

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 85 (1959)  
**Heft:** 15

**Artikel:** Actualité industrielle (5)  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-64127>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

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

## Conclusions

Les essais sur modèle exigent une connaissance approfondie aussi bien des lois de la statique que des matériaux utilisés pour le modèle et pour l'ouvrage réel. L'exécution des mesures et leur interprétation demandent de leurs auteurs une précision d'horloger alliée à une grande intuition statique. Les frais du modèle, mais surtout l'exécution et la répétition nécessaire des nombreuses mesures, leur contrôle, leur mise en valeur, sont la cause du coût relativement élevé d'un essai sur modèle sérieux. Il n'est naturellement pas possible d'évaluer ces frais en fonction du coût de la construction et ils s'ajouteront, d'une manière générale, aux honoraires d'ingénieurs calculés suivant les normes S.I.A.

Da Rocha, qui possède à Lisbonne un laboratoire très actif, a communiqué au dernier congrès de Venise qu'un essai sur modèle coûtait de 3000 à 10 000 dollars, suivant son importance. Un essai sur modèle effectué dans l'esprit de ce que je viens d'exposer devrait

coûter de 5000 à 20 000 fr. Ceci à titre de simple indication d'un ordre de grandeur. Ces frais seront toujours modestes vis-à-vis des avantages techniques et économiques qui en résulteront pour la construction.

Les essais sur modèles donnent à l'ingénieur le moyen de dimensionner de la manière la plus rationnelle les constructions les plus compliquées et offrent des possibilités d'auscultation de la construction encore insuffisamment explorées, par exemple pour les effets dynamiques. Ils entreront en ligne de compte et seront souvent indispensables toutes les fois que les méthodes de calculs statiques ne permettront pas de saisir avec une exactitude suffisante le comportement de l'ouvrage réel. Toutefois l'essai sur modèle sera toujours accompagné d'un calcul statique plus ou moins poussé, les deux systèmes d'investigation se complétant et se vérifiant mutuellement.

Il est certain que l'essai sur modèle deviendra *l'instrument de travail indispensable* de tout ingénieur désireux de construire sous le signe de *l'audace et de la vérité*.

## ACTUALITÉ INDUSTRIELLE (5)

### Un nouveau générateur thermique

#### Généralités

Les Ateliers des Charmilles, Usine de Châtelaine, viennent de terminer la mise au point d'un nouveau générateur thermique, capable de produire de l'eau chaude, de la vapeur ou de l'air chaud, à partir d'une idée originale de M. André Hool, ingénieur, et de travaux effectués en commun avec M. Samuel Rieben, ingénieur.

Ce nouvel appareil, baptisé « Générateur thermique CC », est basé sur le principe de la combustion pulsatoire, qui offre de nombreux avantages lorsqu'il s'agit de réaliser une installation simple, peu encombrante, bon marché à l'achat et à l'entretien, légère, maniable et d'un fonctionnement souple.

La combustion pulsatoire assure une transmission de chaleur intense, qui peut atteindre et même dépasser la valeur de 70 000 kcal/m<sup>2</sup> h, grâce à l'absence pratique de couche-limite, à la très grande vitesse des gaz chauds (déplacement à la vitesse du son, soit, pour une température moyenne de 1500° K, une vitesse de 775 m/s) et à une pression relativement élevée.

Etant donné le très grand flux de chaleur, il est possible de prévoir des surfaces d'échange très faibles, d'où *légèreté et faible encombrement*. D'autre part, la combustion pulsatoire s'entretient d'elle-même, par autorégulation, ce qui permet la suppression du ventilateur et de toute pièce mobile, d'où *simplicité et facilité d'entretien*.

La combustion pulsatoire s'accompagne toutefois d'un phénomène quelque peu restrictif, à savoir la production d'ondes acoustiques assez intenses. Suivant le genre d'utilisation du générateur, il est cependant possible d'atténuer considérablement le bruit, mais au détriment de la légèreté et de la simplicité de l'installation.

#### Dimensions et performances<sup>1</sup>

Les constructeurs ont présenté deux prototypes éprouvés (les modèles CC 451 et CC 452), d'une puissance thermique effective (puissance mesurée dans l'eau ou la vapeur) de 20 000 à 35 000 kcal/h, selon les besoins.

