

MISCELLANÉES

MISCELLANEOUS

avec la collaboration du Professeur Cyprien **LEBORGNE**

English Synopsis p. 8

Un an déjà depuis le délicieux Réveillon auquel m'avaient convié mes amis et au cours duquel furent présentés de subtiles et amusants problèmes. Certes, ces énigmes posées ce jour ne vous ont pas encore été révélées dans les pages de « La Houille Blanche », chers lecteurs. Je m'en excuse bien vivement auprès de vous, mais il faut croire que ce genre d'amusettes rencontre moins d'enthousiasme auprès des chercheurs que le problème de Saint-Cyprien-sur-Gartempe. Aussi, en vous présentant, chers lecteurs, mes meilleurs vœux pour l'année 1949, je souhaite également que certains d'entre vous puissent répéter les expériences indiquées, et participer ainsi, par leurs observations, à la découverte des mystères évoqués en cette nuit de Noël.

Maintenant, permettez que je vous conte ce que fut pour moi, cette année, la nuit de la Nativité :

LA NUIT MAGIQUE DU PROFESSEUR CYPRIEN LEBORGNE

Mes amis m'avaient renouvelé leur invitation de l'an dernier, et je ne vous cache pas que, malgré la joie réelle de passer une agréable soirée, je me sentais un peu inquiet. J'avais en effet préparé quelques petits tours et je me demandais si cette nouvelle présentation rencontrerait quelque succès auprès des convives. Et maintenant je suis ravi, car le public fut joyeusement surpris, bien que le modus operandi puisse apparaître évident pour les initiés à l'hydraulique. Jugez-en plutôt :

Je plaçai tout d'abord trois œufs sur une assiette et je demandai à l'assistance d'en choisir un ; je pris l'œuf choisi et le mis dans un grand vase de verre plein d'eau. Comme vous devinez, l'œuf descendit lentement. Prenant alors ma baguette magique dont j'avais eu soin de me munir, j'exécutai un geste impératif ; l'œuf s'arrêta. Murmure d'étonnement dans l'assemblée. Une nouvelle passe magique de la mystérieuse baguette, et l'œuf poursuivit sa des-

cente et toucha le fond. Les convives voulurent vérifier si l'œuf n'était pas truqué, ils le cassèrent ; c'était un œuf frais. Ils furent punis de leur incrédulité. Chacun à leur tour, ils répétèrent l'expérience avec les œufs restants, mais aucun ne réussit à les arrêter dans leur chute.

J'annonçai alors que j'allais essayer de renouveler l'expérience de Christophe Colomb ; je pris un œuf et, sur une plaque parfaitement horizontale, je le fis tenir en équilibre sur l'une de ses extrémités, mais sans abimer en aucune façon sa coquille. Que penser de cet équilibre inattendu ?

Enfin, prenant le dernier œuf entre le pouce et l'index, je le lançai comme une toupie sur une assiette, et, par de petits mouvements de cette dernière, je pus entretenir sa folle rotation.

Aussitôt les assistants de s'emparer d'assiettes, de chercher partout de nouveaux œufs et chacun de recommencer ce tour, en essayant de recopier mes moindres gestes. Mais tentatives vaines ! Les plus adroits parvinrent à faire exécuter deux ou trois tours à leurs toupies improvisées, qui très vite se couchèrent sur le flanc. Parmi les autres, beaucoup cassèrent encore des œufs.

A vous, lecteurs, de venir en aide aux spectateurs de ce jour.

NOUVELLE RÉPONSE AU PROBLÈME DE SAINT-CYPRIEN-SUR-GARTEMPE

Notre ami Cyprien LEBORGNE a reçu, dans son courrier, une deuxième réponse au problème de l'alimentation de Saint-Cyprien-sur-Gartempe :

« La lecture de « La Houille Blanche », toujours pleine d'intérêt du point de vue technique, est également une source de profondes méditations si l'on veut réfléchir aux problèmes posés avec un tel humour dans les Miscellanées, ce que nous faisons toujours avec plaisir.

« A ce propos, la situation critique des habitants de Saint-Cyprien-sur-Gartempe nous a particulièrement émus et nous avons admiré l'esprit civique de ce Maire désireux de conten-

ter tous ses administrés. Hélas, nous avons dû déchanter en continuant notre lecture, et notre admiration s'est changée en une indignation profonde devant l'injure qui vous était adressée, cher et honorable Professeur. Notre sang aussi n'a fait qu'un tour et, sûr de votre bonne foi, nous avons entrepris d'étudier le problème pour prouver publiquement le bien-fondé de vos affirmations.

