

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 102 (1976)
Heft: 9: Galerie technique et galerie d'eaux pluviales, Genève

Artikel: Utilisateurs de la galerie technique
Autor: Hôte, Maurice L'
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72929>

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: 09.07.2025

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

tion des deux solutions, ont été exécutés en fonction des efforts déterminés par le calcul.

Nous avons adopté un revêtement en gunite pour la majeure partie de la galerie technique (fig. 19).¹ En effet, les efforts auxquels le revêtement est soumis dans la molasse sont très faibles et une première couche de béton projeté était indispensable pour éviter l'altération du terrain.

Comme nous l'avons signalé dans le chapitre 3, le radier définitif était posé parallèlement à l'avancement. Ce radier en éléments préfabriqués comprend des alvéoles pour la ventilation et un drain pour l'évacuation des eaux.

La reprise avec la gunite est réalisée par des fers d'attente, l'armature du revêtement composée d'une ou deux nappes de treillis. Après la pose de ces derniers, des fers d'ancrage cintrés étaient placés avec un espacement de 1,50 m et servaient de gabarit à la gunite définitive, dont l'épaisseur totale est de 10 cm au minimum.

Pour la partie aval de la gaine technique, nous avons choisi un revêtement en béton armé dont l'épaisseur ne devait pas être inférieure à 10 cm dans la zone comprenant des voussoirs préfabriqués et 15 cm dans les autres profils.

Sur ce tronçon le radier a été coulé sur place ou exécuté par des éléments préfabriqués (fig. 19).¹

Dans la zone « Orangerie », la présence d'eau et l'instabilité du terrain nous ont obligés à bétonner directement après l'excavation. Le coffrage en forme de fer à cheval est réalisé en tôle Bernold.

Le revêtement définitif n'est formé que d'un double radier et d'une couche de gunite enrobant les fers d'ancrage.

Comme dans la GEP, les coffrages ont été réalisés par cintres métalliques et planches d'aluminium.

Pour les 6800 m de galerie, le revêtement représente :

25 000 m² de gunite de 10 cm d'épaisseur,

7 000 m³ de béton C.P. 300,

6 500 m³ d'éléments préfabriqués de radier.

Adresse des auteurs :

Pierre-Louis Mouchet et Claude Dubois

ingénieurs civils SIA

Chemin de Roches 9bis, 1208 Genève

Peter Hambach, ingénieur

Entreprise Murer SA

1212 Grand-Lancy GE

Utilisateurs de la galerie technique

par MAURICE L'HÔTE, Genève

1. Options

1.1 Service de l'Electricité

Le tracé de la galerie d'eaux pluviales, entre le Jardin de Saint-Jean et la place des Nations, correspondait, dans une certaine mesure, aux tracés d'établissement de liaisons 130 kV inter-sous-stations du Service de l'Electricité.

Sur la base du plan directeur mis au point en 1966 déjà, ce service devait pouvoir établir, pour les années 1975/76, une liaison très haute tension (THT) entre sa sous-station du Stand et une nouvelle sous-station située dans la région de la Foretaille. Cette liaison devait être complétée ultérieurement pour permettre l'alimentation et le bouclage d'une sous-station à construire dans la région du Petit-Saconnex, ainsi que pour l'établissement d'une ligne Foretaille/Renfile.

La traversée de la ville en surface, par des canalisations d'une telle importance, posait des problèmes de sécurité et de maintenance nécessitant le choix de tracés différents pour chacune des lignes.

La construction d'une galerie technique à grande profondeur offrait suffisamment de garanties de sécurité et de stabilité pour permettre une installation sur un seul tracé, de ces liaisons THT, des câbles inter-sous-stations, d'équilibrage à moyenne tension (MT), ainsi que des câbles de contrôle et de télécommande.

Le Service de l'Electricité décida donc, en 1970, après une étude économique, de participer à la construction de la galerie technique proposée entre le Jardin de Saint-Jean et la place des Nations.

Pour rejoindre la sous-station de la Foretaille depuis la place des Nations, les canalisations projetées devaient traverser une zone attribuée, par le plan d'aménagement du territoire, au développement des institutions internationales. Cette zone devait donc être complètement remaniée au cours des vingt à trente prochaines années.

Le tracé en surface n'offrait aucune garantie de sécurité et de stabilité. C'est la raison pour laquelle le Service de

l'Electricité décida, en 1971, de poursuivre seul la construction de la galerie technique jusqu'à la Foretaille pour l'établissement échelonné de quatre lignes THT, neuf lignes MT et deux câbles pilotes (fig. 21).¹

Le gabarit de la gaine technique Saint-Jean/Nations fut toutefois conservé jusqu'à « Joli-Bois » pour réserver des places à d'autres services.

1.2 Service des Eaux

Ce service fut également intéressé par le tracé de la galerie technique à grande profondeur entre le Jardin de Saint-Jean et la place des Nations pour établir, dans des conditions optimales de sécurité et de maintenance, une canalisation de 500 mm HP. Cette conduite devait permettre :

- le renforcement de l'alimentation de la zone industrielle de Meyrin-Satigny par la pose de conduites sous la route de Meyrin rénovée avec dérivation au puits Schaub ;
- le renforcement de l'alimentation de la zone à destination d'institutions internationales en reprenant le réseau existant depuis le puits Nations ;
- la réalimentation par les puits Schaub et Pré-Cartelier du quartier des Grottes à reconstruire, les importantes canalisations traversant ce quartier devant être supprimées au fur et à mesure de son remodelage.

Par ailleurs, lorsque la conduite du Super-Cern fut décidée entre le Vengeron et Meyrin, avec réservation de débit pour le Service des Eaux, celui-ci envisagea d'établir un important bouclage de son réseau de la rive droite, tout en renforçant son alimentation. A cette fin, un relais est prévu à « L'Ermitage » permettant une liaison entre la conduite Super-Cern et la place des Nations par une pose dans la galerie technique du Service de l'Electricité, de Joli-Bois à la place des Nations. Un relais sur la conduite du Super-Cern est prévu au nant d'Avril. Il per-

¹ Voir planches hors-texte au centre de ce numéro.

mettra de réalimenter le réseau de la zone industrielle de Meyrin-Satigny et de ce fait de rejoindre la station de pompage de la Coulouvrenière par la conduite route de Meyrin - Schaub - Saint-Jean.

A plus longue échéance, le Service des Eaux envisage d'établir une liaison entre la station de pompage de la Coulouvrenière et la station de filtration du Prieuré en posant une seconde conduite dans la galerie Saint-Jean - Nations (fig. 22).¹

1.3 Protection civile

Dès le début de l'étude de la galerie d'eaux pluviales, ce service s'intéressa à la construction d'une galerie technique pour la pose d'une conduite antifeu protégée. Cette solution devait permettre d'éviter la construction d'importants réservoirs sous la chaussée, destinés à lutter contre l'incendie en cas de catastrophe. La grande profondeur de la galerie offrait des garanties de sécurité suffisantes pour mettre cette conduite à l'abri des bombardements et des points de distribution pouvaient être placés en dehors des zones d'éboulement (effondrement des immeubles). La conduite antifeu empruntant le même tracé que la conduite du Service des Eaux, il fut décidé qu'il ne serait posé qu'une seule conduite ; une convention entre la Ville de Genève, son Service de Protection civile et le Service des Eaux en règle les conditions d'utilisation et d'exploitation.

1.4 Téléphones

L'Entreprise des Téléphones s'intéressa également à la galerie technique pour la pose de câbles intercentraux et de câbles desservant la zone internationale.

Son intérêt était accru par le fait que d'importantes canalisations traversent actuellement le quartier des Grottes et que leur maintenance n'est nullement assurée dans ce quartier du fait de sa reconstruction.

2. Choix des conduites

2.1 Influences réciproques

La pose de canalisations en galerie constitue un compromis extrêmement séduisant et logique, notamment par :

- le « confort » qu'elle procure à la population qui n'a plus à « souffrir » de chaussées périodiquement ébouées ;
- l'échelonnement des investissements et des travaux ;
- le milieu homogène (air) dans lequel se trouvent les câbles (à l'encontre du sol dont les caractéristiques varient) ;
- le travail aisé, à l'abri des intempéries ;
- une surveillance et une exploitation facilitées.

