

**L'ÉQUIPARTITION ET  
LA RÉGULATION DES DÉBITS  
DANS LES  
INSTALLATIONS DE TRAITEMENT  
DES EAUX**

**PAR P. BLANCHARD \***

La présente communication traite de l'équipartition et de la régulation des débits dans les installations de traitement des eaux, en considérant le cas particulier du fonctionnement des bassins filtrants de ces installations.

Elle comprend trois parties.

Dans la première, nous indiquerons les problèmes que pose, du point de vue débit, la marche d'une installation filtrante.

Dans la seconde, nous exposerons le principe de la solution qui a été adoptée dans les usines d'épuration d'eaux de rivière du Syndicat des Communes de la Banlieue de Paris, conçues et exploitées par la Compagnie Générale des Eaux.

Dans la troisième, nous décrirons le régulateur Polhydra qui a été réalisé suivant ce principe et nous étudierons son fonctionnement.

---

**Les problèmes posés**

---

Considérons le cas général d'une installation de traitement d'eaux de rivière comportant des bassins filtrants identiques.

Dans chacun de ces bassins, la couche filtrante a la même surface et la même épaisseur et elle est constituée par du sable de même granulométrie. D'autre part, la perte de charge maximale de fonctionnement, fixée par construction, est également la même.

La filtration de l'eau s'effectue dans le sens sur-

face-fond de la couche de sable, et elle a pour objet de retenir les particules que cette eau contient en suspension.

Ces particules, toutefois, colmatent la couche filtrante au fur et à mesure que l'eau la traverse, et la perte de charge de l'eau à travers chaque bassin filtrant va progressivement en croissant jusqu'à ce qu'elle atteigne sa valeur maximale.

Le bassin filtrant doit alors être arrêté et décolmaté avant d'être remis en service.

Nous signalons que, dans les installations du Service de la Banlieue de Paris, ce décolmatage s'opère par un contre-courant simultané d'eau et d'air.

On désigne par durée du cycle de filtration l'intervalle de temps compris entre deux remises en service, après décolmatage, d'un même bassin filtrant.

Cette notion de durée du cycle de filtration est fondamentale, car il est bien évident que cette durée doit toujours être telle que le rapport entre le nombre des bassins filtrants en service et le nombre des bassins arrêtés et en décolmatage permette d'assurer la production d'eau filtrée nécessaire, d'une part, au décolmatage des couches filtrantes, et, d'autre part, à la satisfaction de la demande des consommateurs.

A titre indicatif, dans les installations du Service de la Banlieue de Paris, le décolmatage d'une couche filtrante dure environ un quart d'heure et exige, pendant ce temps, une quantité d'eau égale à la totalité de la production de cinq bassins filtrants.

Et l'expérience montre que, toutes choses égales par ailleurs, la durée du cycle de filtration varie très sensiblement en raison inverse de la valeur

---

\* Ingénieur en Chef à la Compagnie Générale des Eaux.

de la vitesse de filtration élevée à la puissance 1,5. On a, pratiquement, la relation ;

$$T \times V^{1,5} = Cte$$

Ainsi, se fixer une durée du cycle de filtration pour un bassin filtrant revient à se fixer la valeur de la vitesse de filtration, c'est-à-dire le débit d'eau à filtrer.

Par suite, pour que la durée du cycle de filtration de chaque bassin filtrant demeure toujours compatible avec une exploitation équilibrée de l'ensemble des bassins filtrants, il est indispensable que chaque bassin filtrant reçoive, à tout moment, le même débit d'eau à filtrer.

Cette première constatation en appelle une seconde : pour chaque bassin filtrant, le débit d'eau à la sortie doit être égal au débit d'eau à l'entrée pendant toute la durée du cycle de filtration.

Or, nous l'avons déjà signalé, pendant toute cette durée, la perte de charge de l'eau va en augmentant, et cette augmentation entraîne une diminution correspondante du débit d'eau filtrée.

Il en résulte que, pour maintenir l'égalité des débits d'eau à l'entrée et à la sortie de chaque bassin filtrant pendant toute la durée du cycle de filtration, il faut éliminer l'influence de la perte de charge en compensant exactement son accroissement.

Il ressort, par ailleurs, des observations faites sur le fonctionnement des bassins filtrants que la qualité de l'eau filtrée dépend de la vitesse de filtration : ce qui constitue un motif supplémentaire d'équilibrer les débits d'eau filtrée entre les bassins.

En somme, la considération du rendement quantitatif et qualitatif d'une installation filtrante conduit à rechercher à faire fonctionner tous les bassins filtrants dans des conditions analogues.

Il s'agit de faire en sorte que, à tout moment, tous les bassins filtrants reçoivent la même quantité d'eau à filtrer et produisent la même quantité d'eau filtrée.

