



# MISCELLANÉES

## MISCELLANY

AVEC LA COLLABORATION DU PROFESSEUR CYPRIEN LEBORGNE

### L'AIGUILLE FLOTTANTE

Réponse au problème n° 18

(Cf. *la Houille Blanche*, n° 1/1948, page 74)

Chers Amis,

Pour ne rien vous cacher, je croyais bien ne plus jamais entendre parler de l'aiguille flottante et de mon sensationnel réveillon de 1947. Les quelques réponses que j'avais reçues à l'époque sur ce sujet m'avaient paru bien insuffisantes, et je n'avais pas jugé à propos de vous les communiquer. La réponse que me transmet ci-après mon ami SEBEIL (dont je me souviens parfaitement et dont je croyais bien aussi

ne plus jamais entendre parler) mérite largement, me semble-t-il, sa publication.

En tout cas, pour une vieille barbe hydraulicienne comme moi, c'est une très grande joie d'accueillir parmi nous son jeune auteur, de le complimenter comme il convient, non sans rendre à son trop modeste professeur M. SEBEIL l'hommage qui lui est certainement dû.

C. L.

### LETTRE DU PROFESSEUR SEBEIL

Monsieur et Cher Professeur,

Je n'ose pas espérer que mon nom vous dise encore quelque chose... près de vingt ans après votre dernier cours et votre dernière « colle ». Inutile de vous dire qu'en ce qui me concerne je n'ai rien oublié de tout cela, et qu'il m'arrive encore très souvent de chercher dans vos cours,

précieusement conservés, l'inspiration qui me permettra de résoudre un problème.

D'innombrables tribulations m'ont finalement conduit ici, à Lenogreb, où depuis bientôt cinq ans j'enseigne l'Hydraulique à l'élite des futurs techniciens phudaniens. J'ai évidemment fait abonner notre toute jeune bibliothèque à *la Houille Blanche* et, à plusieurs reprises déjà, vos

Miscellanées se sont trouvées métamorphosées en exercices d'application.

Votre expérience de l'enseignement est suffisamment riche pour que vous imaginiez sans peine la pauvreté de la plupart des copies... J'ai parfois de bonnes surprises et je m'empresse de vous en faire profiter, vous et tous vos éminents amis. Il s'agit d'un très ancien problème paru dans le numéro 1/1948 de la revue sous le numéro 18 et sous le titre : « l'Aiguille flottante ». Les vétérans de la revue se souviennent certainement du fameux réveillon que vous relatiez alors, et au cours duquel, parmi toute une série de « tours de votre façon », vous avez pris une aiguille, l'avez disposée dans votre verre à la sur-

face du liquide, où elle demeura, flottant sagement, à l'ébahissement de l'assistance et sans le moindre respect pour la mémoire du grand Archimède.

L'explication et les commentaires que m'a apportés la « copie-surprise » dont je vous parlais tout à l'heure, me semblent dignes de votre rubrique, et je vous assure que si vous l'acceptez vous ferez un fameux plaisir à son auteur, le jeune Sorganiz, et à ses copains.

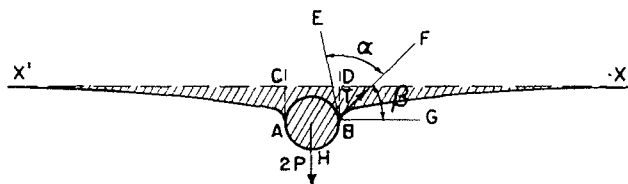
Merci d'avance, et croyez, cher Professeur...

F. SEBEIL,

*Professeur d'Hydraulique.*

### A PROPOS DE L'AIGUILLE FLOTTANTE DU PROFESSEUR CYPRIEN LEBORGNE

La contradiction avec le principe d'Archimède n'est qu'apparente, car le « volume déplacé » par l'aiguille est très supérieur à son volume propre. En effet, l'aiguille « repose » sur la surface comme si celle-ci était recouverte d'une membrane élastique (phénomène dû à la tension superficielle). La surface de l'eau prend donc, au voisinage de l'aiguille, la forme représentée par la figure ci-dessous.



Le véritable volume déplacé est celui dont la section est hachurée sur cette figure et tout se passe comme si l'aiguille reposait au fond d'une petite nacelle d'un volume suffisant. Il est possible de donner l'équation des courbes BX et AX'; mais, sans nous engager dans des développements mathématiques, nous nous contenterons de faire quelques remarques de géométrie et de statique élémentaire.

