

# Les grands travaux d'assainissement de Genève

Autor(en): **Maystre, Y.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **90 (1964)**

Heft 7: **Foire de Bâle, 11-21 avril 1964**

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-66978>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraissant tous les 15 jours

## ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes  
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (SVIA)  
de la Section genevoise de la SIA  
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique  
de l'Université de Lausanne)  
et des Groupes romands des anciens élèves de l'EPF (Ecole poly-  
technique fédérale de Zurich)

## COMITÉ DE PATRONAGE

Président: E. Martin, arch. à Genève  
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne  
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève  
Membres:  
Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.  
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Groscurin, arch.; J.-C. Ott, ing.  
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; R. Guye, ing.  
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.  
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;  
M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »  
Président: D. Bonnard, ing.  
Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; J. Favre,  
arch.; A. Robert, ing.; J.-P. Stucky, ing.  
Adresse: Avenue de la Gare 10, Lausanne

## RÉDACTION

D. Bonnard, E. Schnitzler, S. Rieben, ingénieurs; M. Bevilacqua,  
architecte  
Rédaction et Editions de la S.A. du « Bulletin technique »  
Tirés à part, renseignements  
Avenue de Cour 27, Lausanne

## ABONNEMENTS

1 an . . . . .	Suisse	Fr. 34.—	Etranger	Fr. 38.—
Sociétaires . . . . .	»	» 28.—	»	» 34.—
Prix du numéro . . . . .	»	» 1.60		

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,  
N° II 57 75, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, vente au  
numéro, changement d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie  
La Concorde, Terreaux 29, Lausanne

## ANNONCES

Tarif des annonces:	
1/1 page . . . . .	Fr. 350.—
1/2 » . . . . .	» 180.—
1/4 » . . . . .	» 93.—
1/8 » . . . . .	» 47.—

Adresse: Annonces Suisses S.A.  
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. Lausanne et succursales



## SOMMAIRE

Les grands travaux d'assainissement de Genève, par Y. Maystre, ingénieur dipl. EPF-SIA.  
Propos sur le bruit d'un aéroport, par Jean Stryjenski, architecte, Genève.  
Les congrès. — Bibliographie. — Documentation du bâtiment. — Nouveautés, informations diverses.

## LES GRANDS TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT DE GENÈVE

par Y. MAYSTRE, ingénieur dipl. EPF-SIA<sup>1</sup>

Au cours des prochaines années, le Département des travaux publics du canton de Genève va réaliser les deux installations principales du programme d'assainissement: une station d'épuration biologique des eaux usées pour 400 000 habitants et une usine de traitement des ordures ménagères et autres résidus urbains solides pour la même population. Elles représenteront ensemble un investissement de près de 70 millions de francs et leur exploitation coûtera environ 1,5 million par an. Une telle importance justifie à elle seule l'exposé des conceptions que nous avons mis à la base de ces projets, mais nous pensons qu'il présentera certainement un intérêt général pour nos collègues de la SIA, et à ce titre nous l'avons choisi pour le *Bulletin* du centenaire de la section genevoise de la SIA.

Une station d'épuration des eaux usées, une usine de traitement des ordures sont de véritables complexes industriels. Ils doivent être conçus en fonction de l'acheminement des matières à traiter et offrir les meilleurs résultats techniques aux moindres frais. Comme toutes les entreprises d'intérêt public, ils doivent offrir une sécurité de marche éprouvée. Cette sécurité passe même avant les questions de rentabilité.

Soulignons d'emblée un caractère tout à fait particulier à ces installations: elles doivent traiter une matière première dont la quantité et la qualité actuelles sont mal connues et dont surtout les variations dans l'avenir sont imprévisibles à longue échéance. Deux exemples suffiront: qui pouvait prévoir, il y a trente ans, l'introduction sur le marché des détergents synthétiques? Ils ont passablement perturbé le fonctionnement des stations d'épuration existantes et obligé les responsables à des prouesses d'imagination assorties de dépenses importantes pour faire face à ce phénomène. L'apparition des emballages en matières plastiques a bouleversé les bases des calculs thermiques des constructeurs d'usines d'incinération. Ce caractère particulier des installations de traitement des résidus urbains solides et liquides — c'est ainsi que l'on regroupe les eaux usées, les ordures ménagères et les déchets industriels — appelle deux notions fondamentales dans la conception: les schémas multiples et la structure ouverte.

<sup>1</sup> Chef de la Division d'assainissement du Département des travaux publics du canton de Genève.

