Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 91 (1965)

Heft: 14: Epuration des eaux usées - Sauvegarde des eaux naturelles - Incinération des ordures, fascicule no 2

Artikel: Utilisation de nouvelles techniques dans les installations d'assainissement du canton du Genève

Autor: Lancoud, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-67667

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

628.314.2 : 628.34

UTILISATION DE NOUVELLES TECHNIQUES DANS LES INSTALLATIONS D'ASSAINISSEMENT DU CANTON DE GENÈVE

par F. LANCOUD, chef du Service de l'assainissement, au Département cantonal des travaux publics, Genève

Si, d'une manière générale, la technique offre actuellement la possibilité de traiter les déchets solides et liquides des agglomérations avec une sécurité d'exploitation totale et que les résultats obtenus donnent satisfaction sur le plan pratique comme sur le plan financier, on doit admettre que différents problèmes ne donnent pas entière satisfaction. Il est donc du devoir des constructeurs et des autorités de rechercher des procédés nouveaux pour les résoudre.

A Genève, les responsables du programme d'assainissement, en collaboration avec les constructeurs intéressés, ont recherché, dans le cadre de la construction d'installations de traitement de déchets et d'épuration des eaux, des solutions nouvelles qui devraient permettre de simplifier et d'améliorer l'exploitation de ces installations.

Les grands travaux d'assainissement effectués à Genève ayant déjà fait l'objet, dans le *Bulletin* nº 7 du 4 avril 1964, d'un article de M. Maystre, ingénieur cantonal, nous renvoyons le lecteur à cet article pour la connaissance de ce programme général. Le présent exposé se borne donc à développer deux nouvelles solutions adoptées dans la réalisation de ce programme.

1. Déshydratation des boues résiduaires des stations d'épuration

Dès la mise sur pied du programme d'assainissement, un problème des plus délicats s'est posé, celui de la déshydratation et de l'élimination des boues résiduaires. En effet, vu le manque de zone totalement inhabitée permettant la construction de lits de séchage, et vu le coût actuel de la main-d'œuvre nécessaire à l'entretien et à l'exploitation de ces ouvrages, cette solution fut immédiatement écartée au profit de procédés mécaniques à marche automatique.

Cette décision fit naître les premières difficultés, à savoir celles du choix du procédé. En effet, si dans d'autres villes des procédés mécaniques étaient déjà en service, aucun de ceux-ci ne pouvait être considéré comme le meilleur et définitivement choisi.

D'autre part, si ces procédés classiques fonctionnent convenablement avec des boues bien digérées, ce fonctionnement est entièrement perturbé lorsque la qualité des boues varie.

Quand on sait qu'il est pratiquement impossible de maintenir cette qualité constante vu l'irrégularité de la marche des digesteurs et la variation de la composition des boues suivant les régions, on comprend rapidement que seuls des essais à l'échelle industrielle effectués sur place donnent la vraie valeur de tel ou tel autre procédé.

Ces essais furent effectués à la station d'épuration biologique de Villette sur une période de deux ans. Il va sans dire que ceux-ci ne pouvaient être envisagés sans prévoir de lourdes dépenses supplémentaires, vu la conception particulière des installations qui devaient permettre plusieurs réglages et schémas de marche différents. Si l'on considère que ces essais vont nous permettre d'abaisser de 50 ct. à 1 fr. le prix du mètre cube de boue traitée et que pour le canton de Genève environ 400 m³ devront être traités quotidiennement, ces dépenses étaient parfaitement justifiées.

La comparaison de différents procédés exploités dans des conditions identiques montra l'avantage du conditionnement thermique par rapport aux autres procédés à conditionnement chimique ou demandant une certaine préparation de la boue. Ce conditionnement thermique de la boue avant la déshydratation sur des filtres-presse ou sur des filtres à vide a pour effet de détruire la structure colloïdale de celle-ci et de faciliter ainsi la séparation de l'eau et de la matière sèche. Ces essais nous montrèrent qu'il était tout aussi facile après ce conditionnement de déshydrater des boues digérées que des boues fraîches primaires ou secondaires, ce qui représente un énorme avantage sur les procédés courants.

Conditionnement thermique de la boue

Lorsque la boue est chauffée à une température plus haute que son point d'ébullition, il se passe un phénomène de coagulation beaucoup plus puissant que les phénomènes obtenus avec des coagulants chimiques. La température nécessaire à cette coagulation varie entre 160 et 200ºC suivant la qualité des boues.

Ce conditionnement thermique ne fait pas que coaguler les boues et de détruire la structure colloïdale, mais réduit encore l'affinité entre l'eau et les matières solides.

Le tableau ci-dessous indique les *vitesses relatives* de filtration en fonction de différents conditionnements.

