

Les travaux de génie civil de la Centrale thermique de Vouvry

Autor(en): **Masson, René**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **92 (1966)**

Heft 7: **Numéro spécial sur la Centrale thermique de Vouvry**

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68348>

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.

le 19 avril 1963 à l'unanimité, en dépit des difficultés nombreuses que créait la construction en altitude (manque de place, route d'accès à construire, conditions atmosphériques, etc.) et des installations supplémentaires (pompage, tours de réfrigération) qu'impliquait la modification de certaines données fondamentales du projet.

Entre-temps, l'idée conçue antérieurement déjà d'une extension de la centrale par l'augmentation de la puissance installée s'était définitivement imposée ; les projets de détail furent étudiés pour deux groupes de 450 MW au lieu d'un.

L'étude détaillée de la solution « Pro de Taila » en fit ressortir tous les inconvénients du point de vue social, le lieu d'implantation choisi se trouvant fort isolé et difficilement accessible, surtout en hiver. La direction d'EOS, qui entretenait d'étroites relations avec le professeur Jean Lugeon, directeur de l'Institut suisse de météorologie, fit part à celui-ci des soucis que lui causait cet aspect du problème. Le professeur Lugeon, qui effectuait des mesures aérologiques depuis un an environ dans la région intéressée, admit alors que la centrale thermique pourrait être réalisée sans inconvénient en contrebas du Pro de Taila, sur le balcon naturel de Chavalon, à l'altitude de 830 mètres. Seule la hauteur de la cheminée resterait encore à déterminer exactement. Le 11 mai 1963, le professeur Lugeon écrivait : « En résumé, je pense que la construction de la centrale

thermique à Chavalon est un compromis répondant favorablement à tous les intérêts en cause. » Le 4 décembre 1963, il rappelait : « Comme je l'ai indiqué antérieurement, les conditions de ventilation sont meilleures à Chavalon qu'à Pro de Taila. » Cette dernière constatation pouvait paraître surprenante, mais elle résultait de l'examen de la documentation réunie par le professeur Lugeon. La hauteur de la cheminée fut définitivement fixée à 120 mètres, le 19 janvier 1964.

Le Conseil d'administration approuva le projet de Chavalon le 10 juillet 1963. C'est ainsi qu'après l'octroi d'une nouvelle autorisation de construire, les travaux purent commencer au début de l'automne. Le 21 janvier 1964, la CTPS modifia sa raison sociale en « Centrale Thermique de Vouvry S.A. (CTV) ». Elle répondit ainsi au désir de la commune de Vouvry de voir son nom étroitement associé à une réalisation entreprise dans l'intérêt de la Suisse romande tout entière.

Mentionnons encore que les difficultés financières des Raffineries du Rhône S.A. les amenèrent au printemps 1965 à renoncer à leur participation à la CTV. Leur part fut reprise par les autres actionnaires.

La centrale thermique de Vouvry a produit son premier kWh le 22 septembre 1965. La comparaison de cette date avec celle du début des travaux permet, mieux que n'importe quel compliment, de souligner le mérite de ses réalisateurs.

LES TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL DE LA CENTRALE THERMIQUE DE VOUVRY

par RENÉ MASSON, ingénieur dipl. EPUL, Société Générale pour l'Industrie (SGI)

Avant-propos

Nous ne reprendrons pas ici une description des installations, ce qui a été fait dans d'autres articles, et nous nous contenterons de donner quelques renseignements complémentaires sur les ouvrages qui présentent le plus d'intérêt pour l'ingénieur civil.

Il nous paraît tout d'abord utile de situer la position de l'ingénieur civil dans l'étude et l'exécution d'une centrale thermique.

L'essentiel du projet est entre les mains des ingénieurs thermiciens et électriciens. L'ingénieur civil ne jouit que de peu de liberté dans la conception, comme d'ailleurs lors de la réalisation d'une centrale hydro-électrique, mais d'une manière nettement plus marquée encore.

Les conditions de montage de l'équipement jouent un rôle important et ont des répercussions très sensibles sur la conception des fondations et des structures.

La collaboration de divers spécialistes est indispensable, en particulier pour des constructions faisant l'objet de brevets ou d'études à entreprendre en liaison avec les fournisseurs d'équipements : fondations de machines, stations d'épuration ou de traitement d'eau, tours de réfrigération, etc. Au centre de ces problèmes, l'ingénieur civil joue souvent un rôle d'expert et est amené à choisir ou à adapter des procédés de construction quasi industriels à une situation donnée. Sur le chantier, les acti-

vités des diverses entreprises et des fournisseurs des machines sont très imbriquées. Des dispositions spéciales doivent être étudiées pour permettre la construction de certains éléments dans les aires de travail occupées déjà par les monteurs des équipements. Tout ceci exige des contacts très fréquents entre les ingénieurs des diverses spécialités.