D'où les deux problèmes qui se posent dans toute installation filtrante :

- l'équipartition permanente entre tous les bassins filtrants en service du débit total d'eau à filtrer, ce débit étant essentiellement lié à la demande globale en eau filtrée;
- la régulation du débit de chaque bassin filtrant pendant toute la durée du cycle de filtration par compensation continue de la perte de charge due au colmatage de la couche filtrante.

### Le principe de la solution adoptée dans le Service de la Banlieue de Paris

Disposons à la sortie d'un bassin filtrant une hotte étanche à l'air, divisée en deux branches par une cloison verticale et reliée, à son sommet, à un système déprimogène (fig. 1).

La branche amont de la hotte plonge dans la chambre de sortie du bassin filtrant; la branche aval, dans la galerie qui collecte l'eau filtrée.

La crête de la cloison intérieure de la hotte constitue un déversoir horizontal et elle est arasée

à une cote supérieure au niveau maximal de l'eau dans le bassin filtrant.

A chaque débit d'eau filtrée du bassin filtrant correspond évidemment une hauteur déterminée du plan d'eau au-dessus du déversoir dans la branche amont de la hotte.

Supposons que l'on désire faire fonctionner le bassin filtrant à un débit tel que le niveau sous la hotte soit N, le niveau de l'eau dans le bassin filtrant étant A, et le niveau de l'eau dans la galerie d'eau filtrée étant B.

Au début du cycle de filtration, la perte de charge dans le bassin filtrant est très faible, soit  $p_1$ , et le niveau piézométrique de l'eau filtrée est le niveau 1.

Pour que l'eau filtrée s'élève dans la branche amont de la hotte au niveau N, il faut créer sous la hotte une dépression dont la valeur est très sensiblement mesurée par  $h_1$ .

Cette même dépression fait monter l'eau filtrée, dans la branche aval, à une hauteur sensiblement égale à  $h_1$  au-dessus du niveau B, soit le niveau 1'.

L'eau s'écoule de la branche amont dans la branche aval par une chute.

Au fur et à mesure que le bassin filtrant se colmate, la perte de charge de l'eau va en augmentant et passe par les valeurs

$$p_1, p_2, p_3 \dots p_{12}$$

auxquelles correspondent les niveaux piézométriques décroissants de l'eau filtrée

$$1, 2, 3 \dots 12$$

Le débit du bassin filtrant demeurera toutefois constant si l'on maintient constant le niveau N. Pour cela, il faut que la dépression sous la hotte augmente simultanément avec la perte de charge, et soit progressivement égale à :

$$h_1, h_2, h_3 \dots h_{12}$$

L'eau filtrée s'élève, alors, dans la branche aval de la hotte aux niveaux

$$1', 2', 3' \dots 12'$$

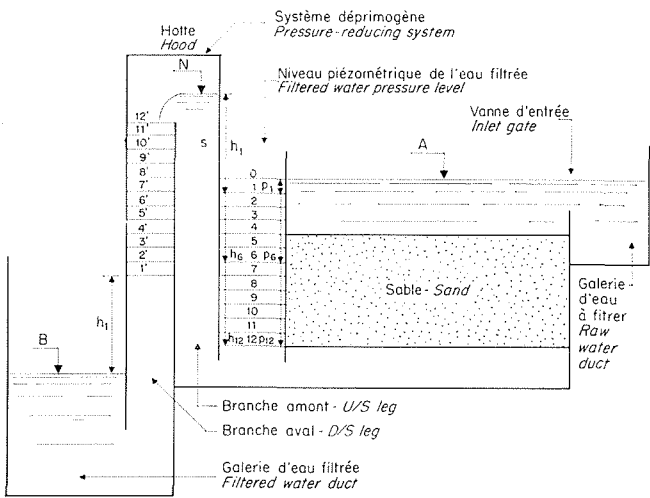
Lorsque la perte de charge de l'eau atteint la valeur  $p_{12}$  — valeur maximale définie par la construction du bassin filtrant —, le déversoir est noyé et le débit du filtre commence à diminuer : le moment est venu d'arrêter le bassin filtrant et de le décolmater.

En somme, pendant toute la durée du cycle de filtration, le débit du bassin filtrant est demeuré constant quel que soit son état de colmatage, en réalisant la fixité du niveau N par action sur la dépression dans la hotte en fonction de l'accroissement de la perte de charge.

