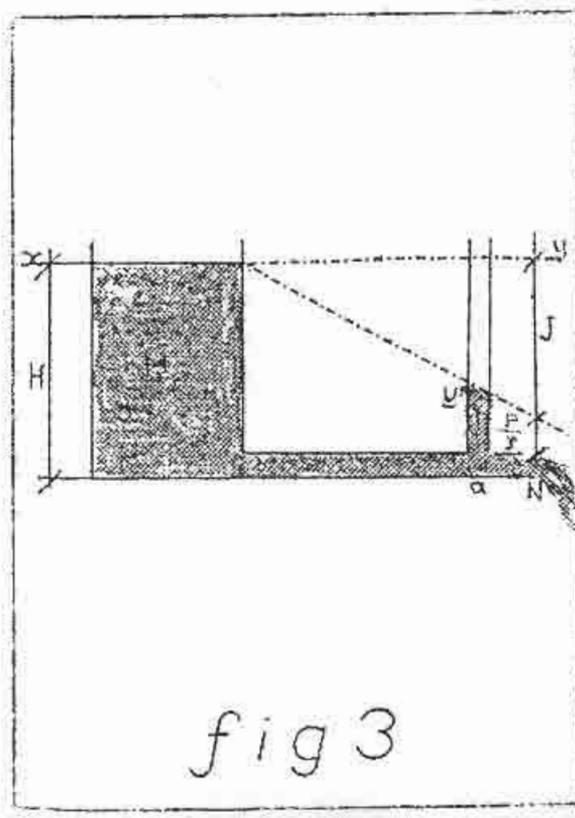
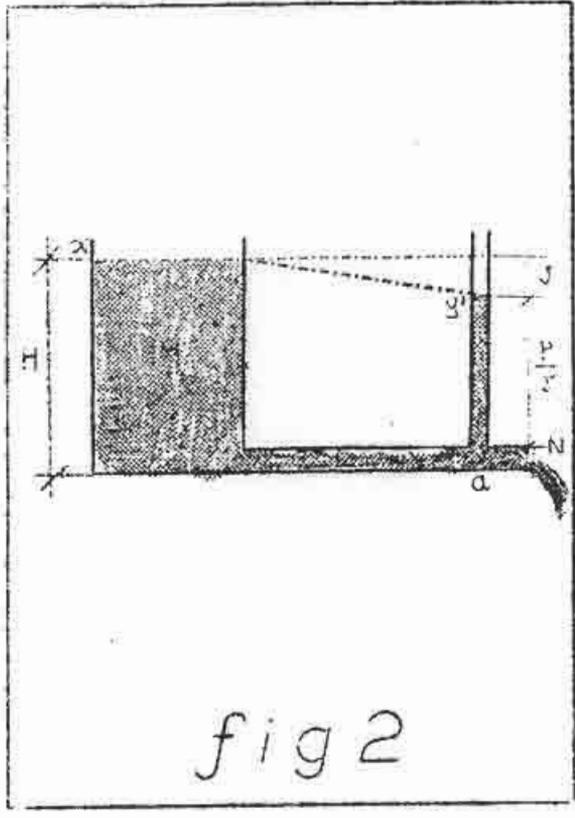
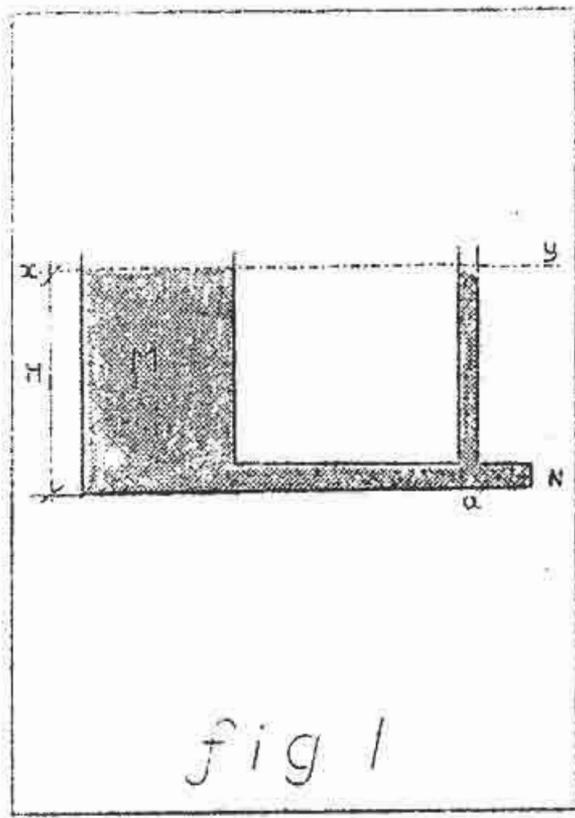
$$s \cdot V_m = s' \cdot V_m' = s'' \cdot V_m'' \text{ etc.....}$$

L'équation de continuité est fondamentale en hydraulique.

Qu'est-ce que le plan de charge ?

Lorsqu'un tuyau est alimenté par un réservoir M (fig.1) et que la sortie N est bouchée, la pression exercée par le liquide sur les parois du tuyau est la même sur toute sa longueur. Si l'on ajoute un tube vertical en a, ce tube se remplira jusqu'à une hauteur H (principe des vases communicants).

(1) : Voir note A.



Ce tube, qui peut être utilisé pour mesurer la pression en a est appelé tube piézométrique. Le niveau de l'eau atteint un plan x,y , nommé plan de charge statique, et la pression mesurée en hauteur de colonne d'eau est H .

Ouvrons un peu en N (fig. 2); le niveau baisse dans le tube vertical en a , et la ligne joignant le niveau du réservoir M au niveau du tube représente le plan de charge dynamique. Cet exemple vaut pour un débit donné et un diamètre invariable de la conduite. J est la perte de charge totale. Dans une conduite complexe, cette perte se décompose en perte de charge due à la vitesse, perte due aux frottements et pertes de charge accidentelles. Les pertes de charge accidentelles apparaissent lorsqu'il y a des changements de section tout au long de la conduite, des coudes ou d'autres déformations perturbant l'écoulement.

Si nous augmentons le débit en N (fig. 3), J augmente, et la pression $\frac{P}{\gamma}$ dans la conduite en a diminue. Nous saurons maintenant que les pertes de charge augmentent lorsque le débit augmente. (γ = poids spécifique du liquide).

En diminuant la section d'un tuyau, on augmente les pertes de charge. Le débit augmente pour des tuyaux de même longueur si l'on augmente le diamètre. Lorsque H augmente, pour des conduites de même longueur, le débit augmente en N . Disons également que si le plan de charge dynamique se rapproche du plan de charge statique, la vitesse diminue et tend vers zéro lorsque les deux plans tendent à se confondre.

Puissance et vitesse (Théorème de Bernouilli)

Selon Bernouilli (1), dans une tranche d'écoulement 3 forces sont en présence (fig. 4); ce sont :

la pesanteur, la pression P_1 et la pression P_2 .

Après un temps t , la masse A,B,C,D s'est déplacée en A',B',C',D' , en effectuant un travail. Nous avons également: $A B A' B' = C D C' D'$. L'expression du théorème de Bernouilli se formule ainsi :

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 \dots \text{etc.} \dots \dots$$

(Le lecteur désireux de suivre dans le détail le développement qui amène cette relation se reportera à la note B suivant cet article).

L'équation de Bernouilli montre que lorsqu'un fluide parfait est en écoulement permanent, les facteurs qui influencent ce fluide sont la densité et le poids spécifique; la hauteur de colonne d'eau est la même à chaque section transversale d'un même filet liquide.

(1): Daniel BERNOUILLI - ou BERNOULLI - (1700 - 1782) : anatomiste, botaniste, philosophe et physicien suisse, né à Groningen (Hollande); professeur à Bâle; fils de Jean BERNOULLI, le mathématicien. Célèbre entre autres pour sa publication en 1738, intitulée "Hydrodynamica".

Si la vitesse du flux est nulle (fluide au repos), l'équation de Bernouilli devient l'expression simple de l'hydrostatique :

$$\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} = Z_2 - Z_1$$

Cette équation dit qu'à toute augmentation de hauteur d'un fluide stationnaire correspond une augmentation égale de pression de colonne d'eau. La pression en chaque point d'une masse liquide au repos est donc égale à la profondeur de ce point depuis la surface libre multipliée par le poids spécifique du liquide.

Siphonnement sous la pression atmosphérique.

C'est le cas le plus souvent rencontré en spéléologie. Examinons la fig. 5 et reprenons l'expression du théorème de Bernouilli. Sachant que la hauteur est liée à la vitesse, lorsqu'un corps tombe, nous avons :

$$h_1 = \frac{v^2}{2g} \quad \frac{P}{\gamma} \text{ représente des hauteurs de li-}$$

quide correspondant à la pression P.

Le théorème de Bernouilli peut se traduire ainsi :

Dans un liquide parfait en mouvement permanent, si l'on fait abstraction du frottement et que l'on considère ce système par rapport à un plan de comparaison, la somme des hauteurs dues à la vitesse, soit $\frac{v^2}{2g}$, et à la pression $\frac{P}{\gamma}$, à l'endroit d'un filet liquide, est constante.

Cette hauteur totale est appelée H'. Elle est à H ce que P_s est à P_a. Ainsi, nous pouvons écrire :

$$\frac{P_s}{P_a} = \frac{H'}{H} \quad \text{ou :} \quad \frac{P_a - Z}{P_a} = \frac{\frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}}{H}$$

D'après l'équation de continuité définissant l'écoulement d'un liquide parfait, nous avons :

$$V_m = \frac{Q}{s} \quad (V_m = \text{Vitesse moyenne})$$

et, comme nous l'avons déjà vu : $s \cdot V_m = s' \cdot V'_m = s'' \cdot V''_m$

Quelles que soient la section ou la vitesse, le débit est invariable, toutes autres conditions égales par ailleurs.

Comme nous avons d'autre part : $\frac{P}{\gamma} - \frac{v^2}{2g} = \text{cte}$,

nous voyons que si $s' < s$, V'_m doit être plus grand.

Si la vitesse V'_m est plus grande que V_m , la hauteur représentative de cette nouvelle vitesse, $\frac{v'^2}{2g}$, est également plus grande, d'où $\frac{P}{\gamma}$ doit devenir plus petit.

Ce qui revient à dire :

- || A toute diminution de section correspond une diminution de pression.
- || A toute perte de vitesse correspond un gain de pression.

Lorsque nous avons établi la formule de Bernouilli, nous avons supposé un liquide parfait. En réalité l'eau possède une certaine viscosité et exerce de ce fait un certain frottement contre les parois des canalisations, raccords, etc. Ce phénomène diminue la vitesse d'écoulement et l'on constate alors que la somme théorique :

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} + H \text{ n'est plus constante le long du même écoulement.}$$

Pour tenir compte de ces pertes de charge pratiques, des formules empiriques ont été établies et leurs résultats s'écartent parfois sensiblement des solutions trouvées par l'expression de Bernouilli. (Voir exemple de formule en note C.)

Pour le siphon de la fig. 5, nous devons distinguer les pertes de charge le long de la partie ascendante, soit h_f ; leur rôle limite l'accroissement de Z en diminuant la pression en S.

Nous devons également considérer les pertes de charge dues au frottement sur toute la longueur du conduit, soit entre M et N; elles donneront la valeur de la perte de charge unitaire.

D'autres pertes de charge accidentelles viennent s'ajouter pour diminuer le débit. En suivant le mouvement du courant dans le siphon, nous rencontrons tout d'abord une perte de charge due au fait que l'entrée du siphon est relativement petite rapportée à la section de la nappe à siphonner. Elle offre par suite une résistance au passage de l'eau. Pour une vitesse V du flux, cette perte peut être évaluée à environ

$$0,5 \frac{v^2}{2g}$$

Elle s'ajoute aux pertes de charge H_f mentionnées dans la fig. 5. Nous constatons que ces pertes de charge dues aux mouvements tourbillonnaires créés par l'entrée des filets liquides dans le conduit, peuvent réduire sensiblement le débit théorique. Un filet liquide ne peut pas faire un angle vif sur l'arête de l'orifice; le profil du jet se trouve donc incurvé et sa section se rétrécit. Il découle de cette constatation que l'embouchure aspirante du tuyau devra affecter une forme particulière en entonnoir et que l'extrémité ne devra pas se terminer par un bord mince et tranchant si l'on désire éviter dans toute la mesure du possible les mouvements tourbillonnaires. S'inspirant de la dynamique des fluides, la forme qui respectera le mieux l'écoulement de Poiseuille, se rapprochera de la fig. 6. En règle générale, les phénomènes de sillage doivent être évités. D'autre part, une embouchure élargie aura pour résultat de diminuer la force de succion, ce qui est important lorsque le liquide risque d'entraîner le sable ou l'argile tapissant le fond de la nappe.

La perte de charge due à une courbe vaut sensiblement:

$$h = m \frac{v^2}{2g} \text{ et } m = 0,131 + 1,848 \left(\frac{D}{2R}\right)^{7/2}$$

Voir fig. 7 (selon Weisbach)

Lorsque les filets liquides entrent dans la courbe, ils ont tendance à suivre le mouvement rectiligne que leur imprime l'inertie; les perturbations qui s'ensuivent correspondent à un rétrécissement de la section d'écoulement. Par la suite, les filets s'épanouissent pour reprendre un écoulement laminaire dans toute la section du tuyau. Ce sont ces diminutions virtuelles de la section de la veine qui produisent les pertes de charge.