Agent de conditionnement	Boue primaire + secondaire	Boue primaire
Sans conditionnement	1	30
Acide sulfurique	2	100
Sulfate d'aluminium	10	200
Sulfate ferrique	15	300
Chlorure ferrique	20	400
Chaux	80	1000
Conditionnement thermique	1000	6000

Principe de fonctionnement d'une installation de déshydratation des boues avec conditionnement thermique

La boue brute est prélevée selon les cas dans le décanteur ou le digesteur et est pompée par une pompe à haute pression (2) à travers un échangeur de chaleur (3) à tubes concentriques dont la fonction est de préchauffer la boue. Cet échangeur reçoit en contre-courant la boue déjà traitée provenant du réacteur et, de ce fait, la boue entrant à une température ambiante dans l'échangeur en ressort à une température d'environ 160ºC.

Cette boue à 160ºC est introduite dans un réacteur, où elle est mélangée à la vapeur provenant de la chaudière. Les conditions de service de ce réacteur sont de 180 à 200ºC de température et de 13 à 15 kg/cm² de pression avec un temps de passage de 30 à 45 minutes.

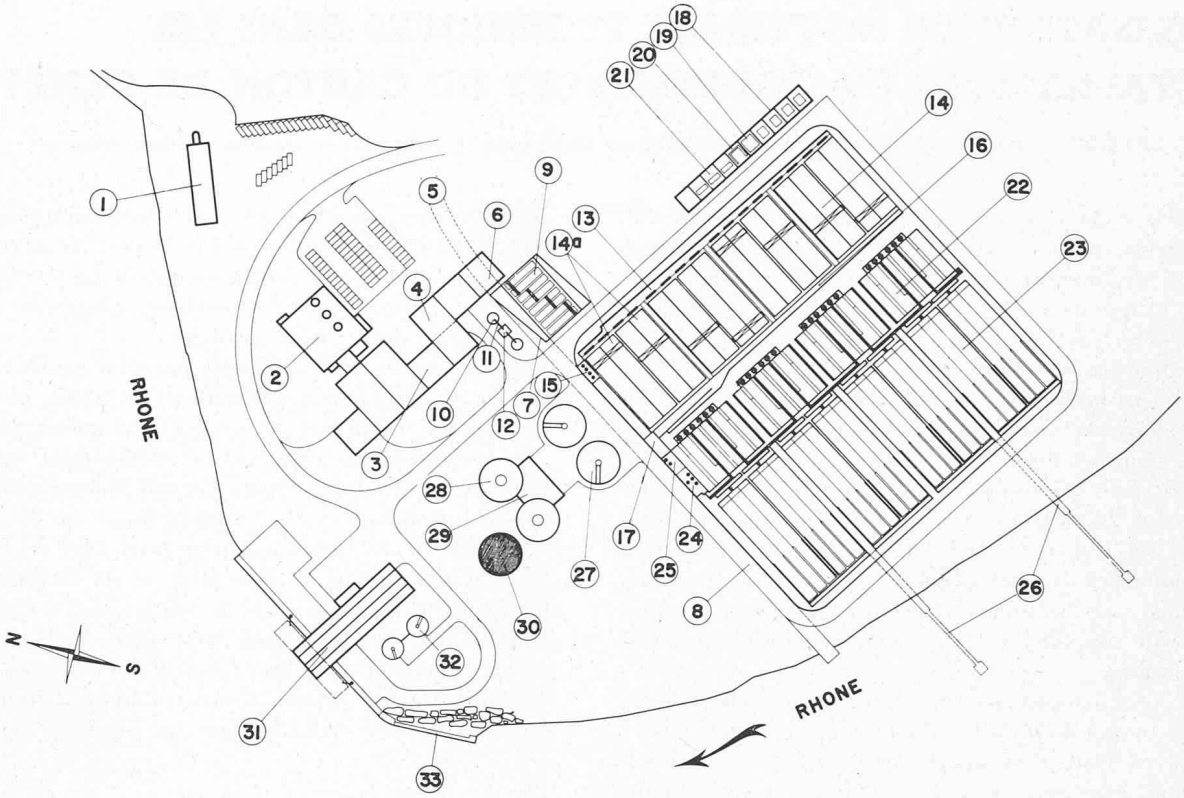
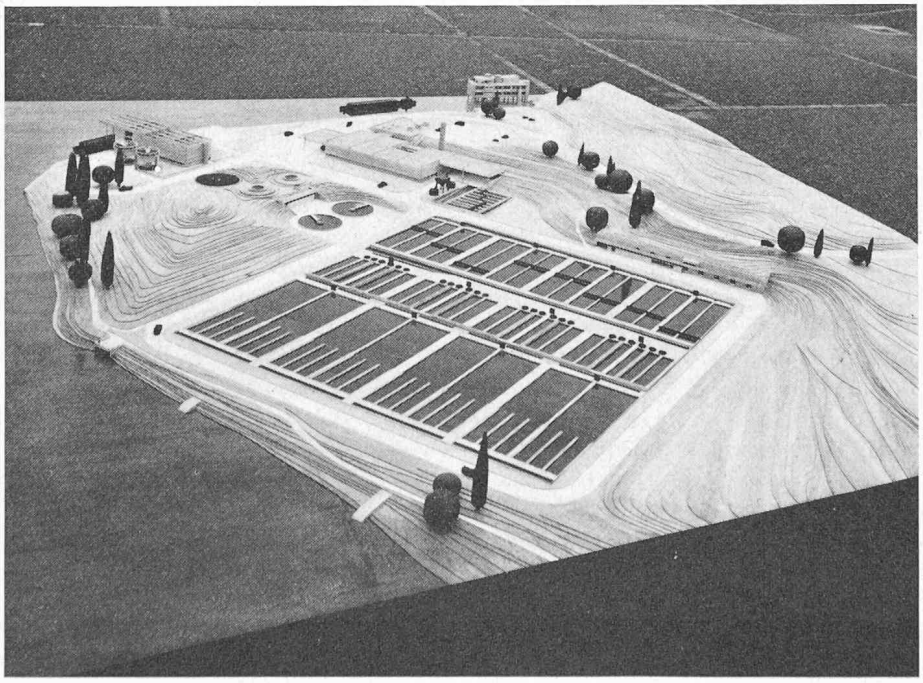