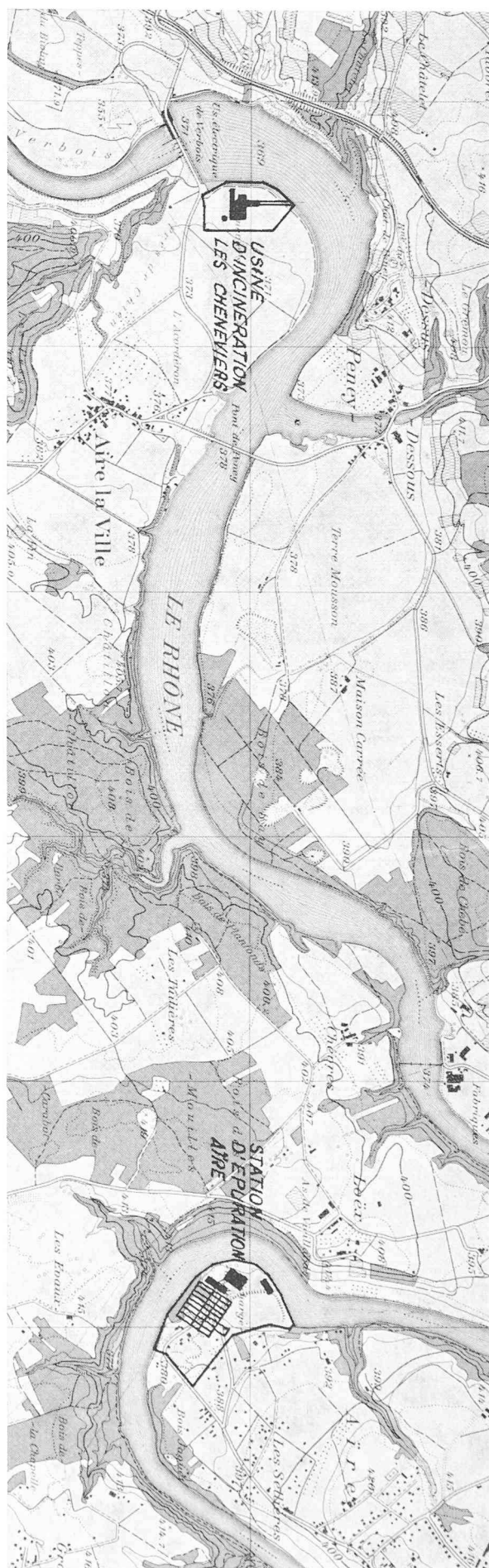
Le traitement des résidus urbains comporte plusieurs opérations en parallèle ou en série. Ainsi les eaux usées sont dessablées, décantées, aérées puis décantées une seconde fois et ces opérations sont complétées par plusieurs recyclages. Le nombre de possibilités de recyclage et celui d'intervention d'ouvrages est un indice de la souplesse de l'installation. Dans l'esprit du constructeur, telle succession des opérations permet aujourd'hui d'obtenir le meilleur résultat ; mais demain le débit ou la nature de l'eau usée auront varié et un autre schéma se révélera plus rationnel. S'il n'a pas été prévu par le constructeur dans la conception même de l'installation, sa réalisation exigera des modifications — donc des dépenses — importantes. Cet « autre » schéma ne pouvant être connu aujourd'hui, il ne reste qu'une solution au constructeur averti : prévoir le maximum d'« autres », c'est-à-dire des schémas multiples.

La structure ouverte est également un indice de la souplesse de l'installation. Une usine ou une station peuvent être conçus comme un tout, quelque chose de fini, d'achevé. Ou bien, l'agencement des parties de l'installation peut réserver des extensions de tel ou tel élément. Ainsi une usine mixte de traitement des ordures peut comporter une aile incinération et une aile compostage qui permettront d'agrandir l'usine selon les besoins, c'est-à-dire non seulement en fonction du tonnage à traiter mais de la nature des produits que l'on désire obtenir.

Le péril croissant que représente la pollution des eaux naturelles par les déversements d'eaux usées et des décharges d'ordures, avec les menaces que cela entraîne pour la santé publique, a incité les autorités à élaborer puis réaliser un programme d'assainissement à l'échelle cantonale. Contrairement à ce qui s'est fait dans la plupart des autres cantons, le département des travaux publics a pris la chose en main directement au lieu de renvoyer le problème aux communes. Ce programme a résolu ensemble les problèmes d'évacuation et de traitement des eaux usées et des ordures : la tradition des services publics avait partout séparé le problème des eaux usées et celui des ordures. La tendance actuelle est néanmoins à un regroupement de ces problèmes et l'on peut relever avec satisfaction que le canton de Genève a su d'emblée adopter la bonne voie.

Le programme d'assainissement définit les zones d'écoulement des eaux usées, ou bassins d'assainissement, et les zones de collecte des ordures ménagères. Les premières sont fonction de conditions topographiques, les secondes de calculs économiques concernant les frais de transport jusqu'à un point unique de déverse. On notera l'étroite parenté entre de tels problèmes et ceux plus généraux de l'urbanisme. L'importance d'un programme d'assainissement, l'importance des installations de traitement des résidus obligent à des prévisions à long terme, c'est-à-dire des pronostics sur la population à desservir et sur sa répartition géographique. La première est d'ordre démographique et dicte les possibilités d'extension qu'il faut absolument réserver si l'on ne veut pas être obligé de repenser tout le problème dans un bref avenir. La seconde est la matière même de l'urbanisme : elle dicte l'implantation de telles installations de traitement en fonction du visage futur de l'agglomération et non seulement des besoins immédiats.

Plan de situation



Reproduit avec autorisation du Service topographique fédéral du 28.3.1963

Lorsque nous avons abordé le problème du dimensionnement de la station d'épuration Aïre qui doit nécessairement se situer à l'extrémité du collecteur général des eaux usées, véritable tronc collectant les eaux d'un bassin défini par la topographie des lieux, nous avons d'abord cherché à connaître quel pourrait être le plafond de population de ce bassin : ceci afin de réserver les terrains nécessaires à toute extension désirable même dans un avenir assez éloigné et à ne pas obliger de repenser tout le problème. Une étude d'urbanisme et de démographie nous a conduit à adopter le chiffre de 800 000 habitants environ pour le bassin de la station d'épuration. C'est sensiblement le même chiffre que nous avons trouvé pour la zone de collecte de l'usine de traitement des ordures des Cheneviers. L'écart énorme entre la population actuelle et ce chiffre qui, de plus, pourra être atteint dans un temps variant entre 60 et 150 ans selon les hypothèses, explique l'importance que nous avons accordée aux schémas multiples et à la structure ouverte : nous y reviendrons dans la description de ces deux grandes installations.