Elle constitue avec ses utilisateurs « l'urbanisme souterrain » de la cité.

En face des avantages cités, le cotoiement des câbles en galerie avec d'autres fluides soulève un certain nombre de problèmes, dus d'une part aux influences subies par les câbles et, d'autre part, aux influences exercées par les câbles sur les autres fluides.

Ces influences sont principalement :

- la température ambiante de la galerie et les conditions d'échange thermique pouvant diminuer la capacité de transport des câbles et influencer les fluides voisins (eau) ;
- les atteintes mécaniques qui peuvent se produire lors de travaux ;

¹ Voir planches hors-texte au centre de ce numéro.

- les tensions induites par les câbles haute tension unipolaires sur les circuits de télécommunication ;
- danger d'incendie (PVC) ;
- danger d'explosion s'il y a présence de gaz détonant.

Tous ces éléments sont cependant susceptibles d'être maîtrisés, en particulier en réservant au stade de la construction des passages suffisants pour une bonne ventilation naturelle. Par des essais en vraie grandeur, on peut alors, si nécessaire, établir une ventilation forcée qui ne devra en général fonctionner qu'à certaines époques et pendant les heures de pointe.

Divers essais, effectués tant par le constructeur des câbles que l'EPFL et les PTT, contribuent à résoudre ou à élucider les problèmes d'influence cités plus haut.

2.2 Câbles du Service de l'Electricité

En fonction de l'engagement financier exceptionnel, une étude technico-économique détaillée a été faite, dont le but final devait être :

« Choisir un câble 18 kV à poser en galerie, permettant d'optimiser les pertes, les frais d'exploitation et le coût de premier établissement ; faciliter la pose, les raccordements et l'entretien. »

Les pertes annuelles totales ont été déterminées de la façon suivante :

$$\text{Pan} = [(P \text{ cond} + P \text{ gaines}) \times LF + P \text{ diél.}] \times L \times 8760 \times 10^{-3} \text{ (MWh/an)}$$

$P \text{ cond} + P \text{ gaines}$: pertes tripolaires en kW/km dans les conducteurs et dans les gaines pour la charge maximale.

LF : « loss factor », facteur de pertes, est calculé d'après les charges classées du réseau 18 kV. Il permet, à partir des pertes maximales, d'obtenir une bonne approximation des pertes annuelles en tenant compte des variations de charge.

$P \text{ diél.}$: pertes diélectriques tripolaires par km de câbles (kW/km).

L : longueur totale des câbles 18 kV en km.

Pour une durée moyenne d'utilisation de 5000 heures par année ($LF = 0,36$), on constate que la « section économique » se situe au-dessous de 95 mm² Cu sans ou 120 mm² avec ventilation mécanique. Pour une durée de 6000 heures, il faut prévoir une section de 150 mm² ou 185 mm² sans ou avec ventilation mécanique.

Ces caractéristiques sont à vérifier pour atteindre d'autre part les performances désirées tant en température qu'en court-circuit.

Vu les diverses conditions, les performances et les prix offerts, notre choix s'est porté sur un câble 3 × 1 × 150 mm² Cu isolé au polyéthylène réticulé avec écran de 35 mm² en fils de cuivre² (fig. 23).

2.3 Câbles Téléphones

Le premier câble posé par l'Entreprise des Téléphones, entre le forage Franklin et le forage Grand-Pré, a une capacité de 1200 paires. Il s'agit d'un câble armé avec gaine de protection extérieure thermo-plastique. Les essais opérés par la Division des recherches et du développement de l'Entreprise des PTT ont révélé que cette protection était suffisante et offrait les garanties de sécurité répondant aux exigences des prescriptions vis-à-vis des câbles à courant fort.

² Extrait d'un article paru dans le bulletin des Câbleries de Broug, Cortaillod et Cossonay n° 1/75.

5.2.4 Conduites d'eau

Le Service des Eaux a porté son choix sur des conduites acier de 500 mm, avec raccords Johnson. Il s'agit en effet d'avoir des conduites aussi légères que possible pour permettre un transport et une manutention aisés. Les éléments de tuyaux sont de 6 à 12 m ; les raccords Johnson permettent de faire de petits angles jusqu'à 7° et de suivre ainsi les sinuosités de la galerie.

L'intérieur de la conduite est traité par un sablage, une couche de plastic métal et deux couches de bitume exempt de phénol. L'extérieur de la conduite a été traité par un sablage, puis une couche de LK minium et trois couches de LK tyxotrope.

La figure 24¹ indique la position des appuis fixes et des appuis glissants.

3. Equipement

3.1 Ouvrages complémentaires

Les ouvrages complémentaires suivants ont été construits ou sont encore en cours de construction :

Ouvrages Jardin de Saint-Jean, permettant :

- l'accès du gros matériel à la galerie ;
- la liaison entre la station de pompage de la Protection civile et le réseau d'eau ;
- l'accès au déversoir de la galerie d'eaux pluviales.

Puits d'accès Schaub, permettant :

- l'établissement de liaisons entre les réseaux d'eau et d'électricité situés en surface, avec les réseaux de la galerie à grande profondeur ;
- prise d'eau de la Protection civile ;
- accès à la galerie d'eaux pluviales.

Puits d'accès Pré-Cartelier, permettant :

- la liaison des réseaux d'eau et d'électricité situés en surface avec les réseaux à grande profondeur.

Puits d'accès Nations, permettant :

- les liaisons de réseaux des Services des Eaux, d'Electricité et des Téléphones situés en surface avec ceux situés à grande profondeur ;
- accès au collecteur d'eaux pluviales.

Puits d'accès Joli-Bois, permettant :

- les liaisons des réseaux de surface avec ceux de grande profondeur des Services des Eaux et de l'Electricité.

Puits Pont-Foretaille, permettant :

- l'accès au pousse-tube sous l'autoroute, destiné uniquement au Service de l'Electricité, pour rejoindre la sous-station de la Foretaille.

Différents forages, d'un diamètre de 60 cm, ont été exécutés pour permettre l'établissement de liaisons des réseaux établis dans la galerie et ceux situés en surface, ainsi que des prises d'eau pour la Protection civile ;

soit : pour les Téléphones : à la rue Franklin, rue de la Poterie et rue du Grand-Pré ;
pour la Protection civile : à la rue Voltaire, rue de la Prairie, rue Carteret, Varembe, OMPI ;
pour le Service de l'Electricité : à l'avenue Appia, à la Vie-des-Champs et à Machéry.

Les galeries supplémentaires suivantes ont été construites à ciel ouvert pour permettre d'établir la liaison

¹ Voir planches hors-texte au centre de ce numéro.

Stand - Foretaille. Il s'agit de la galerie Pont - Foretaille/sous-station de la Foretaille et de la galerie du quai du Seujet, aménagée dans le cadre de la reconstruction de ce quai, entre le pont de la Coulouvrenière et le pont de Sous-Terre.

3.2 Equipement de la galerie

La galerie est équipée de fers Halphen mis en place lors de la construction tous les 1,50 m. Ils permettent la fixation de tous les supports nécessaires aux échelles à câbles et aux conduites d'eau.

Le radier de la galerie est en principe un radier préfabriqué avec deux banquettes surélevées de 15 cm. Elles sont utilisées pour la pose de câbles, mais servent de guidage à un train électrique, évitant ainsi la pose de rails (fig. 25).

Des plaquettes fixées tous les 50 m indiquent le kilométrage de la galerie en partant d'un point zéro situé dans l'ouvrage Saint-Jean.

Les échelles à câbles, les conduites et toutes les parties métalliques apparentes sont mises à terre systématiquement avec pontage en calotte tous les 50 m, de telle sorte que toutes les installations contenues dans la galerie soient au même potentiel.

Les câbles unipolaires 130 kV sont bridés de façon fixe sur les échelles à câbles tous les 3,60 m. Entre ces deux points de fixation, une flèche alternée de 1 cm a été donnée aux câbles de façon à permettre un déplacement latéral et absorber ainsi les effets de la dilatation. Les câbles sont alors fixés dans ces intervalles entre eux par des brides mobiles. Ces bridages sont rendus nécessaires pour éviter tout accident dû à la force électrodynamique en cas de court-circuit.