14

$$h = m \frac{B^0}{90^\circ} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$m = 0,131 + 1,848 \left(\frac{D}{2R} \right)^{\frac{7}{2}}$$

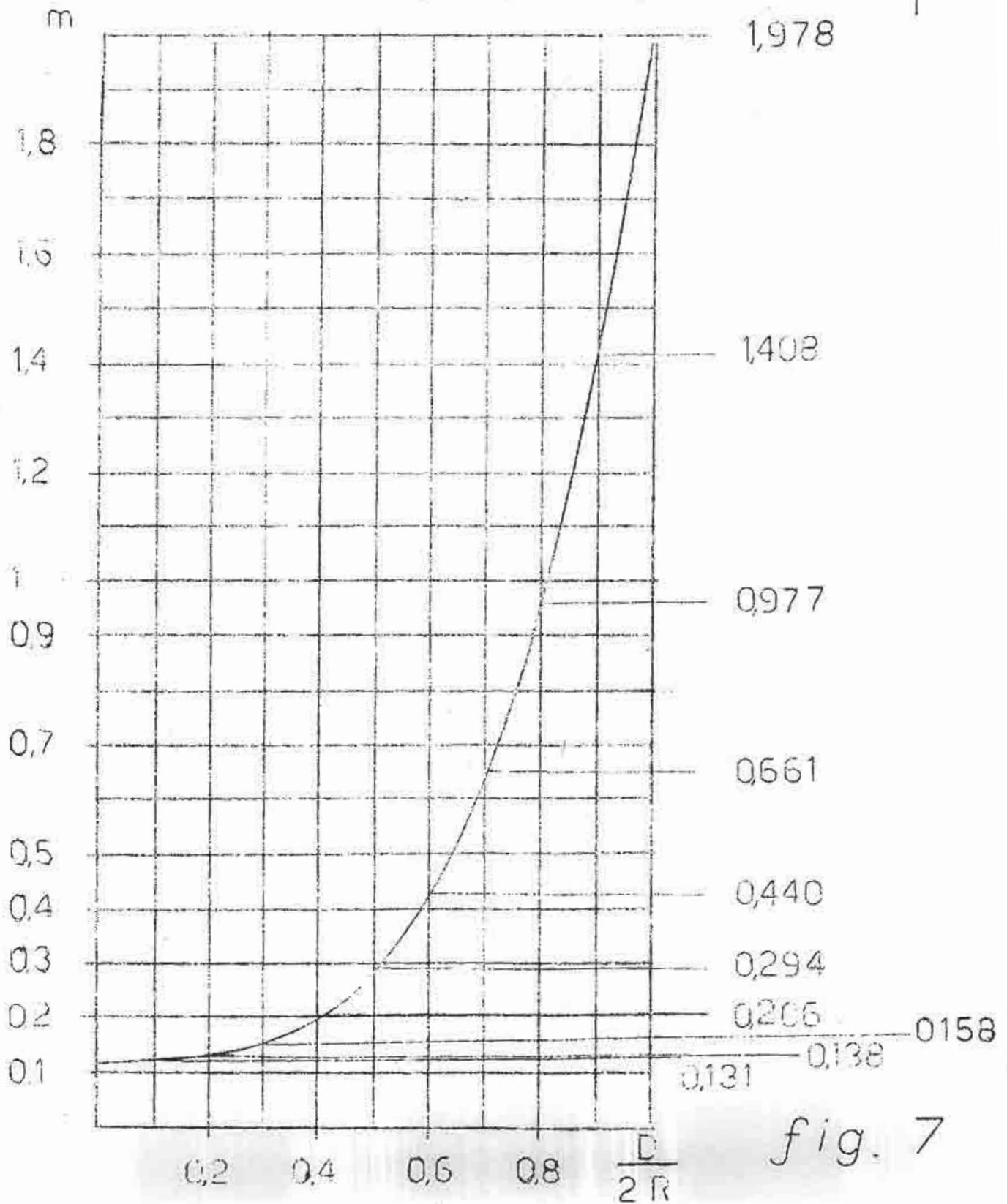
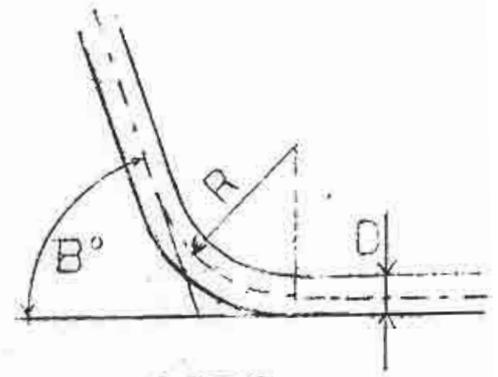


fig. 7

Les pertes de charge provoquées par les raccords interviennent soit en diminuant localement le diamètre, soit en provoquant des remous par agrandissement brusque de celui-ci. Ces pertes de charge varient dans chaque cas selon le système de raccord adopté, mais peuvent être négligées, si l'on prend soin de choisir des tuyaux terminés par des raccords francs, joignant bout à bout et sans ressaut les tronçons ajoutés. (Nous décrirons dans la partie pratique, le système répondant le mieux à cette exigence).

A l'autre extrémité du siphon de la fig. 5, soit en N, si l'écoulement se fait dans une nappe, ce qui peut être le cas après un certain temps de siphonnement, l'eau arrive dans cette nappe avec une vitesse V pour laquelle une charge $\frac{V^2}{2g}$ est nécessaire. Les remous à la sortie du siphon portent cette valeur à $1,12 \frac{V^2}{2g}$. Cette perte de charge acci-

dentelle est due à la vitesse de l'eau à la sortie de la conduite. En fait, pour de longues conduites, les pertes de charge d'entrée et de sortie peuvent être négligées; cependant pour le cas qui nous occupe, les tuyaux utilisés pour le siphonnement ne peuvent être considérés comme de longues conduites, et, pour fixer un ordre de grandeur à ces pertes, disons qu'elles sont équivalentes, pour un diamètre de conduite de 40 mm., à la charge nécessaire pour vaincre le frottement sur une longueur de 1,04 m. (voir note D). Ceci pour une conduite métallique en usage. Pour une conduite en plastique bien finie intérieurement, cette valeur peu doubler; aussi n'est-il pas négligeable de chercher à améliorer l'écoulement par divers artifices, si l'on songe que pour un siphonnement utilisant une vingtaine de mètres, les pertes de charge d'entrée et de sortie peuvent représenter environ 2m., soit le 10 % de la perte de charge linéaire par frottement. Ces données sont valables pour la circulation d'un fluide dans un conduit en charge. Ce dernier peut être une canalisation fonctionnant par gravité entre deux réservoirs sans qu'il y ait passage en siphon, ou pour un tuyau affectant la forme d'un siphon.

Cependant, dans le calcul théorique du siphon, d'autres facteurs interviennent et il convient de les présenter.

- 1) Lorsque la pression $\frac{P}{\gamma}$ est plus grande que la tension de vapeur d'eau et suffisamment grande pour éviter un dégagement par trop perturbateur des gaz dissous dans l'eau, les formules relatives à la circulation de l'eau dans n'importe quel conduit restent valables. Dans ce cas, les quantités qui déterminent le régime d'écoulement sont :

- Q = le débit
- s = la section
- v = la vitesse
- J = la charge utile par mètre de tuyau.

Avec ces quantités, nous pouvons avoir à résoudre six problèmes différents selon qu'elles sont connues ou inconnues.

a)	nous connaissons	s, J	et nous recherchons	Q et v
b)	"	s, Q	"	J et v
c)	"	s, v	"	Q et J
d)	"	Q, J	"	s et v
e)	"	J, v	"	s et Q
f)	"	Q, v	"	s et J

Lors du siphonnement d'une cavité, nous connaissons le plus souvent la section du tuyau que nous allons employer et la dérivation entre le point d'absorption et le point de rejet. Il convient toutefois de ne pas confondre la pente moyenne de notre tuyau I avec la charge linéaire J. Nous aurons toujours :

$$I = J + \frac{h}{L} \quad I = \text{pente moyenne de la conduite} = \frac{H}{L}$$

h = pertes de charge totales
L = longueur totale du tuyau

- 2) Lorsque nous travaillons dans des conditions telles que $\frac{P}{\gamma}$ est au voisinage de la tension de vapeur d'eau, le débit diminue rapidement et le siphon peut se désamarrer; par ailleurs les gaz dissous de l'eau se dégagent pour occuper le point haut d'inflexion du siphon et réduisent la section de passage. Dans ce cas, le siphon fait intervenir des phénomènes d'aérostatique que nous pourrions examiner.

V. Facteurs connexes

Ce qui caractérise tout particulièrement le siphon, c'est le fait que la pression $\frac{P}{\gamma}$ tout au long de son parcours est inférieure à la pression atmosphérique P_a . Nous pouvons dire que le moteur agissant pour faire circuler le liquide dans le tube d'un siphon, c'est justement cette pression atmosphérique. Lorsque le siphon de la fig. 5 fonctionnent, il y a deux forces en présence :

1. la charge $H + Z + P_a$, car la pression atmosphérique s'applique également à l'extrémité N.
2. $Z + P_a$. Z s'oppose à la circulation dans le siphon. La poussée est ainsi de $P_a - Z$. La branche descendante S.N. reçoit une contre poussée égale à $P_a - (H + Z)$.

Finalement notre siphon aura une charge motrice égale à :

$$P_a - Z - (P_a - (H + Z)) = H$$

Comme nous l'avons vu au début de la partie théorique la hauteur Z ne saurait de toute manière excéder 10,33 m. puisque dans les conditions normales (1)

$$P_a = 10,33 \text{ m, et que: } P_a - Z = 10,33 \text{ m} - Z$$

Ce qui peut sembler moins évident, c'est qu'il est inutile de prolonger le tronçon S, N, au delà de 10,33 m, car toute longueur supplémentaire ajouterait des pertes de charge inutiles.

(1) Des conditions normales sont celles qui ramènent les phénomènes physiques au niveau de la mer, soit altitude 0 et à la température de 0° C, par temps sec. Pression de 760 mm. de Hg.

En effet la charge motrice sera maximum lorsque $Z + H = 10,33$ m.; c'est la contre pression nécessaire pour équilibrer la pression atmosphérique.

Tout prolongement de la branche motrice verra dans ses filets liquides une pression dépassant 1 atmosphère et nous retrouvons les phénomènes classiques de l'hydraulique ordinaire. La partie du siphon prolongeant la canalisation au-delà du point N si celui-ci est en équilibre avec la pression atmosphérique, fonctionnera sous l'influence de la charge qui lui est propre.

De ce fait, nous pourrions définir le siphon en précisant qu'il est constitué par les parties d'une conduite en U renversé au sein desquelles la pression du liquide est inférieure à l'atmosphère. Nous voyons maintenant que les phénomènes qui régissent l'écoulement dans notre siphon dépassent le cadre ordinaire de l'hydraulique.

Tension de vapeur d'eau

La colonne de liquide équilibrant la pression atmosphérique se trouve diminuée par divers phénomènes statiques ou dynamiques. Nous avons déjà fait allusion à la tension de vapeur d'eau qui dès qu'elle est atteinte réduit de beaucoup et peut même suspendre le fonctionnement du siphon. Ce phénomène est lié à l'énergie cinétique des molécules du liquide; elle augmente avec la température, et la hauteur P_0 qu'il convient de déduire peut se lire sur la fig. 8. Ce diagramme a également été établi pour des hauteurs de colonne de mercure. Ces valeurs sont relativement peu importantes si nous nous maintenons largement au-dessous des limites de pression critiques. Cependant, si nous approchons de la limite de fonctionnement, ces valeurs devront être prises en considération.

Aérostatique

Les conditions normales se réfèrent toujours au niveau de la mer, c'est-à-dire à l'altitude 0. Les siphonnements en montagne nous obligent à réviser notre jugement quant à la hauteur limite Z à laquelle nous pouvons encore réussir. En effet, la couche d'air pesante qui équilibre la colonne d'eau de notre siphon, soit la hauteur de l'atmosphère qui nous surmonte, diminue si nous nous élevons; de ce fait, la hauteur maximum de la branche aspirante du siphon subit une diminution progressive avec l'accroissement de l'altitude.

La pression atmosphérique s'accroît suivant une relation exponentielle lorsqu'on passe de la montagne au niveau de la mer.

L'altitude qui croît en progression arithmétique voit la pression décroître en progression géométrique.

Aussi ce phénomène s'impose avec beaucoup d'acuité pour les siphonnements en montagne.

La fig. 9 représente la relation qui existe entre l'altitude du siphonnement et la hauteur maximum admissible pour Z . (voir note E).

Pe = Tension de vapeur d'eau saturée à diverses températures

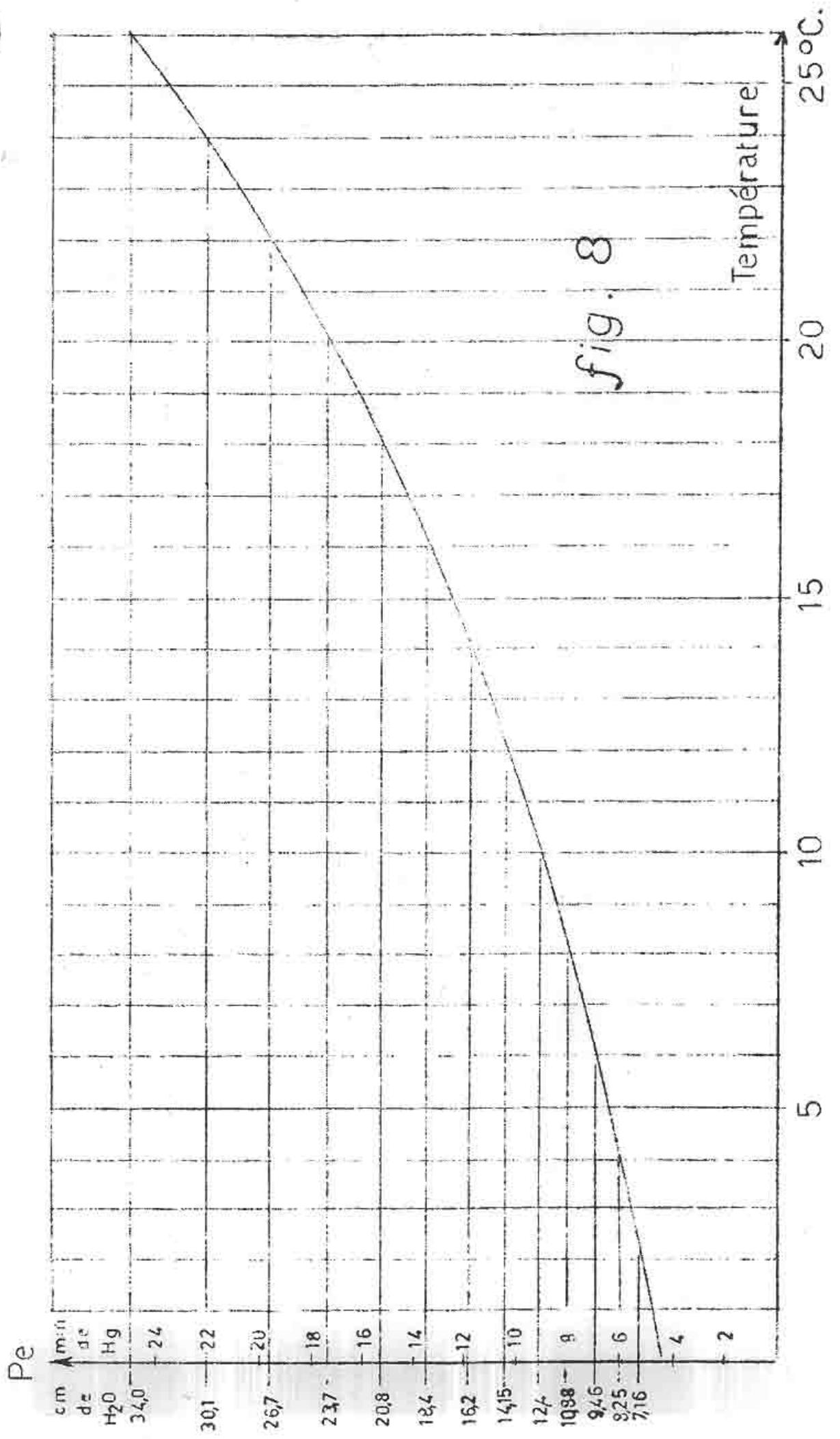


fig. 8

Alt. en
m.