Fig. 1. — Description de la station d'Aïre.

1. Bâtiment de service avec laboratoires, bureaux, salles de cinéma et de conférence, réfectoires, dortoirs et cafetteria.
2. Garage avec station service (25 véhicules).
3. Atelier central : mécanique, serrurerie, électricité, menuiserie, peinture.
4. Vestiaires pour 100 personnes.
5. Collecteur général : section en fer à cheval de 12,5 m², pente à 0,8 ‰.
6. Dégrillage automatique. Les produits du dégrillage sont transportés hydrauliquement vers trois dilacérateurs et ramenés en amont des grilles.
7. Déversoir de sécurité.
8. Canal by-pass.
9. Huit dessableurs-déshuileurs : volume = 8 × 280 m³. Pompes à sable montées sur pont roulant.
10. Deux laveurs de sable.
11. Deux transporteurs-élévateurs des sables : type à vis d'Archimède.
12. Stockeur de sable : surélevé pour passage camion.
13. Canal d'alimentation des décanteurs primaires.
14. Huit décanteurs primaires : volume 8 × 3200 m³, alimentés par siphons ; raclage longitudinal par pont roulant ; d'aval en amont pour le fond avec raclage transversal à chaînes en amont et reprise des boues. Les boues légères sont recueillies en aval et par gravitation rejoignent la station de pompage des boues fraîches.
Les deux bassins 14a fonctionnent en dégrossisseurs lors de débits supérieurs à 60 000 m³/h.



15. Station de pompage des boues fraîches — Cinq pompes de 30 m³/h chacune. 6 CV.
16. Canal de répartition des eaux décantées.
17. Siphon évacuateur des eaux décantées en excès.
18. Quatre groupes de soufflantes, se composant chacun de :
    — Une souffante à deux étages 220 CV.
    — Une soufflante à un étage 90 CV.
    — Pression 3-4 m. c.e.
    — Débit 130 à 250 m³/min.
19. Filtration de l'air.
20. Salle de contrôle général et commandes des soufflantes ainsi que des pompes de boues en retour. Les autres commandes s'effectuent à partir de tableaux locaux.
21. Transformateurs.
22. Huit bassins d'aération par boues activées. Volume = 8 × 1500 m³. Ces bassins sont formés de trois parties reliées entre elles qui, avec l'aide de siphons d'alimentation et bondes siphoïdes de sortie, permettent de faire circuler les eaux selon divers circuits. Système d'aération : fines bulles.

Fig. 5. — Station d'épuration d'Aïre (maquette).