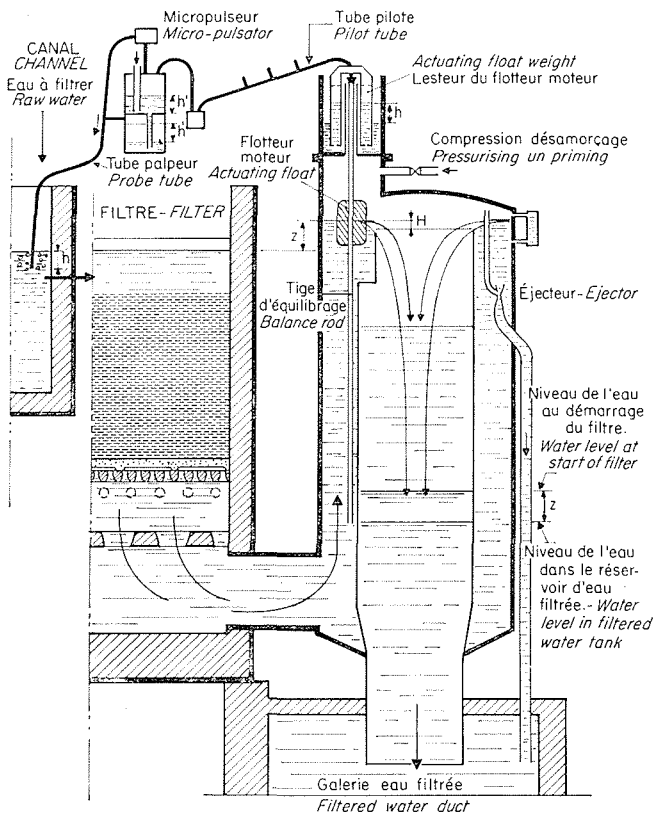
Le problème de la régulation du débit du bassin filtrant à la valeur correspondant à un niveau N, consiste donc à asservir à ce niveau N la commande du système déprimogène de la hotte.

Dans la solution adoptée dans le Service de la Banlieue de Paris, cet asservissement est réalisé à partir d'un flotteur réglé sur le niveau N.

Lorsque la perte de charge augmente, le niveau N tend à baisser. Le flotteur réduit alors l'entrée d'air sous la hotte et l'augmentation de la dépression qui en résulte rétablit le niveau N.



1/



2/ Régulateur Polhydra. / Polhydra regulator.

Considérons maintenant, non plus un seul bassin filtrant, mais l'ensemble des bassins filtrants d'une même installation, — chacun d'eux étant équipé d'une manière identique : même hotte, même cote d'arasement de la cloison intérieure et même système déprimogène.

Pour que chacun de ces bassins ait le même débit correspondant au niveau N, il suffit que chacun d'eux soit réglé à ce même niveau de fonctionnement N.

Cette équipartition entre les bassins filtrants du débit total d'eau à filtrer est alors valable pour la valeur de ce débit caractérisée par le niveau A de l'eau dans la galerie d'amenée de l'eau à filtrer.

Reste à maintenir cette équipartition lorsque le débit total d'eau à filtrer augmente ou diminue.

Si l'on observe que toute variation du débit total d'eau à filtrer se traduit par une variation du niveau A, on en déduit que pour assurer l'équipartition permanente des débits d'eau à filtrer quelle que soit leur valeur, il faut asservir le niveau N à ce niveau A, c'est-à-dire faire en sorte que toute variation du niveau A entraîne immédiatement et semblablement une variation du niveau N.

Dans la solution adoptée dans le Service de la Banlieue de Paris, cet asservissement est réalisé en faisant commander par le niveau A le lestage ou le délestage des flotteurs réglés sur le niveau N.

En somme, la solution des deux problèmes d'équipartition des débits d'eau à filtrer entre tous les bassins en service et de régulation du débit de chaque filtre pendant toute la durée du cycle de filtration repose sur la réalisation de deux asservissements :

- asservissement de la commande du système déprimogène de la hotte au niveau N;
- asservissement du niveau N au niveau A.

Dans le Service de la Banlieue de Paris, ces deux asservissements sont effectivement obtenus à partir d'un même appareil : le régulateur Polhydra.

### Le régulateur Polhydra

Nous décrirons tout d'abord le régulateur Polhydra, puis nous indiquerons comment il fonctionne.

#### 1. Description.

Le régulateur Polhydra (fig. 2) comporte essentiellement :