Z = Distance maximum verticale
pouvant séparer le point le
plus élevé du siphon du
niveau de la nappe, en
fonction de l'altitude pour
des conditions normales;
le liquide étant de l'eau

2000

1500

1000

500

7,5

8

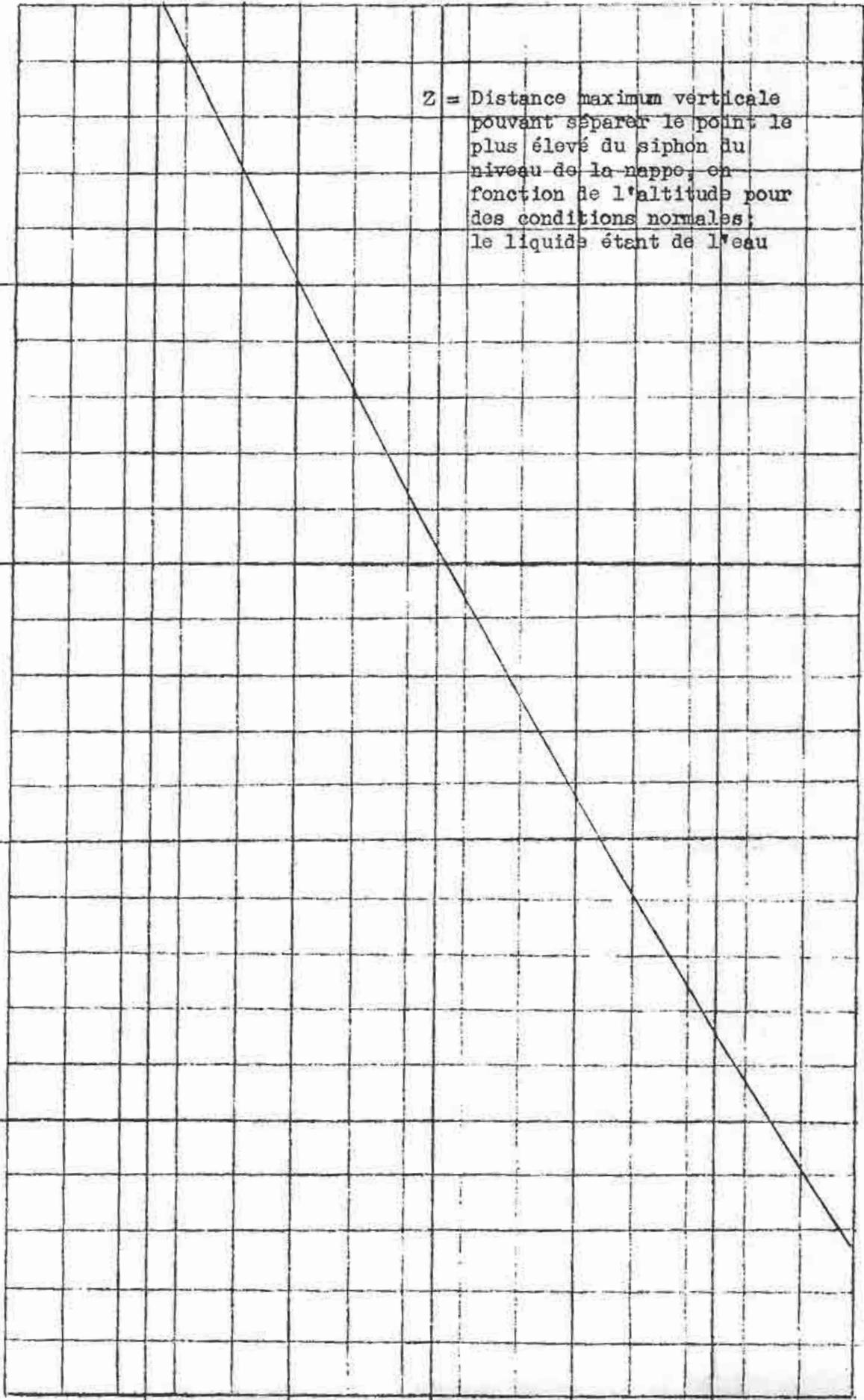
8,5

9

9,5

Z en m,

FIG. 9



Variation de g

Une valeur que nous rencontrons sans cesse dans nos problèmes de siphonnement, c'est l'accélération de la pesanteur g . g , c'est l'accroissement de vitesse qu'acquiert un mobile tombant dans le vide durant l'unité de temps.

Le transvasement d'une nappe d'eau située à une hauteur H au-dessus d'un point récepteur représenté par l'extrémité libre de notre siphon, est sous la dépendance de la valeur de g . En effet la vitesse v du liquide dans le tuyau, si l'on fait abstraction de toutes les pertes de charge, est égale à :

$$v = \sqrt{2gH}$$

C'est la formule de base de chute des corps. Le fait que dans la pratique interviennent des facteurs limitatifs ou des coefficients correcteurs, ne saurait masquer l'importance de g dans chaque problème.

A la surface de notre terre, g varie avec le lieu; mais fort heureusement l'ampleur de cette variation ne dépasse pas l'ordre de grandeur des impondérables hydrauliques. Il peut être intéressant de voir ici les raisons majeures de ces variations.

Deux forces concourent pour donner à g sa véritable valeur :

- 1) la force de gravitation Newtonienne due à la terre.
- 2) la force centrifuge ou force d'inertie résultant de la rotation de la terre autour d'un axe.

Cette dernière force est, à la latitude de Paris, 300 fois plus faible que la première. Il n'empêche que son influence fut mise en lumière par le physicien Eötvös en 1891, au cours d'une expérience destinée à montrer qu'inertie et gravitation variaient en un point donné exactement dans le même rapport.

Ainsi g varie selon le lieu; mais cette variation est loin d'être régulière avec la latitude; il y a le fait que la terre n'est pas sphérique mais ellipsoïdale; l'équateur est plus éloigné du centre que des pôles. Ceci renforce l'effet de diminution de g , dû à la force centrifuge. La conséquence de cette variation de g est que des colonnes égales d'eau ne possèdent pas en tous les points du globe un même poids. D'autre part, l'accélération varie avec l'altitude; c'est pour cela que les chercheurs du monde entier ont normalisé la valeur de g pour toutes les disciplines utilisant des méthodes gravimétriques avec distinction de masse¹⁾. Il y a peu de chance pour que les problèmes pratiques de siphonnement se présentant à nous exigent une valeur précise de g ramenée aux conditions normales.

VI. Valeurs utilisées dans la pratique

La différence de hauteur entre le niveau de la nappe à siphonner et le point le plus haut possible du siphon est généralement légèrement inférieure à la valeur théorique trouvée en appliquant les quantités données par les graphiques 8 et 9.

Par exemple : Nous découvrons une nappe souterraine à voûte mouillante située à 1000 m. d'altitude et la température est de 10° C. Par temps relativement sec, la hauteur Z tirée de la fig. 9 s'élève à m. 9,10. Ceci veut dire que notre tuyau de siphonnement aura une pression égale à 0 atmosphère si nous élevons sa partie la plus haute à m. 9,10 au-dessus de la nappe à siphonner. Nous comprendrons sans peine que tout écoulement est impossible dans ces conditions. Cependant, en raison de ce que nous avons écrit concernant la tension de la vapeur d'eau, il s'ensuit que notre liquide entrera en ébullition avant que la pression ait suffisamment diminué pour parvenir à 0. La fig. 8 montre que ce point d'ébullition sera atteint pour une température de 10° C. lorsque la pression aura 12,4 cm. mesuré en hauteur

1) dynamométrico.

d'eau; ainsi ces 12,4 cm. devront être enlevés aux m. 9,10 trouvés au moyen du graphique de la fig. 9.

La nouvelle hauteur théorique maximum possible devient :

$$\text{cm. } 9,10 - \text{cm. } 12,4 = \text{cm. } 897,6$$

Ainsi, par temps sec, à 10° C., il ne sera pas possible de franchir le coude supérieur du siphon s'il se trouve à plus de m. 8,97 au-dessus du plan d'eau de départ.

Ces valeurs théoriques sont utiles si nous ne possédons aucun appareil pour mesurer la pression atmosphérique; c'est à dire un baromètre. Avec un baromètre, bien entendu placé sur le lieu même de siphonnement, la détermination de la hauteur limite Z est encore plus simple. Il suffit de lire la hauteur barométrique de l'instrument, généralement donnée en colonne de mercure et de multiplier par le poids spécifique du mercure pour obtenir la hauteur Z en colonne d'eau. Le poids spécifique du mercure vaut 13,573, que nous arrondirons à 13,6 pour notre calcul.

De cette hauteur barométrique, nous devons maintenant soustraire la hauteur de tension de vapeur d'eau donnée par la fig. 8.

Exemple :

Nous sommes toujours à 1000 m. d'altitude, mais l'atmosphère de notre grotte est humide; aussi, le baromètre indiquera une pression de 640 mm de mercure. Cette forte pression correspondrait à une altitude supérieure par temps plus sec.

Pour le calcul, nous procéderons comme suit :

$$\text{m. } 0,640 \cdot 13,7 = \text{m. } 8,76 = Z$$

à Z, nous devons enlever la hauteur donnée par le graphique 8, soit :

$$\text{m. } 8,76 - \text{m. } 0,124 = \text{m. } 8,636$$

Pourtant, avant cette hauteur, nous commencerons à ressentir une diminution dans le débit de notre siphon, cela en raison des gaz dissous contenus dans l'eau, des pertes de charge linéaires et des pertes de charge accidentelles.

Les gaz de l'eau, (oxygène, gaz carbonique, azote) se libèrent lorsque la pression tombe à quelques décimètres de hauteur d'eau et ceci d'autant plus vite que la baisse de pression est plus rapide. Par ailleurs, les bulles gazeuses augmentent de volume et finissent par s'accumuler au sommet du siphon en diminuant la section réelle d'écoulement en ce point. Afin d'entraîner le plus possible les bulles produites, il est nécessaire d'augmenter artificiellement la vitesse au point haut en diminuant par exemple la section à cet endroit. Cet artifice permet de se rapprocher de la hauteur limite Z au détriment cependant du débit final d'écoulement. Un autre artifice que nous exposerons plus longuement lors de la description des essais expérimentaux, consiste à diminuer la tension superficielle du liquide en ajoutant des détergents au voisinage de la zone d'aspiration du siphon. Ces détergents ou mouillants, ont pour conséquence de diminuer l'adhérence des bulles contre les parois et d'assurer leur division en bulles de plus petites dimensions. C'est pourquoi il est nécessaire de calculer au moins sommairement la valeur des pertes de charge linéaires et des pertes de charge accidentelles. La chute de pression sera finalement égale à h_r (pertes de charge dues aux frottements et pertes accidentelles), plus $\frac{V^2}{2g}$ (diminution de hauteur d'eau ou pertes de charge dues à la vitesse) Voir fig. 5. Il nous restera la hauteur $\frac{P}{\gamma}$, qui correspond

justement à la pression atmosphérique normale (760 mm de Hg ou m. 10,33 d'eau) retranchée de Z et P_0 .

Dans nos régions, la valeur de g est fixée à 9,81. Pour d'autres latitudes plus éloignées, il y a intérêt à user des valeurs locales déterminées par les géophysiciens.

Nous aborderons plus en détail prochainement, l'application pratique de ces données et présenterons un exemple expérimental. (Notons encore que près de la limite d'écoulement les valeurs $\frac{V^2}{2g}$ et h_r prennent de moins en moins d'importance, puisqu'elles dépendent de la vitesse du flux et que celui-ci tend vers 0.

Notes complémentaires

Certains lecteurs avisés et cartésiens eussent souhaité retrouver, dans le texte de "Siphon et Spéléologie", des développements détaillés sur le moyen de parvenir à certains résultats. C'est pour ces lecteurs plus exigeants et ne se basant pas uniquement sur la confiance en "ce qui est écrit" que nous démontrons ici quelques cheminements qui permettent d'accéder à la cuisine interne des accessoires théoriques du siphonnage.

Ces notes ne sont pas rébarbatives et se trouvent encore à la portée de toute personne ayant terminé avec succès son enseignement primaire. (1)

Note A.

Les propriétés particulières des fluides dues à la viscosité ont été étudiées par Jean-Louis Marie POISEUILLE (1799-1869), médecin et physicien né à Paris; par Sir George Gabriel STOKES (1819-1903), mathématicien et physicien anglais, par Osborne REYNOLDS (1842-1912), ingénieur anglais.

La loi POISEUILLE montre que le débit de l'écoulement d'un liquide dans un capillaire est inversement proportionnel à la longueur du tube et au coefficient de viscosité du liquide. Il est proportionnel à la quatrième puissance du rayon du tube et à la différence des pressions entre les extrémités. Dans certains cas spéciaux où seule la viscosité dynamique μ a de l'importance, les problèmes peuvent être résolus de façon analytique en se basant sur le fait que la vitesse d'un fluide visqueux au contact avec un solide tend vers zéro à la limite de contact si le solide est stationnaire.

L'équation de POISEUILLE permet de calculer la chute de pression nécessaire pour maintenir l'écoulement d'un fluide visqueux à travers un tube capillaire de diamètre uniforme D et de longueur L .

$$P_1 - P_2 = \frac{32 \mu V L}{D^2}$$

P_1 et P_2 : Pressions aux extrémités.

V : Vitesse.

L'équation de STOKES concerne le travail résistant au mouvement lent d'une très petite sphère de diamètre D à travers un fluide visqueux. Elle s'exprime ainsi :

$$F = 3\pi \mu V D$$

F = Force V = Vitesse du mobile D = Diamètre de la sphère.

Ces formules sont valables lorsque les effets de l'accélération sont négligeables et que de ce fait on peut faire abstraction de la densité du milieu. Lorsque ce n'est plus le cas, il est possible d'éviter la résolution d'équations trop compliquées en recourant au nombre de REYNOLDS, R . Ce nombre sans dimension, indique l'effet relatif de la vitesse sur le type d'écoulement.

(1) rappelons une fois de plus que les opinions personnelles émises par les auteurs des textes publiés n'engagent que ceux-ci, non la Rédaction (N.d.R.)

Il s'exprime ainsi :

$$R = \frac{V D \rho}{\mu}$$

ρ = masse spécifique du fluide considéré.

Il existe un certain parallélisme entre le nombre de REYNOLDS appliqué aux constructions hydrauliques et le nombre de FROUDE. (FROUDE William, homme de sciences anglais du XIXe siècle). Le nombre de REYNOLDS est à la viscosité pour l'étude des modèles réduits, ce que le nombre de FROUDE est à la gravitation. L'emploi de ce dernier s'est montré fertile en théorie navale.

Selon REYNOLDS, nous pouvons dire que pour des corps géométriquement semblables et de même orientation par rapport à la vitesse, la valeur du coefficient de résistance au mouvement dépend uniquement de R ; ce qui permet l'application des lois de la similitude dans les essais effectués sur maquette.

Note B.