Un train électrique de service a été étudié spécialement pour le transport du personnel et du matériel, sans avoir recours pour cela à la mise en place de rails. Des wagons ont été étudiés spécialement pour le transport des conduites jusqu'à 12 m de longueur. Des ridelles maintiennent ces conduites en place et, au moment du déchargement, elles sont abaissées, leur niveau étant le même que celui des consoles devant recevoir les conduites.

Des postes de chargement de batteries ont été installés dans l'ouvrage Saint-Jean et à la base du puits Nations. Une installation de « genophone » entre la sous-station de la Foretaille et la sous-station Stand, où se trouve une permanence, permet de donner l'alerte depuis n'importe quel point en cas d'accident au moyen de micro-téléphones à pincer sur un câble spécial.

3.3 Equipement des puits et des ouvrages

L'équipement des puits a été étudié en commun par l'ensemble des services pour permettre à chacun d'eux les changements de direction, les « remontées », tout en conservant les possibilités de poses ultérieures.

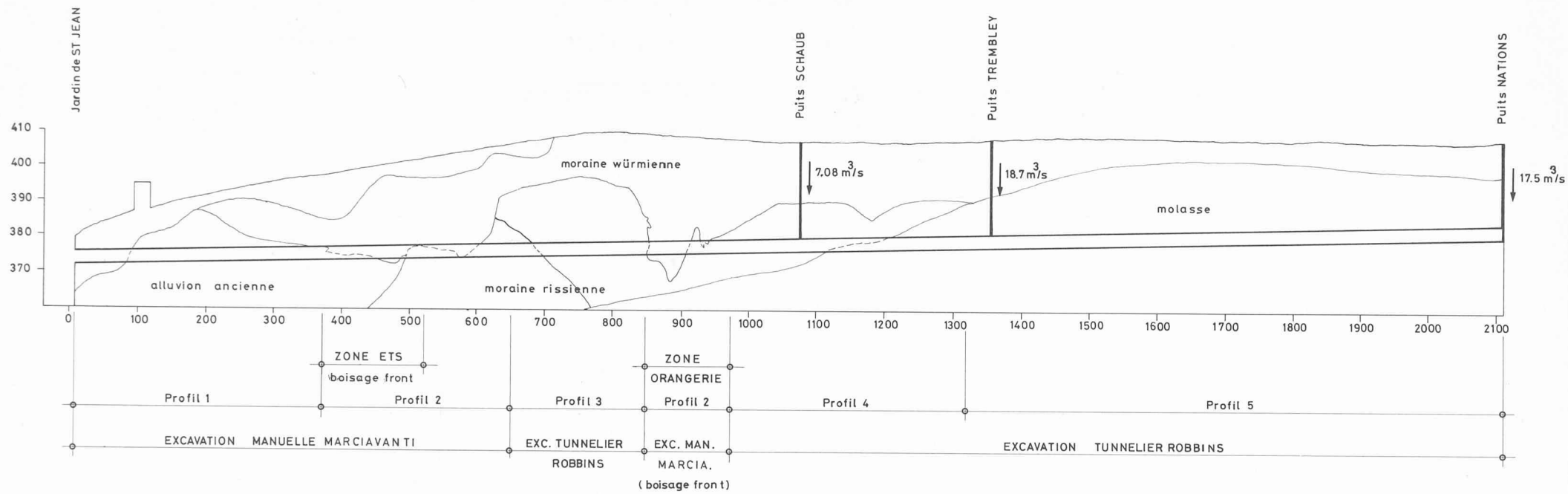
Les puits Nations et Joli-Bois ont été équipés d'un ascenseur dans lequel un téléphone est raccordé au réseau fédéral. A la base de chaque puits, des brancards sont à disposition afin de permettre des éventuels sauvetages d'urgence (fig. 26).¹

Dans la partie supérieure des puits des ouvertures grillagées sont systématiquement aménagées permettant de régler la ventilation.

3.4 Equipement des forages

a) Forages de l'Entreprise des Téléphones :

La partie supérieure de ces forages est constituée par une chambre permettant d'établir la liaison entre la galerie et le réseau de surface.



PROFIL 1

PROFIL 2

PROFIL 3

PROFIL 4

PROFIL 5

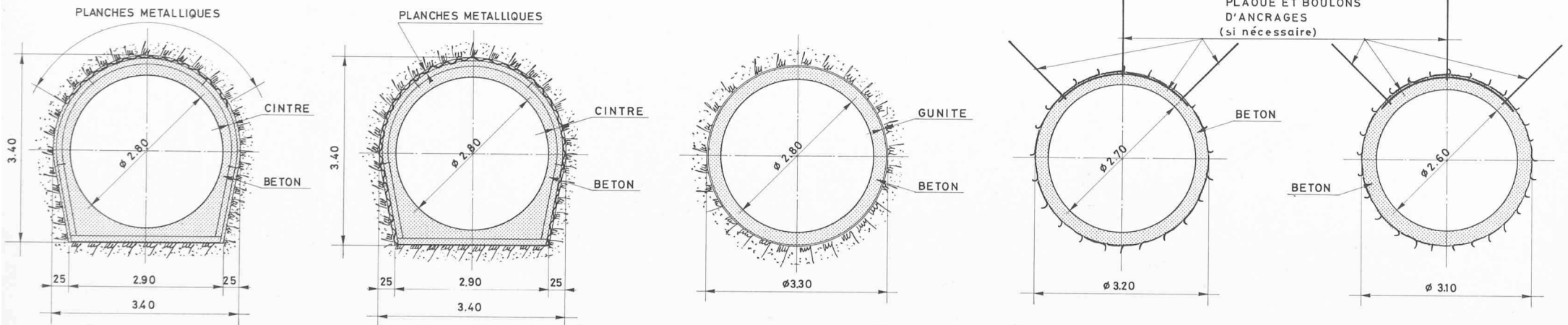


Fig. 13. — Profil en long et profils types de la galerie d'eaux pluviales.