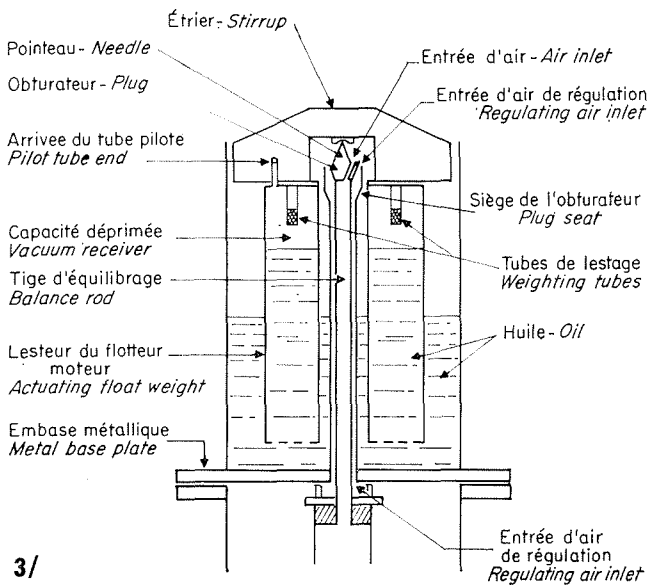
- une capacité métallique constituant un déversoir fonctionnant en atmosphère déprimée;
- un dispositif de régulation assurant l'asservissement de la commande du système déprimogène au niveau de la lame d'eau au-dessus du déversoir;
- un dispositif de commande à distance assurant l'asservissement du niveau de la lame d'eau au-dessus du déversoir au niveau de l'eau dans le canal d'amenée de l'eau à filtrer.

#### a) La capacité métallique.

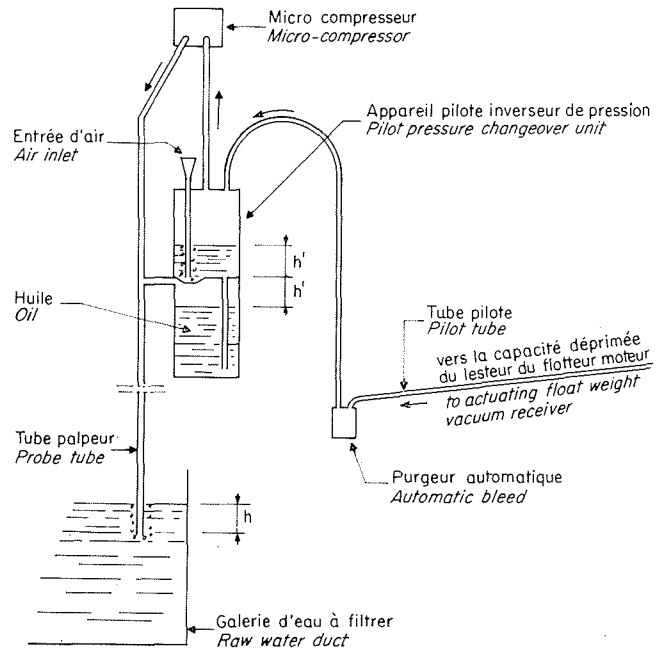
Elle comprend deux viroles cylindriques concentriques :

La virole intérieure, en tôle, a un diamètre de 1,20 m à sa partie supérieure et de 1 m à sa partie inférieure. Sur son bord supérieur est fixée une bande en acier inoxydable, réglable en hauteur et constituant un déversoir dont la cote est supérieure à celle de l'eau dans le filtre. A l'intérieur, se trouve une grille brise-jet destinée à réduire l'entraînement de l'air par la lame d'eau déversante;

La virole extérieure, également en tôle, a un diamètre de 1,60 m. Elle est surmontée d'une calotte bombée formant hotte et percée de deux tubulures de 0,30 m de diamètre pour la mise en place, l'une, du dispositif de régulation, l'autre d'appareils annexes de mesure du débit et de la perte de



3/



4/

charge du filtre. Sur la tubulure affectée au dispositif de régulation est raccordée une vanne qui met ou non la hotte en communication avec l'atmosphère. Suivant que cette vanne est fermée ou ouverte, la hotte peut ou non être mise en dépression;

b) *Le dispositif de régulation.*

Il comporte, d'une part, un éjecteur qui crée une dépression sensiblement constante sous la hotte et, d'autre part, un appareil régleur qui corrige d'une manière appropriée cette dépression en assurant, sous la hotte, une rentrée d'air variable.

L'éjecteur réalise une dépression permanente au-dessus du déversoir, en utilisant comme élément moteur une très faible partie du débit d'eau filtrée, qui est d'ailleurs récupérée dans la galerie d'eau filtrée.

La cote de cet éjecteur est inférieure à celle de l'eau dans le filtre, et il fonctionne sous une charge d'eau sensiblement constante. La tubulure d'évacuation de l'eau motrice débouche dans la galerie d'eau filtrée à une cote suffisamment basse pour que le fonctionnement de l'éjecteur ne soit jamais perturbé par un éventuel cantonnement d'air à la partie supérieure de la galerie.

L'appareil régleur est constitué par :

- un flotteur moteur;
- une tige d'équilibrage solidaire du flotteur moteur;
- un lesteur du flotteur moteur.