Dans le conduit de la fig. 4 circule un liquide parfait (1) de poids spécifique γ . Si nous considérons la masse liquide comprise entre deux sections s_1 et s_2 perpendiculaires au sens du mouvement, nous pouvons établir les relations suivantes :

Soit s_1, s_2 = l'aire de ces sections
 V_1, V_2 = les vitesses moyennes du flux au point considéré.
 P_1, P_2 = les pressions agissant sur la masse A B C D
 Z_1, Z_2 = les distances des centres de gravité de s_1 et s_2 à un plan de comparaison.

Après un temps t , la masse A B C D s'est déplacée en A' B' C' D' en effectuant un certain travail. En considérant que le volume A' B' C' D est commun aux deux positions, nous avons :

$$A B A' B' = C D C' D'$$

Le travail accompli durant t , pour déplacer le liquide est le même que celui nécessité pour faire passer A B A' B' et C D C' D'.

Les 3 forces en présence sont :

1) la pesanteur 2) la pression P_1 3) la pression P_2

Nous pouvons écrire également :

$$A B B' A' = S_1 V_1 t \quad \text{et} \quad C D D' C' = S_2 V_2 t$$

(1) Les qualités nécessaires et suffisantes pour qu'un liquide soit dit parfait, sont :
 a) l'incompressibilité, l'isotropie et la fluidité
 b) la transmission intégrale et omnidirectionnelle des pressions.

(24)

$$\tau_1 = \text{le travail dû à la pesanteur} = s_1 V_1 t \gamma (Z_1 - Z_2)$$

$$\tau_2 = \text{le travail dû à la pression } P_1 \text{ sur } s_1 \text{ durant le temps } t = s_1 V_1 P_1 t$$

$$\tau_3 = \text{le travail dû à la pression } P_2 \text{ sur } s_2 \text{ durant le temps } t = s_2 V_2 P_2 t$$

La somme de ces trois valeurs, la dernière étant négative, représente la résultante des forces qui ont communiqué au liquide de vitesse initiale V_1 , la vitesse finale V_2 ; soit une accélération

$$a = \frac{V_2 - V_1}{t} = g$$

Selon le principe des forces vives, le travail dépensé pour produire cette accélération prend pour valeur la moitié de la force vive; qui s'appelle aussi puissance vive.

$$\text{La masse } M_1 \text{ du volume } ABB'A' = \frac{s_1 V_1 t \gamma}{g}, \text{ la vitesse étant } V_1$$

$$\text{Pour le volume } CDD'C', M_2 = \frac{s_2 V_2 t \gamma}{g}, \text{ et la vitesse } V_2$$

La force vive, qui est le produit de la masse par le carré de la vitesse, devient pour $ABB'A'$:

$$\frac{s_1 V_1 t \gamma}{g} \cdot V_1^2$$

$$\text{et pour } CDD'C' : \frac{s_2 V_2 t \gamma}{g} \cdot V_2^2$$

Parce que le liquide possédait déjà une vitesse initiale V_1 qui est devenue V_2 , nous devons soustraire les forces vives appliquées initialement des forces finales.

Le travail ou puissance vive ainsi exprimé devient :

$$\tau = - \frac{s_1 V_1 t \gamma}{2g} \cdot V_1^2 + \frac{s_2 V_2 t \gamma}{2g} \cdot V_2^2$$

Nous égalons les deux expressions de travail trouvées:

$$s_1 V_1 t \gamma (Z_1 - Z_2) + s_1 V_1 P_1 t - s_2 V_2 P_2 t = - \frac{s_1 V_1 t \gamma}{2g} \cdot V_1^2 + \frac{s_2 V_2 t \gamma}{2g} \cdot V_2^2$$

Par hypothèse $s_1 V_1 t$ et $s_2 V_2 t$ sont égaux; en divisant par ces produits nous avons :

$$\gamma (Z_1 - Z_2) + P_1 - P_2 = - \frac{\gamma V_1^2}{2g} + \frac{\gamma V_2^2}{2g}$$

on divisant par γ pour simplifier :

$$(Z_1 - Z_2) + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = - \frac{V_1^2}{2g} + \frac{V_2^2}{2g}$$

C'est ainsi que nous obtenons finalement l'expression du théorème de Bernouilli:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 \text{ etc.....}$$

Note C.

L'expérience montre que la perte de charge par frottement est proportionnelle au périmètre mouillé p (égal au périmètre total pour les conduites en charge.) fonction de la vitesse v et de la rugosité des parois M . Par contre elle est indépendante de la pression.

Si F est le frottement total agissant sur un tronçon de canalisation de longueur L , on a :

$$F = M \cdot p \cdot v \cdot L \quad (1)$$

Ce frottement s'oppose à l'écoulement du liquide et peut être assimilé à une contre-pression ayant pour valeur la perte de charge P_f .

Donnée par unité de longueur elle est égale à :

$$J = \frac{P_f}{L}$$

Nous pouvons également écrire: $F = s \cdot J \cdot L \quad (2)$

s = section du conduit

Le quotient de la surface mouillée par le périmètre mouillé est appelé rayon hydraulique. Pour une conduite en charge, c'est-à-dire pleine, la surface mouillée est égale à la section.

nous avons donc : $R = \frac{s}{p}$

Si nous égalons (1) et (2) nous obtenons :

$$M \cdot p \cdot v \cdot L = s \cdot J \cdot L$$

Cette expression peut s'écrire également :

$$\frac{s}{p} \cdot J = M \cdot v \quad \text{ou} \quad R \cdot J = Mv$$

$$\text{d'où} \quad v = M^{-1} \cdot R \cdot J \quad (3)$$

L'expérience a montré qu'il convenait d'adopter dans les calculs pratiques un coefficient K de rugosité dépendant du matériau employé et prenant dans la formule (3) la part suivante :

$$K = M^{-1} \sqrt{R J}$$

Ainsi la formule (3) devient:

$$v = M^{-1} \sqrt{R J} \cdot \sqrt{R J} \quad \text{et remplaçant par } K: \quad v = K \sqrt{R J}$$

L'expression générale étant $v = R^{\alpha} J^{\beta}$

Note D.

Les pertes à l'entrée sont de $\frac{0,5 V^2}{2g}$; à la sortie elles sont de $\frac{1,12 V^2}{2g}$

Ces deux pertes valent $\frac{0,5 V^2}{2g} + \frac{1,12 V^2}{2g} = \frac{1,62 V^2}{2g}$

Selon Darcy¹⁾ on peut écrire: $\frac{1}{4} D J = b_1 V^2$ (D = diamètre)

La charge J, disponible pour l'écoulement, a pour valeur :

$$J = \frac{H - \frac{1,62 V^2}{2g}}{L} = \frac{H - \frac{0,81 V^2}{g}}{L}$$

$$\text{d'où} \quad \frac{1}{4} D \left(\frac{H - \frac{0,81 V^2}{g}}{L} \right) = b_1 V^2 \quad (1)$$

L' = longueur de conduite pour laquelle toute la charge H serait employée à produire l'écoulement.

$$\text{soit : } J = \frac{H}{L'} \quad \text{d'où : } \frac{1}{4} D \cdot \frac{H}{L'} = b_1 V^2 \quad (2)$$

Égalant (1) et (2) nous avons

$$\frac{1}{4} D \left(\frac{H - \frac{0,81 V^2}{g}}{L} \right) = \frac{1}{4} D \cdot \frac{H}{L'} \quad (3)$$

Divisant (3) et (2) membre à membre on obtient :

$$\frac{4(L' - L)}{D} = \frac{0,81}{b_1 g} \quad \text{d'où} \quad L' - L = \frac{0,81 D}{4 b_1 g}$$

Selon Darcy pour un diamètre de 40 mm. (applicable aux conduites métalliques en service) $b_1 = 0,0083$

$$L' - L = \frac{0,81}{4 \cdot 0,0083 \cdot 9,8} \cdot 0,04 = \text{env. m. } 1,04$$

1) DARCY : Ingénieur-hydraulicien français, à qui l'on doit en particulier l'alimentation en eau de la ville de Dijon. (N. d. R.)

Note E.

Considérons deux nappes à siphonner; l'une au niveau de la mer, et l'autre à une altitude supérieure. La première sera à une pression atmosphérique P_0 , et la seconde à une pression P . Entre ces deux altitudes, il existe un grand nombre d'altitudes intermédiaires, que nous considérerons arbitrairement séparées par une petite différence d'altitude Δh entre elles. La différence de pression entre ces deux points très proches sera Δp . Pour l'altitude se trouvant à Δh au-dessus d'une autre, la nouvelle pression est: $p - \Delta p$. Si, pour une pression normale, la densité de l'air est désignée par γ , sous la pression; elle deviendra p , ceci pour une hauteur Δh ; ainsi, $-\Delta p = p \gamma \Delta h$. Si Δh tend vers 0, on a : $-dp = p \gamma dh$

d'où : $\frac{dp}{p} = -\gamma dh$

En intégrant, nous avons : $Lp = -\gamma h + K$

La valeur du K nous est donnée en posant: $h = 0$

on a alors : $p = P_0$ et $K = L P_0$

ainsi : $Lp = -\gamma h + L P_0$ (1) $p = P_0 e^{-\gamma h}$

L = logarithmes naturels, dits népériens.

En appliquant les logarithmes de Briggs à la formule (1) nous obtenons :

$\log p = -\gamma h \log e + \log P_0$

d'où: $h = (\gamma \log e)^{-1} (\log P_0 - \log p)$

Pour des hauteurs peu considérables, une température voisine de 0° C, un air sec et une latitude voisine de la nôtre, le terme $(\gamma \log e)^{-1}$ vaut 18200.

En remplaçant les pressions P_0 et p par des hauteurs de colonne d'eau correspondantes, nous obtenons :

$h = 18200 (\log H_0 - \log H)$

d'où : $\log H = \log H_0 - \frac{h}{18200}$

h = altitude H = distance verticale maximum entre le point haut du siphon et de la nappe à siphonner

Note F.

Cette normalisation tend à rendre comparables les diverses valeurs de g en les ramenant à ce qu'elles seraient si l'on travaillait avec un liquide de densité absolue γ_0 , à savoir le mercure à la latitude de 45° et au niveau de la mer.

Nous désignons par H_0 la hauteur de mercure mesurée à la latitude d'observation λ et à l'altitude h . Nous aurons H_{45}^0 = la hauteur à 0° C, faisant équilibre à la même pression à la latitude de 45°. La pression vraie au lieu de l'observation est $H_0 \gamma_0 g \lambda$; à la latitude de 45°, elle devient $H_{45}^0 \gamma_0 g 45$.

Ces deux valeurs étant égales, nous pouvons déduire :

$H_{45}^0 = H_0 \frac{g \lambda}{g 45}$

Nous avons ramené la pression au niveau de la mer et à la latitude de 45°.

La formule suivante donne l'intensité de la pesanteur à une latitude λ et à une altitude h en fonction de son intensité au niveau de la mer et à la latitude de 45° :

$$g_{\lambda}^h = g_{45}^{\circ} \left(1 - \frac{2h}{R} \right) \left(1 - 0,00265 \cdot 2\lambda \right)$$

(R = rayon terrestre).

Théoriquement, une autre formule existe qui donne la valeur de g en tous points du globe et à toutes altitudes; c'est :

$$g = 980,616 - 2,5928 \cdot \cos^2 \varphi - 0,0069 \cdot \cos^2 2\varphi - 0,3086 \cdot h$$

dans laquelle φ = latitude en degrés, et h = altitude en kms.

Cependant, en raison de la répartition inégale des masses terrestres, la valeur de g ne suit pas parfaitement cette loi théorique.

à suivre.

Bibliographie

- | | |
|-------------------------|--|
| BOLL Marcel: | Pour connaître, la relativité, l'analogie, l'inertie, la gravitation, le choc, l'incandescence, la fréquence, Librairie Larousse - Paris - 1934. |
| BONNET Léon: | Traité pratique des distributions d'eau et des égouts - Hydraulique - Paris et Liège, Librairie polytechnique, Ch. Béranger - 1931. |
| Collier's Encyclopedia: | The Crowell-Collier Publishing Company - New-York - 1961. |
| GAMOW G.: | traduction Geneviève Guéron - Matière, Terre et Ciel - Dunod - Paris - 1961. |
| KOCH Pierre : | Les réseaux d'égouts - Dunod - 1954. |

Celui qui écrit doit s'attendre à toutes les injures et les supporter en stoïcien

STENDHAL

anniversaire

Notre collègue Ernest MEISTER fête cette année son dixième anniversaire de sociétariat. Venez lui témoigner votre solidarité de clubiste en visitant son nouvel établissement "LE ROT", 13, rue des Rois (non loin de notre ancien local du "Chalet".)

SPELEOLOGIE

LA AU BRÉSIL

par Jean-Louis CHRISTINAT

Nous commençons avec ce numéro de notre bulletin la publication du rapport d'activités spéléologiques qui nous fut remis par notre collègue Jean-Louis CHRISTINAT, Membre d'Honneur de la Société Suisse de Spéléologie, à son retour de l'expédition effectuée en 1961/62 chez les Indiens Erigpactes du Mato-Grosso (voir "LES BOUCUX", N° 3/4 de 1962). Nous faisons débiter ce récit à l'arrivée de l'auteur au Brésil, où il va se trouver devant le problème à première vue insoluble de faire admettre la Spéléologie dans un pays où l'insouciance semble la qualité maîtresse ("amanha" - demain - étant le mot le plus employé de la langue), et où les excursionnistes eux-mêmes sont l'objet de l'indifférence, sinon de la dérision de tout un chacun.

Ce récit paraîtra dans ce bulletin durant toute l'année 1963, et nous sommes certains que nos lecteurs, pour la plupart spéléologues chevronnés, prendront à sa lecture le même plaisir que notre équipe de rédaction, qui, mise à la lecture du manuscrit devant la nécessité, pour des raisons de mise en page, de couper des paragraphes de ce texte au style extrêmement attachant, s'est trouvée prise sous le charme de la narration, et a finalement résolu de le reproduire dans son intégralité.

Le récit commence au moment où, après un voyage d'une quinzaine de jours de Genève à Rio, via Gênes, Barcelone et Lisbonne, sur le "Giulio Cesare", le Nouveau Monde apparaît à l'horizon du jeune globe-trotter.

Les Boucux.

1° Chapitre -

Premiers contacts - Cours de Spéléologie - Un immeuble s'écroule - La Grotte du Pain de Sucre - Première Exposition Spéléologique.

Le 20 décembre 1956, au matin, une côte incertaine se dessine à l'horizon... L'Amérique du Sud, le Brésil!

Quelques heures plus tard, la masse puissante du "Giulio Cesare" passe majestueusement devant le Pain de Sucre, et je ne me doute pas, en cet instant, que j'allais y faire une importante découverte 5 mois plus tard. Nous accostons... Le thermomètre marque 40° à l'ombre! J'ai quitté Genève avec -15°! La chaleur est étouffante, et mes habits européens me collent au corps.

