MISCELLANÉES

MISCELLANY

AVEC LA COLLABORATION DU PROFESSEUR CYPRIEN LÉBORGNE

English synopsis, p. 700.

A PROPOS DE L'ŒUF SUR LE JET...

(Problème n° 5 proposé dans notre numéro 6/1946, page 413.

(Deux nouveaux problèmes : n°s 46 et 47)

Certains correspondants, beaucoup de correspondants, posent des problèmes; quelques-uns, particulièrement courageux, tentent de les résoudre. Dans la lettre que je livre aujourd'hui à vos méditations, M. LÉNA, très habilement, fait les deux à la fois.

Le problème de l'œuf sur le jet — bien connu des familiers de cette rubrique — est d'abord, pour lui, l'occasion de commentaires fort judicieux dont je le remercie bien vivement et qui, je l'espère, engageront beaucoup de mes fidèles amis dans de savantes réflexions. Mais, à la fin de sa lettre, M. LÉNA, comme il le dit si bien, me « retourne gentiment la balle » en me posant, à son tour, deux questions insidieuses sur le même sujet. Ces deux questions seront désormais baptisées Problèmes N°s 46 et 47.

Au travail donc, chers Amis, et... à bientôt de vos nouvelles!

C. L.

P.-S. — Je vieillis! et dans ma dernière rubrique (n° 4, 1951) j'ai tout simplement commis une erreur de numérotation, si bien qu'il y a deux problèmes n° 39 et deux problèmes n° 40. Dorénavant, la « Bretelle de Saint-Cyprien » (n° 3,

1951, p. 441) portera le n° 38 *bis*, et la « Veuve inconsolable » (n° 3, 1951, p. 442) le n° 38 *ter*.

Je vous disais bien (p. 551, n° 4, 1951) que, « seuls, les imbéciles... ».

C. L.

Monsieur et cher Professeur,

Lecteur assidu, dès la première heure, de la nouvelle série de *la Houille Blanche*, je me plais à relire de temps à autre les volumes, soigneusement reliés, de ces dernières années; bien des articles de fond parus dans ces colonnes sont devenus des classiques de l'hydraulique; ils sont déjà souvent cités et on les citera souvent encore.

Il n'est pas jusqu'à vos *Miscellanées* que je ne prenne plaisir à méditer de temps à autre; il y a quelques jours encore, je relisais le problème de Cyprien à la foire, ou de l'œuf sur le jet d'eau. Sans doute, ce problème a déjà fait l'objet de savants commentaires dans vos colonnes (1), mais comme il n'a pas été répondu à toutes vos questions et que ce passionnant problème en appelle bien d'autres, je me permets

(1) Cf. *la Houille Blanche*, n° 5, 1947, page 424.

de vous faire part, ci-dessous, de quelques réflexions sans d'ailleurs, pour autant, épuiser, même de très loin, le sujet.

FIG. 1.

Je crois qu'il est bon de rappeler brièvement le problème tel que vous le posiez vous-même :

- Depuis quand connaît-on le phénomène de l'œuf sur le jet d'eau, et quels auteurs se sont déjà occupés du problème? -
- Est-il essentiel que la balle ou l'œuf soit sphérique? Peut-on effectivement utiliser des coquilles d'œuf?
- Est-il essentiel que la balle tourne? Si on l'empêche de tourner, y aurait-il encore une force verticale tendant à la soulever?
- Quel poids maximum peut avoir la balle?
- La surface doit-elle être légèrement grasse?
- Une balle percée de part en part peut-elle encore tenir en équilibre sur le jet?
- Un jet peut-il tenir plusieurs balles?
- Expliquer non seulement comment la balle reste sur le jet, mais comment elle y grimpe?
- Pourquoi danse-t-elle sur le jet?

Sans avoir fait des recherches historiques bien approfondies sur ce sujet, mais pour mettre sur la piste ceux de vos lecteurs que la question intéresserait, je crois devoir mentionner que la première référence que je connais est le problème XLV des *Spiritualia* dans lequel Héron

d'Alexandrie donne la description d'une chaudière d'où s'échappe, à la partie supérieure, un jet de vapeur supportant une balle.

D'autre part, certaines descriptions de jets d'eau et d'orgues hydrauliques de l'Italie du Moyen Age et de la Renaissance mentionnent souvent des balles dansant sur des jets d'eau ou même des jets d'air. La tradition italienne, à ce sujet, remonte à la vieille république romaine. De même, il est difficile de dire si le jeu d'enfant, qui consiste à maintenir en l'air un petit pois ou une balle de sureau en soufflant dans un tube ou une pipe, a précédé ou suivi les applications déjà mentionnées.