Le flotteur moteur repose normalement sur la lame d'eau filtrée au-dessus du déversoir disposé sur la virole intérieure de la capacité métallique. Il flotte dans l'espace annulaire compris entre les deux viroles de cette capacité.

C'est un cylindre creux, en matière plastique, de près de 200 mm de diamètre extérieur et de 480 mm de hauteur.

Le flotteur moteur est traversé, suivant son axe de symétrie vertical, par une tige d'équilibrage à laquelle il est assujéti par deux bagues en matière plastique.

Cette tige d'équilibrage est constituée par un long tube creux en laiton, rigoureusement droit, et dont le déplacement vertical est guidé au voisinage de chacune de ses extrémités.

A son extrémité supérieure, la tige d'équilibrage se termine par un obturateur dont le siège est le bord supérieur du tube de guidage de cette tige (fig. 3).

C'est entre cet obturateur et son siège que rentre l'air de régulation destiné à corriger la valeur de la dépression créée sous la hotte par l'éjecteur. L'air admis passe dans l'espace annulaire compris entre la tige d'équilibrage et son tube de guidage, et arrive sous la hotte.

Cet obturateur est, en outre, percé : ainsi, d'une part, la pression atmosphérique s'exerce sur chacune de ses deux faces supérieure et inférieure, et, d'autre part, le niveau de l'eau à l'intérieur de la tige d'équilibrage (de même qu'à l'intérieur de l'espace annulaire compris entre les deux viroles de la capacité métallique) est le niveau piézométrique de l'eau filtrée. Etant donné, par ailleurs, que l'extrémité inférieure de la tige d'équilibrage est à un niveau légèrement plus bas que celui du dessous des dalles supportant le sable du filtre, cette tige se trouverait fonctionner comme casse-vidé si le dessous du filtre venait à être en dépression, et elle provoquerait alors l'arrêt du filtre.

Enfin, la face supérieure de l'obturateur comporte un pointeau sur lequel repose, par l'intermédiaire d'un étrier, le lesteur du flotteur moteur.

Ce lesteur baigne dans une huile spéciale à l'intérieur d'un cylindre métallique, de 300 mm de diamètre, dont l'embase est fixée sur l'une des deux tubulures de la virole extérieure de la capacité métallique.

Ce cylindre est évidé suivant son axe vertical, pour constituer le tube de guidage de la tige d'équilibrage. Il est, d'autre part, recouvert d'un capot mobile de protection, lui-même surmonté d'un filtre à air pour le dépoussiérage de l'air admis dans le dispositif de régulation.

Le lesteur est un cylindre creux en matière plastique, évidé suivant son axe vertical et percé à sa base de petits orifices pour le passage de l'huile dans laquelle il baigne. Sur sa face supérieure, sont vissés, de façon étanche, symétriquement par rapport à l'axe vertical, deux tubes identiques contenant une même quantité de grenaille de plomb et appelés « tubes de lestage ».

L'intérieur du lesteur constitue ce qu'on appelle la « capacité déprimée » parce que, comme nous le verrons par la suite, cette capacité est normalement toujours en dépression.

### c) Le dispositif de commande à distance.

Le dispositif de commande à distance de l'ensemble flotteur moteur, tige d'équilibrage, et lesteur du flotteur moteur comprend :

- un microcompresseur ou micropulseur;
- un appareil pilote;
- un tube palpeur.

Le *microcompresseur* aspire l'air à l'intérieur de l'appareil pilote, et le refoule par le tube palpeur (fig. 4).

L'*appareil pilote* est une capacité parallélépipédique, divisée par une cloison médiane horizontale en deux compartiments superposés, ayant chacun un même volume d'environ 2 l.

Cette cloison médiane est percée d'un trou qui constitue l'orifice supérieur d'un tube vertical de communication des niveaux inférieurs des deux compartiments.

Le compartiment inférieur, avant la mise en service du microcompresseur, est entièrement rempli de la même huile spéciale que celle dans laquelle baigne le lesteur du flotteur moteur. Il est en communication, par sa partie supérieure, avec le refoulement du microcompresseur.

Le compartiment supérieur est traversé sur presque toute sa hauteur par un tube de prise d'air. Il est, en outre, relié, par sa partie supérieure, d'une part, à l'aspiration du microcompresseur et, d'autre part, à la capacité déprimée de chacun des lesteurs des dispositifs de régulation de chacun des filtres.

Le *tube palpeur* est le tube de refoulement du microcompresseur. Il plonge dans le canal d'eau à filtrer à l'intérieur d'un tube tranquillisateur.

Le tube palpeur est en matière plastique, de même que tous les tubes de liaison entre le microcompresseur, l'appareil pilote, et les capacités déprimées des lesteurs.