Cet écart explique également l'implantation des installations. La station d'épuration de l'agglomération genevoise sera construite à Aïre, car ce lieu est le plus proche à l'aval de l'agglomération qui soit à la cote nécessaire — une station d'épuration doit toujours être dans un point bas — et qui offre une surface suffisante pour la construction des bassins pour 800 000 habitants et même seulement pour 400 000 habitants, soit la moitié, chiffre qui sera atteint dans un avenir très proche. L'usine de traitement des ordures a été implantée tout à fait en dehors de l'agglomération, car la possibilité de transporter les ordures par voie d'eau entre la Jonction et Verbois enlevait tout intérêt à une solution intermédiaire. L'hygiène et l'économie exigent que les parcours des camions opérant la levée des ordures soit minimum, impliquent donc une position centrale de l'usine qui était rejetée pour des raisons d'urbanisme. L'implantation de l'usine aux Cheneviers est une solution qui a paru révolutionnaire à certains mais dont l'avenir confirmera la justesse, car elle a permis de concevoir les installations et leur extension de manière totale en laissant toute leur importance aux deux notions fondamentales que nous avons définies.

### La station d'épuration Aïre

Le schéma général annexé présente dans une variante sans digestion l'emprise générale des divers ouvrages qui composeront la station d'épuration. On distingue deux groupes bien définis : le premier constitué par tous les bassins traitant les eaux usées. Ce sont, par ordre d'entrée, le dessableur-déshuileur, le décanteur primaire, le bassin d'aération et le décanteur final. Ces bassins, disposés en cascade, doivent être étudiés comme un tout : leur surface est déterminée par les calculs hydrauliques et d'épuration, leur cote par le calcul des pertes de charges à travers la station d'épuration. Le second groupe d'ouvrages comprend toutes les étapes du traitement des boues : épaissement puis déshydratation.

La partie traitement des boues est avant tout un problème d'équipement et la construction est essentiellement du bâtiment. En effet, nous n'avons pas renoncé à la digestion des boues, bien qu'elle ne représente plus une solution complète mais simplement une opération intermédiaire supplémentaire. Le problème général du traitement des boues est encore à l'étude et trop d'éléments nous sont encore inconnus aujourd'hui pour que nous fassions autre chose que d'aborder ce thème dans le présent article.

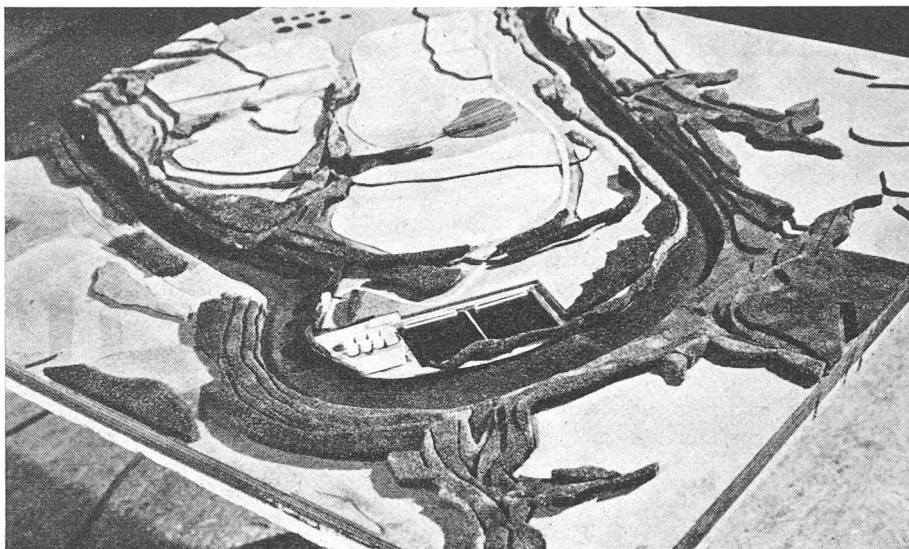
Pour l'ingénieur civil, les bassins de traitement des eaux

usées sont une série de boîtes en béton que l'on a intérêt à placer au même niveau — simplicité des travaux de terrassement et de fondation — et dont les parois doivent être planes. Pour le constructeur, ces mêmes bassins sont désincarnés jusqu'à devenir des enveloppes de l'équipement destiné à traiter les eaux usées. Il ne s'arrête pas aux complications des formes si elles sont justifiées par l'élégance des résultats hydrauliques. Là réside toute la difficulté, car si l'on recherche les solutions optima, il faut concilier les points de vue souvent contradictoires.

Pratiquement, nous avons procédé comme suit : après avoir esquissé une première étude constituant en quelque sorte l'enveloppe des solutions, nous avons chargé un ingénieur civil de l'étude des principes de construction des bassins. Cette étude a montré l'intérêt de la préfabrication d'éléments en béton et de coffrages, l'intérêt d'une structure orthogonale avec des axes de forces à deux cotes des ouvrages (radier et couronnement). Ainsi, nous avons été amené à restreindre les possibilités du constructeur, car nous lui avons imposé d'emblée la forme rectangulaire pour les décanteurs. Les décanteurs circulaires sont très à l'honneur pour les grandes stations, mais nous leur avons préféré les décanteurs rectangulaires car ils permettront mieux de réaliser une structure ouverte. La première étape de construction de la station d'épuration est prévue pour 400 000 habitants. Mais les vraies bases de calcul sont le débit des eaux usées et leur degré de pollution. Or, ces bases sont assez mal connues et nous avons été obligé de tabler sur les moyennes suisses. Si l'accroissement démographique est plus rapide que prévu ou si les bases réelles pour Genève sont supérieures aux moyennes suisses, il faudra procéder à une extension de la station dans un futur plus rapproché que celui prévu actuellement. Alors se posera la question : de combien faut-il agrandir ? Si les tranches de la première étape sont de 100 000 ou 200 000 habitants, cela obligera peut-être à agrandir la station de plus que le nécessaire. Des tranches plus petites permettront de serrer la réalité et les besoins de beaucoup plus près. Nous avons prévu huit tranches identiques pour la première étape avec une disposition orthogonale des bassins juxtaposés qui permette de faire plusieurs joints de reprise. Toutes les possibilités d'extension sont ainsi réalisables : on pourra augmenter le nombre des décanteurs primaires seulement, parce que l'expérience aura montré que le taux d'épuration peut être abaissé par rapport aux prévisions. Ou bien on pourra augmenter le nombre des bassins d'aération seulement parce que le degré de pollution des eaux usées ou même la nature de cette pollution l'exige. C'est ce que nous avons appelé la structure ouverte pour laquelle les bassins circulaires sont moins bien adaptés.