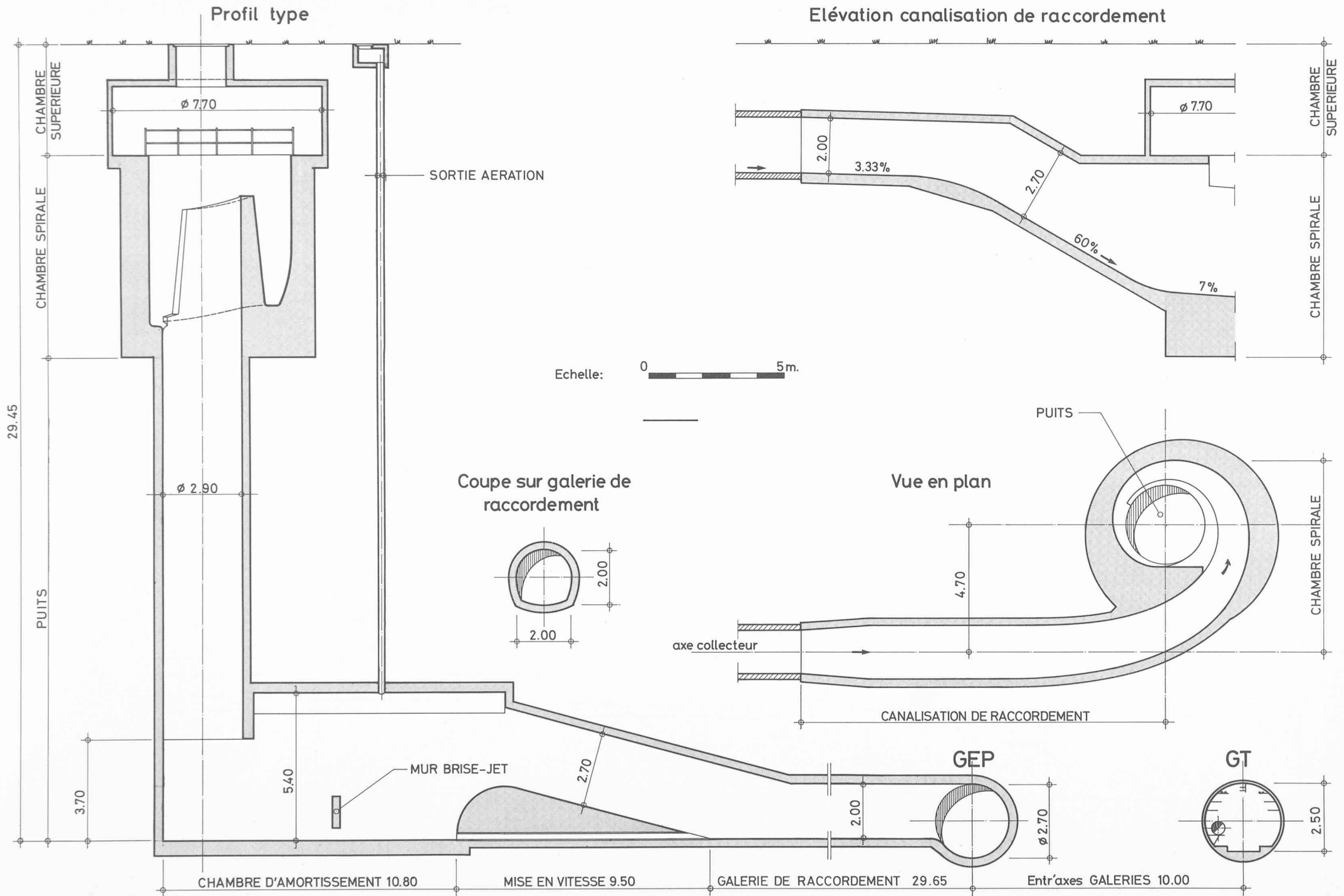
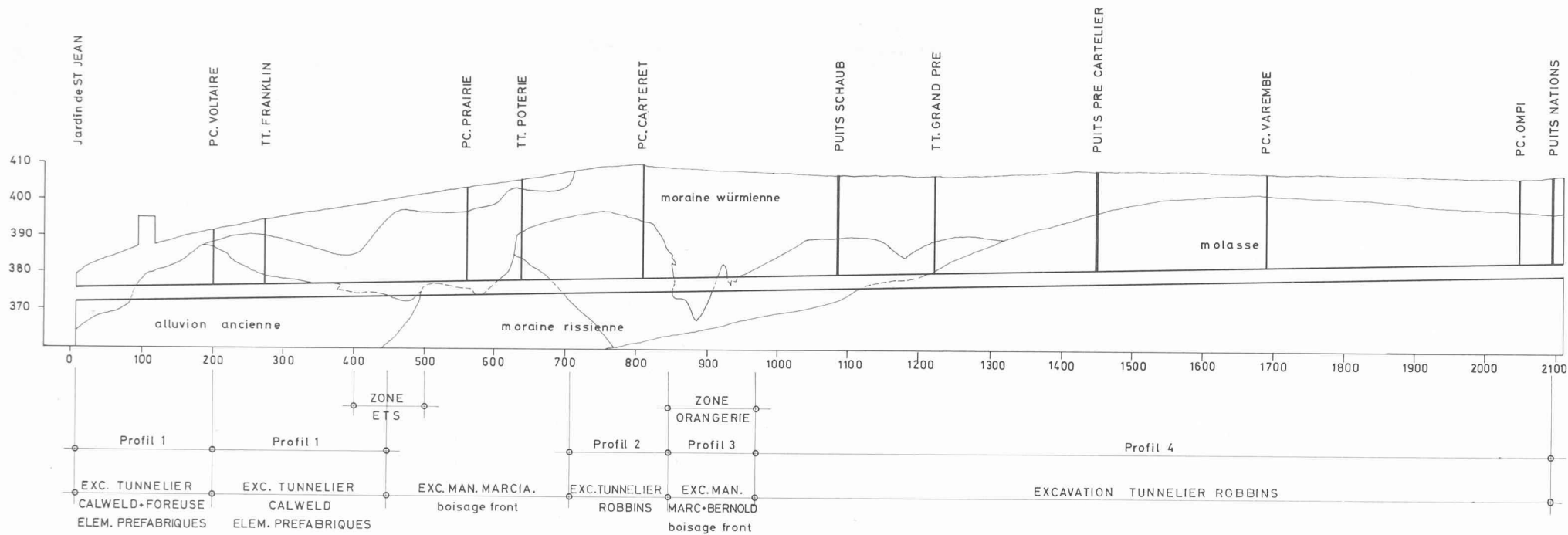


Fig. 14. — Puits de chute Schaub - Trembley - Nations.



LEGENDE: P.C. PROTECTION CIVILE — T.T. ENTREPRISE DES TELEPHONES

PROFIL 1

PROFIL 2

PROFIL 3

PROFIL 4

PROFIL SORTIE PC

PROFIL SORTIE TT

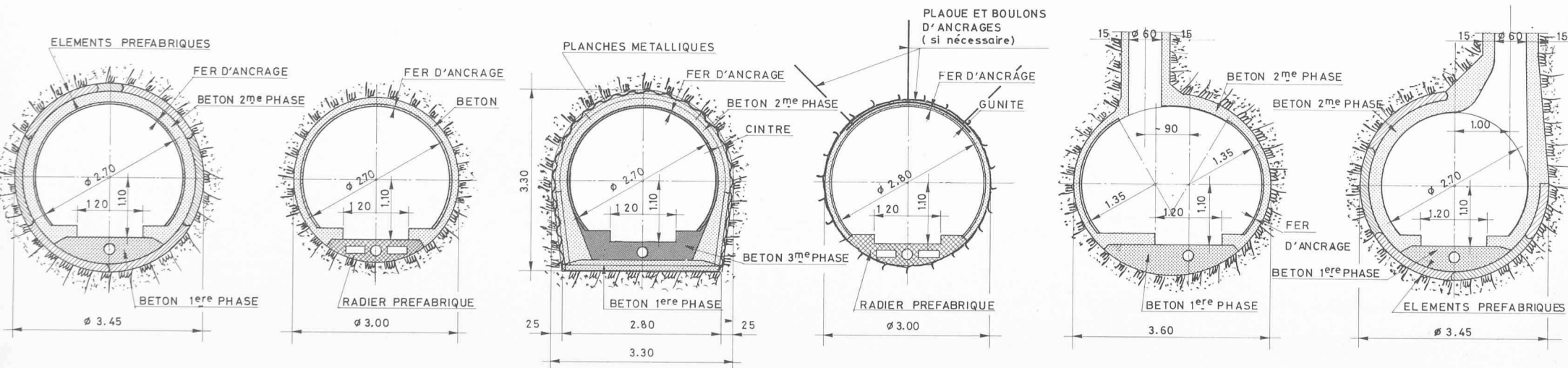


Fig. 19. — Profil en long et profils types de la galerie technique.