« Une lecture plus approfondie des données nous a montré tout d'abord qu'il n'y avait pas incompatibilité entre vos dires et ceux du Maire, qui d'ailleurs ne niait pas le remplissage simultané des deux réservoirs ; il est bien évident que dans l'état primitif il y avait deux hauteurs de refoulement, puisqu'après remplissage du réservoir A tout le débit était dirigé vers B, d'où augmentation considérable de la perte de charge dans le tronçon U B à partir de ce moment ; c'est une chose que le Maire de Saint-Cyprien ignorait sans doute.

« Les calculs ci-après précisent ces différentes hauteurs de refoulement et démontrent que l'énergie consommée pour le remplissage des réservoirs a effectivement diminué après la pose de la conduite A C.

« Ce point étant bien établi, nous avons cherché s'il n'y avait pas une solution plus économique, en nous gardant bien d'employer la méthode Hardy-Cross d'un emploi trop lourd dans un réseau aussi simple ; nous en avons trouvé au moins une, qui consiste à joindre le milieu D de UA au point C ; la conduite DC assurant aux réservoirs un débit proportionnel à leur capacité, a une longueur plus faible (d'après le dessin) et une résistance plus forte que la canalisation AC ; elle est donc certainement moins chère ; par ailleurs, la hauteur de refoulement est également diminuée, on gagne donc sur tous les tableaux.

« Notre étonnement fut grand de constater que le Professeur Cyprien LEBORGNE, de réputation mondiale, n'avait pas proposé la meilleure solution et si nous n'avions pas connu votre haute probité, nous aurions évidemment pensé à l'une des explications suivantes :

- 1° le Professeur Cyprien LEBORGNE est un théoricien de l'hydraulique qui ne se préoccupe pas des contingences d'ordre financier ;
- 2° le Professeur Cyprien LEBORGNE a des intérêts dans une fabrique de tuyaux ;

3° le Professeur Cyprien LEBORGNE, touchant des honoraires proportionnels au montant du projet, pousse à la dépense.

« Ne pouvant envisager aucune de ces explications, nous avons pensé que — toujours malicieux, Cher et Honorable Professeur — vous aviez voulu laisser à vos lecteurs la possibilité de trouver quelque amélioration à votre solution, pour leur déclarer ensuite que AC est le seul tracé possible pour des raisons topographiques, politiques ou autres, dont le Maire vous a fait part dans sa lettre.

« Nous ajouterons, pour compléter nos vues sur la question, que bien d'autres solutions seraient à étudier si le Maire de Saint-Cyprien avait précisé toutes les données économiques du problème ; par exemple, les deux suivantes :

1° Aucun changement des conduites, mais installation d'une pompe pour chaque réservoir ; au point de vue premier établissement, c'est certainement la solution de beaucoup la moins chère, en raison du prix actuel des conduites ; elle a le désavantage d'être plus onéreuse en énergie.

2° Pose d'une deuxième conduite entre U et C ; sa résistance serait un peu plus faible que celle de AC, donc elle serait plus chère de premier établissement (en supposant UC = AC d'après le dessin) ; par contre, la hauteur de refoulement tombe à 6 m. 36, ce qui représente une énorme économie d'énergie.

« La recherche de la solution la plus économique ne pourrait se faire que dans le cadre d'une étude complète de tous les facteurs qui régissent l'économie d'un réseau : indices des prix, âges des différents matériels, durée de vie, durée d'amortissement industriel et financier, etc...

« Encore confus d'avoir été pris à votre piège et de nous être laissé aller à un si long bavardage, nous vous adressons, Cher et Honorable Professeur, nos sentiments hydrauliquement amicaux. »

Jean FAUBERT,

5, avenue Aristide-Briand, La Redoute - ALGER.

CALCULS JUSTIFICATIFS

I. — Situation actuelle :

Soient x et y les débits qui passent dans UA et UB. Ecrivons l'équilibre de la maille ouverte :

$$1.000 x^2 + 5.60 = 1.000 y^2$$

d'autre part, $x + y = 0.100 \text{ m}^3/\text{sec.}$

d'où : $x = 0.040 \text{ m}^3/\text{sec.}$
 $y = 0.060 \text{ m}^3/\text{sec.}$
 et $J_{UA} = 1.60 \text{ m.}$
 $J_{UB} = 7.20 \text{ m.}$