<sup>1</sup> Les poids, dimensions et contenances indiqués se rapportent strictement aux deux prototypes fabriqués. Les modèles de série pourraient naturellement présenter des valeurs différentes.

L'installation comprend *une chaudière* (en un seul élément : modèle CC 451, ou en deux éléments de même longueur : modèle CC 452) et *un agrégat de démarrage*.

	Chaudière CC 451	Chaudière CC 452	Agrégat de démarrage
Longueur (m)	2,0	2,0	0,53
Diamètre hors-tout (m)	0,19	0,1	0,21
Contenance (litres)	48,5	45,7	10,0 (carburant)
Poids à sec (kg)	13,8	16,5	15,3

Comme carburant, on utilise de la simple benzine.

L'agrégat de démarrage est pourvu d'une bouteille d'air comprimé de 2 litres, assurant plus de 100 démarrages. Le circuit électrique est alimenté par six piles de poche de 1,5 volt chacune, garantissant plus de 2000 démarrages.

Le prix de vente de l'installation complète (chaudière et agrégat de démarrage) est inférieur à 1500 fr.

Contrairement à ce qu'on observe pour les autres installations thermiques, le rendement global du générateur thermique CC augmente à charge partielle, et peut atteindre 40 % environ, valeur représentant un prix de revient du kWh équivalent transmis à l'eau inférieur à 10 centimes.

En fonctionnement, le générateur thermique CC peut travailler *par accumulation* ou *en service continu*. De plus, le modèle CC 452, qui comporte deux éléments montés bout à bout, peut fonctionner *en série* (mêmes performances que le CC 451, en une seule pièce) ou *en parallèle*, ce qui permet alors de délivrer deux débits d'eau simultanés à des températures différentes, ou de produire en même temps de l'eau chaude et de l'air chaud, ou encore de l'eau chaude et de la vapeur.

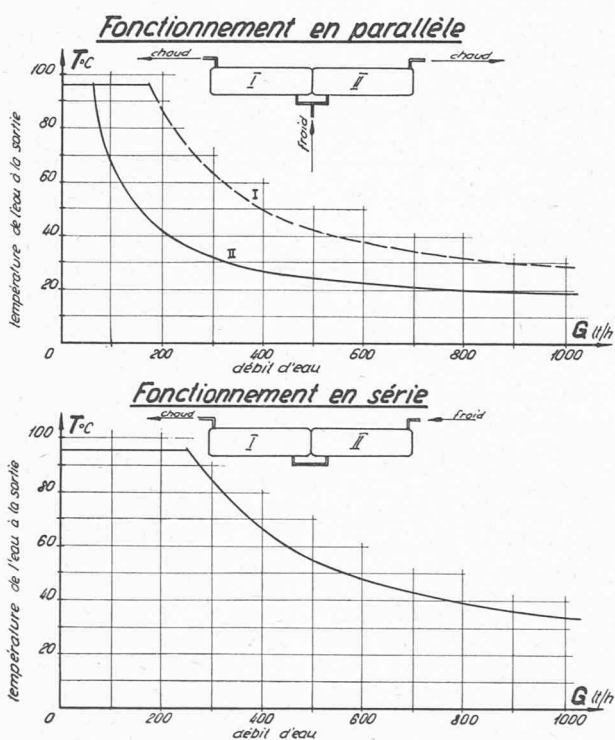
Le graphique de la *figure 3* traduit les performances du générateur thermique CC 452, en charge partielle. On constate ainsi, par exemple, qu'il est possible de débiter 780 lt/h d'eau portée à 40° C (alimentation simultanée de deux postes de douche à plus de 6 lt/min par poste, ou de six lave-mains à un peu plus de 2 lt/min par lave-mains) ou 250 lt/h



Fig. 1. — Présentation des deux prototypes mis au point. Au premier plan : le générateur thermique CC 451, en une seule pièce ; au milieu : le générateur thermique CC 452, en deux éléments de même longueur ; à l'arrière-plan : l'agrégat de démarrage, en position verticale.

d'eau bouillante, et ceci pour une température initiale de l'eau de 13° C.

