

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 18188

(54) Procédé et dispositif de contrôle en continu de la coagulation-floculation de particules en suspension dans un liquide.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). C 02 F 1/52; G 01 N 15/06.

(22) Date de dépôt 13 juillet 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 5 du 30-1-1981.

(71) Déposant : OMNIUM D'ASSAINISSEMENT, société anonyme dite, résidant en France.

(72) Invention de : Françoise Acobas, Munsir Arfandy, Roger Ben Aim, Jean Bontoux, Claude Casellas et Henri Moreaud.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Cuer, conseil en brevets d'invention,
30, rue de Leningrad, 75008 Paris.

La présente invention a trait au domaine du contrôle de fonctionnement des installations de clarification de liquides, notamment dans le cas où le processus de traitement comporte une étape de floculation. Elle concerne tout particulièrement un procédé et un dispositif de mesure automatique de la qualité d'une eau épurée et de détermination des quantités optimales de réactifs floculants à mettre en oeuvre pour la coagulation d'une eau usée.

On sait que, dans les opérations de clarification des liquides contenant en suspension des particules trop fines pour être filtrées ou décantées, il est en général nécessaire de prévoir une étape de floculation au moyen d'un réactif approprié, comme par exemple du sulfate d'aluminium ou du chlorure ferrique dans le cas de l'eau. Toutefois, il est pratiquement impossible de prévoir la dose exacte de coagulant à ajouter et, si les caractéristiques physico-chimiques du liquide à traiter (par exemple une eau usée) changent au cours du temps, notamment dans le cas de déversements industriels ou d'une dilution consécutive à un orage, la dose choisie pour le réactif n'est plus appropriée et tout le traitement se trouve compromis.

Pour pallier cet inconvénient, divers moyens ont été utilisés ou préconisés. Par exemple, on peut effectuer un contrôle du liquide traité par mesures chimiques ou physiques, telles que : demande chimique en oxygène, matières en suspension déterminées par pesée, etc ; toutefois, une anomalie n'étant constatée qu'à posteriori, il faut en général un délai de 4 à 5 heures pour rétablir les conditions optimales de traitement, l'anomalie subsistant pendant ce long délai. Selon une autre technique, on effectue des séries d'essais au laboratoire sur le liquide avant traitement ; pour assurer une fiabilité totale, ces essais doivent être poursuivis 24 heures sur 24 par un dispositif automatique et les difficultés techniques sont telles que ce procédé n'a pas donné satisfaction. Enfin on peut envisager de reproduire en continu le traitement du liquide sur un petit débit en tentant d'anticiper le résultat par l'accélération des phénomènes ; cependant on ne peut déceler qu'une anomalie dans le traitement sans savoir si cette anomalie provient d'un excès ou d'un défaut de coagulant ; en outre un taux de réactif qui serait insuffisant ou excessif ne pourrait être décelé comme incorrect que s'il s'éloigne sensiblement du taux optimum.

Plus récemment, on a proposé des procédés permettant de rendre automatique le dosage optimal de réactif floculant à ajouter à une eau

brute à traiter, en remplaçant ainsi les essais de laboratoires connus sous la nom de "Jar-Test".

5 Selon un dispositif dénommé "Autofloc", on mesure la turbidité de l'eau, avec déclenchement de signaux de régulation de dosage de flo-
culant, en se basant sur une relation de correspondance entre l'accrois-
sement de turbidité dans la phase de formation des floes et la turbidité
résiduelle après décantation. Or, plusieurs auteurs ont montré expéri-
mentalement qu'il existe un décalage non constant entre la dose de réac-
tif qui donne le maximum de turbidité au liquide floculé et celle qui
10 donne, après flocculation-décantation, le liquide le plus clarifié ; ce
décalage entraîne en pratique un surdosage de réactif.