- Sous-station 130/18 kV
- Poste 220/130 kV
- △ Centrale hydraulique

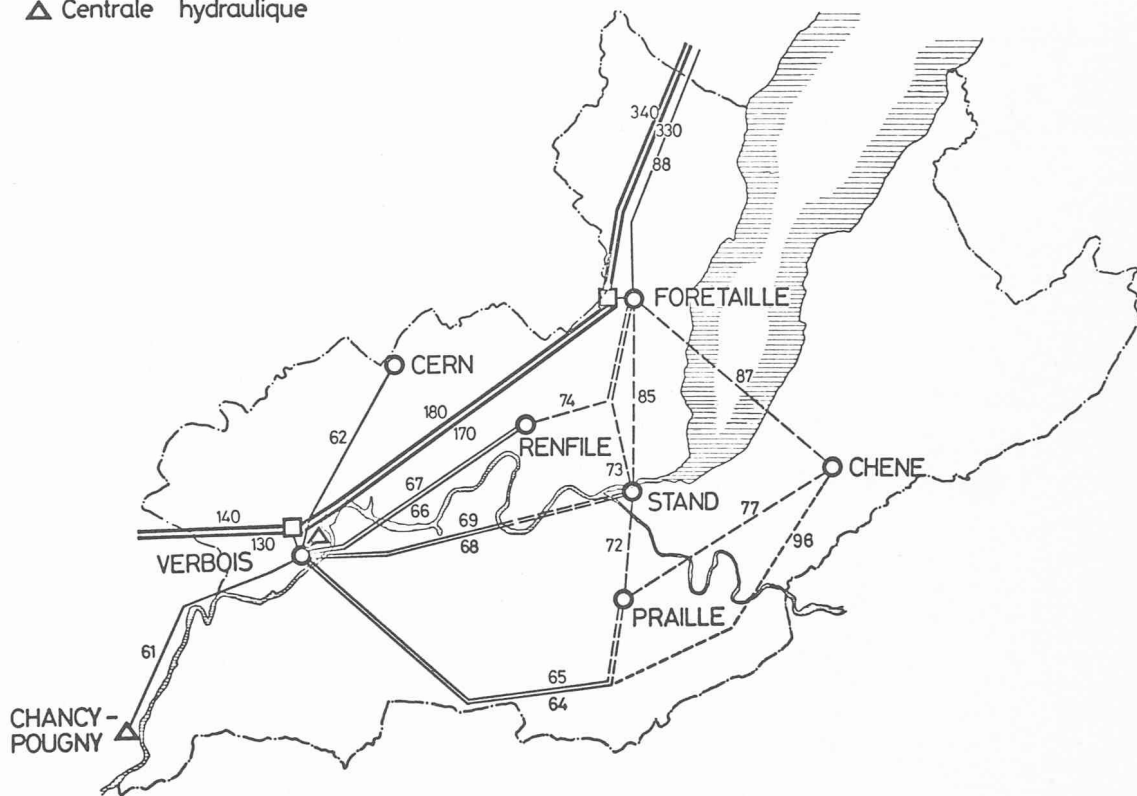
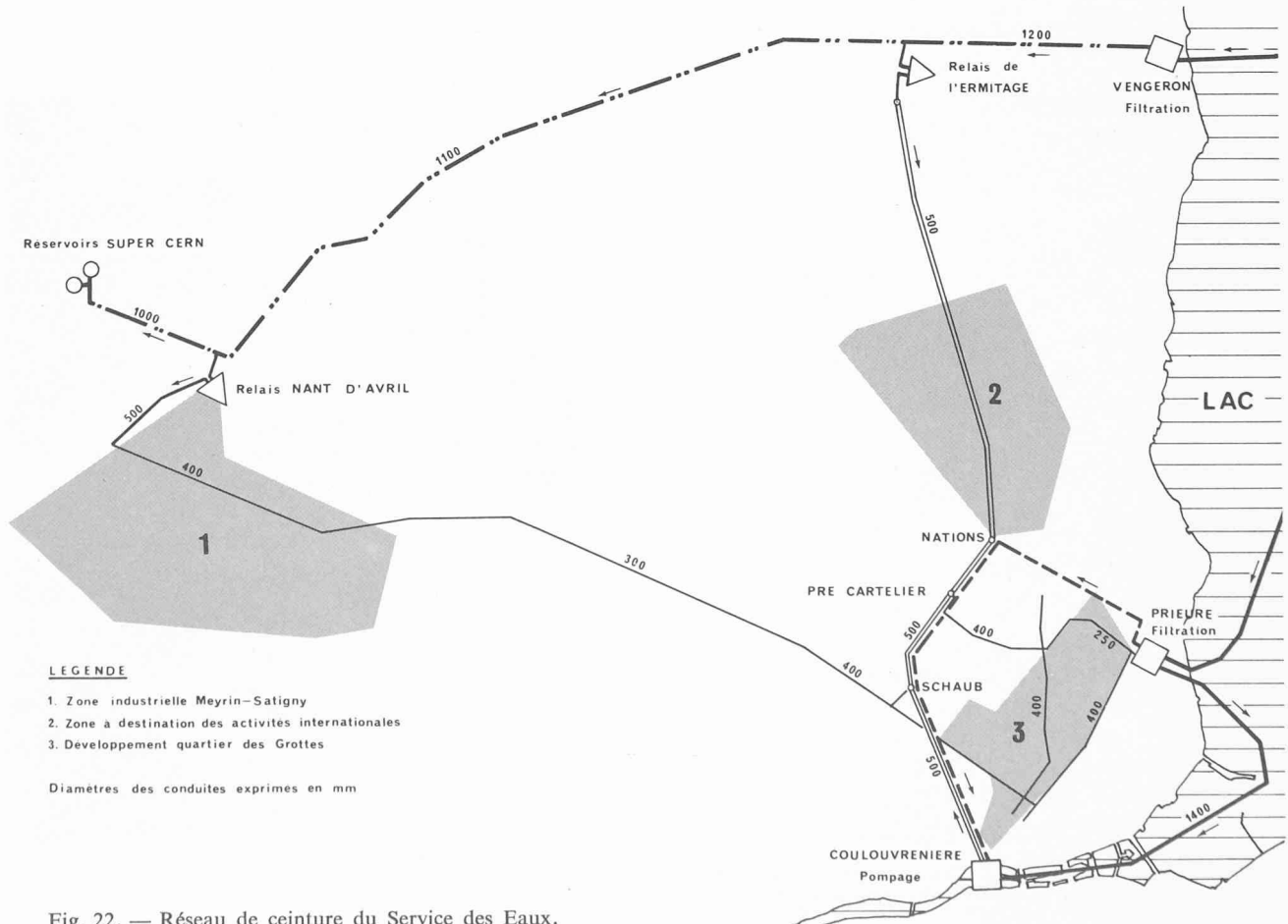


Fig. 21. — Réseau genevois de lignes électriques à très haute tension.



LEGENDE

- 1. Zone industrielle Meyrin-Satigny
- 2. Zone à destination des activités internationales
- 3. Développement quartier des Grottes

Diamètres des conduites exprimés en mm

Fig. 22. — Réseau de ceinture du Service des Eaux.

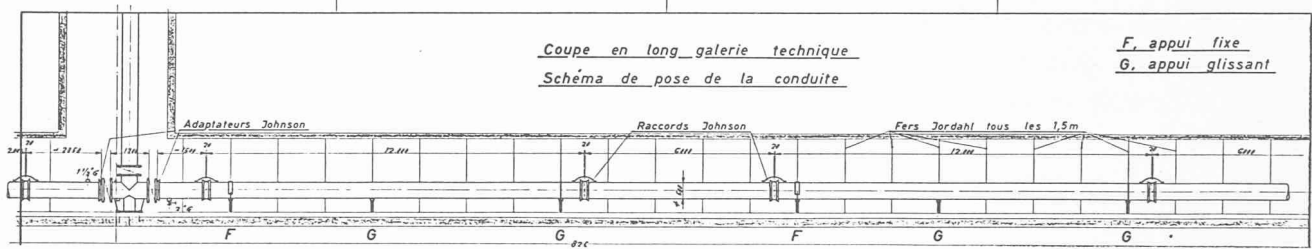


Fig. 24. — Profil en long type de montage de la conduite d'eau, Ø 500 mm.

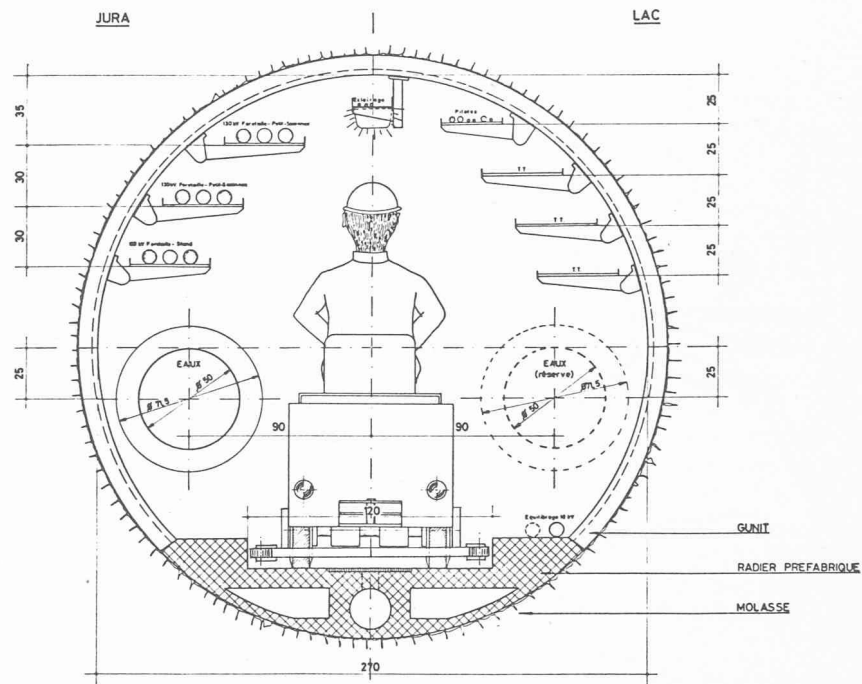


Fig. 25. — Coupe type de l'équipement de la galerie technique avec système du guidage de train.