Un vieux copain de Genève m'attend sur le quai, et bientôt, les formalités de débarquement accomplies, je peux lui serrer la main. C'est le brave Liki, comme moi décorateur, installé au Brésil depuis une année. Ensemble, nous nous dirigeons vers les bâtiments de la douane, où j'éprouve ma première déception. Si aucune difficulté n'entrave la sortie de mes bagages à main, mes malles, par contre, doivent rester entreposées jusqu'à une date ultérieure... Mes malles qui contiennent TOUT mon matériel spéléo!

Ne connaissant pas encore le Brésil et les brésiliens, je m'énerve, gesticule, proteste en français, transpire... manifestations qui, inutile de le dire, restent sans effet.

Hors de moi, je quitte les lieux sans mon précieux matériel, et, en taxi, prends contact avec la Cité Merveilleuse...

Du côté professionnel, je n'ai aucun problème, car mon contrat de travail a été signé en Suisse. Je dois commencer le 1^{er} janvier; donc pendant 10 jours, je suis libre. Du côté spéléo, c'est différent. Je ne sais où m'adresser, car la Société Suisse de Spéléologie - dont le Comité Central m'a donné au départ une lettre m'accréditant comme Délégué de la Spéléologie Suisse en Amérique du Sud - n'a pas de correspondant au Brésil. Autre difficulté..., la langue! Et, par-dessus le marché, mon matériel et toute ma documentation sont bloqués à la douane. Cela commence bien!

Aux "Galeria Carioca de Modas", où je vais aller travailler, je retrouve un autre ami de Genève, Jean-Pierre MATHIAS. C'est lui et Liki qui me servent d'interprètes pour mes premières tentatives en vue d'obtenir des informations sur la spéléo. Visitant en leur compagnie les Archives du Service de Géographie, je me rends compte que les quelques descriptions de grottes mentionnées ont été faites par des visiteurs illustres ou inconnus, qui n'ont parcouru que les parties faciles. En fait, aucune cavité n'a encore été entièrement explorée.

Je me trace un plan de travail : Etant ici pour créer l'exploration souterraine, il ne me sert à rien de chercher une grotte, et de l'explorer... Je ne suis pas venu pour accomplir des exploits individuels, mais bien pour former un groupe, l'entraîner, fabriquer du matériel, expliquer ce qu'est la spéléologie, faire comprendre et admettre ses utilités dans les différents domaines, et essayer d'obtenir des appuis officiels.

Oui... beau programme, mais ce bien difficile à réaliser dans un pays où le passage d'un groupe d'excursionnistes soulève encore des rires et des moqueries. En effet, le brésilien est charmant, accueillant, sa maison vous est ouverte, mais il a de la peine à concevoir d'autres distractions qu'une bonne après-midi à la plage, au cinéma ou au stade du Maracana. Comment allait-il accueillir l'exploration souterraine?

C'est à ce moment qu'un heureux concours de circonstances me permet de faire connaissance avec le "Centre Excursionniste Pico do Itatiaia". Mon ami Jean-Pierre m'avait déjà parlé de ces clubs d'"excursionnistes", qui de temps en temps escaladent le Pain de Sucre, mais je n'avais pas encore réussi à entrer en contact avec eux.

La grande revue "Manchete" ayant publié une photo de mon arrivée, elle tombe sous les yeux de Agenor Gaston de Reure Mariz, alors Président de ce Club. Il s'informe de mon adresse à la Légation, qui ne la lui donne pas! - pu continue ses recherches, et parvient quand même à me localiser. De cette rencontre devait naître entre nous une profonde amitié, et une collaboration de tous les instants, permettant 18 mois plus tard la fondation de la Société Brésilienne de Spéléologie.

Un lundi soir donc, je suis au rendez-vous fixé par Gaston dans le local de son Club. J'y fais la connaissance d'une vingtaine de jeunes gens, idéalistes et enthousiastes de la vie en plein air. Dimanche après dimanche, ils partent camper au bord de l'Océan ou gravir les "morros" voisins. Pourtant... leur tâche n'est pas facile. Il n'existe pas ici les maisons spécialisées en matériel de camping que nous avons en Europe. Le matériel... il faut le fabriquer soi-même avec des moyens de fortune.

Une pensée traverse mon esprit... Ces jeunes pourraient-ils donner des spéléologues ?

Gaston, élevé en France, parle correctement le français, et me sert d'interprète. ~"Vois-tu, me dit-il, nous avons déjà essayé d'explorer des grottes. C'est une idée qui me hante depuis des années, mais il n'y a rien à faire. Nous n'avons pas de matériel, pas de techniciens, personne pour nous guider et nous conseiller... Dans ces conditions, c'est risqué, et nous avons abandonné".

Il s'interrompt au moment pour se plonger dans la contemplation d'un livre que j'avais pris dans ma valise et qui a pu sortir de douane. Il s'agit de l'ouvrage de Casteret, "Ce que j'ai vu sous terre". Ses yeux brillent de joie et d'émotion en admirant les magnifiques reproductions de paysages souterrains. Puis il continue : "Lorsque j'ai lu l'annonce de ton arrivée, je me suis dit que c'était l'occasion de connaître un spéléologue européen, et que, peut-être, il accepterait de nous expliquer un peu comment on pratique la spéléologie".

Je lui expose mon point de vue : "Explorer des grottes ne sert à rien pour l'instant. Ce qu'il faut, c'est réunir une équipe, un noyau initial, et l'instruire, l'entraîner"; Gaston explose : "Formidable! Donne-nous un cours de spéléo! D'accord ?"

Cette idée cadre parfaitement avec le plan que je me suis fixé pour organiser l'exploration souterraine, aussi j'accepte.

Le Club a des statuts et il faut les respecter. Je constate alors que Gaston est l'homme des décisions rapides, mais aussi celui des réalisations. Le 1^o février, soit exactement 39 jours après mon arrivée au Brésil, le comité du C.E.P.I., en une réunion extraordinaire, crée une division de spéléologie et m'en nomme directeur.

Beau Directeur! Je sais à peine 50 mots de portugais! heureusement que Gaston est là. Je décide de commencer les cours le 1^{er} mars, et dispose donc d'un mois pour m'organiser. Gaston sélectionne 5 de ses meilleurs membres, et m'annonce son intention de s'intégrer aux élèves. Je charge le chef du matériel de trouver sept casques - le mien étant toujours à la douane - et, en deux semaines, écris un cours théorique que Gaston traduit en portugais.

Tout marche bien, sauf une chose : il n'y a pas de grottes à Rio! Comme je prévois un cours en deux parties, théorique et pratique, nous avons besoin d'un endroit présentant si possible les caractéristiques d'une caverne. Nous le découvrons au pied du Pain de Sucre, dans un chaos rocheux plongeant à pic dans l'océan. Si les stalactites sont absentes, il ne manque ni les chaudières, cheminées, parois verticales et siphons.

J'en vois déjà sourire à la pensée de ce cours de spéléologie sans grottes... Mais les grottes sont à 800 kilomètres! J'ai la certitude que donner à ces jeunes des éléments de base tels que rappel, ramonage, montée et descente d'échelles, topographie, explosifs, etc... n'est pas du travail inutile. Les leçons théoriques traiteront de l'histoire de la spéléo, de ses buts, ses utilités, ses maîtres, les grandes explorations, l'organisation d'expéditions; je fixe la durée du cours à trois mois, avec deux leçons théoriques et une pratique par semaine.

Le 1^o mars, tout est prêt, et le cours commence. L'opinion publique est, il faut le dire, méfiante et même hostile. Quelques articles explicatifs que Gaston traduit en portugais sont systématiquement refusés par les journaux.

Dans les colonnes traitant de l'excursionnisme, qui, lui, commence tout doucement à se faire admettre, les rédacteurs "oublient" les communiqués concernant la spéléo. Nous sentons parfaitement s'élever une barrière d'ignorance et de préjugés contre le développement de la spéléologie.

Comme je l'ai déjà dit, il m'est facile, bien sûr, de partir seul dans l'intérieur et de faire un tas de découvertes... et après ? Non, mon but n'est pas de me mettre en vedette, mais bien de faire connaître, de faire accepter, de faire aimer la spéléo, de former des adeptes, organiser des groupes, qui plus tard sauront continuer seuls pour l'existence de la spéléologie brésilienne.

J'en suis à me creuser la tête pour trouver une occasion de faire valoir notre groupe à Rio même, lorsque deux événements de la vie carioca et une découverte fortuite me viennent en aide.

A la fin d'une après-midi de mars, un énorme cratère, suivi de cris de panique et d'un nuage de poussière, vient troubler la somnolence de la cité. Ce qui était un gratte-ciel de dix étages n'est plus qu'un amas de décombres, de câbles tordus sous lesquels montent les gémissements de dizaines de dizaines de blessés. Me trouvant à proximité de la catastrophe, je vois arriver les pompiers qui commencent immédiatement les travaux de secours. Mais je remarque qu'ils cherchent en surface, et qu'ils ont de la peine à localiser les personnes prises sous les décombres. Je cours au téléphone, et en une heure parviens à rassembler mon groupe qui arrive tout équipé, l'infatigable Gaston en tête. Immédiatement, nous nous mettons à la disposition du Commandant des opérations de sauvetage pour nous infiltrer sous les décombres afin de situer les blessés. Toute la nuit, une pluie battante vient compliquer les travaux de sauvetage, qui se poursuivent à la lueur des projecteurs de l'armée... Le cadre est dantesque... Malgré tous les efforts, sept des 45 personnes enfouies sous l'immeuble sont retirées sans vie.

Ce fait attire l'attention sur notre groupe, et en fin mars les journaux commencent à publier de petites notes spéléologiques. Le "Correio da Manhã" annonce : "La Spéléologie augmente l'activité de l'excursionnisme". Le 17 mars, le "Diario de Noticias" publie en première page un article important sous le titre : "Grottes et cavernes brésiliennes seront explorées par des Brésiliens", et, en sous-titre : "Contribution d'un technicien suisse". Deux quotidiens me demandent d'écrire un article de fond sur les dangers de l'exploration souterraine ("O Comercio", 29 mars, et "O Jornal", 31 mars).

Cette fois, cela a l'air de prendre. L'opinion publique n'est plus méfiante, elle est étonnée, curieuse. Peu de temps après, nous marquons un point important.

A peu de distance de l'endroit où nous effectuons l'entraînement pratique, au pied du Pain de Sucre, s'ouvre une faille dans laquelle les vagues s'engouffrent avec fracas; elle est connue sous le nom de Grotte du Mérou, et personne n'a encore été assez fou pour s'y aventurer.

Nous sommes en avril, deuxième mois du cours. Deux élèves ont déjà abandonné devant les difficultés de l'entraînement pratique, et aussi parce que les plaisirs de la plage les attirent plus que les étroitures où je les fait passer. Les quatre qui continuent, Gaston, Albiges de Santos Braga, Jorge Juarez de Souza et Jair Moura, font de rapides progrès. Le 10 avril, au cours d'une réunion, je propose l'exploration de la Grotte du Mérou. En raison du danger, je ne veux que des volontaires. Mes quatre élèves s'offrent.

Après une soigneuse étude de l'horaire des marées, en collaboration avec le Service Hydrographique du Ministère de la Marine, nous fixons la tentative au 20 avril à 7 heures. La revue "Manchete", qui apprend la nouvelle je ne sais comment, désire envoyer deux photographes, car elle est persuadée que nous allons au-devant d'une catastrophe ! Ces gens-là sont encourageants !

Le 20 avril, à 5 heures du matin, nous sommes à proximité de l'entrée béante de la grotte. Il fait frais, et l'océan est assez fort. Bien qu'une quinzaine de mètres nous séparent de la cavité, nous entendons très bien les sourds grondements qui viennent de l'intérieur. La partie va être dure...

En silence, nous nous équipons. Mon matériel est sorti de douane la semaine dernière, aussi c'est avec satisfaction que je coiffe mon léger casque en fibre de verre, et que j'enfile ma combinaison de toile, qui sent encore la glaise des cavernes européennes. Tous mes équipiers portent des casques d'acier, avec frontales électriques de notre fabrication. D'épais gants de cuir chromé, dénichés chez les fossoyeurs du Service des Pompes Funèbres, protégeront nos mains contre les coupures douloureuses des moules qui tapissent les parois. Par-dessus l'équipement, chacun boucle un gilet pneumatique prêté par le Ministère de la Marine.

5 h 30 ... Mes gars sont anxieux... C'est leur première véritable exploration, et ils restent songeurs en regardant les énormes vagues qui se brisent sur les rochers. Les deux photographes du "Manchete" sont silencieux, et tripotent nerveusement leurs appareils. Je suis pensif...

Je vais tenter une aventure qui, aux yeux de mes camarades européens, peut paraître inutile, stupide. Cette grotte n'est qu'une cassure, une faille agrandie par l'assaut répété des puissantes vagues de l'océan. En définitive, aucun intérêt spéléologique. De plus, le péril est grand, car l'homme ne pèse pas lourd dans l'élément liquide déchaîné. J'ai l'habitude des responsabilités, puisque depuis quatre ans je dirigeais des équipes de pointe; mais, cette fois-ci, j'ai une certaine appréhension. Si tout va bien, c'est une preuve éclatante de la valeur des premiers spéléologues brésiliens.. S'il y a de la casse, je suis le seul et unique responsable, et la spéléologie est coulée définitivement au Brésil...

- "Alors, Jean, on y va ? ". Gaston me tape amicalement sur l'épaule. Je m'adresse à mes deux équipiers : "Écoutez-moi bien. Vous avez déjà deux mois d'entraînement, et je sais de quoi vous êtes capables. Mais ce "morceau" est difficile ! Vous n'êtes pas obligés d'y aller ! "

Pour toute réponse, Braga me demande : "On commence ?"

5 h 45... Je tente une reconnaissance. Solidement assuré, je descends la paroi en varappe. La roche est mouillée, glissante, et, à deux mètres au-dessous de moi, l'écume bouillonne. La grotte, ou tout au moins ce que je peux en voir, se présente très mal. Imaginez un corridor de trois mètres de largeur, dont les 8 premiers mètres sont à ciel ouvert, et qui ensuite s'enfonce sous la montagne. Dans ce corridor aux parois déchiquetées et recouvertes de moules, s'engouffre toutes les minutes environ un mur d'eau et d'écume de plus de deux mètres de hauteur, charriant des pierres, des troncs d'arbres et des lianes.

6 heures... Je descends encore un peu, tandis que Gaston et Jair tiennent fermement la corde d'assurance. Tout-à-coup, sans savoir, je me retrouve dans la "bécasse"; les appels ont bien été criés pour m'avertir de l'arrivée de

la vague, mais dans le fracas des eaux je n'ai rien entendu. La Grotte du Pain de Sucre se défend bien.

6 h 15... Pendant que je reprends mon souffle et réajuste mon équipement, Braga, l'un de mes spéléos brésiliens, tente une descente. Il n'a pas le temps d'atteindre l'endroit où j'étais que déjà une vague plus forte que les autres l'arrache et le jette contre les moules de la paroi opposée. L'équipe le retire, mais pour lui l'exploration est terminée. Son gilet pneumatique est en lambeaux et, malgré la combinaison, ses bras sont en sang.