Conformément à une autre technique, on a proposé de contrôler
la flocculation et d'ajuster automatiquement la quantité nécessaire de
flocculant en mesurant optiquement le volume des floes par diffraction
15 d'un faisceau lumineux produit par un laser. L'emploi d'un signal laser
apporte un progrès par rapport au turbidimètre tel que celui précité
car le signal tient compte des différentes tailles des particules et
se trouve peu sensible à la couleur de l'eau. Toutefois, l'étude des
floes ne constitue pas le paramètre le plus intéressant pour le contrô-
le de la flocculation et, par ailleurs, l'appareil optique ne pourrait
20 correctement fonctionner du fait de l'encrassement permanent des surfa-
ces optiques par les particules floculées de pollution.

L'invention a pour but de surmonter les difficultés énoncées ci-
dessus et vise à assurer un contrôle permanent du taux de réactif flo-
culant ajouté et de corriger ce taux, même pour une variation très fai-
ble autour du taux optimum. Elle propose à cet effet une méthode auto-
matique de mesure continue liée non plus aux matières floculées elles-
mêmes mais à la qualité de l'eau obtenue après flocculation. Le paramè-
tre de mesure est de ce fait constitué par les matières en suspension
30 (MES) non floculées ; ce paramètre est d'autant plus intéressant que le
processus de coagulation-décantation agit beaucoup plus sur l'élimina-
tion des MES que sur les matières dissoutes. On a pu déterminer expé-
rimentalement que les particules restant dans le surnageant d'une eau
floculée avaient une taille généralement inférieure à 10 microns.

35 Selon le procédé de l'invention de contrôle en continu de la
flocculation, on prélève en amont d'une station d'épuration de l'eau
brute à traiter en la faisant passer, simultanément à des quantités
dosées de réactifs, dans un système de coagulation-décantation où la

décantation des floccs s'effectue en quelques minutes et l'on mesure en continu le volume de particules résiduelles en suspension dans l'eau séparée des floccs au moyen de la diffraction optique, par lesdites particules, d'un faisceau lumineux à laser, la lumière diffractée étant
5 convertie en un signal électrique en relation directe avec le volume des particules que l'on compare à des courbes d'étalonnage.

Grâce à des séries d'essais systématiques on a, en effet, pu constater que : une simple agitation mécanique permettait d'éliminer, après décantation, la quasi totalité des particules supérieures à 20
10 microns ; l'ajout de réactifs chimiques améliorait les résultats et la pollution résiduelle du liquide surnageant, exprimée par diverses mesures (MES : matières en suspension ; DTO : demande totale en oxygène ; turbidité...), passait par un minimum lorsqu'on augmente la dose de réactif. C'est pour les MES que cet optimum est le plus sensible,
15 comme l'illustre la courbe (D) de la figure 1. Au voisinage de cet optimum, la pollution résiduelle est constituée par des particules de taille inférieure à 10 microns et par des molécules dissoutes. Ces essais ont permis de conclure que la mesure des matières en suspension, qui d'ailleurs est un critère officiel de qualité d'une eau usée après
20 traitement, constituait le paramètre le plus significatif permettant d'optimiser un procédé de contrôle de la floculation d'une eau. Grâce à l'invention, on peut parvenir à une détermination précise et rapide, inférieure à 20 minutes, de ces matières en suspension (MES).

Pour mettre en oeuvre le procédé susvisé, on utilise avantageusement l'installation schématisée sur le diagramme de principe de la
25 figure 2. Sur le circuit 1 d'eau brute parvenant à la station d'épuration 2 et en aval du débit-mètre 3, on incorpore en dérivation au moins un système de coagulation-décantation constitué par la combinaison d'un tube en spirale 4 et d'un décanteur lamellaire 5. En pratique, on dis-
30 pose en parallèle plusieurs de ces systèmes, par exemple trois ou quatre, qui fonctionnent chacun avec une dose déterminée de réactif floculant de façon à pouvoir élaborer à l'aide de divers points de mesure les courbes établissant la relation entre le signal du laser et la dose de coagulant. Les floccs s'accumulent en 6 dans le décanteur lamellaire,
35 le liquide surnageant 7 traverse le diffractomètre à laser 8 où les signaux électriques permettent de déterminer le volume des particules et la quantité de réactif juste nécessaire à la floculation.