Négligeons d'abord, pour simplifier, le fait que l'aiguille a une longueur finie et que ses extrémités constituent des points singuliers exigeant une étude spéciale. Nous nous contenterons du schéma plan de la figure, ce qui revient à supposer l'aiguille infiniment longue. En convenant que nos raisonnements se réfèrent à l'unité de longueur de l'aiguille, nous pourrions désigner les volumes par les surfaces de la figure, la tension superficielle par une force T, la densité par une densité superficielle  $\rho$ , le poids linéaire de l'aiguille par 2P, etc.

Sur la figure nous avons tracé la tangente ascendante BE menée à l'aiguille à son point de

flottaison, la tangente BF menée de ce même point à la surface de l'eau et l'horizontale BG; nous désignons par  $\alpha$  l'angle EBF, et  $\beta$  l'angle FBG. L'angle ne dépend que du liquide et de la nature de la surface de l'aiguille.

Précisons tout de suite la condition géométrique nécessaire à la possibilité d'une position d'équilibre telle que celle représentée sur la figure. Cette condition s'écrit :

$$\alpha + \beta < \pi$$

Autrement dit,  $\alpha$  étant une des données physiques :

$$\beta < \pi - \alpha \quad (1)$$

Si, d'autre part, pour une première approximation, nous négligeons le volume CDAB par rapport à l'ensemble du volume de la dépression (ce qui équivaut en quelque sorte à admettre que la densité de l'eau est très faible par rapport à celle de l'aiguille), nous pouvons aisément écrire que le poids de l'aiguille est égal à la composante verticale des efforts qui lui sont transmis par la tension superficielle.

Cette égalité s'écrit :

$$P = T \sin \beta$$

d'où l'on tire :

$$\sin \beta = \frac{P}{T} \quad (2)$$

En comparant les équations (1) et (2), on en déduit la condition nécessaire à l'équilibre :

$$P < T \quad \text{si } \alpha < \frac{\pi}{2} \quad (3)$$

$$P < T \sin \alpha \quad \text{si } \alpha > \frac{\pi}{2}$$

Certes, la simplification que nous avons faite rend ces conditions un peu trop sévères, mais de toute façon il faut considérer qu'elles n'ont qu'une valeur indicative, d'autant plus qu'il y a une grande incertitude sur la valeur de la tension superficielle et la propreté des surfaces de contact, facteurs ayant une forte influence sur la valeur de l'angle  $\alpha$ . Rappelons toutefois que les valeurs de  $\alpha$  plus petites que  $\pi/2$  correspondent au contact avec un solide « non mouillé » par le liquide. C'est le cas du mercure et du verre ou encore de l'eau et d'un corps recouvert d'une petite couche de corps gras. Au contraire, les valeurs de  $\alpha$  plus grandes que  $\pi/2$  correspondent aux solides mouillés par le liquide (eau et acier propre par exemple).

En résumé, nous voyons que la condition (3) est plus facile à satisfaire pour  $\alpha < \pi/2$ . En ce cas, le poids linéaire limite de l'aiguille est égal au double de la tension superficielle. Dans le cas d'une aiguille graissée (la seule manipulation de l'aiguille suffit en général à assurer un certain graissage), la tension superficielle de l'eau étant prise égale à 75 dynes par cm, on voit que le poids de l'aiguille peut atteindre 150 dynes/cm, soit 0,153 gr/cm. Ceci correspond, la densité de l'acier étant 7,85, à un diamètre maximum de 1,6 mm environ. Avec un peu d'entraînement on arrive effectivement à faire flotter des aiguilles graissées d'un diamètre supérieur à 1 mm.

Terminons ces considérations un peu arides en donnant quelques conseils pratiques pour réaliser cette expérience.

Le procédé le plus efficace consiste à passer



chaque extrémité de l'aiguille dans une boucle de fil; en tenant une boucle dans chaque main (voir figure), on abaisse l'aiguille bien horizontalement jusqu'à ce qu'elle vienne reposer sur le plan d'eau. Il est facile ensuite de dégager les boucles de fil. Pour débiter, il sera bon de prendre des aiguilles très fines et même de les graisser un peu.