6 h 45... Ce petit jeu peut continuer indéfiniment. J'imagine déjà les reporters de "Manchete" signant dans leur journal l'arrêt de mort de la spéléologie naissante. Il faut que je trouve une solution. Sur les 8 mètres de la paroi à ciel ouvert, nous avons équipé les six premiers avec des pitons et un main-courante. Il est donc possible de parvenir jusqu'à deux mètres de l'entrée proprement dite, à condition de faire vite entre deux vagues. Cette entrée, plonge dans l'obscurité, est étroite: à peine un mètre de largeur, obligeant la vague à s'enfler en hauteur. Après, c'est l'inconnu! Regardant sur ma montre la fréquence des vagues, je constate que la période d'accalmie varie entre 20 et 35 secondes. Il est impossible en ce laps de temps de franchir ces 6 mètres de paroi délicate, plonger, et gagner l'entrée à la nage. Alors, je vais tenter l'unique solution, c'est-à-dire profiter de la vague au lieu de l'éviter. Je vais me laisser entraîner par l'eau le plus loin possible dans la cavité, en portant une corde fixée à ma ceinture, deux pitons et un marteau. Une fois à l'intérieur, je planterai un piton et y accrocherai la corde. Avec cette main-courante tendue entre notre point de départ et l'intérieur de la caverne, l'équipe pourra passer avec une relative aisance et sécurité. Relative, car rien ne peut empêcher les troncs d'arbres lancés comme des béliers. C'est risqué, mais cela peut réussir.

7 h 30... Je me suis reposé un moment, et je suis prêt. Mon gilet pneumatique est gonflé à bloc, et je donne les dernières instructions à l'équipe.

7 h 40... J'attends une vague assez puissante qui puisse m'entraîner assez loin. Brusquement, tout se précipite, un mur d'eau glauque arrive.. je saute. Je suis tiré, roulé, de tous les côtés. Des corps durs, certainement des troncs heurtent douloureusement mes jambes et mon dos, me coupant presque le souffle. Une force irrésistible m'entraîne à l'intérieur de la grotte. L'eau en furie me lance contre la paroi, me reprend, me lance contre une autre, pour me déposer pantelant sur une étroite plage de sable et de galets.

J'ai de la peine à me relever. La salle est petite. Elle ne mesure plus d'un mètre cinquante de largeur. Sur le sol, des branches, des troncs d'arbres blanchis par le sel et le frottement du sable crèvent la surface ondulée. Une galerie ascendante la prolonge. Je la verrai plus tard, car pour l'instant je dois planter mon piton, ce qui n'est pas facile. C'est normal... comment allez-vous planter un piton à calcaire dans du granit? Pourtant, j'y parviens. J'attache la corde. Le plus difficile est fait.

À 8 h., Braga reste seul à l'extérieur en compagnie des deux photographes, tandis que le reste de l'équipe est à mes côtés. Oh... cela n'a pas été tout seul... Le gilet pneumatique de Jair est crevé... Du sang dégouline du front de Juarez, et Gaston a bu une bonne tasse! Au boulot! En deux heures, nous désobstruons la galerie, et à 10 h 30 nous touchons le fond. Profondeur totale: 47 mètres... C'est dérisoire, si l'on compare avec nos cavités européennes, mais pour moi, et surtout pour eux, mes braves équipiers, c'est un

victoire. Je distribue le travail. J'air prélève des échantillons de roche, Juarez et Gaston font le relevé topo sous ma direction. Je suis fier de mon équipe, et ne le leur cache pas.

Le retour est sans histoire pour eux, puisqu'ils profitent de la corde. Pour moi, resté naturellement le dernier pour ôter le piton, j'en vois de toutes les couleurs. Cette grotte, si difficile à atteindre, ne veut plus me laisser sortir. Chaque fois que je m'approche du porche, une vague me recouvre et me renvoie à l'intérieur. Tant pis... Toujours la solution extrême : je crie à l'équipe de tirer de toutes leurs forces sur la corde à laquelle je suis solidement attaché, et je me laisse haler. Les vagues veulent m'entraîner à l'intérieur, les copains me tirent à l'extérieur.. Tiens, j'ai peur... Eh oui, pourquoi le cacher, la peur est un sentiment naturel, et il s'empare de moi à cet instant. Mètre par mètre, je me rapproche, mais lorsque j'arrive à la base de la paroi, qu'il faut gravir en escalade, je n'en ai plus la force, et me laisse hisser comme un sac.

Vers midi, nous sommes tous réunis au soleil, épuisant en quelques minutes le rouleau de sparadrap de notre pharmacie, car les bords tranchants des coquilles de moules ne nous ont pas épargnés. L'exploit est purement sportif, mais lorsque trois semaines plus tard la revue "Manchete" publie sur trois pages les photographies de notre lutte contre les vagues, les lecteurs se l'arrachent et la spéléologie passe au plan d'actualité.

On pourrait critiquer la publicité donnée à cette exploration, et l'on aurait raison si l'on était en France ou en Suisse. Mais nous sommes en Amérique du Sud. Ici, la mentalité est différente. Rien ne s'impose, rien n'est connu sans passer par la presse, la télévision et la radio. Pour attirer l'attention, nous devons, tout au moins pour les premiers temps, verser un peu dans le sensationnel. N'oublions pas que nous devons faire connaître la spéléologie dans un pays où elle est totalement inconnue.

L'opinion publique est maintenant sérieusement intéressée, et, comme le cours se termine fin mai, j'ai l'idée d'organiser une exposition de matériel d'exploration le même jour que la distribution des certificats... Je vois de nouveau les sourires... certificats de spéléologie !.... (1) J'ai prévu, pour terminer les cours, deux examens : un théorique et un pratique. Je veux en effet savoir si mes élèves sont capables de répondre à des questions touchant n'importe quel domaine de la spéléologie. Je veux qu'ils soient capables d'expliquer, de convaincre, de démontrer clairement. Comme je l'ai déjà dit, ce premier groupe représente le noyau, et ceux qui en font partie deviendront mes auxiliaires pour les cours suivants.

(1) : A peu près à la même époque, étaient institués en France les stages de spéléologie, à Vallon-Pont-d'Arc, ce qui montre que le même souci de perfectionnement animait, en deux points éloignés du globe, à la fois les "anciens", représentant le patrimoine traditionnel de la spéléologie classique, et notre collègue désireux de créer de toutes pièces cette discipline au Nouveau Monde (NdLR)

Durant ce mois de mai, je mets sur pied mon programme d'examens et prépare l'exposition. Au Brésil, il est une coutume qui consiste à donner un nom à chaque nouvelle promotion. Gaston, qui durant les leçons théoriques a fait connaissance avec la Société Suisse de Spéléologie, m'informe qu'il désire baptiser ce groupe "Promotion Orlando Granges", en hommage à ce camarade suisse décédé il y a quelques années. J'avise Grobet, Président de la S.S.S., et lui demande que notre Société soit la marraine de ce premier groupe de spéléologues brésiliens.

Nous voici à fin mai : les examens... Pour la partie théorique, je sélectionne 45 questions touchant tous les domaines de la spéléologie, et je demande comme question finale le point de vue de chacun sur le futur de la Spéléologie au Brésil.

Pour la pratique, je choisis une nuit sans lune qui transforme notre chaos rocheux en une vraie grotte. Débutant un samedi à 14h., l'épreuve, qui comprend un camp souterrain, reptation, ramonage, varappe, passage de siphon en plongée, montée et descente d'échelles, désobstruction à la charge creuse, chatière, et topographie, prend fin le jour suivant au soir, après 30 h. de travail interrompu seulement par 4 h. de repos sous les tentes.

Résultats : en pratique, tout le monde passe. En théorie, trois réussissent brillamment, dont Gaston qui se distingue tout spécialement. Reconnaissons que sa connaissance du français, qui lui a permis de lire tous mes bouquins spéléo, lui a facilité le travail. Jair me surprend. Il ne répond qu'à une dizaine de questions. Je décide à contre-cœur de ne pas le considérer comme formé, car comment pourra-t-il convaincre quelqu'un qui l'interroge sur la spéléo s'il n'a su répondre qu'à 10 questions sur 45 ?

Trois hommes ont donc réussi l'examen final. Ce sont les trois premiers spéléologues brésiliens.

Une semaine plus tard, l'Exposition Spéléologique, réalisée dans le local du "Centro Excursionista Pico de Itaiáia", est inaugurée par Monsieur Robert Boetschi, Premier Secrétaire de la Légation Suisse, représentant Monsieur le Ministre Maurice, Monsieur Raymond Cuendoz, Secrétaire de la Section Consulaire, et le Commandant Kleber Barros, représentant le Directeur du Service de Recherches et Sauvetages de l'Aéronautique Civile. Diverses autres personnalités sont présentes, ainsi que les représentants de la presse.

Au cours de la cérémonie qui précède l'inauguration de l'Exposition, Monsieur Boetschi et Gaston Mariz prennent tour à tour la parole, exaltant les liens d'amitié qui unissent le Brésil et la Suisse, puis je remets au Président du Club le document de la S.S.S., marraine officielle de ce premier groupe. Nous passons à la distribution des certificats, et à l'inauguration de l'exposition. Cette dernière, publique, attire pendant sa durée de nombreux visiteurs.

Six mois se sont écoulés depuis mon arrivée au Brésil. Le bilan est satisfaisant, mais le travail est loin d'être terminé.

2° Chapitre -

Première expédition à la Grotte de Maquiné, dans l'Etat de Minas Gerais.

En ce début de juin, au seuil de l'hiver brésilien, j'ai une longue conversation avec Gaston. "Jusqu'à maintenant, tout marche bien!", lui dis-je, "mais les grottes me manquent... ne pourrions-nous pas organiser une expédition?"

Gaston me répond : "D'accord, du reste je brûle d'envie de mettre en pratique ce que tu m'as enseigné durant le cours, mais tu sais à quelle distance se trouve la caverne la plus proche de Rio...?". Oui, je le savais. C'était la Grotte de Maquiné, explorée par Lund en 1834... et elle était à 800km de Rio...

J'avais déjà entendu parler de cette grotte située dans l'Etat de Minas Gerais et du savant danois Pierre Lund, le "père" de la paléontologie brésilienne. Né au Danemark, il vint au Brésil en 1825 pour s'établir dans la région de Lagoa Santa (Minas Gerais), dont on vantait le climat. Ayant entendu parler des propriétés thérapeutiques des eaux de la "Lagoa", Lund, qui était tuberculeux, et condamné à mourir s'il était resté en Europe, vint habiter sur ses bords. Il y résida 46 ans.

Ce savant rendit de grands services au Brésil et à la science, faisant d'importantes découvertes. Il parcourut plus de 250 grottes dans cette région, entre autres la "Fidalgo", "Saco Comprido", "Boca Grande", "Lapa do Sumidouro", et la grotte de Maquiné. Dans ces cavernes, Lund fut le premier à étudier la paléontologie brésilienne, et sa plus grande découverte fut probablement celle de la race la plus ancienne de l'Amérique du Sud, la "raça da Lagoa Santa", bien que cette découverte soit aujourd'hui contestée. Lund, qui appartenait à l'Académie des Sciences de Copenhague, publia ses observations, intitulées "Mémoires", et diverses publications sur la faune, la flore et la géologie du plateau de Minas Gerais. Une autre de ses importantes découvertes, et celle-ci nous intéresse spécialement, fut la grotte de Maquiné. Dans cette caverne, il découvrit les squelettes de mastodontes, mégathères et protopithèques. Ces squelettes d'animaux antédiluviens sont actuellement au Musée de Copenhague et au Musée National de Rio de Janeiro.

Au sujet de la grotte, je savais que certains auteurs la décrivaient comme entièrement explorée, tandis que d'autres mentionnaient des galeries où ils n'avaient pas osé pénétrer. Si je ne pouvais mettre en doute la valeur de Lund on ce qui concerne la paléontologie, j'étais sceptique devant son affirmation d'avoir exploré toute la cavité.

Je rappelle à Gaston que Martel a réalisé des explorations formidables, mais que certaines d'entre elles n'ont été terminées que bien plus tard, grâce aux progrès de la technique et du matériel d'exploration. Dans mon dossier sur Minas Gerais, je vois qu'Alfonso de Guarra Heberle a "visité la cavité et mesuré les salles". ! Tout ceci est assez vague. Nous décidons de tenter une simple expédition de reconnaissance. Quatre jours suffiront. Si la grotte en vaut la peine, nous organiserons alors une expédition plus importante.

J'obtiens 4 jours de congé, et Gaston, qui est fonctionnaire public, se débrouille pour se libérer. Malheureusement, il n'en est pas de même pour Juarez et Braga, retenus par leurs obligations professionnelles. L'épouse de Gaston nous accompagnera, se chargeant de la cuisine, et nous complétons l'équipe avec deux camarades du "Centro Excursionista".

Le 16 juin, grâce à Gaston, nous quittons Rio à bord d'un avion militaire qui, en 90 minutes, nous dépose à Belo Horizonte, capitale de Minas Gerais. Une lettre de recommandation doit nous permettre d'obtenir un véhicule militaire... Mais les choses se compliquent : il n'y a pas de véhicule disponible!... et nous voici en panne avec tout notre matériel. Finalement, après neuf heures d'attente, de coups de téléphone et de discussions, on découvre un fourgon militaire. Seulement, il ne pourra nous emmener que demain! Allons-nous devoir monter les tentes dans les rues de la ville ?

Non, car de nouveaux téléphones aboutissent à un heureux résultat. La voiture nous transporte à une vingtaine de kilomètres en dehors de la cité et fait demi-tour. Demain, à 5 heures, elle sera là pour nous emporter vers la grotte. Les tentes sont montées rapidement, tout au moins en ce qui concerne ma canadienne de fabrication suisse. Quant aux tentes brésiliennes, improvisées avec des toiles de l'armée, il faudra plus d'une demi-heure pour qu'elles deviennent habitables.

Le jour suivant, bien avant l'heure marquée, nous sommes assis sur le talus bordant la route, prêts au départ. Au loin, un nuage de poussière se rapproche... le fourgon. En vitesse, nous embarquons. En route pour la Municipalité de Cordisburgo... 5 heures de pistes poussiéreuses, d'ornières de terre rouge. Des troupeaux de "gias" (croisement du zébu avec la vache) dorment en travers du chemin et il faut les contourner... Le chauffeur fait des prouesses entre les termitières de deux mètres de hauteur... À perte de vue, de l'herbe brûlée par le soleil... la tête du camion est brillante...

Minas Gerais... pays des mines d'or, des "garimpeiros", mais surtout pays des grottes, de centaines de grottes inconnues et inexplorées... À Cordisburgo, nous nous arrêtons brièvement pour aviser le Préfet de notre visite. Il nous faut rattraper le temps perdu à Belo Horizonte, temps qui nous est précieux. Nouveau départ. Le chemin, rapide et sinueux, gravit avec peine une colline boisée. Peu de temps après, nous abandonnons la voiture, et c'est à pied que nous franchissons les derniers cent mètres qui nous séparent de la grotte.