Le tube reliant le compartiment supérieur de l'appareil pilote à chacune des capacités déprimées des dispositifs de régulation s'appelle le *tube pilote*. Il présente une pente régulière et il comporte, en son point bas, un purgeur automatique qui élimine les sujétions dues aux condensations.

## 2. Fonctionnement.

1. Les régulateurs Polhydra disposés à la sortie de chacun des filtres des usines du Service de la Banlieue de Paris, ont les caractéristiques générales de fonctionnement suivantes :

— débit d'eau maximal .....	900 m <sup>3</sup> /h
— écartement maximal entre le siège et l'obturbateur du dispositif de régulation .....	5 mm
— hauteur maximale de la lame d'eau déversante .....	12 cm.

Si on pose :

Q : débit du filtre en l/s,

H : hauteur de la lame d'eau déversante en cm, on a, pratiquement :

$$Q = 6,66 H^{3/2} \quad H = (0,15 Q)^{2/3}$$

2. Mettons en marche le microcompresseur, et supposons que le tube palpeur débouche à une profondeur  $h$  au-dessous du niveau de l'eau, dans le canal d'eau à filtrer.

On appelle *pression pilote* cette hauteur d'eau  $h$  au-dessus de l'orifice d'échappement de l'air.

Cette pression  $h$  est transmise au compartiment inférieur de l'appareil pilote, provoquant dans ce compartiment une baisse  $h'$  du niveau de l'huile. ( $h$  et  $h'$  sont différents parce que ces pressions sont rapportées à deux liquides, eau et huile, de densités différentes). Il en résulte que le niveau de l'huile s'élève de  $h'$  dans le compartiment supérieur de l'appareil pilote, et qu'à la pression régnant dans le compartiment inférieur correspond une pression négative, égale en valeur absolue, dans le compartiment supérieur.

On appelle *dépression pilote*, la dépression ainsi créée dans le compartiment supérieur de l'appareil pilote, qui constitue donc un inverseur de pression.

C'est cette dépression pilote qui est transmise à la capacité déprimée du lesteur du flotteur moteur.

Dans celle-ci, le niveau de l'huile s'élève alors de  $h'$ .

3. Considérons un filtre en eau dont le sable vient d'être décolmaté. Mettons-le en communication avec son régulateur, la vanne de mise à l'atmosphère de la hotte au-dessus du déversoir étant ouverte.

L'eau pénètre dans la partie inférieure de la virole extérieure de la capacité métallique du régulateur, et s'élève dans l'espace annulaire compris entre les deux viroles jusqu'à ce que son niveau soit celui de l'eau dans le filtre.

Comme nous l'avons déjà indiqué, ce niveau est supérieur à celui de l'éjecteur et inférieur à celui du déversoir. Il s'ensuit que, d'une part, l'éjecteur se met en marche, mais ne peut créer aucune dépression sous la hotte, puisque celle-ci est en communication avec l'atmosphère et que, d'autre part, il ne peut y avoir aucun écoulement de l'eau vers la galerie d'eau filtrée. Le filtre est hors service.

Fermons la vanne de mise à l'atmosphère de la hotte : l'éjecteur va créer une dépression progressivement croissante sous la hotte. Le niveau de l'eau filtrée va s'élever progressivement, et d'une même valeur, dans l'espace annulaire compris entre

les deux viroles et dans la virole intérieure. Lorsque, dans l'espace annulaire, ce niveau atteindra celui du déversoir, le filtre commencera à débiter.

4. Le réglage initial du dispositif de régulation doit être tel que, le microcompresseur n'étant pas en service, — c'est-à-dire aucune dépression pilote n'étant transmise à la capacité déprimée du lesteur — l'obturateur d'entrée d'air terminant la tige d'équilibrage soit à sa position de décollage de son siège, lorsque le niveau de l'eau filtrée est exactement celui du déversoir.

Ce réglage initial s'opère par approximations successives en agissant, d'une part, sur la position sur le tube d'équilibrage du flotteur moteur qui doit être sensiblement à demi noyé, et d'autre part, sur les poids des tubes de lestage du lesteur qui contient, par ailleurs, un poids d'huile déterminé.

Quand ce réglage est obtenu, la dépression sous la hotte est égale à la différence des niveaux entre le plan d'eau sur le filtre et le déversoir du régulateur, et le débit du filtre est nul.

La charge verticale appliquée de haut en bas sur l'obturateur par l'étrier du lesteur, est compensée par la poussée verticale exercée par l'eau, de bas en haut, sur l'obturateur, par l'ensemble flotteur moteur et tige d'équilibrage.

5. Le réglage initial du dispositif de régulation étant réalisé, mettons en service le microcompresseur et faisons débiter le filtre.