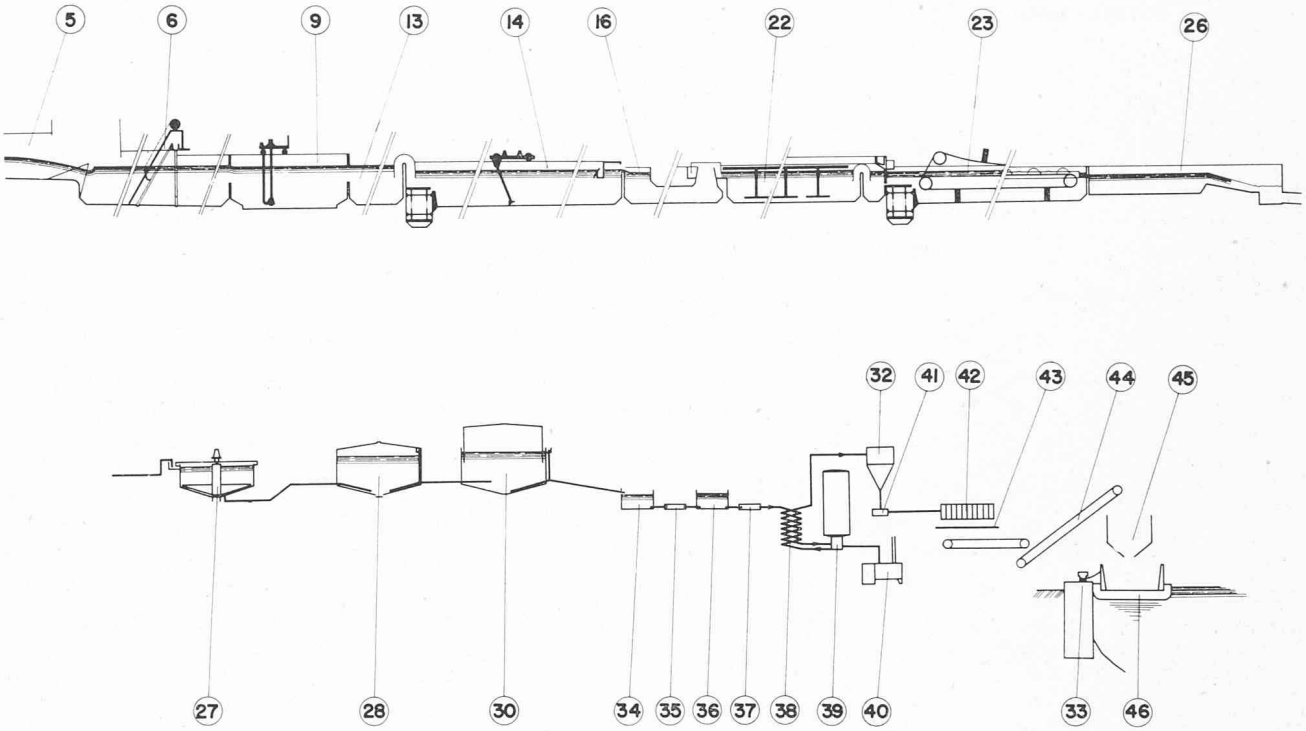


Fig. 3.

23. Huit décanteurs secondaires. Volume = 8 × 4000 m³. Racleurs longitudinaux à chaînes avec raclage transversal en amont et reprise des boues.
24. Station de pompage des boues en retour. Huit pompes à débit variable de 300 à 1500 m³/h et 25 CV.
25. Station de pompage de l'effluent épuré à envoyer aux épaisseurs. Trois pompes de 15 CV.
26. Exutoires.
27. Deux épaississeurs de 1100 m³ ⌀ 20 m. — Brassage par herse.
28. Deux digesteurs primaires chauffés à haute charge. Brassage au gaz de digestion. ⌀ 20 m. Volume = 2 × 4200 m³. Température de chauffage = 35°.
29. Chaufferie pour digesteur.
30. Digesteur secondaire de 4200 m³, ⌀ 20 m, non chauffé, non brassé. La partie supérieure fonctionne comme gazomètre. Production de gaz 11 500 m³/jour.
31. Bâtiment du traitement thermique (système Porteous) et de la filtration des boues.
32. Stockeurs-décanteurs de boues traitées.
33. Digue avec installation de cabestans pour l'accostage des barges.
34. Stockeur de boue digérée — capacité = 2 h.
35. Trois pompes dilacérateurs de 12,5 CV et 13,5 m³/h.
36. Stockeur de boue dilacérée.
37. Trois pompes à haute pression de 15 CV et 10,6 m³/h.
38. Trois échangeurs de chaleur à tubes. — Hauteur 8 m, longueur 5,8 m, largeur 2 m. — Pression d'essai 35 kg/cm².
39. Trois réacteurs ⌀ 1,8 m. — Hauteur 9 m. — Température de réaction = 183°.
40. Trois chaudières à mazout et à gaz de digestion.
41. Huit pompes de filtration de 10 CV. — Pression de service 7,5 kg/cm².
42. Six unités de filtres-presses, type à plaques suspendues. — Capacité 2,8 m³/unité. — Dimensions des gâteaux = 1,2 × 1,2 × 0,032 m.
43. Bancs de désintégration des gâteaux.
44. Convoyeurs.
45. Stockeurs-distributeurs Benoto.
46. Les boues séchées à 45 % d'eau sont chargées sur les barges en dessus des ordures et acheminées à l'usine d'incinération des Cheneviers.