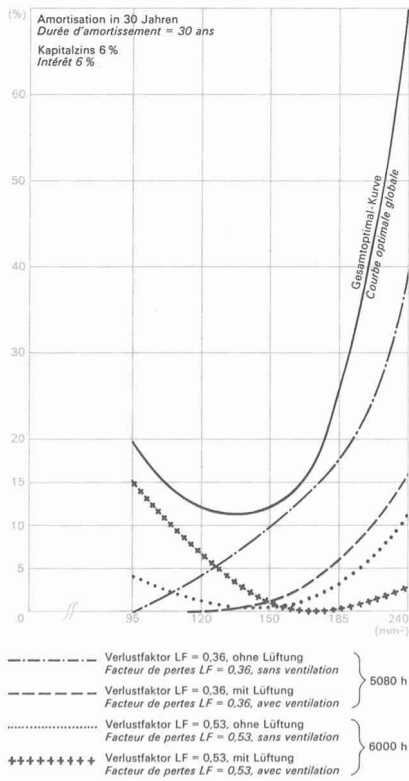


Fig. 23. — Détermination de la section optimale des câbles électriques sur le tronçon sous-station Foretaille - Pont Foretaille.

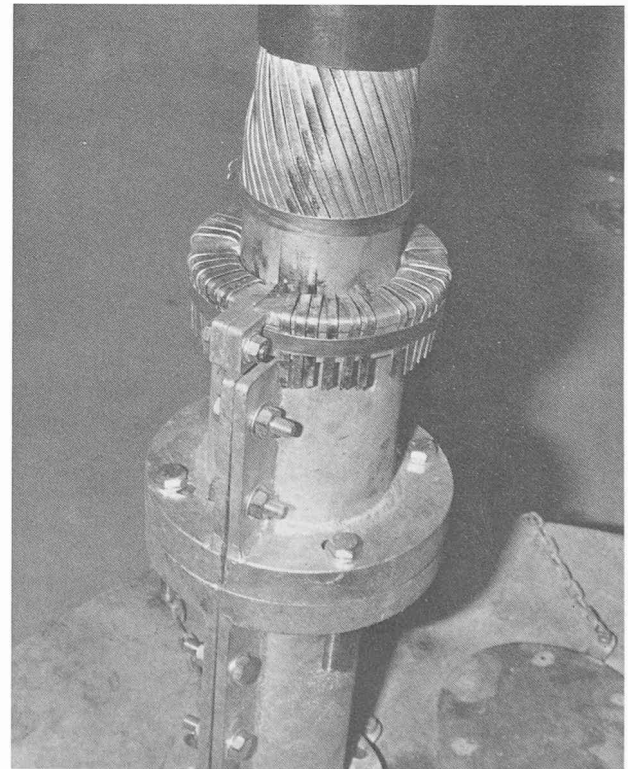


Fig. 27. — Bride de fixation des câbles TT (photo Direction d'arrondissement des téléphones, Genève).

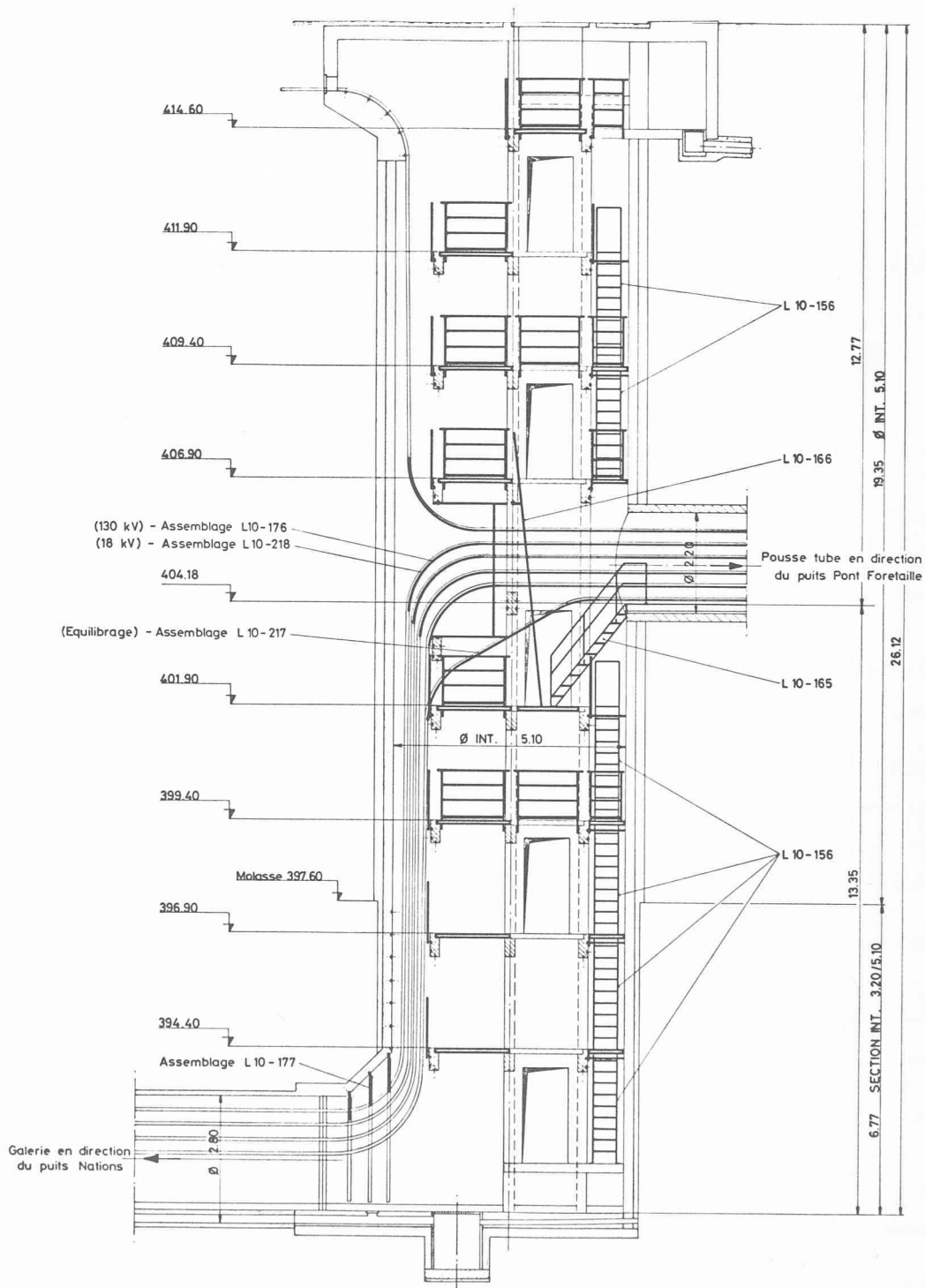


Fig. 26. — Puits Joli-Bois.