Pour l'expérimentation proprement dite on a tout d'abord entre-

pris l'étalonnage du diffractomètre à laser en travaillant sur plusieurs eaux urbaines floculées par du chlorure ferrique ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) et en déterminant par pesée les quantités de matières solides restant en suspension (MES) dans le liquide surnageant après floculation, ceci pour
5 chaque signal exprimé en millivolts (mV) du diffractomètre. Comme l'indique la figure 3 on a obtenu ainsi toute une série de points qui ont permis de construire la courbe d'étalonnage (E) de pente correspondant à un rapport signal laser (mV)/concentration (mg/l) en MES sensiblement égal à 30. Comme on peut le voir sur la figure précitée, la dispersion
10 des points de mesure autour de la courbe (E) est représentée par les droites extrêmes (E_1) et (E_2) ; le coefficient de corrélation est de l'ordre de 0,93 ce qui peut être considéré comme très correct dans ce domaine de mesures.

Muni de cette courbe de comparaison, on a entrepris de nombreuses
15 séries d'essais de floculation en continu à l'entrée d'une station d'épuration d'eaux brutes (en l'occurrence la station de COLOMBES, près de PARIS). La longueur d'onde de travail du pulvérimètre à laser était de 0,632 microns. Par ailleurs, on a utilisé en parallèle quatre coagulomètres tels qu'illustrés sur la figure 2, avec les caractéristiques
20 suivantes :

- volume du tube hélicoïdal : 500 ml (diamètre 8 mm)
- volume du décanteur lamellaire : 500 ml
- inclinaison du décanteur par rapport à l'horizontale : 55 degrés environ
- 25 - temps de séjour variant de 7 à 15 minutes (en général voisin de 10 minutes).

Pour chaque type d'eau les essais consistaient à introduire des doses croissantes de réactifs floculants afin de déterminer la relation entre la dose de coagulant et la qualité de l'eau traitée à l'instant
30 considéré. A partir de cette relation il est aisé de fixer la dose qu'il convient d'appliquer en fonction de l'objectif recherché, c'est à dire soit un optimum technico-économique, soit une concentration de 30 mg/l en MES, laquelle correspond à la norme de rejet pour les eaux urbaines. A titre d'exemple illustratif on a reproduit sur la figure 4 les tracés
35 des courbes obtenues sur une eau brute parvenant à la station de Colombes le même jour aux différentes périodes suivantes de la journée :

- 11 heures : courbe (A)
- 15 heures : courbe (B)

19 heures : courbe (C)

On peut constater ainsi la très grande variation de dose de réactif flocculant (ici chlorure ferrique) à ajouter à une eau sur une période relativement courte. Pour un signal au diffractomètre laser de 500 mV

5 cette dose passait de 37 mg/l de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ à 11 heures ; à 42 mg/l vers 15 heures et à 66 mg/l à 19 heures.

En travaillant en parallèle sur une installation industrielle de traitement d'eaux usées urbaines, on a trouvé une excellente concordance entre les résultats obtenus à partir de ladite installation et
10 ceux qui ont permis le tracé des courbes susvisées.

Bien entendu, des centaines d'autres essais systématiques en continu ont été effectués et ont permis de constater que, le temps moyen d'établissement d'une courbe type A, B ou C par quatre points étant d'environ 12 à 15 minutes, il était possible d'ajuster en un
15 temps très court la dose de réactif flocculant exactement nécessaire sur un débit continu d'eau brute à traiter. Ainsi le procédé de l'invention permet d'éviter tout gaspillage de réactif et de se placer en permanence dans une zone hors des domaines de sous-dosages ou surdosages en flocculants. Ceci tant pour des eaux usées, d'égouts ou industrielles,
20 que pour des eaux à potabiliser, telles que eaux de surface ou autres.