Midi... Demain à 17 h., nous devons être de retour à Belo Horizonte. Nous disposons donc d'un peu plus de 24 heures pour mener à bien notre reconnaissance... Au travail! Gaston laisse sa femme à la garde du matériel, et, après nous être équipés, nous pénétrons dans la grotte. Les premières salles sont banales. Elles sont d'accès facile pour les vandales, qui ont déjà cassé des draperies, souillé les parois et gravé des noms. Mais ce n'est pas cette partie qui nous intéresse, et nous continuons... Bientôt, les vestiges des fouilles de Lund sont dépassés, et apparaît ce que certains auteurs prétendent être la fin de la grotte. Nous sommes à environ 350 mètres de l'entrée. La salle est immense, et doit avoir plus de 100 m. de longueur... aucune issue apparente...!

Avec Gaston, nous fouillons et inspectons mètre par mètre la base de parois; dans l'espoir de trouver un interstice, une fente qui permette de continuer. Après une heure et demie d'inspection minutieuse, j'avise une étroiture au ras du sol, et par acquis de conscience m'y engage. À ma surprise, à un demi-mètre, la galerie plonge. Sondage avec une pierre... environ trois mètres. Ce n'est pas très prometteur, mais nous devons tout vérifier. Assuré par Gaston, je m'y laisse glisser, et me retrouve 3 m. plus bas dans une petite chambre d'où part une galerie. Observant les parois, je perçois une caresse froide sur mon visage... Il n'y a pas de doute... c'est un courant d'air qui vient du fond de cette galerie.

Heureux d'avoir retrouvé le fil, j'appelle Gaston qui me rejoint, et nous nous engageons dans le terrain vierge. La roche est laide, pourrie, et l'avance est difficile. Des blocs basculent sous nos pieds et les prises s'effrittent. Deux mètres de hauteur... 1 m. à 1 m.50 de largeur... la galerie continue monotone sur une centaine de mètres, et vient buter sur une faille perpendiculaire ! Nous avons perdu l'espoir et le courant d'air..!

Revenant sur nos pas, nous fouillons systématiquement tous les trous, toutes les fissures, et dans l'une d'elles, insignifiante, je retrouve le courant d'air. Quelques blocs branlants, en équilibre sur les bords, sont basculés dans le vide... ils rebondissent et se coincent quelques mètres plus bas. L'ensemble ne paraît pas bien solide, et l'assurage est impossible car les bords du gouffre sont instables et le frottement de la corde pourrait déclencher un éboulement ! Que faire ? renoncer ? C'est impossible, car les frais d'une telle expédition sont élevés, et nous devons avoir des certitudes sur les possibilités de continuer l'exploration. Le courant d'air vient de là et je dois descendre. Je parviens en opposition jusqu'à la cote -15, et là, pendant que je me repose de la tension nerveuse causée par la crainte d'un éboulement, j'ai la joie d'entendre, montant des profondeurs, la plainte de la rivière souterraine gémissant dans sa prison de pierre. Sous moi, la descente continue, difficile, au milieu des blocs instables. Cette fois, nous avons la certitude qu'une nouvelle expédition s'impose, que Maquiné est loin d'être terminée... Aussi je rebrousse chemin.

Le bilan de notre reconnaissance se solde, dans la partie la plus profonde, par la découverte d'une galerie nouvelle de 100 m. avec un gouffre reconnu jusqu'à 15 m. de profondeur et permettant probablement l'accès à un étage inférieur. Dans la partie haute, découverte d'une Chapelle aux Cristaux, qui était protégée par une série de gours profonds de 1 à 2 m. Découverte également d'une conduite forcée venant d'un étage inférieur, et fonctionnant seulement en période de crue. Un bouchon-valve en interdit la pénétration (cas semblable au bouchon terminal du Gouffre de Bellevue, au Salève - Monnetier, Hte-Savoie).

Autre constatation : le plan de Afonso de Guaira Heberle est incomplet. Pour une grotte considérée comme terminée, il y a encore pas mal de choses à faire..! Une grande expédition s'impose, mais il nous faudra pour cela disposer d'au moins deux semaines.

Dès notre retour à Rio, je commence à réunir une documentation la plus complète possible sur la région, dans le but d'avoir le maximum de données pour la prochaine fois. Cette prochaine fois n'allait être possible qu'un an plus tard...

3° Chapitre -

Le souterrain d'Itapiru - Escalade nocturne du Pain de Sucre - Présentation du Stand de Spéléologie à la 6° Exposition Nationale Forestière.

Au cours de cette reconnaissance à la Grotte de Maquiné, j'ai constaté que mon cours n'a pas été inutile. Gaston m'a parfaitement secondé, et est déjà imprégné de cet esprit d'équipe indispensable en spéléologie.

Le mois de juillet se passe sans nouveauté, si ce n'est que le 2° cours est fixé à septembre. Braga et Juarez, toujours très occupés par leur travail sont à peu près invisibles. Ils sont formés, ils ont suivi le cours jusqu'au bout, ils ont passé avec succès l'examen, mais je ne sais s'ils ont cet élan de cette passion pour la spéléo que je remarque chez Gaston. Voici août, ... l'hiver brésilien.

"Il est impossible de pénétrer dans le souterrain d'Itapiru, malgré l'enthousiasme et le courage des jeunes gens qui se présentent pour entreprendre la téméraire aventure..." Ces quelques lignes en première page des quotidiens cariocas, et ce mystérieux souterrain défrayent la chronique locale pendant près d'une semaine. Quelques curieux s'aventurent une dizaine de mètres dans la galerie, et à leur retour font aux journalistes restés devant l'entrée des récits trop étonnants pour être vrais : le couloir n'a pas de fin, d'étranges voix appellent les explorateurs... une paroi crache du feu...!

Au cours d'une réunion de mon groupe, trouvant que cette plaisanterie a assez duré, nous décidons de la tirer au clair. Nous nous entendons avec le quotidien qui nous prête une voiture et nous confie un photographe. Cette fois l'équipe est au complet : Gaston, Braga et Juarez. Aux approches du "morro" de Santa Teresa, la route se tord en lacets, s'étire, se replie... mais bientôt le chauffeur stoppe. Il fait nuit, une nuit fraîche d'hiver, tandis qu'à nos pieds la cité brille de mille feux. Le reste du parcours devant se faire à pied, nous préférons nous équiper ici, à la lueur des phares. Nos préparatifs terminés, la voiture est soigneusement verrouillée, et c'est en file indienne que nous gravissons un étroit sentier, éclairés par nos frontales électriques. Des baraques branlantes apparaissent... nous approchons d'une "favela". Cette agglomération hétéroclite de planches et de vieilles tôles est une version brésilienne du bidonville, refuge de hors-la-loi qui se cachent parmi une population humble et laborieuse. Sur le seuil des cabanes, des gens étonnés nous regardent... Bien sûr, ils sont malheureusement habitués aux descentes de police, mais ils n'ont jamais vu des hommes casqués avec des lampes sur la tête.

Un quart d'heure plus tard, nous sommes en vue de l'entrée du souterrain, camouflée par des branches. Elle est vite dégagée : sa hauteur ne dépasse pas 40 cm. Une foule presque entièrement constituée de noirs nous entoure et murmure. Près de la bouche béante, des bougies ont été allumées et plantées en terre... Des femmes prient, agenouillées... L'ambiance est plutôt macabre et notre photographe n'a pas l'air très rassuré. Ce décor l'impressionne visiblement.

A plat ventre, je m'engage dans la galerie, remarquant aussitôt de bouffées nauséabondes. Vais-je, comme cela m'est arrivé il y a quelques années, me trouver nez à nez avec un cadavre? Après quelques mètres, la voûte se relève, permettant de se tenir debout. Durant 50 mètres, le couloir est semblable à un tunnel de 1 m.70 de hauteur sur 60cm. de largeur. Je m'arrête à une division de la galerie, qui se sépare en trois branches. Je crie à Braga de venir me rejoindre et, en l'attendant, observe la roche friable, truffée de petits cristaux qui miroitent sous le faisceau de ma lampe... Les voilà ces parois qui crachent... Les parois s'effritent sous les doigts, attention aux éboulements.

Braga m'a rejoint et reste à ce carrefour pendant que j'entrepris une reconnaissance dans le couloir de gauche. Je n'ai pas fait dix pas que je suis stoppé par l'eau!...qui occupe toute la largeur de la galerie. Prudemment, j'avance... Une boue liquide me recouvre déjà les genoux, tandis que le sol mou rend ma progression incertaine. Peu à peu, le niveau baisse, et après 6 m. de barbotage, je m'arrête devant un nouveau carrefour. Une galerie s'ouvre devant moi, pour s'arrêter à quatre mètres. Une autre se poursuit sur la droite, une troisième à gauche. Je fais appeler Gaston qui reste au premier carrefour tandis que Braga vient se poster au deuxième. Une fois de plus je pars à gauche. La galerie est sèche. Depuis l'entrée, j'étais intrigué par de petites niches creusées à 1 m.50 de hauteur dans les parois, et se répétant tous les deux mètres. J'en découvre tout-à-coup la signification...devant moi une bougie! et dans la niche suivante, des gouttes de cire! Nouvelle bifurcation. D'un côté, je suis arrêté au bout de dix mètres par un effondrement de la voûte qui bouche complètement le passage. De l'autre, la galerie est coupée dans toute sa largeur par un puits profond de 4 m. Au-delà, ça continue...

Je fais venir Braga que je poste sur la lèvre du puits, et passe en opposition au-dessus de ce dernier. De l'autre côté, un couloir prend fin après six mètres. J'y trouve une bouteille d' "aguardente" et des paquets de bougies. Au retour, je descends jusqu'au fond de ce gouffre miniature, écrasant sous mes pieds des dizaines d'oranges et une pelle. Je commence à comprendre de quoi il s'agit. Désirant que mes équipiers s'habituent aux responsabilités, je charge Juarez et Braga de l'exploration des galeries que j'ai délaissées, tandis qu'avec Gaston je reprends le souterrain depuis le début pour en relever le plan. Le photographe, que j'invite à nous suivre, tente de se dérober puis finalement capitule devant mes insistances. Il entre avec nous, tremblant de tous ses membres, et ne nous lâchera pas d'une semelle. Une heure plus tard, le réseau souterrain est entièrement et minutieusement exploré. Il n'existe aucune autre issue que celle par laquelle nous sommes entrés. Nous sommes bel et bien en présence d'un repaire de malfaiteurs, dont les exploits sanglants s'évalent tous les jours en première page des journaux. Les galeries sont toutes taillées par la main de l'homme dans une roche, nous l'avons vu, très friable. L'entrée est basse et bien dissimulée. Les couloirs ne permettent le passage qu'à un seul homme à la fois. La hauteur de 40 cm. du porche, qui oblige à se coucher sur le sol, permettrait aux embusqués d'éliminer à coup sûr celui qui voudrait forcer le passage. Les vestiges de boissons, de nourriture et d'éclairage constituent des indices frappants, comme toutes les tentatives de percer des galeries donnant de l'autre côté de la colline. Il faut reconnaître que si les auteurs avaient réussi dans leur intention, ils auraient été en possession d'une véritable forteresse.

Je n'avais pas très bien compris l'utilité du puits. J'en ai eu l'explication peu après à l'extérieur lorsqu'un gosse m'indique un minuscule orifice situé à environ 150 m. de là et à 5 m. en contrebas. Le trou est obstrué par des pierres. Nous avons vite fait de dégager l'entrée d'une galerie où je pénètre jusqu'à 55 m. Elle possède également les niches à bougies; la technique de la taille est la même que celle employée dans le souterrain. Nous sommes devant une autre tentative de communication qui devait faire la jonction avec la base du puits.

Quelques jours plus tard, plans et photos sont remis aux autorités policières qui décident de dynamiter tout le réseau. Dans les milieux officiels, on commence à se rendre compte que la spéléologie peut parfois être utile.

Utilisez les Signes Conventionnels !!!

Lors de la dernière Assemblée des Délégués de la Société Suisse de Spéléologie, qui s'est tenue le 28 avril à Nyon, notre collègue Maurice AUDETAT, président de la Commission des Archives de la S.S.S., a demandé aux présidents de sections d'insister auprès des membres pour que soit généralisée l'adoption d'une première liste de signes conventionnels, qui ont été approuvés par tous les pays participants lors du dernier Congrès International, en 1961, à Vienne.

Il est bon de rappeler ici que c'est le projet présenté par notre compatriote le Dr. A. BÖGLI (tous ceux qui ont participé au Congrès du Marchairuz l'automne dernier se souviennent de son remarquable exposé sur le Hölloch), projet à l'élaboration duquel Maurice AUDETAT a pris une part prépondérante, qui a été adopté à l'échelon international.

La Commission Internationale pour l'étude de la Terminologie et des Signes Conventionnels, présidée par Mr. le Dr. Hubert TRIMMEL, de l'Institut de Spéléologie de Vienne (Autriche), continue à l'heure actuelle ses travaux, afin d'étendre la liste des signes conventionnels, et de proposer une étude complète lors du Congrès International qui se tiendra en Yougoslavie en 1964. Si certains de nos lecteurs ont des propositions constructives à présenter, nous leur suggérons de se mettre en rapport avec Maurice AUDETAT, en lui soumettant leurs projets.

La Commission des Archives de la S.S.S. recommande particulièrement aux membres des sections d'utiliser les signes ci-après, lors de la rédaction des fiches spéléologiques de cavités destinées au fichier central. Il serait très souhaitable, par ailleurs, que soit prise le plus rapidement possible l'habitude d'employer systématiquement ces signes conventionnels lors de la rédaction de tous les plans de cavités et topos de situation.

Les 28 signes qui composent cette première liste se présentent en 2 séries : la première, de 5 signes destinés à la topographie extérieure aux cavités (ils peuvent être utilisés sur les cartes géographiques et principalement sur les croquis de repérage des fiches de catalogue ou sur les croquis destinés à illustrer les publications); une deuxième série comporte 23 signes destinés à la topographie intérieure des cavités. Il n'a pas encore été arrêté de signes concernant les coupes longitudinales ou les sections de galeries.

L'essentiel de ce bref article s'inspire du travail de M. AUDETAT, "Les Signes Conventionnels en Spéléologie", paru dans le N° 2, 6^e année, 1962 de "CAVERNES", Bulletin du Spéléo-Club des Montagnes Neuchâtelaises. Nous remercions vivement M. AUDETAT de nous autoriser à en reproduire la substance.

LES BOJEUX, Rédaction.

(v. tableau page suivante - dessin explicatif d'après Dr. A. BÖGLI).