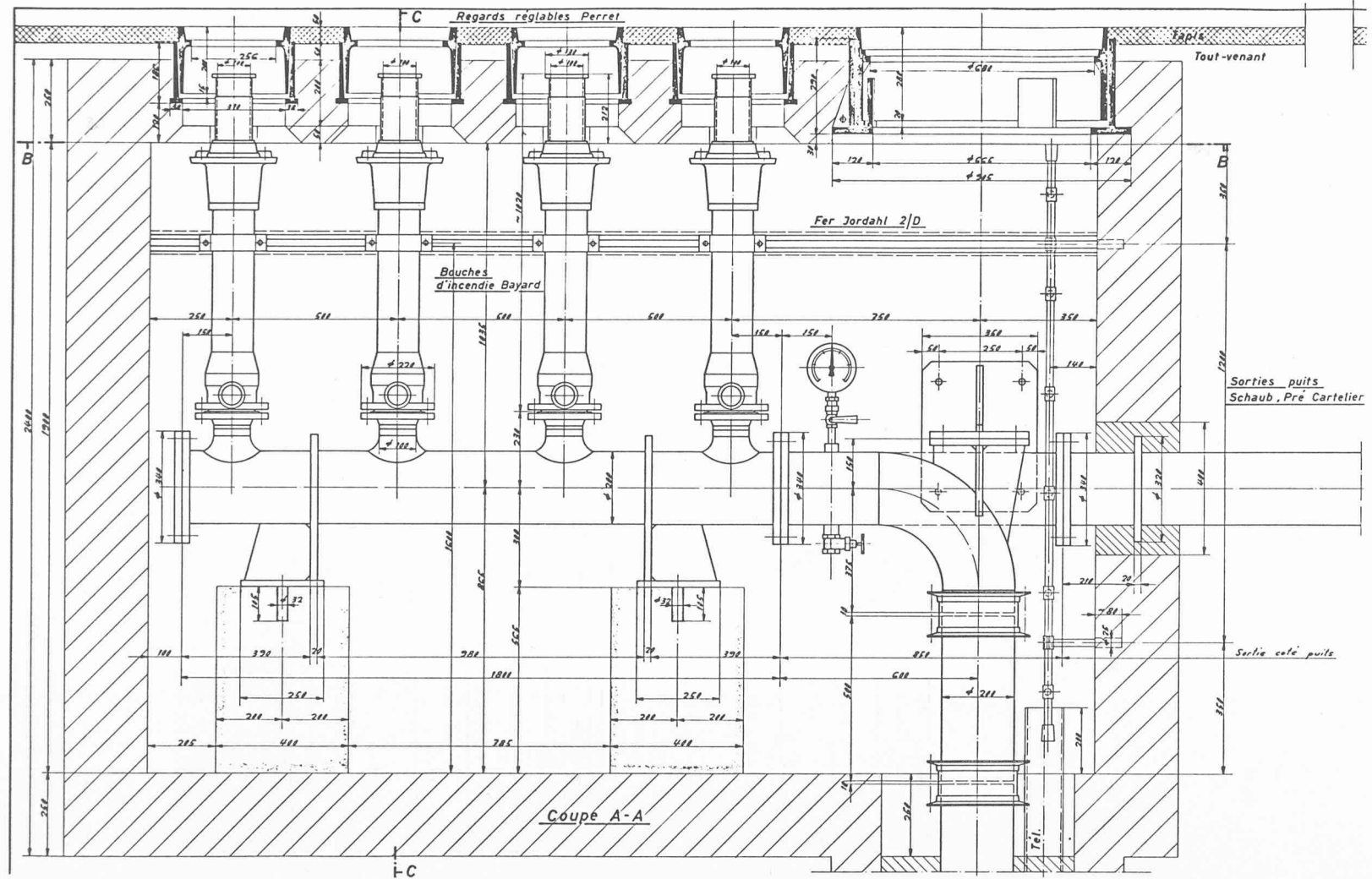


Fig. 29. — Chambre « Protection civile ». — Nourrice de distribution.

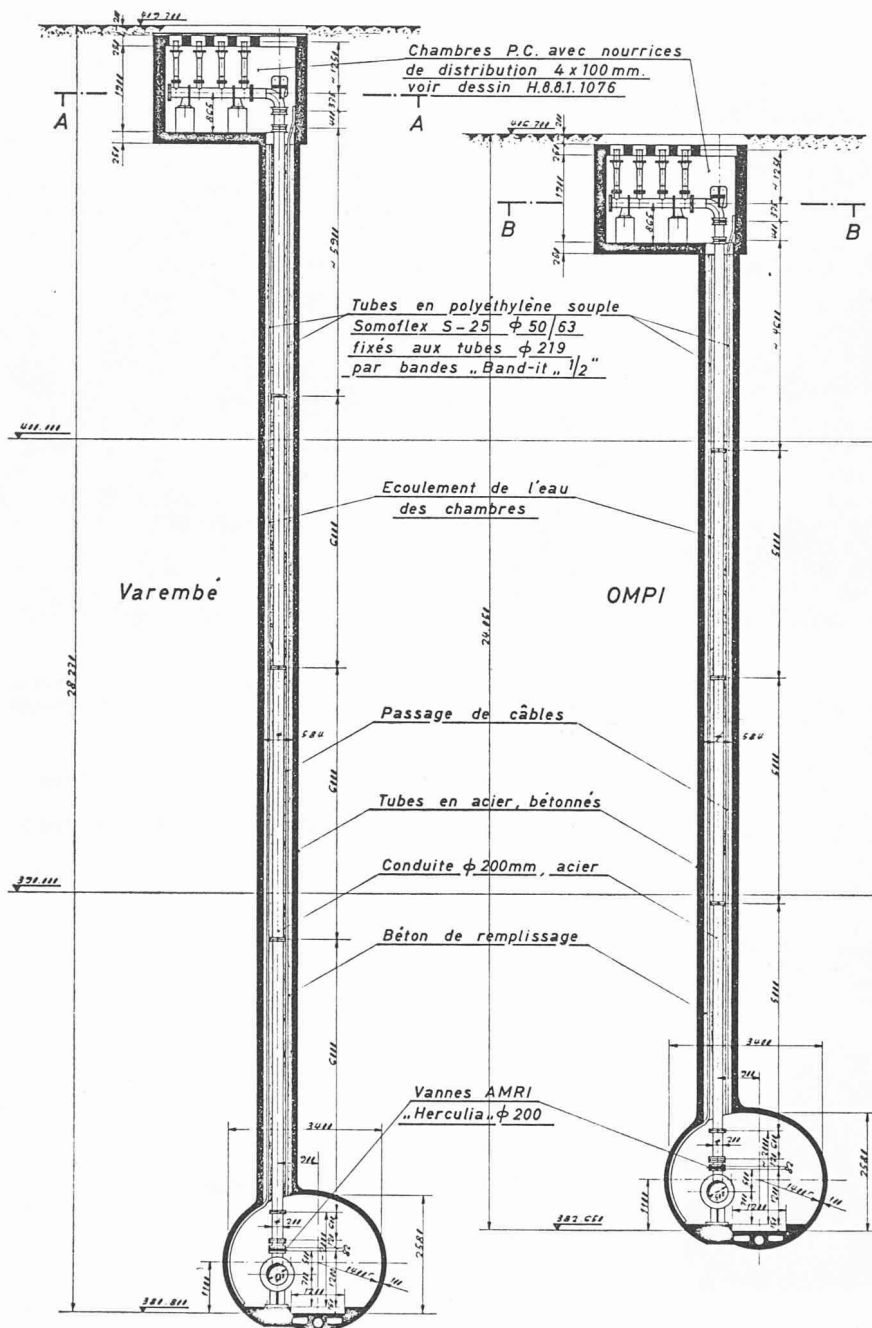


Fig. 28. — Coupe type des forages « Protection civile ».

Dans le forage, les câbles TT sont libres et une bride spéciale a dû être étudiée pour que le câble soit suspendu sans risque de glissement (fig. 27).¹

b) Forages Protection civile :

La partie supérieure est constituée par une chambre comprenant quatre nourrices. Un dispositif spécial permet la commande automatique des vannes situées dans la galerie. La conduite d'acier 200 mm est bétonnée dans le forage de façon à la maintenir en place et à éviter la corrosion (fig. 28 et 29¹).

c) Forages Electricité :

Les câbles, comme ceux des téléphones, sont également suspendus et des brides de fixation ont dû être étudiées. Cependant, les câbles doivent être guidés dans les forages pour permettre leur refroidissement. A cette fin des tubes plastiques destinés à protéger les câbles ont été mis en place au nombre de six. Ils sont maintenus par deux câbles acier et des dispositifs de fixation tous les 2,50 m (fig. 30).