La seconde étape de l'étude a consisté en un concours international pour l'équipement de la station d'épuration. Les bases de ce concours étaient données par la première étude de l'ingénieur civil. Nous avons choisi la formule du concours pour obtenir plusieurs projets élaborés dans des conditions semblables et sur les mêmes bases, le but étant non pas d'obtenir le prix le plus bas pour l'équipement, mais la meilleure étude. Le concours imposait aux constructeurs la notion des schémas multiples : tous les circuits hydrauliques devaient être possibles et même automatisés. Par exemple, nous avons demandé que le débit jusqu'à 20 000 m<sup>3</sup>/h soit équiréparti entre les huit tranches de la station, que la tranche de débit entre 20 000 et 45 000 m<sup>3</sup>/h soit équirépartie entre les décanteurs primaires seulement, pour être évacuée directement au Rhône après décantation, enfin que, pour les débits compris entre 45 000 et 90 000 m<sup>3</sup>/h, six décanteurs primaires seulement traitent 45 000 m<sup>3</sup>/h pour envoyer ensuite dans les huit bassins d'aération une tranche de 20 000 m<sup>3</sup>/h, rejeter au Rhône une tranche de 25 000 m<sup>3</sup>/h, tandis que les deux autres décanteurs primaires dégrossissent le débit supplémentaire avant de le renvoyer au Rhône. Ces possibilités étaient à compléter par toutes les variantes de recirculation d'une partie du débit et par les différentes possibilités d'alimentation en série ou en parallèle, étagée ou non des bassins d'aération. Ces exigences sont explicables : nous voulons que celui qui aura la responsabilité de la marche de la station dans vingt ans par exemple, trouve à sa disposition une possibilité de traitement qui réponde au débit et à la qualité des eaux usées d'alors sans devoir transformer complètement les ouvrages. A ceux qui jugeront une telle prétention audacieuse, nous répondrons qu'elle est non seulement justifiée, mais parfaitement réalisable. La visite et la comparaison de dizaines de stations nous a convaincu de cela et le résultat du concours a confirmé cette conviction.

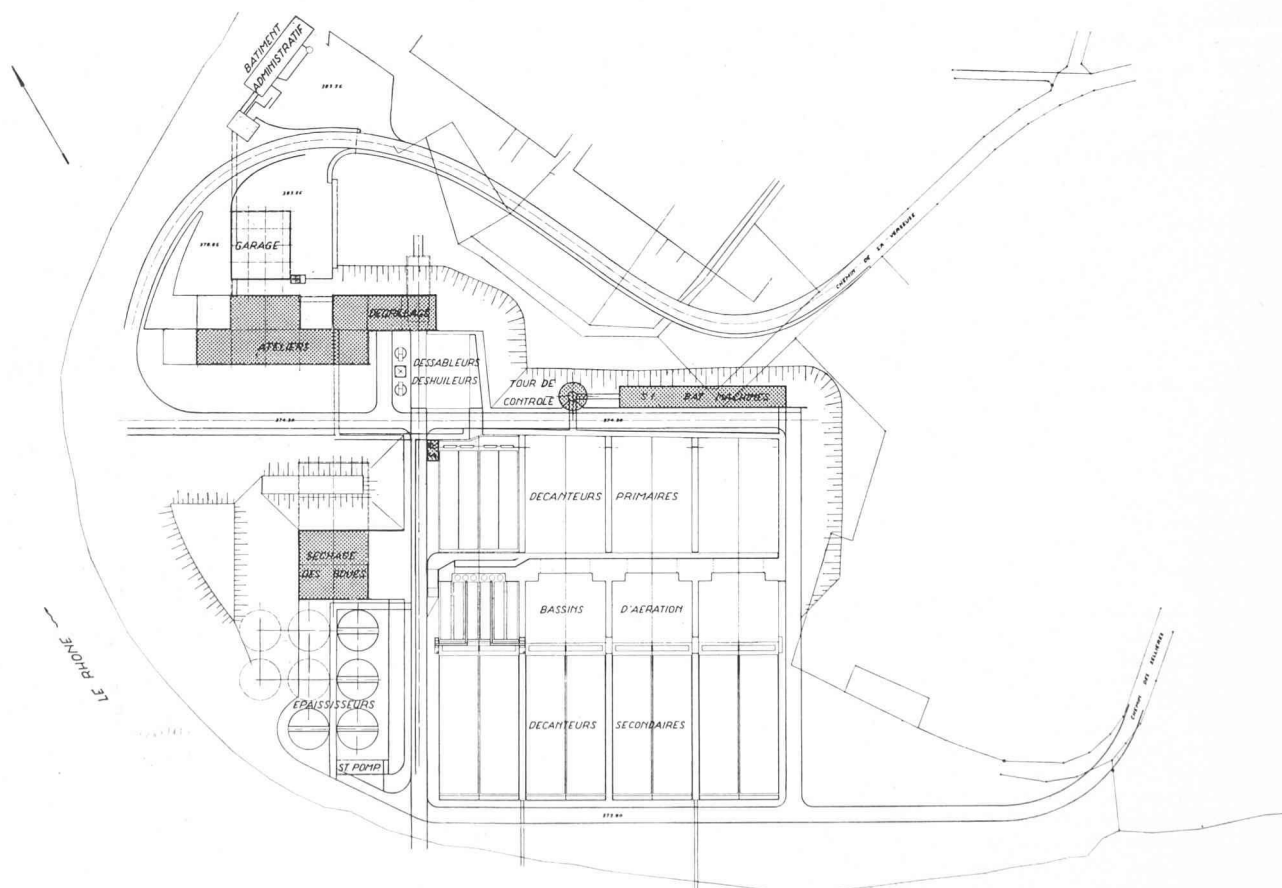
Maquette générale de la station d'épuration des eaux usées à Aire (étape définitive: 800 000 habitants).