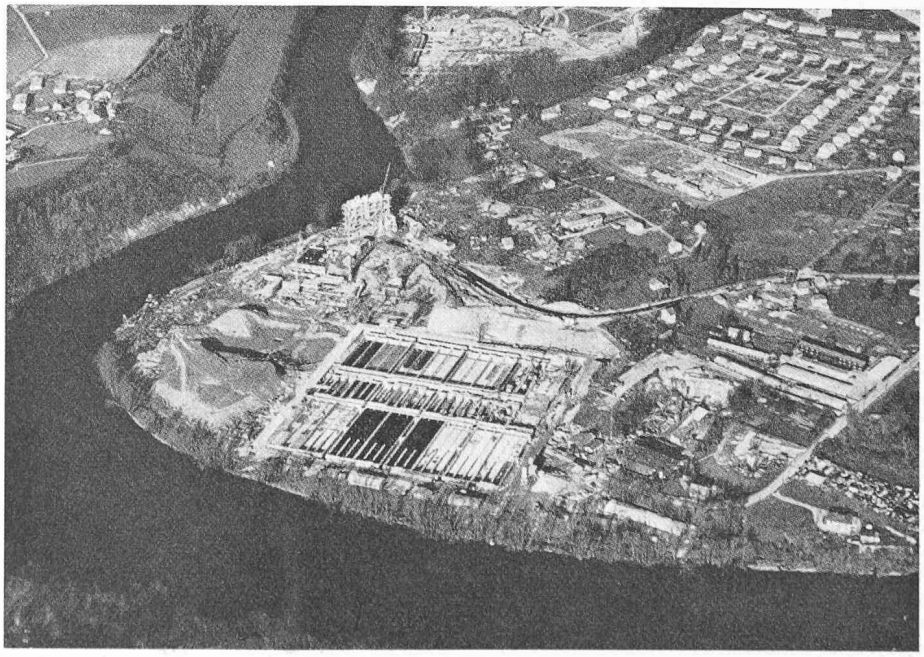
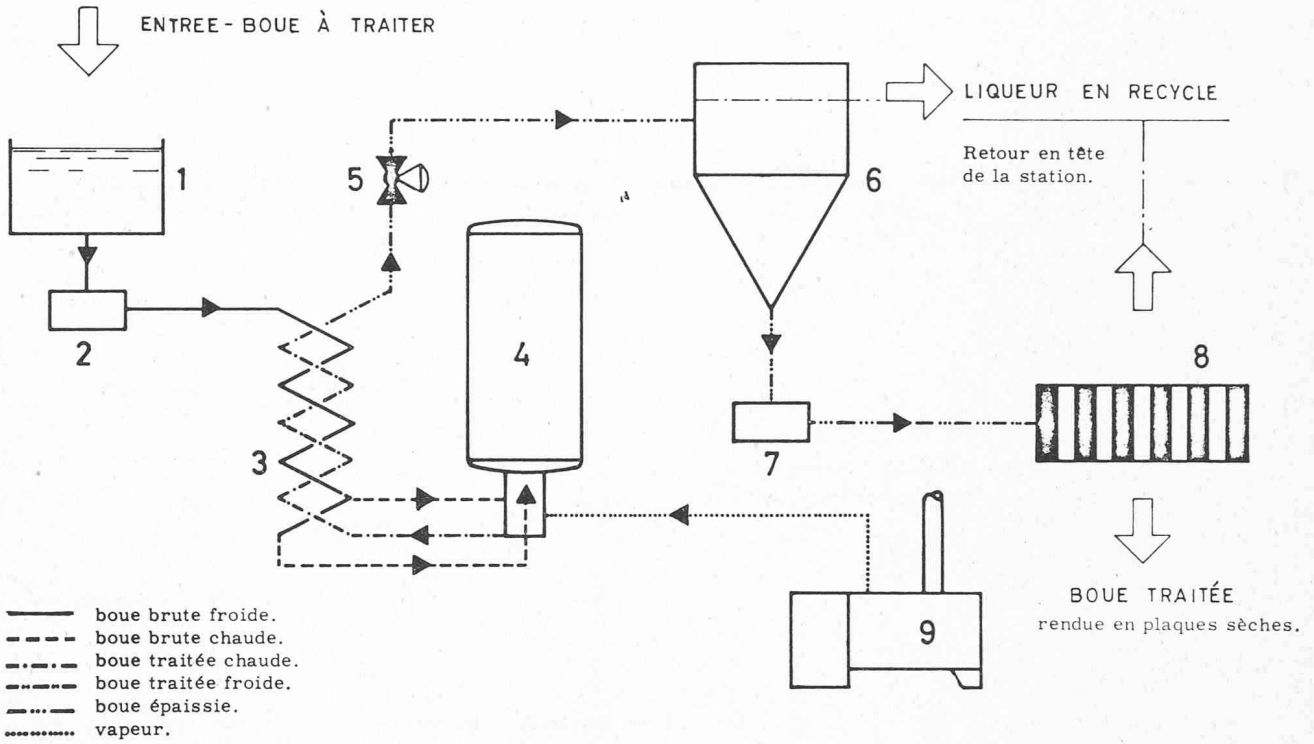


Fig. 4. — station d'épuration d'Aïre (chantier).



1. Stockage de la boue brute.
2. Pompe à haute pression.
3. Echangeur de chaleur.
4. Réacteur thermique.
5. Vanne de décharge automatique.
6. Décanteur intermédiaire.
7. Pompe de filtration.
8. Filtre-presse.
9. Chaudière à vapeur.

Fig. 5. — Traitement thermique et mécanique des boues.

A la sortie du réacteur, la boue traitée passe par l'échangeur de chaleur (3) et en ressort à une température d'environ 40°C. La boue ainsi refroidie est détendue et dirigée vers un décanteur (6), où elle se décante. La partie décantée, qui représente environ le 50 % du volume total, est envoyée sur un filtre-presse (8) ou sur un filtre à vide pour être déshydratée.