A pleine charge, il est possible d'obtenir jusqu'à 1400 lt/h d'eau à 40° C ou jusqu'à 450 lt/h d'eau bouillante.



Ateliers des Charmilles S.A. Usine de Châtelaine

Fig. 3. — Graphique traduisant les performances à charge partielle du générateur thermique CC 452, en fonctionnement en parallèle et en série. Température de l'eau en fonction du débit.

Buse :  $\varnothing$  0,6 mm  
Carburant 6 kg/h  
Pression carburant : 2,5 kg/cm<sup>2</sup>  
Densité du carburant : 0,72  
Température initiale de l'eau 13° C.

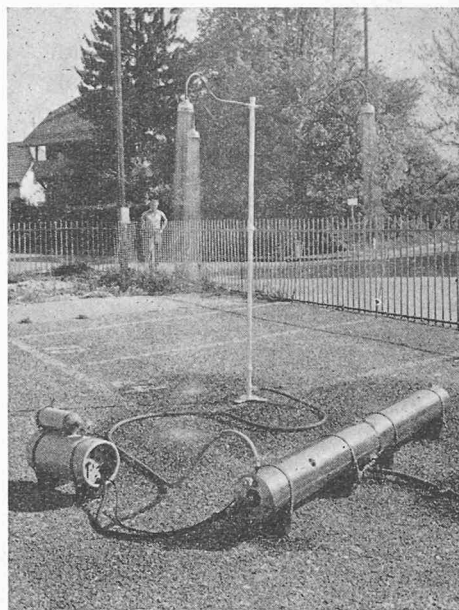


Fig. 2. — Le générateur thermique CC 452 en fonctionnement. Dans le cas particulier, il s'agit de l'alimentation simultanée de trois postes de douche. L'agrégat de démarrage se trouve en position horizontale.

Les constructeurs ont envisagé de nombreuses applications du générateur thermique CC. Par exemple, l'équipement de certains refuges et cabanes du Club alpin, pour l'approvisionnement en eau chaude instantanée ou par accumulation ; l'alimentation en eau chaude de certains chantiers de grands travaux ; la production de vapeur pour des agrégats mobiles de distillation d'eau de mer destinés à l'équipement des bateaux de haute mer ; l'alimentation en air chaud de postes mobiles de séchage ou de sablage à chaud.

La Protection civile présente également un certain nombre de possibilités d'utilisation du générateur thermique CC, en particulier dans le domaine des services sanitaires, de la subsistance et de l'aide aux sans-abri. Récemment, à l'occasion d'un grand exercice combiné de Protection civile, à Neuchâtel, les constructeurs du générateur thermique CC ont mis un de leurs appareils à disposition, appareil qui a suffi à couvrir tous les besoins en eau chaude des services sanitaires et d'hygiène engagés lors de l'exercice.

Enfin, grâce à la polyvalence du générateur thermique CC, il est possible d'assurer simultanément le chauffage par air chaud de postes militaires sanitaires (postes opératoires de campagne) et l'alimentation en eau surchauffée et en vapeur des appareils de stérilisation.

La figure 1 représente les deux prototypes mis au point (CC 451 et CC 452). La figure 2 montre le générateur thermique CC 452 en fonctionnement, tandis que la figure 3 reproduit un graphique traduisant les performances à charge partielle du générateur thermique CC 452 en fonctionnement en parallèle et en série.

#### Les calculateurs électroniques au service de l'ingénieur<sup>1</sup>

Le développement très rapide de l'industrie et de l'économie tout entière nécessite des moyens de calcul

<sup>1</sup> Résumé d'une causerie tenue par M. P.-A. Bobillier, ingénieur EPUL, licencié es sciences, devant le Groupe des ingénieurs de l'industrie de la Section genevoise de la S.I.A. M. Bobillier a bien voulu nous remettre lui-même ce résumé.

toujours plus poussés. Ces moyens s'avèrent d'autant plus nécessaires que la pénurie de personnel qualifié devient toujours plus alarmante.