Le projet retenu propose une solution originale et très élégante de tous les réglages de débit au moyen de siphons partialisés autostables. Ces appareils, commandés et réglés par un circuit d'air et par un circuit de vide, permettent un réglage très précis et de nombreuses possibilités. Cette technique est déjà couramment appliquée pour les stations de filtration des eaux potables et se révélera très utile sur la station d'épuration Aire. Outre leur réglage précis, ces siphons ont l'avantage d'une perte de charge très faible. Nous avons été sensible à cet argument, car toutes les eaux usées doivent être relevées pour arriver à la station d'épuration et les frais de pompage seront importants. Enfin, ces siphons permettent d'établir un système central de commande, c'est-à-dire de pousser l'automatisation de la station d'épuration.

La comparaison des huit projets remis a révélé que le coût du génie civil augmenté du coût de l'équipement accuse moins d'écart par rapport à la moyenne que le coût de l'équipement mécanique seul. Autrement dit, un équipement mécanique bon marché implique généralement un coût plus élevé pour le génie civil qu'un équipement plus coûteux.

Finalement, le coût proprement dit de l'équipement offert n'a pas joué un grand rôle et c'est dans la mesure où il répondait le mieux aux exigences de structure ouverte, de schémas multiples et de frais d'exploitation moindres que le projet a été retenu. Nous allons pouvoir aborder la troisième étape de l'étude préliminaire: une nouvelle analyse faite par l'ingénieur civil sur la base de certaines exigences, maintenant définitivement adoptées, du constructeur désigné. Ainsi



Station d'épuration Aire. — Situation.

par approximations successives, nous serons arrivé à la conception la plus fructueuse du projet et nous pourrons passer à l'étude d'exécution.

Le traitement des boues est beaucoup plus compliqué et, malheureusement, il ne sera guère possible, une fois un procédé retenu, de prévoir de nombreux schémas d'écoulement. Bien sûr, la disposition des installations permettra toujours de tenir compte des exigences d'une structure ouverte, mais le choix d'un procédé nous engagera définitivement sur une voie. Pour qui connaît les incertitudes qui règnent partout dans le monde en ce qui concerne la technique du traitement des boues, il est clair que ce choix est délicat. Aussi le département a-t-il installé deux procédés de traitement des boues digérées ou fraîches à l'usine de Villette, pour faire des essais préliminaires. L'intérêt de la digestion apparaît chaque jour plus problématique, car la production d'énergie (gaz méthane) par une source autonome de si faible capacité a perdu son intérêt à l'heure actuelle : les combustibles sont distribués en telle quantité sur le marché européen qu'une petite centrale d'énergie ne présente plus d'intérêt pour l'avenir. La caractéristique du gaz de digestion diffère sensiblement de celle du gaz de ville : une combinaison n'est donc pas souhaitable et diminue encore l'intérêt que pourrait représenter la production de gaz.

La réduction du volume des boues par digestion semble avoir son revers : la diminution de la « filtrabilité » des boues, qui sont plus chargées de matières colloïdales après digestion.

Un nouveau concours international a été lancé pour une installation complète de traitement des boues fraîches et le Département des travaux publics de Genève sera obligé de faire un choix définitif avant la fin de l'année pour respecter le programme d'ensemble des travaux d'assainissement.

L'examen des offres montrera l'avantage d'une incinération séparée des boues ou au contraire l'avantage d'un mélange de boues déshydratées avec les ordures : on a prévu la possibilité de transporter les boues par voie d'eau en même temps que les ordures à l'usine des Cheneviers en vue d'un compostage.

### L'usine de traitement des ordures Les Cheneviers

La notion des schémas multiples est à l'origine de l'implantation de l'usine des ordures au lieu dit Les Cheneviers, juste en amont du barrage de Verbois. La longue querelle entre les partisans du compostage et ceux de l'incinération conduite sous les étendards « Le feu purifie tout » et « L'humus c'est la vie » est trop connue pour que nous en rappelions les phases. Son origine doit être recherchée dans la nature même des ordures qui sont un « combustible organique ». C'est dire qu'elles peuvent être soumises à une combustion thermique (incinération) ou biochimique (compostage) qui sont toutes deux des processus exothermes. Les incidences pratiques d'un choix entre ces deux procédés sont importantes car l'un permet de produire de l'énergie mais laisse un important résidu de matières inertes à mettre en décharge, tandis que l'autre produit un terreau utilisable comme amendement en culture intensive.

Subordonner le choix d'un des procédés aux utilisations possibles des sous-produits revenait à faire dépendre les problèmes techniques, primordiaux dans une installation dont on ne tolérera par la suite aucune défaillance, de considérations économiques assez aléatoires. Nous avons préféré allier les deux procédés dans une installation mixte pour satisfaire à l'exigence des schémas multiples. Ce choix entraînait nécessairement une implantation hors de l'agglomération. La difficulté sur le plan des affaires publiques a été d'arrêter les pourcentages réciproques des deux procédés de traitement des ordures dans une usine mixte. La proportion majoritaire pour l'incinération a été préférée, malgré son coût plus élevé. Nous avons nuancé cette décision en conservant la possibilité de modifier dans l'avenir la proportion des deux procédés en fonction des expériences acquises et des besoins futurs grâce à une structure ouverte.