Pour un débit déterminé du filtre correspondant à un niveau déterminé de l'eau dans le canal d'eau à filtrer et dans le filtre — c'est-à-dire à une pression pilote déterminée  $h$  —, on crée, comme nous l'avons vu, une dépression  $h'$  dans la capacité déprimée du lesteur. Le niveau de l'huile monte de  $h'$  dans cette capacité, et il en résulte un alourdissement déterminé du lesteur dont l'étrier appuie alors l'obturateur sur son siège, empêchant toute entrée d'air de régulation.

La dépression sous la hotte va augmenter, et le niveau de l'eau va s'élever au-dessus du déversoir, jusqu'à un niveau  $H$ , qui correspond au débit du filtre.

La dépression sous la hotte est alors égale à la valeur de la perte de charge initiale, augmentée de la différence  $Z$  des niveaux entre le plan d'eau sur le filtre et le niveau de la lame déversante.

La poussée exercée par l'eau sur l'obturateur par l'ensemble flotteur moteur et tige d'équilibrage, est supérieure à la charge appliquée sur l'obturateur par l'étrier du lesteur. L'obturateur décolle de son siège et prend une position d'ouverture qui est une position d'équilibre.

6. Le flotteur moteur étant ainsi calé sur le niveau  $N$  de la lame déversante, et la position de l'obturateur — c'est-à-dire la commande de l'entrée d'air de régulation — étant ainsi asservie à la position de flottaison du flotteur moteur, examinons ce qui va se passer lorsque le filtre mis en service va progressivement se colmater.

Le niveau piézométrique de l'eau dans l'espace annulaire entre les deux viroles de la capacité métallique du régulateur — niveau dont la différence avec le niveau de l'eau sur le filtre correspond à la perte de charge due au colmatage — s'abaisse. Le flotteur moteur va donc également s'abaisser

en entraînant dans son mouvement l'obturateur qui se rapproche de son siège. L'orifice d'entrée d'air de régulation diminue; la pression exercée par cet air sous la hotte décroît, et la dépression sous la hotte — qui est une résultante entre la dépression sensiblement constante créée par l'éjecteur et la pression de l'air de régulation — augmente.

Il s'ensuit que le niveau de l'eau s'élève au-dessus du déversoir et se rétablit à sa valeur  $H$  initiale.

Les caractéristiques de l'éjecteur et de l'entrée d'air de régulation sont telles que, au fur et à mesure que le filtre se colmate, la dépression résultante sous la hotte augmente en même temps que la perte de charge et d'une valeur équivalente.

Cette compensation assure la constance du niveau  $N$  de la lame déversante au-dessus du déversoir, et, par suite, la constance du débit du filtre pendant toute la durée du cycle de filtration.

Il convient toutefois d'observer qu'en pratique, il n'y a pas obturation progressive de l'orifice d'entrée d'air de régulation, depuis le début jusqu'à la fin du cycle de filtration.

L'ouverture maximale de l'obturateur sur son siège étant très faible, au maximum 5 mm, l'obturateur oscille entre ses deux positions d'ouverture et de fermeture, et l'admission de l'air s'effectue, d'une manière discontinue, entre deux fermetures de l'obturateur. Cette alternance entre les périodes où l'air de régulation est admis sous la hotte du déversoir et celles où il ne l'est pas, se traduit par une certaine « respiration » du régulateur.

Et la diminution progressive de l'entrée d'air sous la hotte au fur et à mesure de l'augmentation du colmatage du filtre, se concrétise par des durées d'ouverture de l'obturateur de plus en plus courtes entre deux fermetures.

7. Une fois résolu le problème de la régulation du débit d'un filtre pendant la durée de son cycle de filtration, il reste à résoudre le problème de l'équipartition du débit total d'eau à filtrer entre tous les filtres en service dans une même installation.

Nous avons vu que le dispositif de commande à distance du régulateur Polhydra assurait un asservissement entre le niveau de l'eau dans le canal d'eau à filtrer et le niveau de la lame déversante d'eau filtrée dans le régulateur considéré.

Par suite, si tous les régulateurs de tous les filtres sont construits d'une façon identique et ont un même réglage initial, et si tous les lesteurs des flotteurs moteurs sont reliés par le même tube pilote au même appareil pilote, à un niveau de l'eau dans le canal desservant tous les filtres tel que la pression pilote soit  $h$ , correspondra dans chacun des régulateurs une même hauteur  $H$  de la lame déversante au-dessus du déversoir, et les débits de tous les filtres seront évidemment égaux.

Supposons maintenant que le débit global d'eau à filtrer par les filtres en service vienne à augmenter, soit que la demande globale s'élève pour un même nombre de filtres en service, soit qu'à égalité de la demande globale, l'arrêt de filtres pour leur décolmatage réduise le nombre des filtres en service.