Remarquons, à titre de curiosité, que l'expérience réussit également très bien avec des lames de rasoir posées à plat sur l'eau. Par contre, il est impossible de la réussir dans de l'huile quelle que soit la finesse de l'aiguille, car l'angle  $\alpha$  correspondant à ce liquide est égal à  $\pi$ .

## D'HÉRON D'ALEXANDRIE A CRÉQUIGRAT

### L'équilibre du siphon à la Héron

(Problème n° 70)

### Les 3 bidons de Créqui-grat

(Problème n° 71)

C'est toujours avec un très grand plaisir et une immense satisfaction que, dans mon courrier ou au cours d'une conversation, je découvre de nouveaux adeptes, bien insoupçonnés, de notre rubrique. Ils sont beaucoup plus nombreux qu'on ne le pense les hydrauliciens philosophes qui savent ne pas se prendre trop au sérieux, et qui ne s'estiment pas déshonorés parce qu'ils participent à d'innocentes plaisanteries inspirées par des problèmes parfaitement sérieux. On sait encore parfois concilier l'esprit de géométrie et l'esprit de finesse, et il me sem-

ble bien que c'est là tout simplement avoir de l'esprit.

Le vieil ami, éminent hydraulicien, qui, après l'avoir lui-même rédigé avec beaucoup d'humour, m'a proposé le problème ci-après, n'avait jamais manifesté jusqu'à présent l'intérêt et la part qu'il prenait à nos savants débats. Je l'en remercie vivement et je m'empresse sans le nommer (il me l'a fait promettre) de lui laisser la parole.

C. L.

## UNE CONFÉRENCE DU PROFESSEUR CRÉQUIGRAT

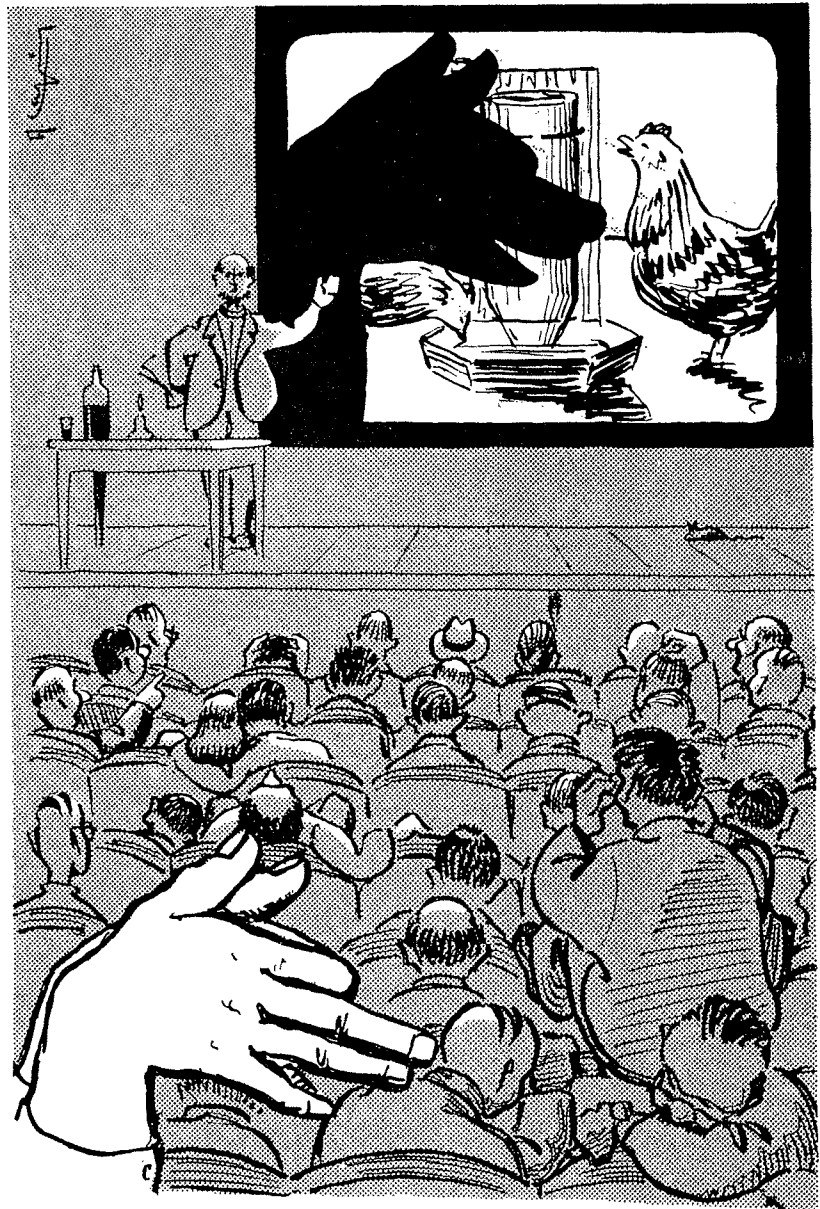
Grâce à l'obligeance de notre confrère *le Phare de Saint-Cyprien-sur-Gartempe*, nous pouvons présenter à nos lecteurs la conférence que le Professeur CRÉQUIGRAT a prononcée devant la Société scientifique de Saint-Cyprien et l'Académie Gartempeoise, réunies en une séance solennellement exceptionnelle avant le bal traditionnel.

« Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

« L'honneur, qui m'est dévolu aujourd'hui, de m'adresser tout à la fois à l'élite scientifique et agricole, littéraire et industrielle de votre bonne ville de Saint-Cyprien-sur-Gartempe, n'est pas sans me faire sentir la lourde responsabilité qui va maintenant m'échoir de parler devant un auditoire dont la haute compétence ne le cède, m'a dit M. le Premier Adjoint, qu'à une extrême bienveillance. (*Applaudissements.*)

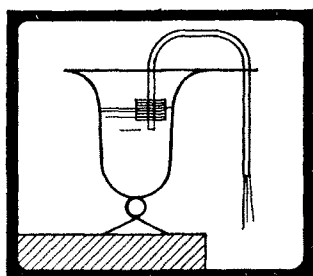
« L'assurance qui m'a été exprimée par M. le Président de votre Académie littéraire que je pouvais choisir, pour sujet de conférence, des problèmes techniques d'intérêt général, et par M. le Président de votre Société scientifique que je pouvais parler, sans crainte, de sujets historiques ou ruraux, m'a donné une haute idée de la bonne entente qui règne entre vos deux Sociétés et de la haute culture de leurs membres respectifs. (*Applaudissements.*) Ceci m'a encouragé à vous parler aujourd'hui d'un sujet qui m'est cher entre tous et pour lequel j'ai fait de longues recherches. Celles-ci m'ont amené à mettre au point les appareils dont je vous ferai la démonstration tout à l'heure.

« Ces appareils, Mesdames et Messieurs, sont destinés à vider un récipient de son contenu en suivant une loi de débit donnée. Par exemple, le débit peut être maintenu constant pendant la vidange; il peut diminuer graduellement ou même augmenter graduellement pendant la vidange; éventuellement on peut aussi envisager des dispositifs avec saute brusque de caractéristique.

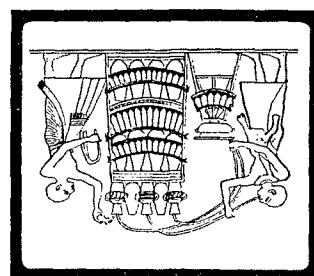


« Je ne vous ferai pas l'injure de croire que les nombreuses applications de ce genre d'appareil vous sont étrangères et je m'en voudrais de retarder, même de quelques minutes, l'ouverture du bal qui doit suivre cette causerie (*applaudissements*); aussi je limiterai mon exposé aux aspects essentiels de ce problème dont l'intérêt, je le vois, ne vous a pas échappé. (*Applaudissements sur quelques bancs.*)

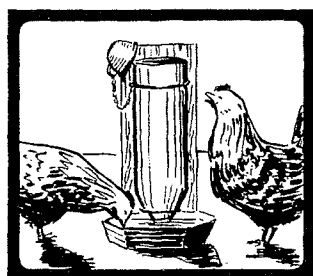
« Le premier dispositif vraiment scientifique qui a ouvert la voie à toute une lignée dont vous verrez l'aboutissement logique dans les appareils dont je vous ferai la démonstration dans quelques instants, est, je crois, le siphon à flotteur