Les programmes doivent être étudiés d'une manière très détaillée et les diverses étapes parfaitement bien définies pour que les ouvriers du génie civil et les monteurs des équipements, dont l'effectif était à Chavalon en période de pointe de 500 hommes (génie civil : 220), puissent travailler d'une manière efficace sans se gêner mutuellement.

D'autre part, le souci du respect d'un programme d'ensemble très serré nécessite une attention très particulière.

La mise en service du premier groupe de 150 MW devait se faire vingt-six mois seulement après le début des travaux de terrassement. Le chantier a été ouvert en septembre 1963. Des terrassements importants ont été exécutés durant l'hiver 1963-64 pour aménager le site (120 000 m³, dont 65 000 m³ de rocher) et une route d'accès de 1200 m de longueur a été aménagée dans un terrain très difficile, les soutènements atteignant par endroit 20 m de hauteur. Cette route est aménagée pour

des transports lourds et encombrants (charge maximum à transporter : 130 t). Les premières fondations ont été bétonnées en avril 1964 et en novembre de la même année le bâtiment principal devait être entièrement couvert et fermé pour permettre les montages à l'abri des intempéries. Ce résultat a pu être obtenu en utilisant, dans une large mesure, des ossatures métalliques et en ayant recours le plus possible à la préfabrication.

Notons enfin que le coût de l'ensemble des travaux de génie civil et de bâtiment s'élève à environ 40 millions de francs, soit environ le 20 % des investissements totaux qui sont faits pour l'ensemble des installations de la Centrale thermique de Vouvry.

Quelques problèmes de génie civil à Chavalon

1. Cheminée

La cote supérieure de la cheminée a été fixée à 950 m d'altitude environ, soit 120 m au-dessus de la plateforme de Chavalon, pour que les fumées soient rejetées dans l'atmosphère plus haut que la couche d'inversion, qui se situe aux alentours de l'altitude 900 au maximum. Des conditions de tirage ont permis de fixer le diamètre intérieur de l'orifice de sortie à 4,80 m. Les températures des fumées se situent entre 155° et 115°. Telles étaient les données de base.

Les conditions de calcul au vent ont été alors fixées sur les bases des normes allemandes, conduisant à des chiffres plus élevés que les normes SIA dans le cas particulier, soit vitesse maximum du vent 164 km/h, coefficient de forme 0,7.

De plus, on a tenu compte de deux majorations de 20 et 40 % pour introduire, d'une part, les efforts alternés dus aux bourrasques, et, d'autre part, l'influence du site exposé de Chavalon. En définitive, la pression sur la cheminée a été fixée à 154 kg/m², uniforme sur toute la hauteur.

Les effets de tremblements de terre éventuels ont été pris en compte, en imposant, selon la méthode des normes allemandes, que les taux de travail réels ne dépassent pas les taux admissibles de plus de 50 % sous l'effet d'un effort horizontal égal au 10 % du poids exercé au centre de poussée du vent et combiné à la moitié de la charge du vent maximum. Ces chiffres correspondent à un séisme de force Marcalli 8. La contrainte sur le terrain de fondation a été fixée à 5 kg/cm² au maximum, celui-ci étant constitué par une roche de qualité moyenne.

Considérant que la construction de la cheminée pouvait être plus avantageusement exécutée par une maison disposant d'un outillage spécialisé, un appel d'offre, sur les bases citées ci-dessus, a été lancé, les constructeurs étant libres de proposer les dispositions de détail résultant de leur expérience ou conformes aux besoins de leur outillage.

Le choix du maître de l'œuvre s'est porté sur la proposition de la maison Litzler, à Bâle. Les dispositions principales de la cheminée sont visibles sur les figures 1 et 2.

Le manteau extérieur de la cheminée, réalisé en béton armé, est de forme conique ; les diamètres extérieurs sont de 8,50 m à la base et de 5,90 m au sommet, les épaisseurs 30 cm sur les trente-deux premiers mètres et 15 cm sur le reste de la cheminée.