Nous avons déjà dit que l'implantation d'une usine de traitement des ordures et autres déchets urbains solides doit être fonction de l'acheminement des matières. Une étude économique poussée a montré l'importance des frais de transport à l'usine des ordures et autres déchets d'une part, de l'évacuation des cendres et mâchefers — en tonnage, 40 % des ordures incinérées — à une décharge. On sait que les frais de transport par voie d'eau sont infiniment moins

coûteux que ceux de transport par route. Or, nous avons la chance de disposer à Genève d'un tronçon navigable du Rhône entre la Jonction et Verbois. Les études ont montré qu'un long parcours fluvial des ordures suivi d'un court transport routier des mâchefers est plus économique qu'un long transport routier des mâchefers depuis une usine implantée en ville. Cette constatation jointe au préavis des urbanistes défavorable à une usine d'incinération en ville et à la décision de transformer l'énergie thermique produite par les ordures en courant électrique injecté au réseau général des Services industriels, a déterminé le choix du transport fluvial.

Le quai de chargement des ordures sur barges a été implanté de manière à réduire au minimum le parcours des camions opérant la levée : c'est tant une question de salubrité que d'économie. Le déchargement des barges s'opérera en cale sèche, pour éviter une pollution de l'eau due aux chutes d'ordures tombant du grappin. Par contre, au quai de chargement des ordures, nous avons été contraints de prévoir un système d'écluse, car les possibilités de navigation, vérifiées sur maquette hydraulique, ne permettraient pas d'envisager une rampe de mise à sec. Afin de maintenir un plan d'eau constant, c'est-à-dire une position quasiment rigide de la barge dans la halle de chargement, nous avons prévu de régler le plan d'eau par une écluse : ainsi les ordures déversées par les camions ne pourront pas tomber hors de la barge.

Pour la propulsion, nous avons adopté la technique moderne du poussage.

L'étude de l'horaire des transports a prouvé qu'il faut quatre barges de 600 m<sup>3</sup> de capacité et un seul bateau-poussoir. On disposera d'un agrégat de propulsion complet de rechange pour assurer la sécurité du service. Une maquette hydraulique sera exécutée au 1 : 35 au laboratoire de l'EPÛL pour vérifier expérimentalement les conclusions des études hydrauliques et d'aménagements portuaires.

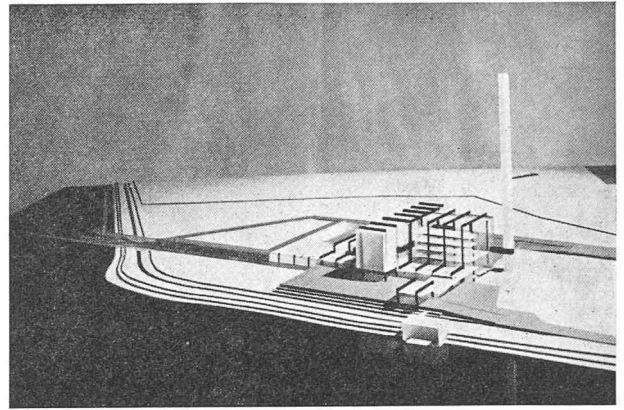
En première étape, seule une partie de l'usine sera construite ; en l'espèce, il s'agit de l'aile incinération. En effet, la conception de l'aile compostage dépend éminemment du problème du traitement des boues, dont nous avons déjà parlé. Si le traitement des boues jusqu'à incinération de la matière sèche se révèle être le plus intéressant, il n'y aura aucun avantage à jumeler la station d'épuration Aire et l'usine de traitement des ordures des Cheneviers. Par contre, si nos idées exposées il y a un an se révèlent justes, il sera intéressant de transporter les boues déshydratées à l'usine de traitement des ordures pour les transformer en compost, par leur mélange avec la partie des ordures la plus riche en matières organiques. Dans ce cas, le transport par voie d'eau deviendra doublement avantageux, car il permettra de charger les boues en cours de route, si l'on peut dire ! En définitive, la décision de construire l'aile compostage est subordonnée à la solution du traitement des boues. Nous décrirons néanmoins l'usine telle qu'elle a été conçue dans son ensemble.

La possibilité d'incinérer ou de composter les ordures présente un double avantage : l'usine comptant deux fours d'incinération, la révision d'un four — opération normale et nécessaire un mois par an — réduit brusquement la capacité de l'usine à 60 % de la normale, compte tenu d'une surcharge du four en service. Les études comparatives ont montré qu'il est plus intéressant de compléter l'usine par un élément de compostage que d'avoir trois fours de capacité moindre. Deuxièmement, il arrive à certaines périodes de l'année qu'une partie des ordures soit très humide (fruits et légumes en automne) et donc difficilement incinérable. On a alors tout avantage à les composter. La capacité de la benne alimentant les goulottes des fours ou des éléments de compostage représente une précision de tri tout à fait suffisante. Ce choix s'inscrit au chapitre des schémas multiples, car les ordures et leurs sous-produits peuvent emprunter divers trajets : on peut incinérer les queues des ordures compostées après triage, ajouter des cendres aux ordures à composter, etc. Bien sûr, la richesse des possibilités n'est pas comparable à celle d'une station d'épuration, mais cela n'est pas non plus nécessaire.