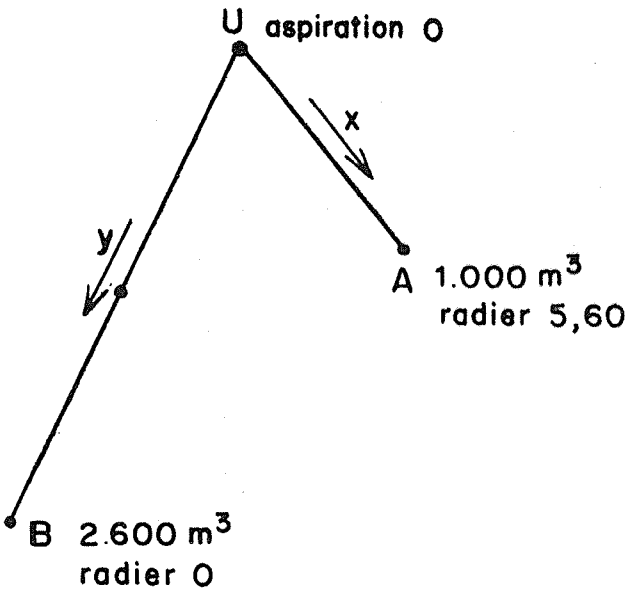


fig. 1

La hauteur de refoulement est de 7,20 m. pendant le remplissage de A, soit :

$$\frac{1.000}{0.040} = 25.000 \text{ secondes} = 6^h 56' 40''$$

Energie consommée pour un rendement global des groupes de 0,60 :

$$\frac{100^{1/s} \times 7,20^m \times 0,736}{75 \times 0,60} \times 6,945 = 82 \text{ k W h}$$

Le cube arrivé dans B est alors :

$$0.060 \times 25.000 = 1.500 \text{ m}^3$$

Les 100 l/s se dirigent alors vers B qui sera rempli après :

$$\frac{2.600 - 1.500}{0,100} = 11.000 \text{ secondes} = 3^h 3' 20''$$

La perte de charge dans UB est alors :

$$J_{UB} = 2.000 (0,100)^2 = 20 \text{ mètres.}$$

L'énergie consommée durant ce temps est de :

$$\frac{100^{1/s} \times 20 \times 0,736}{75 \times 0,60} \times 3,055 = 100 \text{ k W h}$$

Energie totale consommée pour remplir les deux réservoirs :

$$182 \text{ k W h}$$

II. — Solution Cyprien Leborgne :

Soient x, y et z les trois débits ; la condition de remplissage simultané des réservoirs nous donne la relation :

$$\frac{y + z}{2.600} = \frac{x - z}{1.000} \tag{1}$$

d'autre part, $x + y = 0,100$ (2)

et en écrivant l'équilibre de la maille UAC : $1.000 x^2 + 1.000 z^2 - 1.000 y^2 = 0$ (3)

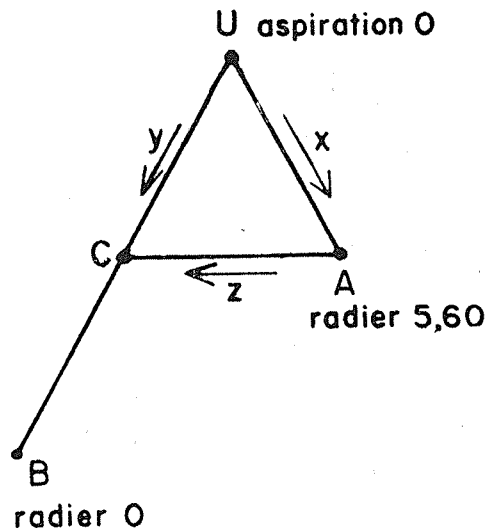


fig. 2

En résolvant ce système, nous trouvons les débits et les pertes de charge correspondantes :

en chiffres ronds

$$\left. \begin{aligned} x &= 48 \text{ l/s} \\ y &= 52 \text{ l/s} \\ z &= 20,22 \text{ l/s} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} J_x &= 2.30 \\ J_y^x &= 2.70 \\ J_z &= 0.40 \end{aligned}$$

On vérifie également que :

$$J_{AC} + J_{CB} = 1.000 z^2 + 1.000 (y + z)^2 = 5,60 \text{ m.}$$

$$0,40 + 5,21 = 5,60 \text{ m.}$$

égalité vérifiée à 1 cm. près.