REVENDEICATIONS

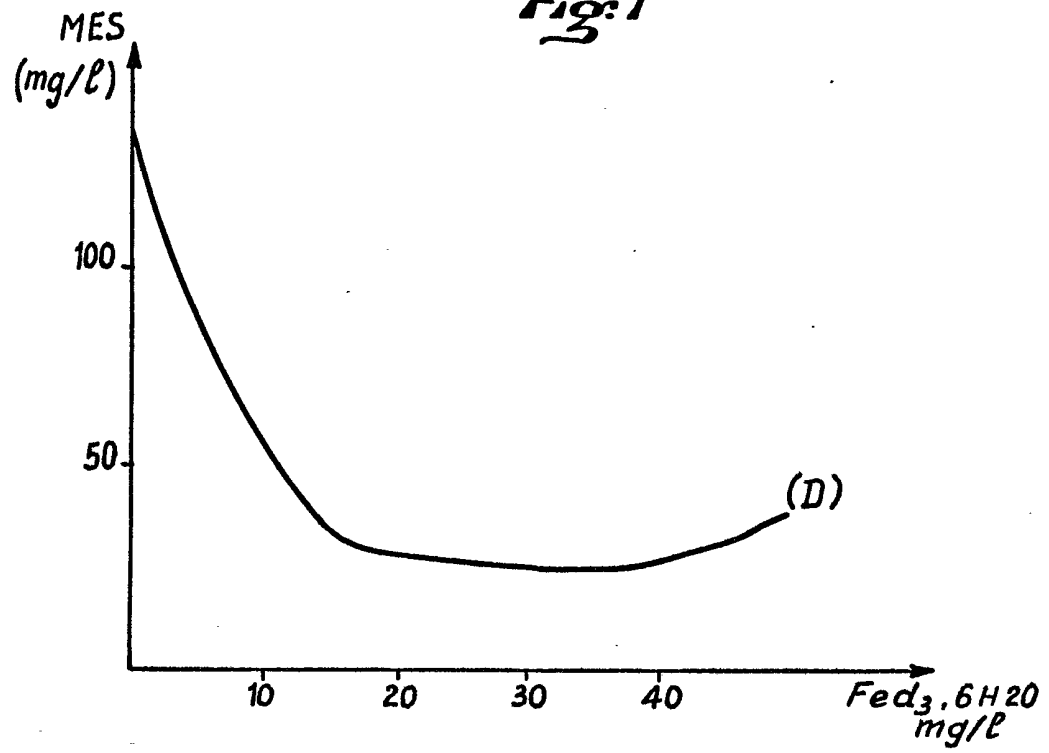
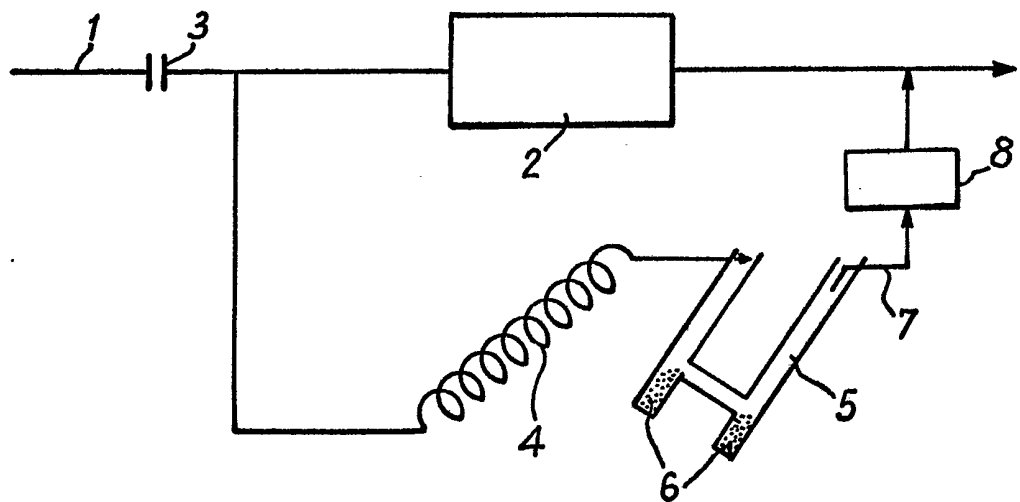
1. Procédé de détermination automatique de la qualité d'une eau par mesure de son aptitude à la floculation en vue de fixer les quantités juste nécessaires d'un réactif floculant à mettre en oeuvre pour
5 obtenir la coagulation d'une eau brute, le procédé étant caractérisé en ce que l'on prélève, en amont d'une station d'épuration, de l'eau brute à traiter en la faisant passer, simultanément à des quantités dosées de réactifs, dans un système de coagulation-décantation ou la
10: décantation des floes s'effectue en quelques minutes, et l'on mesure en continu le volume de particules résiduelles en suspension dans l'eau séparée des floes et de taille moyenne inférieure à 10 microns, à l'aide de la diffraction optique, par lesdites particules, d'un faisceau lumineux à laser, la lumière diffractée étant convertie en un signal électrique en relation directe avec le volume des particules
15 que l'on compare à des courbes d'étalonnage.

2. Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend, installé en dérivation sur le circuit d'alimentation en eau brute d'une station d'épuration : a) un système de coagulation-décantation constitué par au moins un ensemble
20 d'un tube hélicoïdal alimenté en eau brute et en réactif floculant et d'un décanteur lamellaire ; et b) un diffractomètre à laser, des moyens étant prévus pour prélever en continu le liquide décanté puis le faire passer dans le diffractomètre ainsi que pour enregistrer les signaux électriques obtenus, la dose exacte de réactif floculant ainsi
25 déterminée à un instant donnée étant alors introduite dans le circuit d'alimentation.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le système de coagulation-décantation comprend au moins trois desdits ensembles disposés en parallèle, fonctionnant chacun avec une dose déterminée de réactif floculant de façon à pouvoir construire, par un
30 nombre suffisant de points de mesure, les courbes établissant la relation entre le signal du laser et la dose de coagulant à introduire exactement.

4. Application du procédé et du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 au contrôle continu de la coagulation-floculation d'eaux usées, d'égouts ou industrielles, ou encore d'eaux de surface à potabiliser.
35

1/2

Fig. 1*Fig. 2*

2/2

Fig. 3

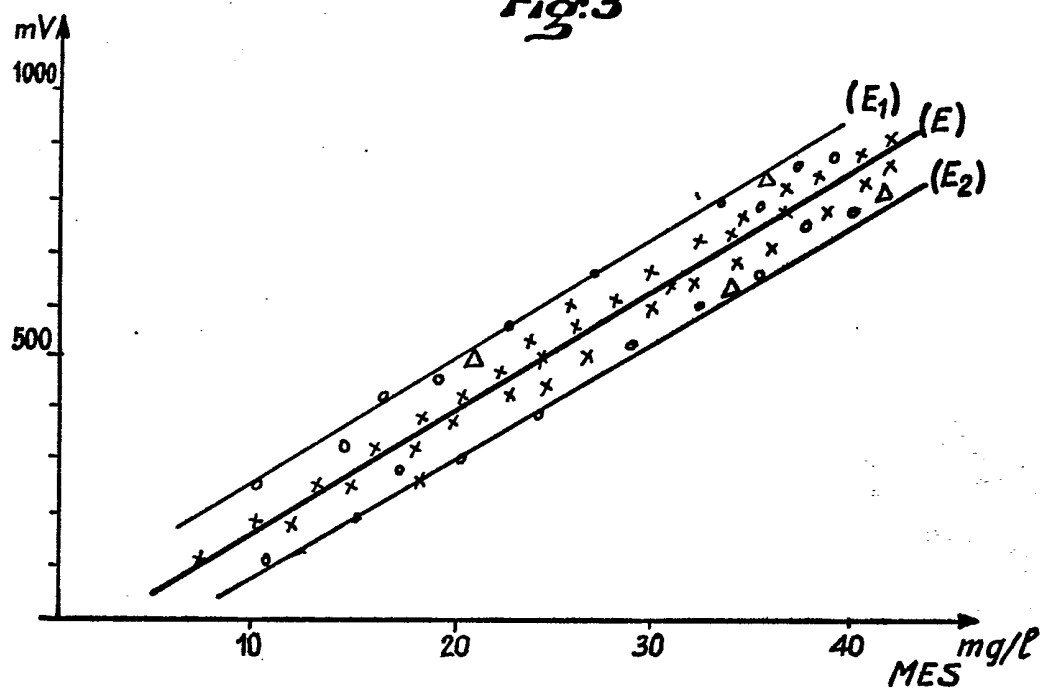


Fig. 4