Nous avons donné beaucoup d'importance à la structure ouverte, car les investissements qu'implique l'implantation de l'usine — particulièrement les installations portuaires — excluent toute modification de la solution générale avant un avenir lointain. L'usine des Cheneviers est donc conçue, comme la station d'épuration d'Aire, de manière à pouvoir être agrandie jusqu'à une capacité de 800 000 habitants. Nous avons choisi une disposition en forme de papillon pour

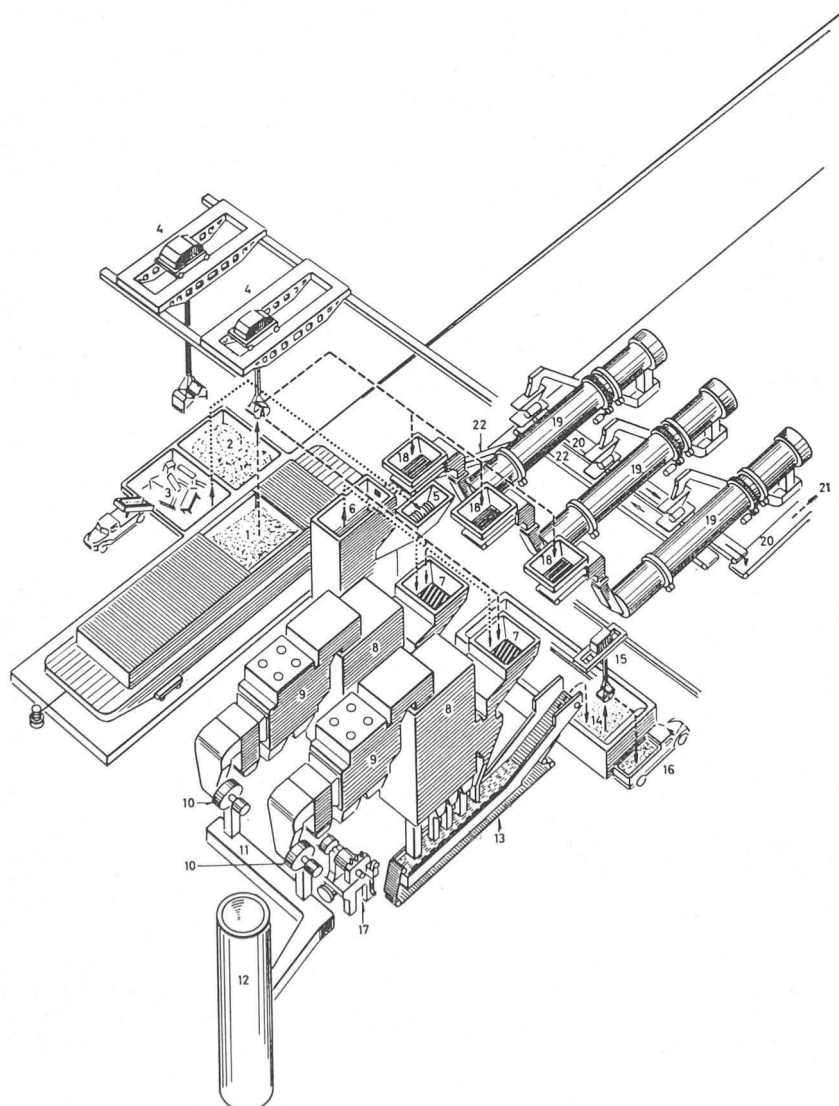
les diverses parties de l'usine : une halle centrale, chemin de la benne d'alimentation, groupera toutes les goulottes. La proportion des ordures acheminées par voie d'eau et de celles des nouveaux quartiers, acheminées par route — n'oublions pas que Genève se développe en direction du sud-ouest, c'est-à-dire des Cheneviers ! — pourra être modifiée par la construction d'un silo à l'extrémité opposée au canal des barges. De plus, les éléments d'incinération et ceux de compostage ont été disposés de part et d'autre de cette halle centrale et tous orientés dans le même sens. Cette disposition permettra en tout temps d'augmenter soit le nombre de fours, soit le nombre d'éléments de compostage et ainsi de varier les proportions des deux procédés en fonction des besoins. Précisons que la cheminée a tout de suite été dimensionnée pour la capacité maximum de l'aile incinération prévisible, soit quatre fours de 200 tonnes/jour.

La représentation perspective de l'équipement de l'usine des Cheneviers permet de comprendre aisément le fonctionnement des installations. Deux bennes preneuses, montées sur pont-roulant, permettent d'extraire les ordures des barges mises à sec ou du silo destiné aux déchets industriels apportés par les privés et aux ordures acheminées directement par camion. Les ordures sont déversées dans les goulottes d'alimentation des fours ou des éléments de compostage. Le compost produit est entreposé sous hangar en attendant sa livraison. Les marges de surcharge permettent de varier la répartition des ordures en fonction des saisons, c'est-à-dire de la demande de compost : on chargera l'aile compostage et procédera à la révision des fours dans les saisons où la demande de compost est forte, et il n'est pas nécessaire de le stocker longtemps. On fera l'inverse le reste de l'année et ainsi les dimensions de l'aire de stockage pour-



Maquette de l'usine de traitement des ordures des Cheneviers

ront être modestes. La chaleur produite par la combustion des ordures est transformée en vapeur dans les chaudières, puis en énergie électrique par un turbogénérateur. Un dixième environ de la production est utilisé pour les besoins internes, le reste sera vendu pour couvrir une partie des frais d'exploitation. Si, dans l'avenir, un important utilisateur de chaleur s'installe dans la région, il sera possible d'utiliser directement la chaleur produite par un troisième ou un quatrième four. Il faut toutefois remarquer qu'une



#### Explication

- 1 Chaland à ordures
- 2 Fosse-silo à ordures
- 3 Marchandise encombrante
- 4 Grue à ordures
- 5 Broyeur
- 6 Fosse à marchandise encombrante broyée et rebut de tamisage