La hauteur de refoulement est alors :

$$5,60 + 2,30 = 7,90$$

La hauteur de refoulement est, en effet, plus grande que dans le premier temps de l'état actuel, mais elle reste constante durant tout le remplissage (dont la durée totale 10 h. est la même, puisque le débit des pompes est constant); l'énergie consommée est alors :

$$\frac{100 \times 7,90 \times 0,736}{75 \times 0,60} \times 10 \text{ h.} = 129 \text{ k W h}$$

au lieu de : 182 k W h

III. — Solution proposée :

Cherchons la résistance d'une conduite CD (joignant les milieux de UA et UB) pour que le remplissage soit simultané : écrivons (2) comme suit :

$$(y + z) + (x - z) = 0,100 \quad (3)$$

De (1) et (3), on tire immédiatement :

$$y + z = 72,22$$

$$x + z = 27,78$$

Ce sont évidemment les mêmes débits que précédemment qui arrivent en A et B ; on en tire :

$$J_{CB} = 1.000 (0,07222)^2 = 5,21 \text{ m.}$$

$$J_{DA} = 500 (0,02778)^2 = 0,38 \text{ m.}$$

donc hauteur piézométrique en :

$$C = 5,21$$

$$D = 5,60 + 0,38 = 5,98$$

$$\text{et } J_{DC} = 5,98 - 5,21 = 0,77$$

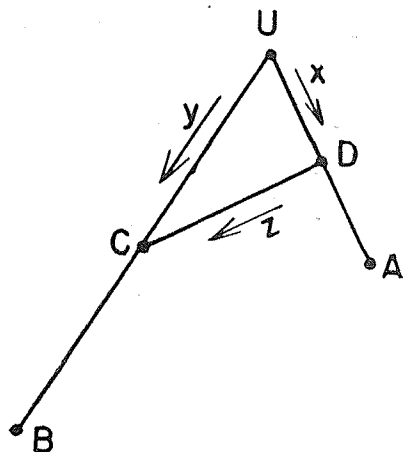


fig. 3

On a alors l'équilibre de la maille UDC :

$$500 x^2 + 0,77 = 1.000 y^2$$

$$\text{et } x + y = 0,100$$

$$\text{d'où } x = 53,24 \text{ l/s}$$

$$y = 46,76 \text{ l/s}$$

$$z = 25,46 \text{ l/s}$$

Donc on peut écrire :

$$J_{DC} = R (0,02546)^2 = 0,77$$

$$\text{et } R = 1,190$$

La conduite étant plus courte que AC (voir dessin) et de plus grande résistance, elle est certainement d'un diamètre plus faible, donc moins chère.

De plus, on a :

$$J_{UD} = 500 (0,0532)^2 = 1,42$$

donc la hauteur de refoulement est de :

$$\text{cote A} + J_{DA} + J_{UD} = 1,42 + 0,38 + 5,60 = 7,40 \text{ m.}$$

c'est-à-dire moins élevée que dans la solution LEBORGNE ; on économise donc en dépense d'énergie et de premier établissement.

Cyprien LEBORGNE rappelle qu'il avait déjà reçu une réponse de MM. SCHIJF et BOULANGER. Venant du légendaire pays des tulipes, cette première réponse ne pouvait contenir que des fleurs dont le parfum a chatouillé agréablement l'orgueil de Cyprien LEBORGNE.

Hélas, en Algérie, les fleurs paraissent plus épineuses (question de climat) et voici que Cyprien LEBORGNE fait plutôt figure d'accusé :

1° Cyprien LEBORGNE attache, au contraire, une grande importance aux contingences d'ordre financier.

2° Cyprien LEBORGNE n'appartient ni de près, ni de loin, à aucune fabrique de tuyaux.

3° Pour tout dire, les honoraires de Cyprien LEBORGNE sont plutôt proportionnels aux économies qu'il fait réaliser aux collectivités qui veulent bien le consulter.

Cyprien LEBORGNE a déjà dit que la ville de Saint-Cyprien-sur-Gartempe n'existait qu'au royaume d'Utopie.

Par un sentiment de discrétion professionnelle poussé à l'extrême, Cyprien LEBORGNE n'a pas voulu citer, dans ses données exactes, le problème qui lui avait été réellement soumis. Il prie son honorable correspondant algérois de croire que la solution la plus économique avait été, dans ce cas, recherchée avec la plus extrême rigueur.

Le plan qu'il a donné pour l'installation imaginaire de Saint-Cyprien-sur-Gartempe n'avait qu'une valeur schématique. Il était vain d'en tirer des considérations économiques. Le seul but du problème était de montrer ce résultat (paradoxal en apparence) : une artère nouvelle peut fort bien, dans certaines conditions, augmenter la hauteur de refoulement.

Ceci dit, Cyprien LEBORGNE félicite M. FAUBERT d'avoir, dans sa conclusion, précisé magistralement dans quelles conditions on peut envisager l'amélioration économique d'un réseau. Ces solutions ont beau être évidentes, de trop nombreux traités d'adduction d'eau restent muets sur leur emploi. Cyprien LEBORGNE est très bien placé pour assurer que, dans la pratique, ce sont ces solutions qui sont, hélas, le plus négligées.