Afin que les bureaux d'ingénieurs, les entreprises moyennes et petites puissent bénéficier comme les grandes industries des avantages considérables offerts par les grandes calculatrices électroniques, la Compagnie IBM a créé des *Centres de Calcul* (26 fonctionnent actuellement, dont 7 en Europe et 1 en Suisse) qui offrent à leurs clients les possibilités suivantes :

- Résoudre tous leurs problèmes de calcul, dans quelque domaine que ce soit.
- Utiliser des machines extrêmement puissantes pour des temps quelconques, même pour quelques minutes seulement.
- Suivre des cours de programmation de ces machines.

Les spécialistes du Centre de Calcul ont des formations diverses, ce qui leur permet de traiter pratiquement tous les problèmes qui se posent.

Les problèmes déjà résolus par le Centre IBM suisse peuvent être groupés en trois domaines :

- Calcul scientifique et technique.
- Planning et recherche opérationnelle.
- Problèmes commerciaux et comptables.

Voici quelques exemples types d'applications dans le domaine technique :

*Génie civil* : barrages, chambres d'équilibre, lignes électriques, propagation d'ondes, systèmes hyperstatiques, régulation des laes communicants, photogrammétrie, etc.

*Industrie* : vitesses critiques, calculs d'engrenages, réacteurs nucléaires, vibrations de toutes sortes, optique, établissement de tables de tous genres, dépouillements de résultats de mesures, etc.

Parmi les nombreux avantages qu'offre le calcul automatique, il faut citer :

- Possibilité de résoudre des problèmes jusqu'alors insolubles parce que trop compliqués.
- Possibilité de calculer avec *précision* beaucoup plus de cas que lors de calculs manuels, d'où meilleure *optimisation* des constructions.
- Le programme étant établi au cours de la première étude, il demeure utilisable indéfiniment, d'où économie considérable pour tous les problèmes suivants du même type.

Grâce à l'automatisation des calculs, l'ingénieur est déchargé de la partie souvent très fastidieuse que représente le calcul numérique, et dispose, de ce fait, de davantage de temps pour se consacrer au travail créateur et de direction.

### Le traitement des ordures ménagères

La destruction ou la récupération des ordures ménagères pose d'importants problèmes. En effet, si chacun reconnaît volontiers la nécessité de trouver une solution rapide au problème des décharges communales, et ceci pour des raisons évidentes d'hygiène et d'esthétique, il est par contre très difficile de réunir l'unanimité sur tel ou tel système ou procédé de destruction ou de récupération des ordures ménagères.

Les nombreuses études auxquelles se sont livrés les spécialistes en vue d'obtenir une solution digne de retenir l'attention et l'intérêt sont basées généralement sur la composition ou la structure des ordures ménagères fraîches. A ce stade déjà apparaît une première difficulté ; en effet, la composi-

tion des ordures ménagères est fluctuante dans le temps (saisonnière et évolution à long terme) et dans l'espace. Sur la base de statistiques, on est alors enclin à établir une composition moyenne, avec tous les aléas que cela peut comporter.

A Genève, par exemple, en février 1951, la composition moyenne des ordures ménagères fraîches se présente comme suit, en fractions pondérales :

Gadoues vertes (agrumes, fruits) . . .	49,4 %
Papiers . . . . .	22,6 %
Matières fines passant la maille de 8 mm . . . . .	16,8 %
Chiffons . . . . .	1,9 %
Métaux . . . . .	3,5 %
Verre . . . . .	3,9 %
Pierres . . . . .	1,1 %
Divers . . . . .	0,8 %

La teneur en eau moyenne est d'environ 40,5 %. Ces ordures présentent un pouvoir calorifique moyen d'environ 1200 kcal/kg et un poids spécifique d'environ 220 kg/m<sup>3</sup> (actuellement : environ 200 kg/m<sup>3</sup>). A Zurich, par exemple, on a mesuré des pouvoirs calorifiques variant de 800 à 1400 kcal/kg.

*Il est arrivé qu'à Berlin le pouvoir calorifique soit tombé à 600 kcal/kg, avec, pour conséquence, l'arrêt de l'usine d'incinération.*

En considérant l'état moyen des ordures ménagères de Genève, on peut conclure que s'il était possible de les traiter au point par exemple d'en éliminer l'eau (l'élimination de l'eau coûte sans installations raffinées, en moyenne, près de 1000 kcal par kg d'eau) et les matières telles que métaux, verre et pierres, on obtiendrait un produit combustible offrant un pouvoir calorifique inférieur moyen, supérieur à 3000 kcal/kg. En traitant différemment ces ordures, on pourrait disposer d'un compost susceptible d'intéresser l'agriculture, qui doit constamment « engraisser » ses terres.