4. Financement

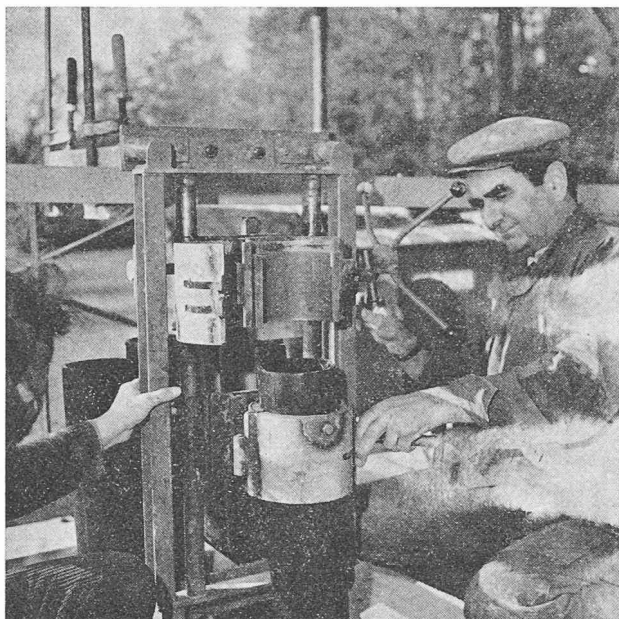
Le financement d'une galerie est un point toujours très délicat. Il fut réglé dans ce cas particulier par une volonté d'aboutir de chacun des partenaires.

Les frais de construction de la galerie d'eaux pluviales sont assurés par la Ville de Genève et l'Etat de Genève, proportionnellement à leurs besoins réciproques.

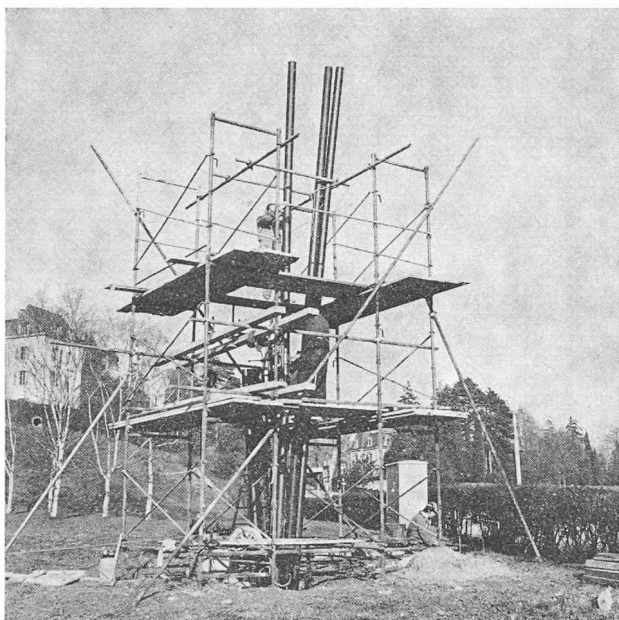
Les frais de construction de la galerie technique sont supportés par la Protection civile et les Téléphones sur la base d'une participation forfaitaire. Les Services des Eaux et de l'Electricité ont calculé leur participation en fonction du coût de pose en surface, selon les tracés différents, se répartissant à parts égales les surplus.

La Ville de Genève et l'Etat ont fait bénéficier les Services publics des frais de l'étude générale et des frais fixes inhérents à la construction d'une galerie d'eaux pluviales unique pouvant profiter à la galerie technique.

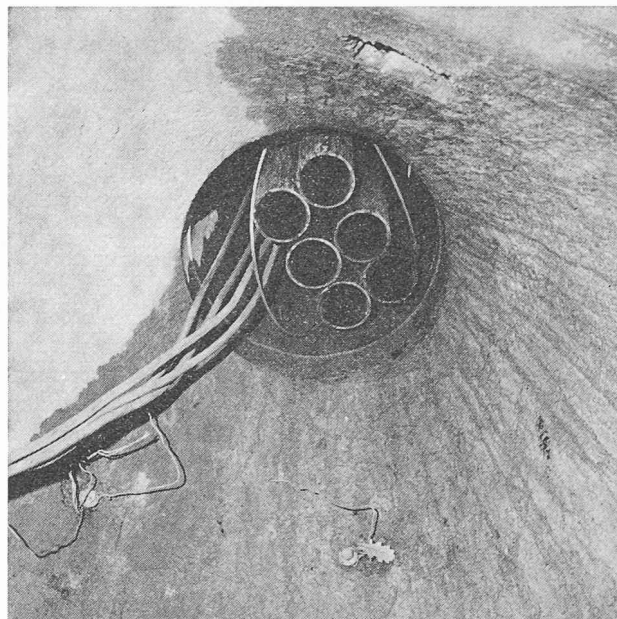
¹ Voir planches hors-texte au centre de ce numéro.



a)



b)



c)

Fig. 30. — Tubes de guidage des câbles de l'électricité dans les forages (photos Direction d'arrondissement des téléphones, Genève).

- a) Soudage bout à bout « au miroir » des tubes PVC.
 b) Mise en place du faisceau de tubes PVC depuis l'extérieur du forage.
 c) Faisceau de tubes PVC suspendus sur câbles, avec ressorts pour maintenir la ventilation.

Adresse de l'auteur :

Maurice L'Hôte
 Président de la Commission de coordination
 des travaux en sous-sol
 Services publics genevois
 Case postale 16
 1211 Genève II

Bibliographie

Mécanique, de Corday et Schultheiss. — 1 vol. 15×21 cm, 318 pages, env. 320 fig., édité par Spes SA, David Perret, Lausanne 1976, relié.

Cet ouvrage, recommandé par l'Office fédéral de l'industrie, des arts et métiers et du travail, s'adresse à tous ceux qui désirent avoir des connaissances précises en mécanique, à un niveau pratique.

Avec un choix de problèmes nombreux et variés, l'ouvrage forme un tout parfaitement homogène. Il se divise en cinq parties pouvant être étudiées séparément. Dans chaque partie, il est possible d'entreprendre des études partielles à différents stades, au gré des nécessités. C'est dire qu'un tel ouvrage présente, du point de vue didactique, une grande souplesse d'adaptation. Utilisant les unités internationales SI, ce manuel de mécanique manquait à ce jour dans la collection des ouvrages destinés à l'enseignement.

Sommaire :

Rappel de mathématiques : Chap. 1. Calcul vectoriel. - Chap. 2. Fonction et graphique. — *La statique :* Chap. 1.

Généralités. - Chap. 2. Résultante d'un système de forces concourantes coplanaires. - Chap. 3. Décomposition d'une force connue en deux ou plusieurs forces concourantes. - Chap. 4. Point matériel et actions mécaniques. - Chap. 5. Les conditions d'équilibres du point matériel. - Chap. 6. Moments, couples de forces et centre de gravité. - Chap. 7. Les forces quelconques dans le plan. — *La cinématique :* Chap. 1. Généralités. - Chap. 2. Le mouvement rectiligne uniforme. - Chap. 3. Le mouvement circulaire uniforme. - Chap. 4. Le mouvement rectiligne uniformément varié. - Chap. 5. Le mouvement circulaire uniformément varié. - Chap. 6. Composition de mouvements. — *La dynamique :* Chap. 1. Généralités. - Chap. 2. Principe fondamental de la dynamique. - Chap. 3. Corps en rotation. - Chap. 4. Equilibre dynamique et mouvement du centre de gravité des solides. - Chap. 5. Travail. - Chap. 6. Energie mécanique. - Chap. 7. Puissance mécanique. - Chap. 8. Rendement. - Chap. 9. Quantité de mouvement, collisions élastiques. — *Mécanique appliquée :* Chap. 1. Les machines simples. - Chap. 2. Le frottement de glissement. - Chap. 3. La résistance au roulement. - Chap. 4. La résistance de l'air. - Chap. 5. Le plan incliné. — *Problèmes.*