La phase liquide récupérée à la surface du décanteur est retournée en tête de la station d'épuration.

Les caractéristiques de cette phase liquide et du filtrat du filtre-presse sont les suivantes :

DBO_5	4000 mg/l.
Matières sèches	1,5-2 gr/l.
Nitrite	540 mg/l.
Phosphate	230 mg/l.

Les boues déshydratées sont ensuite évacuées pour être soit compostées soit incinérées.

Compte tenu des essais effectués à Villette, l'Etat de Genève a passé commande de deux installations de traitement des boues par conditionnement thermique avec filtres-presses, soit une d'une capacité de 2,3 m³/heure et l'autre de 25 m³/heure de boues épaissies à 94 % d'eau. La première de ces installations est en cours de montage sur une station mécanique de 30 000 habitants et sa mise en service doit avoir lieu au début d'octobre. La seconde est prévue pour la station biologique de la Ville de Genève, capacité 400 000 habitants, dont la mise en service doit avoir lieu au début de l'année 1967.

2. Distribution, répartition et régulation des débits dans les ouvrages de la station d'épuration d'Aïre

Le cahier des charges du Département des travaux publics pour la construction de la station d'épuration d'Aïre imposant au constructeur un dispositif permettant d'assurer la distribution de l'eau en série ou en parallèle dans les bassins à boues activées, l'étude d'un procédé permettant de réaliser en outre plusieurs autres combinaisons de répartition a été faite par le constructeur. Ce procédé permet d'utiliser au mieux les moyens d'épuration et d'obtenir le meilleur rendement en fonction de la nature des eaux.

Il s'agit de l'utilisation généralisée de siphons partialisés pour la répartition des débits à travers l'installation.

Ces appareils présentent sur les vannes ou autres organes d'obturation et de régulation les avantages suivants :

— simplicité de construction ;
— facilité d'entretien ;
— possibilité d'un contrôle et d'une télécommande centralisés ;
— diminution des pertes de charge.

Dans un siphon partialisé, le débit est limité par l'introduction dans le siphon d'un certain débit d'air ou par contrôle de la dépression du siphon.

La description ci-dessous de ce procédé appliqué à la station d'épuration d'Aïre est faite sur la base des débits suivants :

a) *Bassin de réception et dessableurs*
28 m³/s = 100 000 m³/h.
b) *Ouvrages de traitement*

Débit moyen annuel, temps pluie 15 000 m³/h.
Débit moyen annuel, temps sec 9 000 m³/h.
Débit minimum . . . . . 5 400 m³/h.
Débit maximum, temps pluie. . 90 000 m³/h.

D'autre part, la fraction du débit de temps pluie excédant 45 000 m³/h subit une simple décantation rapide ou dégrossissage.

Le débit maximum admis dans les ouvrages d'épuration biologique est de 20 000 m³/h.

La station est conçue pour fonctionner en commande hydraulique par l'amont, c'est-à-dire que toute variation du débit dans le collecteur d'amenée des eaux est immédiatement et automatiquement absorbée par les ouvrages.

A cet effet, l'eau sortant du collecteur débouche librement dans le bassin de réception aménagé pour briser l'énergie cinétique et tranquilliser le niveau de l'eau. Cet ouvrage communique librement avec huit dessableurs fonctionnant en parallèle et dans lesquels l'équirépartition du débit est assurée, quel que soit le débit, grâce à l'équilibre des pertes de charge sur les huit trajets susceptibles d'être suivis par l'eau.

A la sortie des dessableurs, l'eau est admise dans un canal de distribution alimentant en parallèle seize siphons régulateurs d'entrée sur les décanteurs primaires.

Ces siphons neutralisent l'effet des pertes de charge dans le canal de distribution aussi bien que les différences de plan d'eau entre les décanteurs et les dégrossisseurs. En effet, leur débit est asservi pneumatiquement aux variations du niveau N1.

Pour les faibles valeurs de N1, tous les siphons débitent de la même façon. Au-dessus d'une certaine cote, une série de siphons sont bloqués au débit de « décantation maximale », tandis que les autres absorbent l'excédent d'eau en « dégrossissage ».

Chaque siphon est constitué par un corps en tôle coiffant la paroi amont du décanteur. Le siphon est maintenu en dépression grâce à une tuyauterie de vide comportant un robinet d'arrêt RV1 et un robinet de mise à l'atmosphère RA1. La dépression régnant à l'intérieur est contrôlée en permanence par une soupape S1 asservie à un dispositif régulateur.

Cette soupape est solidaire de trois capsules pneumatiques agissant aux deux extrémités d'un fléau F1. La fonction de ces capsules est la suivante :

— La capsule CE1 compense la dépression qui s'exerce sur la soupape et l'équilibre en position de fermeture.