Les carneaux pénètrent dans la cheminée par deux ouvertures superposées entre les cotes + 19 m et + 30 m environ. Dès la cote + 19 m, un chemisage en brique de 12 à 18 cm d'épaisseur est posé à l'intérieur du manteau en ménageant un espace annulaire de 28 cm pour la ventilation de la construction. La photo de la figure 3 montre les dispositions adoptées au sommet de la cheminée.

La fondation de la cheminée est constituée par un disque en béton armé de 16 m de diamètre et de 2,20 m d'épaisseur. Le calcul statique du manteau est conduit pour deux cas principaux :

- Cheminée au stade de la construction, c'est-à-dire sans le revêtement de brique.
- Cheminée avec revêtement.

Comme il faut s'y attendre, le vent donne des contraintes plus élevées dans le cas a) que dans le cas b) ; en revanche, les contraintes sont maxima dans b) pour le cas de charge correspondant au tremblement de terre.

Les sections affaiblies par les orifices de passage des carneaux ont fait l'objet de calculs spéciaux et des dispositions particulières ont été prises pour leur renforcement.

Le fût a été construit au moyen d'un coffrage glissant du 17 juillet au 26 août 1964, soit avec une avance moyenne de 3,0 m par jour.

2. Conduites des eaux de réfrigération

Le condenseur est relié aux tours de réfrigération par des conduites dimensionnées pour un débit d'eau de refroidissement de 19 400 m³/h, soit de 5,4 m³/s environ. Les conduites se subdivisent en deux groupes :

- la conduite d'aspiration qui amène par gravité l'eau des bassins inférieurs des tours aux pompes situées dans la centrale ;
- la conduite de refoulement, qui, à partir des pompes, conduit l'eau tout d'abord à travers le condenseur, puis aux tours de réfrigération pour alimenter la grille de déversement supérieure.

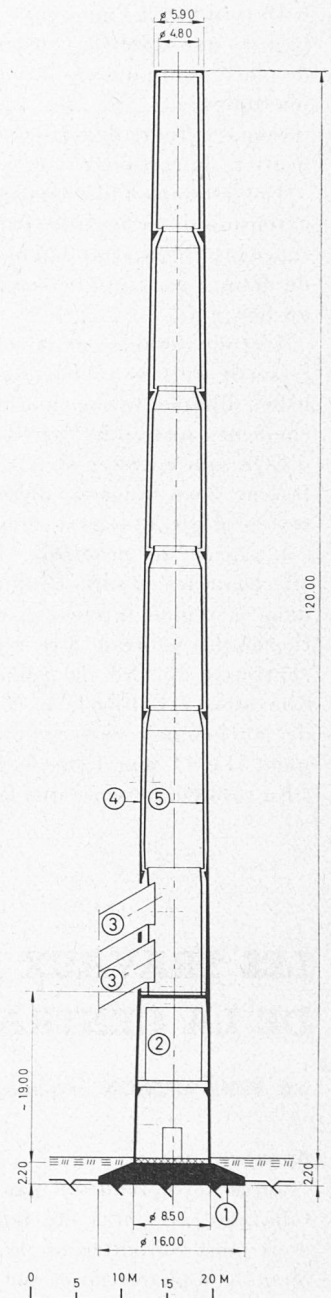


Fig. 1. Cheminée : coupe verticale. 1. Semelle de fondation — 2. Réservoir d'eau 220 m³. — 3. Carneaux. — 4. Manteau en béton armé. — 5. Revêtement intérieur de briques.