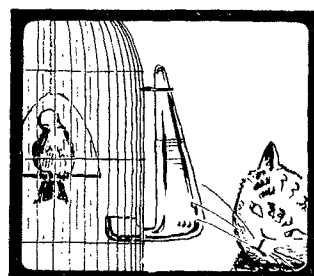
Cliché 1



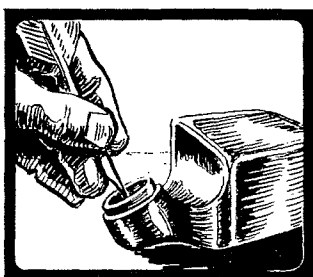
Cliché 2



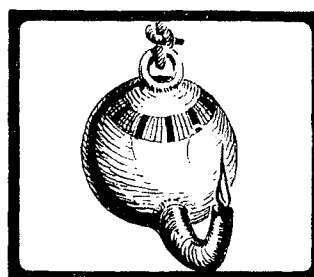
Cliché 3



Cliché 4



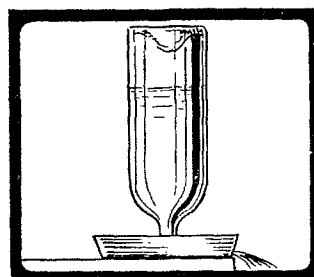
Cliché 5



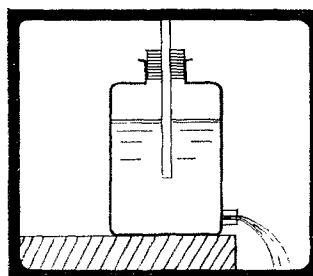
Cliché 6



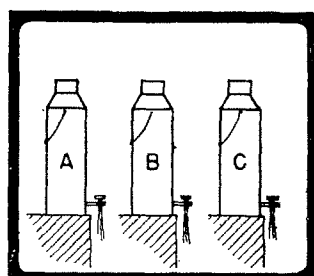
Cliché 2 bis



Cliché 7



Cliché 8



Cliché 9

décrit par HÉRON D'ALEXANDRIE (cliché n° 1) qui vivait entre le III<sup>e</sup> et le I<sup>er</sup> siècle avant notre ère (les historiens ne se sont pas mis d'accord à trois siècles près sur ce point). En était-il l'inventeur ou simplement le vulgarisateur? Je l'ignore. L'appareil, au contraire, est-il dû au génie inventif de CRESIBIUS? Je ne sais. Le siphon simple, proprement dit, était connu depuis plus de 1.500 ans déjà, comme l'attestent certaines fresques égyptiennes (cliché n° 2). Sur ce cliché, que l'on vous projette malheureusement à l'envers, vous remarquerez que ces siphons étaient utilisés essentiellement pour vider le liquide clair de vases de décantation. Il m'a paru probable que l'invention première du siphon à flotteur décrit par HÉRON est peut-être venue tout d'abord comme perfectionnement au siphon décanteur et que ce n'est qu'après coup que l'on s'aperçut de la constance du débit (mesure difficile à l'époque, comme le remarque très intelligemment HÉRON lui-même dans une autre étude). Mon collègue M. DURAT, de l'Académie des Sciences vétéristes, me contredirait certes là-dessus car mon point de vue lui semblerait sacrilège et attentatoire à l'idée qu'il se fait du génie de CRESIBIUS et de HÉRON D'ALEXANDRIE.

« Cependant et quoi qu'il en soit, puisque votre assemblée compte, parmi elle, de bons théoriciens amateurs, hautement qualifiés, je vous poserai simplement le problème du calcul de l'équilibrage du siphon et de son flotteur, en recherchant si cet équilibre est toujours stable, quelles que soient les proportions adoptées. (*Une voix dans l'auditoire : « A toi, Jules! ».*)

« L'abreuvoir pour oiseau, ou fontaine à canari, réalise une vidange d'un flacon avec niveau aval constant, ce qui se prête facilement à la construction d'autres types d'appareils à débit constant.

« Vous allez voir successivement sur l'écran l'abreuvoir à volaille (cliché n° 3), une fontaine à canari (cliché n° 4), un encrier comme celui de M. le Secrétaire-adjoint de votre mairie (cliché n° 5), une lampe phénicienne (cliché n° 6), qui, tous, utilisent le même principe.

« Le cliché que vous voyez maintenant (cliché n° 2 bis) n'est que le siphon égyptien de tout à l'heure, remis à l'endroit; voici enfin, schématiquement représenté, un appareil à débit constant basé sur le principe de la fontaine à canari, et composé d'une simple bouteille retournée sur un bassin percé d'un orifice (cliché n° 7).

« Les possibilités de ce genre d'appareils sont sans doute considérables : avec deux bouteilles on peut, en les remplaçant alternativement, assurer pendant longtemps la constance du débit, et je passe maintes autres combinaisons subtiles.