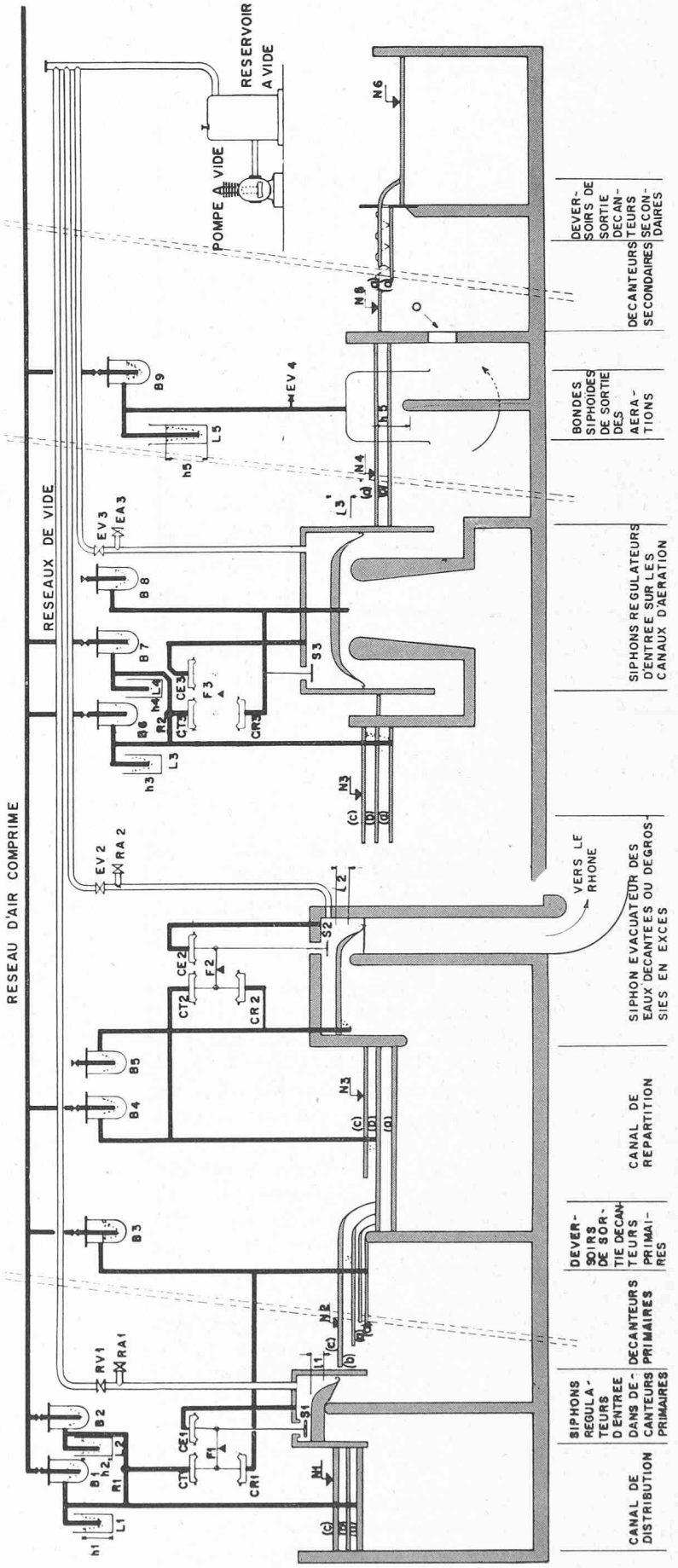


Fig. 6. — Schéma de réglage.

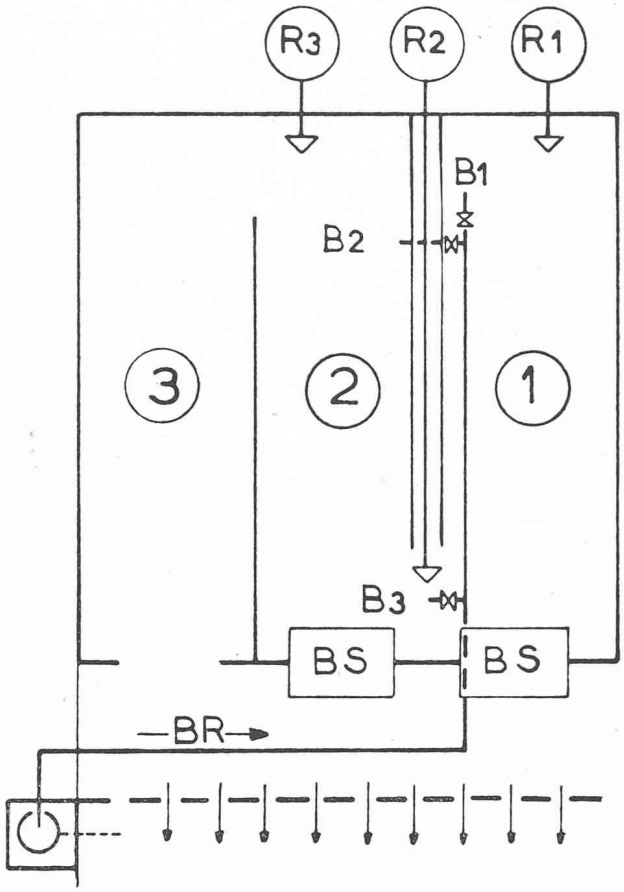


Fig. 7. — Bassins d'aération.