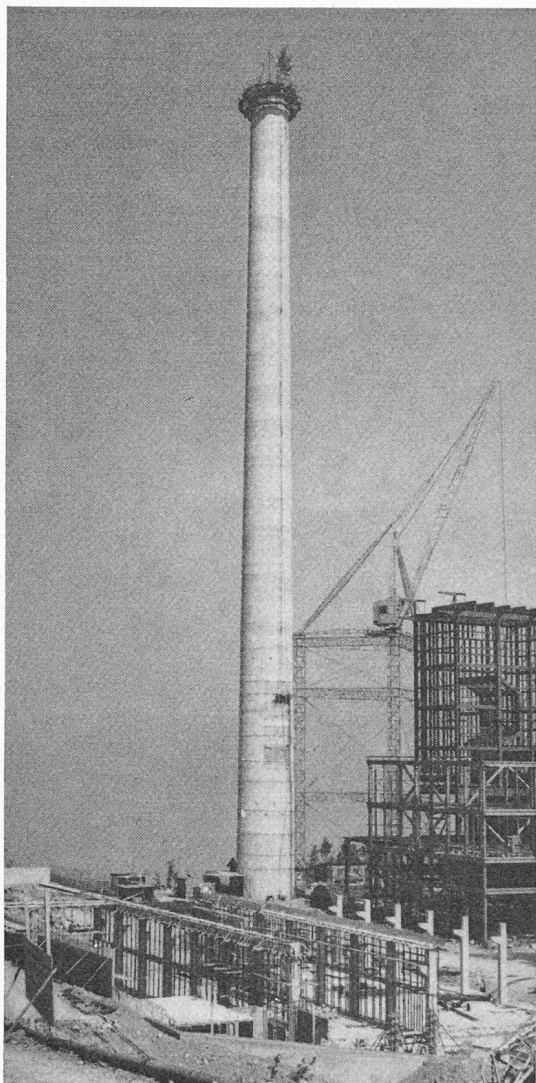


Fig. 2. — La cheminée terminée.

On distingue les deux ouvertures pour les carneaux fermés provisoirement par des briques.

Comme pour chaque tranche, deux tours de réfrigération et deux pompes de réfrigération sont installées, la conduite d'aspiration se divise en deux branches, aussi bien au voisinage des tours qu'à la centrale, tandis que la conduite de refoulement ne se divise qu'à l'arrivée aux tours (fig. 4).



Fig. 3. — Détail du couronnement de la cheminée.

Le revêtement céramique du béton et les briques antiacide du chemisage intérieur sont visibles.

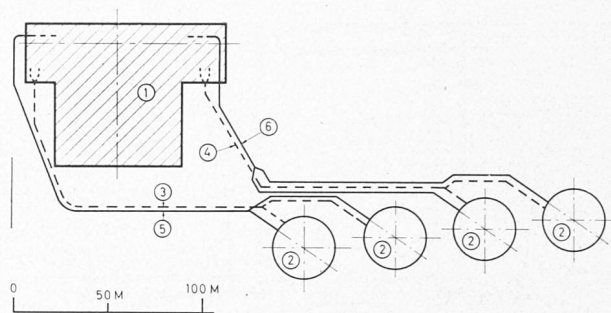


Fig. 4. — Schéma de disposition des conduites de circulation.

1. Bloc-usine. — 2. Tours de réfrigération. — 3. Conduites d'aspiration groupe I. — 4. Conduites d'aspiration groupe II. — 5. Conduite de refoulement groupe I. — 6. Conduite de refoulement groupe II.

Ces conduites, longues en moyenne de plus de 200 m chacune, ont fait l'objet d'études de détail qui ont porté en particulier sur le mode de réalisation et le diamètre économique, qui fut déterminé à 2,20 m pour les parties où la conduite est unique et 1,60 m lorsqu'elle se double.

L'exécution de ces conduites qui ne pouvaient être qu'enterrées, étant donné le peu de place à disposition, a été envisagée soit en métal, soit en béton. Le béton a finalement été choisi parce qu'il permettait de gagner du temps dans le démarrage des travaux et que le coût de conduites en béton était inférieur à celui de conduites en acier, principalement à cause du traitement anticorrosif de ces dernières.

Les eaux de refroidissement sont excessivement dures, neutres à tendance basique, et contiennent jusqu'à 700 mg/l de sulfates et 400 mg/l de chlorures. Une comparaison détaillée sur les plans techniques et économiques entre les divers ciments résistant aux sulfates nous a fait porter le choix sur le ciment Sulfix fabriqué à Eclépens par la Société des Chaux et Ciments de la Suisse romande. Ce ciment a été lancé sur le marché en 1957 lors de l'exécution des revêtements de la galerie d'amenée de la chute de Nendaz réalisée par Grand-Dixence S.A. Dans cet ouvrage, les bétons sont soumis à l'attaque d'eaux d'infiltration très agressives contenant jusqu'à 1000 mg/l de sulfates. Après six ans d'exploitation, ces bétons se sont très bien comportés. Rappelons qu'il s'agit d'un liant du type Ferrari qui ne contient pratiquement de l'alumine que sous la forme d'aluminate ferrique tétracalcique. Ce composé présente une grande stabilité en présence de sulfates, contrairement à l'aluminate tétracalcique du Portland ordinaire.

Ce ciment est sensiblement meilleur marché que les ciments sursulfatés, français ou belges, dont l'usage entraîne diverses complications d'approvisionnement pour de grandes quantités.