LISTE DES SIGNES CONVENTIONNELS TOPOGRAPHIQUES NORMALISES

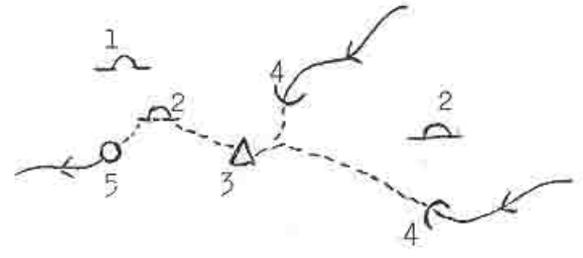
a) Signes extérieurs

- 1 : Abri sous roche :
- 2 : Grotte :

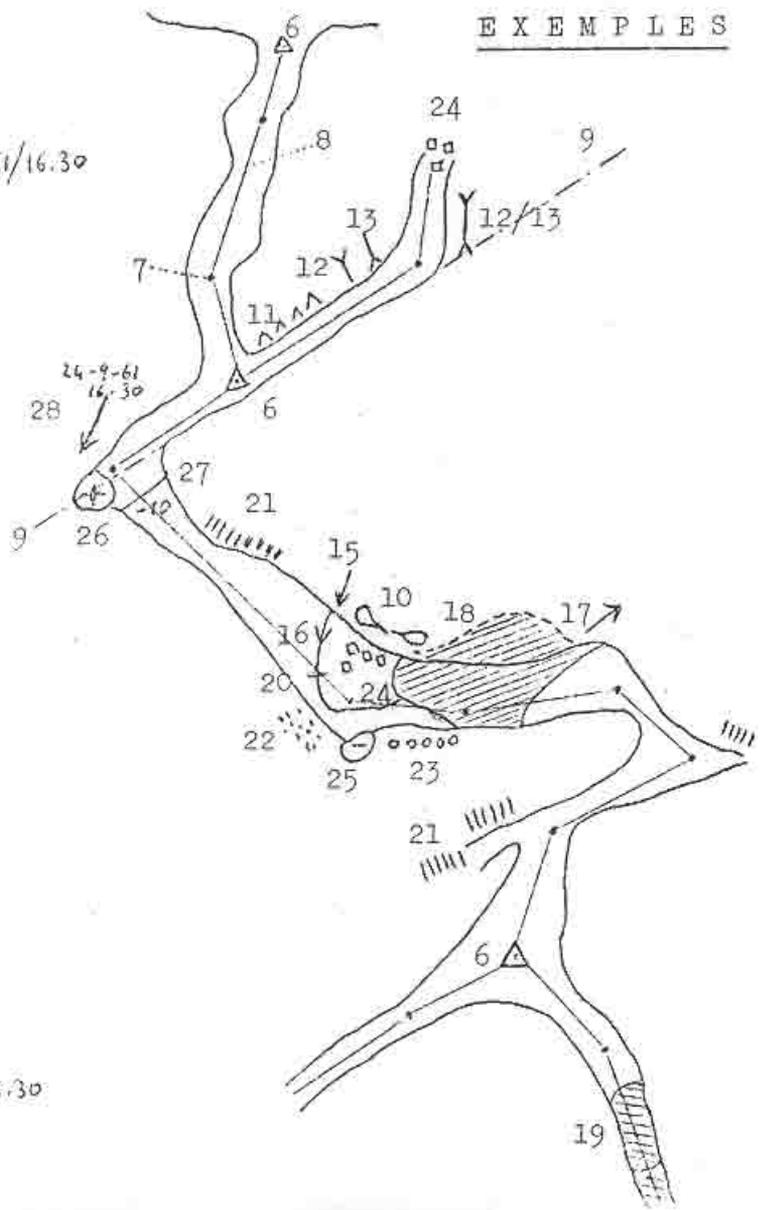
- 3 : Aven :
 - 4 : Perte :
 - 5 : Emergence :
- (résurgence ou exurgence)

b) Signes intérieurs

- 6 : Station topo principale :
 - 7 : Station topo secondaire :
 - 8 : Ligne de visée :
 - 9 : Diaclase :
 - 10 : Vague d'érosion :
 - 11 : Concrétions :
 - 12 : Stalactite :
 - 13 : Stalagmite :
 - 14 : Glace (av.date) :
 - 15 : Arrivée d'eau :
 - 16 : Cours d'eau (sens):
 - 17 : Point d'absorption, perte :
 - 18 : Lac, bassin (en partie avec voûte mouillante) :
 - 19 : Voûte mouillante:
 - 20 : Cascade :
 - 21 : Argile :
 - 22 : Sable :
 - 23 : Gravier, galets :
 - 24 : Blocs de rochers:
 - 25 : Puits :
 - 26 : Cheminée :
 - 27 : Dénivellation brutale :
 - 28 : Courant d'air :
- (av.date & heure) → 26.9.61/16.30



EXEMPLES



JEU - CONCOURS

Le long d'une paroi rocheuse orientée plein Sud, on a découvert ces dernières années cinq grottes d'aspects fort divers, alignées à intervalles assez réguliers. Chacune fut explorée pour la première fois par une équipe de nationalité différente, et, au cours de chacune des "premières", chacune fut le théâtre d'un incident technique plus ou moins grave; chaque grotte abrite une espèce différente de chauves-souris, et une seule; elles ont été baptisées chacune du nom d'un animal différent; enfin, chacune renferme un type et un seul de concrétion caractéristique. En compulsant diverses notes concernant cet ensemble de cavités, on remarque en outre que :

- il y a des Oreillardes à la grotte du Loup.
- les Belges ont presque été ensevelis par un éboulement.
- les Suisses ont découvert la grotte de la Chèvre, qui fait suite à l'Est à la grotte du Renne.
- la grotte aux fleurs de gypse est voisine de la grotte du Renard, où les explorateurs ont crevé tous leurs canots pneumatiques.
- une colonie de Minioptères habite la grotte aux perles des cavernes.
- les Français ont bagué de nombreux Rhinolophes.
- les Anglais ont découvert la grotte du milieu de la série.
- une échelle de 20m a été cassée lors de l'exploration de la grotte voisine de celle où il y a des stalagmites en piles d'assiettes.
- l'équipe qui a photographié des stalactites en macaronis a failli perdre tout son matériel photo dans une crue soudaine de la rivière souterraine.
- des Barbastelles fréquentent la grotte située le plus à l'Ouest, voisine immédiate de la grotte du Chien.
- dans l'une des cavités, la colonie de Grands Murins a été dérangée, lors de la première exploration, par le bruit d'une importante chute de pierres.

ON DEMANDE :

- 1) comment se nomme la grotte découverte par les Italiens ?
- 2) dans quelle grotte se trouvent des séries de gours ?

La réponse à ce problème doit donc consister en deux noms d'animaux, cités dans le bon ordre (exemple : Cheval - Ours). **ATTENTION !** Il n'y a qu'UNE SEULE SOLUTION JUSTE !

Envoyez vos réponses avant le 15 sept. 1963 (date du tampon postal), dernier délai, sur simple carte postale, en indiquant vos nom, prénom et adresse, à la rédaction de ce Bulletin. Ce concours est ouvert à tous nos lecteurs, abonnés ou non. Les 3 premiers lecteurs qui auront répondu juste recevront un abonnement d'un an, pour eux-mêmes ou une autre personne de leur choix.

Cherchez bien..... et BONNE CHANCE !

PUBLICATIONS REÇUES

45

Comme nous l'avons annoncé dans le numéro précédent de ce bulletin, nous présentons ici la liste complète des publications spéléologiques reçues à ce jour EN ECHANGE. Nous serions très reconnaissants aux éditeurs de nous faire parvenir les numéros manquants, cette liste présentant de toute évidence des "trous", vraisemblablement dus à des défaillances des services postaux. Pour chaque publication, nous indiquons successivement: le nom de la publication, la société ou le club éditeur, l'adresse du ou des responsables, la liste des numéros et tirages à part reçus.

FRANCE

Bull. de la Soc. Spél. et Préhist. de BORDEAUX - Hôtel des Soc. Sav., 71 rue du Loup, Bordeaux(Gironde) - Gér. resp. : Pierre BION - reçus : T.V, 1953-54 / T.IX, 1958 / T.X, 1959 / T.XI, 1960.

1° Réun. Intergroupes de Spél. du Sud-Ouest - S.S.P.B., même adresse, même gérant - N° spéc. de la Réun. intergr. des 25-26 juin 1954.

Second Congr. Rég. de Spél., Rég. du S.O. - Féd. des Soc. Spél. du S.O. (FSSO), même adresse, même gér. - N° spéc. du Congr. des 14-15 mai 1955.

Extraits du Bull. du IV° Congr. Rég. de Spél. (Groupe S.O.), Cahors, 22-23 mars 1958 - F.S.S.O., même adresse - reçus: Les Gr. Sources des Causses du Quercy, par A. Cavallé / Deux types de Karst: Vercors et Quercy, par J. Choppy / Réflexion sur la manière de passer les siphons... à sec, par R. Destruel / C.r. des activ. de l'Entente Spél. Roussillonaise pour 1957, par J. Parès / Etude sur le Niphargus du souterrain-refuge du Verdier (Albi), par C. Bou.

Bull. de la Féd. Spél. du Gard - F.S.G., Mus. d'Hist. Nat., Bd Amiral-Courbet, Nîmes (Gard) - reçus: N° 3, mars 1962 / N° 4, nov. 1962.

Bull. des Sect., Soc. Mérid. de Spél. et de Préhist. - Fac. des Sci., Toulouse (H.-Gar.), Prés. J. Paloume - reçus: juill. 1962 / déc. 1962.

L'Echo des Cavernes - Spél. Cl. San-Claudien - c/o Jean COLIN, 3. rue de la Sous-Préfect., Saint-Claude (Jura) - reçus: N° 11, 1962 / N° 12, 1963.

L'Excentrique - Cordée Spél. du Languedoc - 14, rue Ninau, Toulouse (H.-Gar.) - reçus: nov. 1962 / mai 1963.

Grottes et Gouffres - Spél. Cl. de Paris - Gér.-réd.: G. VILA, 9, rue Suger, Paris, 6° - reçu: N° 30, 1962.

L'Inconnu Souterrain - Spél. Cl. de Lutèce - Gér.: J.C. ROUSSELET, 21, rue Jean-Bart, Courbevoie (Seine) - reçu: N° 22, 1° tr. 1963.

Le P'tit Minou - Gr. Spél.-Préhist. Vosgien - 23 rue Gal-Leclerc, Golbey (V.) - reçus: N° 44, 2° tr. 1962 / N° 45, 3° tr. 1962 / N° 46, 4° tr. 1962 / N° 47, 1° tr. 1963.

Recherches - Gr. Spél. et Archéol. du C.C.F. - Prés.: G. MERCIER, 218 Bd Saint-Germain, Paris, 7° - N° 29, 1° tr. 1962 / N° 30, 2° tr. 1962 / N° 31, 3° tr. 1962 / N° 32, 4° tr. 1962.

Sous le Plancher - Spél. Cl. de Dijon - Gér.: H. TINTANT, Secr. du S.C.D., 7, rue de la Résistance, Dijon (C.d'Or) - N° 1, 2, 3-4 de 1959 / N° 1, 2-3, 4, 5-6 de 1960 / N° 1-2, 3, 6 de 1961 // Nlle série: N° 1, 2, 3, 4 de 1962 / N° 1, 2 de 1963 / N° sp. Actes du 13° Congr. des A.S.E., Dijon 1958.

Sous Terre - Gr. Spél. des Campeurs d'Alsace - G.S.C.A., Mulhouse, c/o J.B. WAHL, 18, Av. Clémenceau, Mulhouse (H.R.), et G. KUSTER, 39, r. Albert-Camus, Mulhouse-Dornach - reçus: N° 10, 1961 / N° 11, 1962 / suppl. au N° 11, 1962 : index alphab. des publiés de l'A.S.E. par J.B. Wahl.

Spéléo-Contact - Gr. Spél. Vincennes - Réd.: Spéléo-Contact, G.S.V., 21 rue Daumesnil, Vincennes (Seine) - recus : N° 9-10, 1961 / N° 11, 1962.

Spéléologie - C.A.F., Club Martel, Spél.Cl.Alpin des Alpes-Mar. - Président: Y.CREACH, 15 Av.de la Victoire,Nice(A.M.) - recus:N° 35,4° tr.62 / N° 36,1° tr.63.

SPELUNCA - Soc.Spél.de France-Cons.Nat.de Spél.-B.R.G.M. - c/o G.VILA, 9 rue Suger,Paris(6°) - recus: N° 1, 1962 / N° 3, 1962 / N° 4, 1962 / N° 1, 1963 / N° 2, 1963 // N° spéc.: Spelunca(4° sér.),Mémoires, N° 1 : Actes du III° Congr. Nat., Marseille 1960.

AFRIQUE DU SUD

Bulletin of the South African Speleological Association, Box 3538, Capetown - recus : part.I, 1961 / part.II, 1961 / part.II, 1962.

ALLEMAGNE

Die Natur - Deutschen Naturkundevereins - dir.: Dr.G.WAGNER, Tubigen; Edit.: E.SCHWEND,14a Schwäb.Hall,Postfach 40,Stuttgart - recu: H.3-4, Mar.-Apr.1961.

GRANDE-BRETAGNE

The Proceedings of the Oxford University Cave Club - Oxford Univ. Cave Club, Queens Coll., Oxford, G.-B. - recu: N° 1, Oct.1962.

SUISSE

Actes du 1° Congr.Nat.Suisse de Spél.,Le Marchairuz, Vd, sept.1962 - S.S.S., c/o R.GIGON, 7 rue de l'Arc-en-Ciel, La Chaux-de-Fonds.

Second Congr. Nat. de Spél., Sörenberg, juin 1963 - S.S.S.,c/o R.GIGON, résumé préliminaire.

Der Westgang des Beatushöhlon - S.S.S., trav.orig. de E.MEISTER & R.MULLER.

CAVERNES - Spél.Cl. des Montagnes Neuchâtelaises & Section du Val-de-Travers - c/o R.GIGON - recus: 3° année,1959, Nos 1,2,3,4 / 4° année,1960, Nos 1,2,3 / 5° année, 1961, Nos 1,2,4 / 6° année, 1962, Nos 1,2,4 / 7° année, 1963, Nos 1,2.

Le Jura Souterrain - Section Jura de la S.S.S., éd.resp.: W.JAKOB, Sous Raimex, 1, MOUTIER - recus: 6° année, 1962, 2°, 3° et 4° trim.

Outre les Nos manquants dans les séries mentionnées ci-dessus, certains pays étrangers (notamment: Autriche, Espagne, Italie) nous ont avisés de l'envoi en échange de leurs bulletins nationaux ou régionaux, mais nous n'avons rien reçu à ce jour. Nous précisons encore que l'adresse à laquelle doit être envoyée toute la correspondance concernant "Les Boueux" est : Section de GENEVE de la Société Suisse de Spéléologie, Chalet du Bois de la Bâtie, GENEVE.

IL A ETE TROUVE par un de nos membres, à la Grotte de la Diau (Haute-Savoie), vers la fin de l'année dernière, une montre-bracelet d'homme, qui, bien qu'elle semble avoir séjourné quelque temps sous terre, est en parfait état de marche. Il ne nous a pas été possible jusqu'à présent d'en retrouver le propriétaire. S'il lit ce bulletin, il saura qu'il peut rentrer en possession de son bien en écrivant à la rédaction des "Boueux". Préciser marque, forme et nature du métal.

*