Enfin, on peut envisager d'incinérer les ordures fraîches, d'où production de chaleur et formation de mâchefer.

Les différents systèmes proposés peuvent ainsi être groupés en trois catégories :

#### 1. Incinération pure et simple des ordures ménagères

Ce procédé est connu depuis longtemps déjà. Des usines d'incinération ont été mises en service à Bordeaux, Marseille, Tours, Toulon et Berlin par exemple, certaines d'entre elles ayant dû mettre un terme à leur activité pour différentes raisons. L'usine de Bordeaux, par exemple, a fonctionné de 1934 à 1946.

Ce procédé a subi toutefois de nombreux perfectionnements ; en Suisse, par exemple, deux usines d'incinération des ordures ménagères (procédé de Roll) sont entrées en activité à Berne et à Lausanne (1958). Naturellement, ces usines ne produisent pas de compost.

#### 2. Formation de compost

Ce procédé a connu de nombreuses applications pratiques (par exemple à Paris, Nice, Limoges, Lausanne, Berne et Vevey). Le compost, obtenu après élimination des éléments métalliques, peut être utilisé avec profit par l'agriculture, soit sous forme directe soit sous forme fermentée (voir par exemple les systèmes Bühler-Henau ou Dano). La difficulté peut résider dans le fait que les agriculteurs ne sont pas toujours à même d'assurer la pleine prise en charge du compost produit, d'où nécessité de stockage. L'analyse moyenne du compost se présente comme suit :

	Compost avant fermentation	Compost après fermentation
Matières organiques . . . . .	32,0 %	14,7 %
Matières minérales . . . . .	17,3 %	44,3 %
Eau . . . . .	50,7 %	41,0 %



Il est bien entendu que, par ce procédé, il n'y a pas production de chaleur utilisable.

### 3. Procédé mixte

Ce procédé a été mis au point par M. Henri Streit, ingénieur à Genève. Grâce à ce procédé, il est possible de former soit du compost frais, soit du « précompost » déshydraté, qui renferme 59,4 % de matières organiques, 41,7 % de matières minérales et 3,4 % d'eau. Ce « précompost » peut être utilisé aussi bien comme compost, par adjonction d'une certaine quantité d'eau (dissolution) que comme combustible (son pouvoir calorifique inférieur étant très voisin de 3000 kcal/kg).

Ainsi posé, le problème paraît relativement simple. Toutefois, on ne saurait omettre certaines influences économiques ou même politiques. En effet, les ordures ménagères étant susceptibles de fournir un compost d'excellente qualité, les milieux agricoles interviennent pour demander l'application d'un procédé permettant précisément la formation de compost. L'histoire montre cependant que ces milieux sont rarement à même d'assurer la prise en charge complète du compost fabriqué à partir des ordures ménagères. Dans certains cas, des villes, qui avaient adopté une installation de compostage et avaient assisté avec soulagement à la disparition des décharges communales, ont vu, par contre, s'accumuler les dépôts de compost en raison d'un mauvais écoulement ; dans ces conditions, le problème n'avait été que déplacé. Ce sont ces dernières considérations, ajoutées

d'ailleurs aux perfectionnements techniques du procédé d'incinération, qui ont apparemment conduit certaines villes à adopter l'incinération pure et simple des ordures ménagères.

De plus, au problème posé par les ordures ménagères s'ajoute maintenant celui posé par les boues d'égout. Les diverses mesures envisagées pour résoudre le problème de la pollution des eaux de lac et de rivière conduisent les villes à prévoir maintenant des stations de traitement des boues d'égout. Or, ces boues peuvent être traitées avec les ordures ménagères. Il serait donc judicieux, dans ces conditions, de projeter d'emblée une seule usine par ville, usine à même de traiter simultanément et les ordures ménagères et les boues d'égout.