Du point de vue constructif, des précautions toutes particulières ont été prises pour assurer la meilleure étanchéité des conduites : coffrages métalliques, lisses, composition granulométrique soignée des agrégats et enfin insertion systématique de joints plastiques dans les reprises de bétonnage, aussi bien verticales qu'horizontales (fig. 5 et fig. 6, montrant l'intérieur d'une conduite \varnothing 2,20 m).

Des essais d'étanchéité sous pression ont été entrepris sur toute la longueur. Les deux conduites ont été

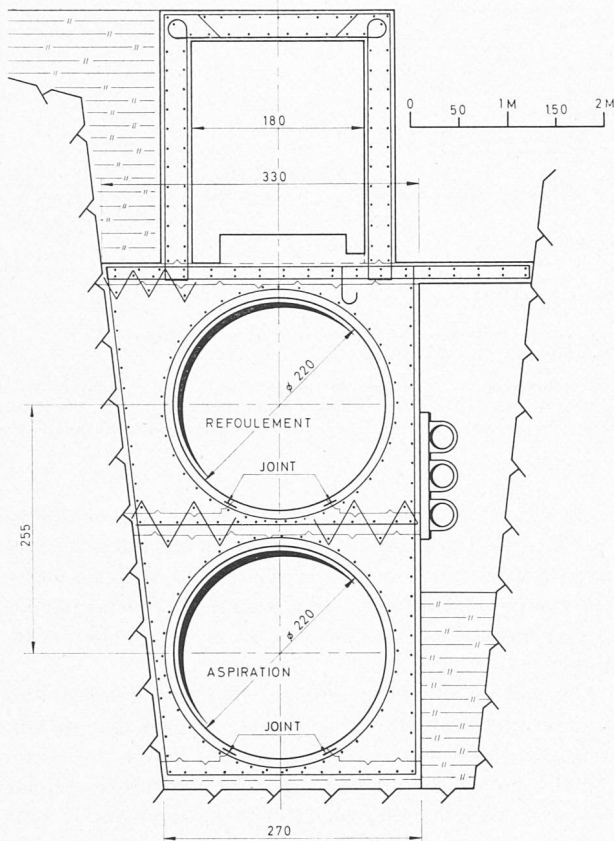


Fig. 5. — Coupe type des conduites de circulation dans le tronçon où elles sont superposées.

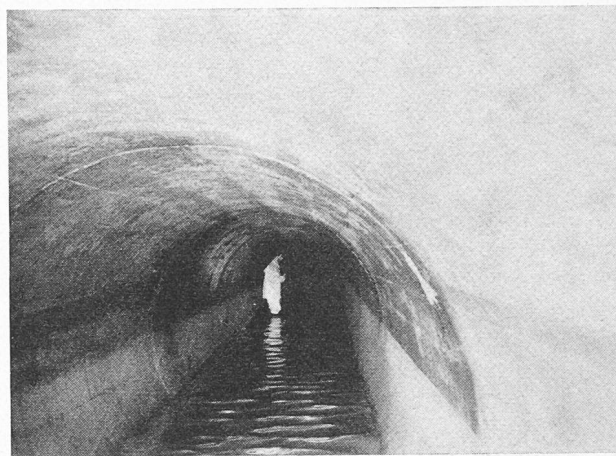
divisées chacune en trois tronçons par des parois étanches munies de compteurs et les extrémités fermées par des boucliers métalliques. Des tubes piézométriques placés sur chaque conduite ont permis de mettre en pression l'eau de remplissage et de mesurer les faibles pertes d'eau par lecture de l'abaissement du plan d'eau. Les compteurs placés dans les parois permettaient de déceler les zones présentant des fuites. En fait, aucune fuite localisée importante n'a été mesurée et les pertes totales n'ont pas dépassé 5 l/mn sous une pression de 15 m d'eau.

Ces pertes ont été jugées admissibles et aucun traitement particulier des surfaces n'a été exécuté.

3. Fondation des turbo-générateurs

L'étude détaillée et l'élaboration des détails d'exécution des fondations d'un turbo-générateur sont entreprises en liaison étroite avec le constructeur de la machine. La prise en compte des efforts dus aux vibrations se fait en collaboration directe avec le mécanicien qui conçoit la machine. L'implantation des points porteurs parmi les multiples installations et tuyauteries entourant la machine fait l'objet de recherches nombreuses pour satisfaire tous les besoins. La fondation doit enfin tenir compte des opérations de montage du groupe, qui sont conduites avec une extrême précision.