« Pour de petits débits on utilise souvent également le vase de Mariotte (cliché n° 8), très ana-

logue dans son principe mais d'apparence plus subtile. Dans l'appareil précédent, on pouvait régler le débit par exemple en changeant la hauteur de la bouteille par rapport au bassin. Dans le vase de Mariotte on règle de même le débit en changeant le degré d'immersion du tube d'entrée d'air.

« Voici enfin, sur ce dernier cliché (cliché n° 9), des appareils perfectionnés que d'aucuns désignent déjà sous le nom, flatteur pour moi, d'appareils « Créquigrat » (*applaudissements nourris*), bien que de nombreux pionniers avant moi aient déjà, et depuis longtemps, étudié des solutions voisines dans leur principe. Comme vous le voyez sur le cliché, ces appareils sont tout bonnement constitués de bidons de lait munis, à leur base, d'un simple robinet du commerce. Pendant le remplissage initial et pendant le fonctionnement, les bidons restent ouverts à leur partie supérieure. Quand on ouvre le robinet du bidon A, la vidange s'opère à débit constant; le bidon B se vide par paliers successifs à débit respectivement constants mais de plus en plus petits; le bidon C se vide avec un débit

croissant régulièrement presque jusqu'à la fin de vidange.

« Les robinets sont, je l'ai déjà dit, de simples robinets du commerce, les bidons également. Il n'y a pas d'organes mobiles mais, simplement, à l'intérieur, le dispositif Créquigrat, organe fixe mais adaptable aux différents cas, et que je vous montrerai mieux dans la cour où les trois bidons A, B, C nous attendent. » (*Applaudissements.*)

N.D.L.R. — Par suite d'un malentendu, la fanfare, voyant la foule quitter la salle, commença ses airs de danse et la foule se partagea entre le bal, le buffet et la démonstration du Professeur CRÉQUIGRAT. Notre sténographe ne put malheureusement prendre en note les explications du savant professeur dont la voix était le plus souvent couverte par les « flonflons » de l'orchestre.

La conférence du professeur CRÉQUIGRAT pose donc deux problèmes :

Le n° 70 ou L'équilibre du Siphon à la HÉRON;

Le n° 71 ou Les trois bidons de CRÉQUIGRAT.

## SNOWY MOUNTAINS HYDRO-ELECTRIC AUTHORITY AUSTRALIA

*Applications are invited for the following positions :*

### **EXECUTIVE ENGINEER GRADE II**

(i/c Hydraulic Gates and Valves Branch)

£ 2,228 - £ 2,498 per annum

### **EXECUTIVE ENGINEER GRADE I**

(i/c Engineering Chemistry Laboratory)

£ 1,958 - £ 2,138 per annum

### **ENGINEERS (Civil, Mechanical and Electrical)**

GRADE IV..... £ 1,688 - £ 1,814 per annum

GRADE III..... £ 1,394 - £ 1,562 per annum

GRADE II..... £ 1,226 - £ 1,394 per annum

GRADE I..... £ 890 - £ 1,310 per annum

### **ENGINEERING GEOLOGIST GRADE I**

£ 890 - £ 1,310 per annum

All salaries quoted are in Australian currency and will commence from date of entry on duty. The commencing salary in any particular grade will be determined in accordance with qualifications and experience.

The basic qualifications required for the positions are:

**Engineers** A University degree or a diploma of a recognised Ecole Supérieure or equivalent professional qualifications.

**Surveyors:** A recognised degree or diploma in Surveying or equivalent professional qualifications.

**Geologists:** Degree in Science of the Technological University with a major in Geology.

Fluency in speaking and writing English is essential.

The Authority is undertaking the investigation, design and construction of major hydro-electric works estimated to cost approximately £ 400,000,000 and vacancies exist in all branches including contract administration.

Subject to certain conditions the Authority will pay first class steamship fares to Australia of successful applicants and, if married, those of their wives and children under 16 years of age.

All positions will be in the Snowy Mountains Area located in south-easter New South Wales where housing on a rental basis will be available for married appointees. Hostel accommodation will be provided for single men.

Applications (in English) accompanied by a recent photograph and copies only of testimonials and giving full details of qualifications and experience should be addressed to the Snowy Mountains Hydro-Electric Authority, Australia House, Strand, London, England.