Toutes choses restant égales par ailleurs, le

niveau de l'eau dans le canal d'eau à filtrer s'élèvera; la pression pilote et la dépression pilote augmenteront; le niveau de l'huile montera d'une même hauteur dans chacune des capacités déprimées; tous les lesteurs s'alourdiront du même poids et ils exerceront sur tous les obturateurs la même charge supplémentaire. Sous toutes les hottes de régulateurs, l'admission de l'air de régulation sera réduite d'une même valeur. Simultanément, la dépression résultante croîtra d'une même valeur, provoquant sur tous les déversoirs une même élévation de la lame déversante d'eau filtrée.

Ainsi, l'augmentation du débit global d'eau à fil-

trer sera également répartie sur tous les filtres en service.

Le processus exactement inverse aurait lieu si le débit global d'eau à filtrer venait à diminuer.

8. En conclusion, le régulateur Polhydra apporte une solution simple au problème des deux asservissements qui sont à la base de la régulation du débit de chaque filtre, et de l'équipartition entre tous les filtres en service du débit total d'eau à filtrer.

L'expérience montre que cette solution est particulièrement efficace.

## Discussion

Président : M. RENARD

Avant de lui donner la parole, M. le Président présente M. BLANCHARD, ingénieur de Centrale et Rapporteur très sollicité, tout comme M. DUBIN. En particulier, au Congrès de l'Association Internationale des Distributions d'Eau de Londres, en 1955, il a traité de la comparaison entre la filtration lente et la filtration rapide. En 1958, au Congrès de cette même Association tenu à Bruxelles, il a parlé du traitement de l'eau par storage, coagulation, décantation. M. BLANCHARD est donc très au fait des problèmes de traitement de l'eau potable.

M. BLANCHARD fait son exposé.

M. le Président remercie M. BLANCHARD de sa description très précise et très détaillée des régulateurs Polhydra et invite tous ceux qui le pourront à visiter les installations de la Compagnie Générale des Eaux. Lors du Congrès de Paris à l'A.G.H.T.M., M. le Président a eu l'occasion de constater le bon fonctionnement du régulateur Polhydra, mais aussi le caractère vraiment remarquable de l'usine de Méry-sur-Oise qui est l'une des plus belles de la C.G.E.

A propos du phénomène de respiration dont a parlé M. BLANCHARD, M. DROUHIN demande si l'on ne risque pas un phénomène de pompage et s'il n'y a pas d'asservissement.

M. BLANCHARD répond que l'expérience montre qu'il y a une parfaite régulation.

M. le Président fait remarquer que, là encore, il n'y a pas de formule mathématique, c'est l'expérience qui compte.

M. GOMELLA précise que la dépression faisant remonter le plan d'eau dans la conduite intérieure, l'inertie de cette remontée empêche l'asservissement.

M. DROUHIN croit qu'il serait intéressant de repenser le problème: on peut parler, non de formule mathématique, mais d'asservissement quand un mouvement tend à produire quelque chose et en même temps à le freiner.

M. CARLIER estime que la force d'inertie des pièces et des masses d'eau en mouvement interviennent dans des sens différents et contribuent ainsi à éviter le phénomène de pompage.

M. BLANCHARD rappelle que la course entre l'obturateur mobile et son siège est très faible, au maximum 5 mm. D'autre part, l'ensemble obturateur-siège a été progressivement perfectionné: actuellement l'obturateur est hémisphérique et son siège est constitué par le bord supérieur d'un cylindre. Ainsi, les limites des variations de débit réglé se trouvent-elles très resserrées.

**Abstract**

**Equal division and regulation of treatment plant flows**

**by P. Blanchard \***

---

Satisfactory quantitative and qualitative filtering plant efficiency requires that the same quantities of water should be delivered to all its filter basins at any time and that the inflow rate to each basin should remain constant throughout its filtering cycle. At plants belonging to the "Syndicat des Communes de la Banlieue de Paris" and run by the "Compagnie Générale des Eaux", this double problem has been solved by installing a "Polhydra" regulator at the delivery from each filter basin.

Basically, the "Polhydra" regulator comprises a watertight hood with a filtered water spill operating under depression. A float controls the depression under the hood according to the spill head for which it is set, so that any increase in the loss of head through the filter is compensated for by an equivalent increase in hood depression; the head of filtered water on the spill and filter basin discharge thus both remain constant until the head loss reaches its maximum constructional limit, i.e. throughout the filter basin filtration cycle.

Where all the regulator floats in a given installation are set for the same spill head, all the filter basins deliver the same discharge.

As any variation in overall discharge into the filtering plant results in a change in water level in the canal supplying all the filter basins, the head of water on the spill of each regulator is made to depend on this canal level by making the latter control the ballasting of the floats governing the respective spill heads.

---

\* Ingénieur en Chef à la Compagnie Générale des Eaux.