Bien que certains attribuent la découverte du phénomène à Héron d'Alexandrie (qui vivait sans doute au III^e siècle avant notre ère) et que sa description soit la première que je connaisse, je ne suis pas du tout sûr que la découverte de la boule sur le jet puisse lui être attribuée.

Dans sa description, il s'attache plutôt à montrer la puissance vive de la vapeur; (il décrit dans le problème L la première machine à vapeur connue) et, pour mettre en évidence le jet qui sort de sa chaudière ou « Eolipile », il fait danser dessus une boule. Il serait donc intéressant de savoir si la boule sur un jet, qui fait l'objet de votre problème, n'était pas déjà connue bien avant le fameux passage des *Spiritualia*.

Si donc le phénomène est connu depuis longtemps, il s'en faut de beaucoup qu'une explication vraiment satisfaisante en ait été trouvée. Les savantes études faites sur la question soulèvent sans doute un coin du voile qui recouvre ce mystère, mais, pour ma part, je n'en ai jamais trouvé de pleinement satisfaisantes.

FIG. 2.

Par exemple, des études faites pour des balles sur un jet d'eau font jouer un rôle essentiel à la tension superficielle; alors, comment expliquer l'action du jet d'air ou du jet de vapeur de l'Eolipile de Héron? Les ordres de grandeur n'y sont plus!

D'autres études attribuent le rôle principal à la rotation de la balle; or, j'ai pu montrer qu'en

empêchant la balle de tourner, elle subit encore une force verticale.

Dans mes expériences, la balle était soulevée par le jet d'eau, qu'elle soit grasse ou non, c'est-à-dire qu'elle soit mouillée par l'eau ou non.

Une balle de ping-pong percée de part en part tient encore sur le jet, mais il arrive qu'elle s'alourdisse par des rentrées d'eau ou se déséquilibre; elle tombera du jet peut-être plus facilement qu'une balle intacte.

Il est difficile de faire tenir plusieurs balles à un même jet de faible section; je ne sais même pas si cela est possible un temps appréciable : souvent la deuxième balle, en montant sur le jet, vient taper l'autre et l'une ou les deux tombent.

N'ayant pu faire moi-même l'expérience, je ne sais si une balle monte également bien sur un jet beaucoup plus gros qu'elle.

Je crois que le fait que la balle danse sur le jet doit s'expliquer facilement par toutes les causes qui peuvent faire fluctuer la force sustentatrice; le vrai problème est donc plutôt de discuter l'origine et la nature de cette force, avant de voir comment elle fluctue.

De même, quelle que soit la nature exacte de cette mystérieuse force, il semble bien évident que tant qu'elle est plus grande que le poids de la balle, celle-ci grimpe le long du jet pour s'arrêter à l'équilibre des deux forces; le problème « comment elle grimpe » semble donc également secondaire.

Il faut remarquer que si les vieilles gravures représentent généralement la balle sur le sommet du jet, en réalité elle se maintient généralement sur le côté de celui-ci; et si, à la suite de fluctua-

tions, elle accède au sommet, c'est pour en redescendre tout aussitôt et même, le plus souvent, pour en tomber. Vous remarquerez que la figure parue dans *la Houille Blanche*, n° 6, 1946, présente la même erreur... peut-être ici volontaire...

Je m'excuse d'avoir attendu si longtemps avant de faire rebondir dans vos colonnes le problème de la balle qui danse sur le jet, mais je crois qu'il mérite une certaine attention, car son explication plus complète demandera sans doute la mise en jeu de bien des connaissances de physique et de mécanique des fluides. Ces sciences ayant beaucoup progressé ces dernières années, peut-être certains de vos lecteurs sont-ils maintenant mieux armés pour s'attaquer à ce problème.

Je ne voudrais pas terminer ces lignes sans vous rejeter la balle, en vous posant, à mon tour, un autre problème; il vient d'être dit que, sur un jet d'eau, la balle ne reste pas stable sur le sommet du jet; ne pourrait-on imaginer quelque objet qui puisse danser d'une façon stable et sans aucune attache sur le sommet d'un jet?

Votre dévoué :

P. LÉNA.

Remarquons que notre correspondant, M. P. LÉNA, pose en réalité deux nouveaux problèmes :

N° 46 : Une balle monte-t-elle sur un jet beaucoup plus gros qu'elle?

N° 47 : Peut-on imaginer quelque objet qui puisse danser d'une façon stable et sans aucune attache sur le sommet d'un jet d'eau?