#### Aile incinération

- 7 Trémie d'alimentation
- 8 Four-chaudière de Roll
- 9 Filtre électrostatique
- 10 Tirage forcé
- 11 Canal des gaz de combustion
- 12 Cheminée
- 13 Canal d'évacuation des mâchefers
- 14 Fosse-silo à mâchefers
- 15 Grue à mâchefers
- 16 Emplacement de chargement des mâchefers sur camion
- 17 Groupe turbo-générateur

#### Aile compostage

- 18 Transporteur à ordures
- 19 Biostabilisateur
- 20 Transporteurs de compost
- 21 Dépôt compost
- 22 Transporteur pour rebut de tamisage

Fonctionnement schématique de l'usine de traitement des ordures des Cheneviers

telle usine est avant tout destinée à assurer un service public et que son exploitation ne devrait pas être étroitement subordonnée aux exigences d'un acheteur de chaleur : c'est ce que l'on peut craindre avec une source autonome d'énergie qui n'est pas équipée pour satisfaire aux demandes de pointe en général plusieurs fois plus importantes que la demande moyenne sur laquelle on fonde les calculs de rentabilité.

Les questions d'évacuation et de décharge des mâchefers n'ont pas encore été résolues dans tous les détails, car elles font partie d'un problème plus vaste : la création d'une décharge centrale pour tous les déchets, y compris démolitions et certains terrassements.

### Conclusion

Nous avons intentionnellement présenté ces deux grandes réalisations prochaines du programme d'assainissement sous un jour particulier : les notions d'efficacité et de potentialité nous semblent en effet plus importantes que la simple qualité technique ou la rentabilité au sens étroit du terme. On ne saurait négliger les conditions dans lesquelles ces installations auront été conçues puis réalisées. Après un long sommeil, Genève connaît une véritable explosion démographique et urbaine : une foule de problèmes ont surgi et réclament tous une solution d'autant plus urgente qu'on les a longtemps négligés par le passé. Le temps manque pour rassembler les bases d'étude car bien souvent il faudrait des années d'observation pour être à même de dégager, en plus de valeurs momentanées, leur tendance d'évolution, la dérivée, pour parler mathématiquement. Même si l'on disposait de ce temps, on ne serait pas sûr

que les hypothèses d'évolution ne changeront pas dans l'avenir.

L'adaptabilité est à notre avis la première qualité de projets élaborés dans ces conditions. Nous avons donc cherché à travailler avec une fourchette de solutions assez large, tout en évitant des dépenses supplémentaires excessives de ce chef. Le constructeur d'installations, telles que nous venons d'en décrire, doit remettre à ceux qui seront responsables de leur exploitation des stations ou usines pouvant s'adapter avec le temps aux conditions réelles — qualité et quantité des matières traitées — et même à leurs variations, c'est-à-dire pouvant travailler de manière rationnelle et rentable. Ce souci constant, nous serions presque tentés de dire cette hantise, a été à l'origine des deux notions définies puis illustrées dans cet article : les schémas multiples et la structure ouverte. Nous avons sans cesse cherché à deviner dans quelles conditions ces installations travailleront dans vingt ou trente ans, puis de les penser en fonction de ces pronostics.

Le programme d'assainissement de Genève représente un investissement si important qu'il a paru indispensable de rechercher des solutions de caractère définitif, c'est-à-dire valables au moins aussi longtemps que la vie prévisible des ouvrages à construire. Nous avons voulu voir loin et concevoir des installations qui restent « jeunes » parce qu'elles contiennent en germe de nombreuses possibilités d'évolution, parce qu'elles ne sont pas l'achèvement d'une manière de voir, mais au contraire son point de départ.

## PROPOS SUR LE BRUIT D'UN AÉROPORT

par JEAN STRYJENSKI, architecte, Genève

### Avion

L'avion est aujourd'hui la source de bruit la plus puissante, et avec le développement de l'aviation supersonique, le déchet de l'énergie sonore ira en augmentant. D'autre part, la lutte contre le bruit à la source même a des limites techniques et économiques. En conséquence, il est indispensable que le planificateur tienne compte du développement prévisible de l'aviation civile et commerciale et qu'il réserve les zones de bruit pour recevoir les aéroports sans incommoder une grande partie de la population.

### Aviation civile

Aussi longtemps que l'aviation civile utilisera des petits appareils à moteur à explosion, le bruit en sera supportable et n'affectera qu'un périmètre assez restreint à proximité de l'aéroport. De plus, on pourra exiger d'équiper les appareils de silencieux (par exemple Frankfurter Topf), dont les essais ont donné de bons résultats sans diminuer la puissance. Le tableau 1 présente les intensités approximatives du bruit des avions civils et des hélicoptères :

TABLEAU 1 (fig. 1)

Hélicoptère « Bell 47 » au décollage, env. à 20 m	100 dB
Hélicoptère « Bell 47 » au décollage, env. à 20 m, avec silencieux « Frankfurter Topf » . . . . .	85 dB
Hélicoptère « Bell 47 » immobilisé à la hauteur de 150 m, avec « Frankfurter Topf » . . . . . env.	75 dB
Avion « Do 27 » avec deux « Frankfurter Topf », à 20 m environ, plein gaz . . . . .	80 dB
Même avion avec le même équipement en vol, à 200 m environ . . . . .	70 dB
(Ce bruit est inférieur au bruit d'une voiture à environ 30 m de distance.)	

La situation changera quand l'aviation civile passera aux avions à réaction. L'innocent bruit d'un Piper sera remplacé par le grondement intense d'un réacteur. Pour cette raison, en choisissant l'emplacement d'un aéroport civil, il sera prudent de compter avec ce développement et de le prévoir dans la zone du bruit ou le cas échéant d'inscrire les servitudes limitant l'intensité et le spectre du bruit.