— La capsule CT1 caractérise le niveau N1 dans le canal de distribution par l'intermédiaire de la pression pneumatique qu'elle reçoit.
— La capsule CR1 caractérise le niveau N2 à la sortie des décanteurs par l'intermédiaire de la pression pneumatique qu'elle reçoit.

La pression alimentant CT1 est limitée sur six des décanteurs, soit douze siphons, grâce à un limiteur de pression L1 qui empêche la pression de dépasser la valeur h1 correspondant au débit de 45 000 m³/h. Si le niveaui N1 continue à monter au-dessus de la valeur h1, l'excédent est donc entièrement absorbé par les quatre siphons non équipés du limiteur. En outre, par le jeu du robinet à trois voies R1, il est possible de modifier la pression envoyée de CT1 et de la remplacer par une pression h2 indépendante de la valeur du niveau N1. Le débit du siphon régulateur ainsi déconnecté est alors constant et indépendant des variations de débit de l'installation.

A la sortie des décanteurs primaires, l'eau décantée s'écoule par surverse sur de simples déversoirs profilés. Le niveau N2 sur ces déversoirs est le régulateur des siphons d'entrée.

Entre les décanteurs primaires et les canaux d'aération se trouve un grand canal dans lequel s'établit un niveau N3.

Pour les valeurs inférieures de N3, tout le débit est absorbé par les canaux d'aération jusqu'à concurrence de 20 000 m³/h. Au-dessus de cette valeur, le siphon évacuateur entre en service pour évacuer les eaux décantées ou dégrossies en excès.

Les siphons régulateurs d'entrée sur les bassins d'aération sont identiques dans leur principe aux précédents, mais la capsule régulatrice CR3 reçoit une pression relative, jaugeant l'épaisseur de la lame versante à l'intérieur même du siphon. Comme cette lame s'établit sous dépression, le bulleur B8 sera alimenté tout simplement à partir de l'atmosphère. Comme dans le cas précédent, chaque siphon peut être asservi soit au niveau N3, soit à une pression individuelle établie par le limiteur L4.

Les huit bassins d'aération, comprenant chacun trois canaux parallèles, sont équipés de trois siphons régulateurs d'entrée R1, R2, R3, et de deux bondes siphoïdes de sortie BS. D'autre part, trois arrivées de boues en retour B1, B2, B3 sont prévues dans chacun des bassins.

Les différents réglages permettent de réaliser cinq procédés d'aération, soit : Série, Parallèle, Réaération, Step Aération, Réaération et Step. En outre, toutes les formules intermédiaires sont évidemment possibles. Tous les régulateurs R1 dépendront d'un premier circuit pilote, tous les régulateurs R2 d'un second circuit et tous les régulateurs R3 d'un troisième circuit. Il est donc possible, à partir d'un poste central, d'envoyer dans chacun des circuits pilotes les pressions correspondant au schéma désiré. En télécommandant alors l'ouverture de l'électrovanne EV3, on met en service les siphons qui doivent débiter ; on peut suivre ainsi du poste central le cheminement de l'eau à travers la station et modifier à son gré la répartition des débits.

Pour la marche en parallèle des canaux, il est nécessaire d'ouvrir les canaux de rangs 1 et 2 à leur aval, tandis que dans les autres cas, ces canaux doivent rester fermés. Ce résultat est obtenu très simplement, sans intervention de vannes, grâce à l'utilisation de bondes siphoïdes en tôle. Lorsque ces bondes sont laissées en communication avec l'atmosphère (électrovannes EV4 ouvertes), la liqueur circule à travers la bonde ; au contraire, si l'on ferme les électrovannes EV4, le limiteur L5 introduit dans la bonde une pression h5 qui abaisse le niveau intérieur au-dessous du seuil noyé et la bonde est ainsi « fermée ». Ces bondes sont dimensionnées de façon à ne créer pratiquement aucune perte de charge, de sorte que l'équirépartition du débit entre les trois canaux fonctionnant en parallèle est assurée par les orifices 0 de communication avec les décanteurs secondaires.

A la sortie des décanteurs secondaires, l'eau quitte la station par une série de déversoirs à encoches triangulaires sous une charge maximum de 5 cm.

Conclusion

Les fréquentes variations quantitatives et qualitatives des déchets à traiter ont conduit les constructeurs à concevoir des installations permettant de s'y adapter.

L'utilisation des deux installations décrites ci-dessus permettra aux personnes chargées de l'exploitation de la station d'épuration d'Aïre de s'adapter à ces variations et non pas, comme c'est encore souvent le cas, de limiter les résultats recherchés aux possibilités des installations.