Pour disposer de données aussi objectives que possible sur cet important problème, qui préoccupe les autorités responsables de nombreuses villes de Suisse, nous nous sommes rendus d'abord à Lausanne, où nous avons visité l'Usine d'incinération des ordures ménagères (U.I.O.M.), grâce à l'obligeance de M. Meier, directeur de l'usine, puis nous nous sommes entretenus avec M. Henri Streit, à Genève.

Dans une prochaine chronique, nous consacrerons un article à l'Usine de Lausanne, et nous décrirons, ultérieurement, le procédé Streit.

## DIVERS

### Tunnel routier du Grand-St-Bernard

#### Description générale<sup>1</sup>

##### Le projet

Il comprend l'aménagement de tout le tronçon de Bourg-Saint-Pierre à Saint-Rémy. Ces deux localités sont en effet desservies toute l'année par un autocar postal quotidien. Dès avant Bourg-Saint-Pierre, une route en construction sur le flanc de la montagne, et couverte en béton armé, permettra d'atteindre l'entrée du tunnel à la Cantine d'En-Haut. Entre les colonnes, de grandes ouvertures de 10 à 12 m sont aménagées. Cette route dominera le lac des Toules des forces motrices du Grand-Saint-Bernard. Sa pente ne sera pas supérieure à 6 %. Sa chaussée aura 8,50 m de largeur, ce qui permettra aux voyageurs un passage aisé et sans aucun danger par n'importe quel temps et à toute époque de l'année. Du côté italien, une route-galerie de 9 km reliera le tunnel à la route nationale n° 27, au-dessous de Saint-Rhémy, à la cote 1540 m et, en deuxième étape à Etroubles, sa largeur sera de 9 m et la pente de 5 %. La couverture sera analogue à celle de la route d'accès suisse.

Cette solution des routes couvertes a permis de réduire le tunnel à un minimum, soit à 5855 m.

##### Tunnel

La largeur de la chaussée sera de 7,50 m, non compris deux trottoirs de 90 cm. Il y aura sept places d'évitement de 48 m de longueur, avec surlargeur maximum de 6,75 m, placées en quinconce, qui permettront de garer ou de tourner, même à de grands trains routiers.

<sup>1</sup> Texte communiqué par la S. A. du Tunnel du Grand-St-Bernard, à Martigny (Valais).

Les niches pour matériel de sauvetage, téléphone, hydrants, etc., seront distantes de 245 m.

#### Tableau des caractéristiques du tunnel

Chaussée . . . . .	largeur	7,5 m
Chaussée . . . . .	hauteur utile	4,5 m
Marche-pieds . . . . .	largeur	0,9 m
Cheminée centrale . . . . .	hauteur	357,81 m
	section	17,5 m <sup>2</sup>
Cheminée intermédiaire côté nord . . . . .	hauteur	170 m
	diamètre	4,5 m
Canaux de ventilation . . . . .	au sud	14 m <sup>2</sup>
	au nord	9,6 m <sup>2</sup>
Pente côté sud . . . . .		1,69 ‰
Pente côté nord . . . . .		2 ‰ <sub>00</sub>

#### Ventilation

La ventilation est du type transversal qui donne le maximum de sécurité.

L'alimentation en air frais se fait avec un débit total de 200 m<sup>3</sup>/sec. 100 m<sup>3</sup>/sec sont introduits par la cheminée de 170 m de haut, qui se trouve à 1475 m de l'entrée nord et 100 m<sup>3</sup>/sec à l'entrée sud.

L'aspiration de l'air vicié, soit 50 m<sup>3</sup>/sec, se fait à l'entrée nord, et 150 m<sup>3</sup>/sec, par la cheminée centrale de 370 m de hauteur.

L'introduction de l'air frais dans le puits de roulement se fait au niveau des trottoirs par des bouches d'air distantes de 6 m.

L'aspiration de l'air vicié se fait par des ouvertures au plafond, distantes également de 6 m.

L'installation de la ventilation sera des plus modernes. Son fonctionnement est automatique, variant selon le trafic, et conformément au diagramme d'oxyde de carbone (CO) enregistré par quatre analyseurs.

Chaque groupe est pourvu d'un interrupteur rotatif, permettant d'enclencher et de déclencher la ventilation. Cette disposition permet un trafic de 300 voitures à l'heure, avec possibilité d'augmentation de 60 %.