Le contrat passé avec le fournisseur, en l'occurrence Escher-Wyss, précise que ce dernier est chargé de fournir les documents et cahiers des charges pour l'exécution de la fondation. La maison Escher-Wyss a collaboré



(Photo Wilhelm)

Fig. 6. — L'intérieur d'une conduite de circulation de 2,20 m de diamètre.

avec M. Georg Trombik, de Zurich, spécialiste dans ce domaine.

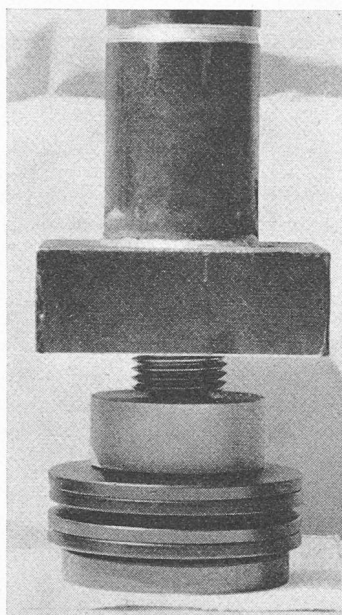
La fondation consiste principalement en une dalle massive en béton de 35 sur 13 m environ et d'une épaisseur de 3,20 m au maximum supportée par des ressorts. Elle a été bétonnée en une seule étape (730 m³ de béton et 140 t de fer). Son coffrage, situé à 9 m de hauteur, a dû être très fortement étayé. La caractéristique des ressorts est choisie de telle façon que la fréquence propre de la fondation est relativement basse. Il en résulte un effet antivibratile très élevé du système qui permet de réaliser un support très léger grâce à la diminution des efforts dynamiques.

Les colonnes supportant la dalle (10 m de hauteur environ) seront ainsi moins nombreuses et de section plus faible, libérant plus d'espace pour toutes les installations situées sous le groupe. De plus, les semelles massives qui doivent être réalisées sous les colonnes dans le cas de structures rigides sont ici fortement réduites, ce qui entraîne une diminution très notable des travaux de terrassement.

Au niveau inférieur, les fondations de la machine et celles du bâtiment peuvent être liées sans risque de causer des transmissions de vibration puisque la coupure est assurée par les ressorts.

Les éléments d'appui sont constitués par les ressorts proprement dits, réalisés par des rondelles élastiques, et le dispositif de mise en charge consistant en principe en un gros écrou surmonté d'un tube et traversé par un boulon (fig. 7 et 8). Ce dispositif est conçu pour que les ressorts puissent être introduits sous la dalle après sa construction. Seuls les dispositifs de mise en charge sont mis en place dans le coffrage avant le bétonnage. Lorsque la dalle est coulée et offre suffisamment de résistance, les ressorts sont posés et mis en tension pour soulever la dalle. Puis celle-ci est bloquée dans sa position au moyen de supports réglables afin que le montage de la machine puisse être mené à bien sur un support parfaitement stable. Lorsque le montage est terminé, les ressorts sont à nouveau chargés jusqu'à ce qu'ils absorbent les poids cumulés de la dalle et du groupe.

Cette étape de mise en charge doit être menée avec le plus grand soin, pour ne pas déformer la ligne d'arbre,



(Photo H. U. Sieber, Zurich)

Fig. 7. — Dalle de support du turbo-générateur. — Appui à ressort.

dont la longueur est de 30 m environ. Les tolérances de réglage du groupe atteignent pour certains points le centième de millimètre. Il convient alors de calculer les efforts à appliquer à chaque ressort dans les phases de la mise en charge pour qu'en aucun cas les déformations de la dalle en béton n'atteignent la valeur de précision de montage. Ces calculs sont exécutés à l'aide d'une calculatrice électronique.

Le poids total des éléments supportés par les ressorts : dalle de béton, machines, y compris une partie du poids du condenseur suspendu à la turbine, atteint environ 2800 tonnes. Les ressorts sont au nombre de 160.

Les pompes d'extraction sont montées sur dalles de même conception plus petites.

* * *

Les installations de pompage des eaux d'appoint, les réservoirs d'eau industrielle situés sous les tours de réfrigération, les installations de traitement des eaux, épuration et déminéralisation totale et celles d'épuration des eaux usées industrielles de diverses qualités prennent une place relativement importante dans l'ensemble des installations et ont nécessité de nombreuses études pour utiliser au mieux les faibles surfaces disponibles à Chavalon.

La construction de l'oléoduc pour produits chauds sur 12 km et avec une dénivellation de 450 m a posé divers problèmes de détail qui ont été résolus en étroite

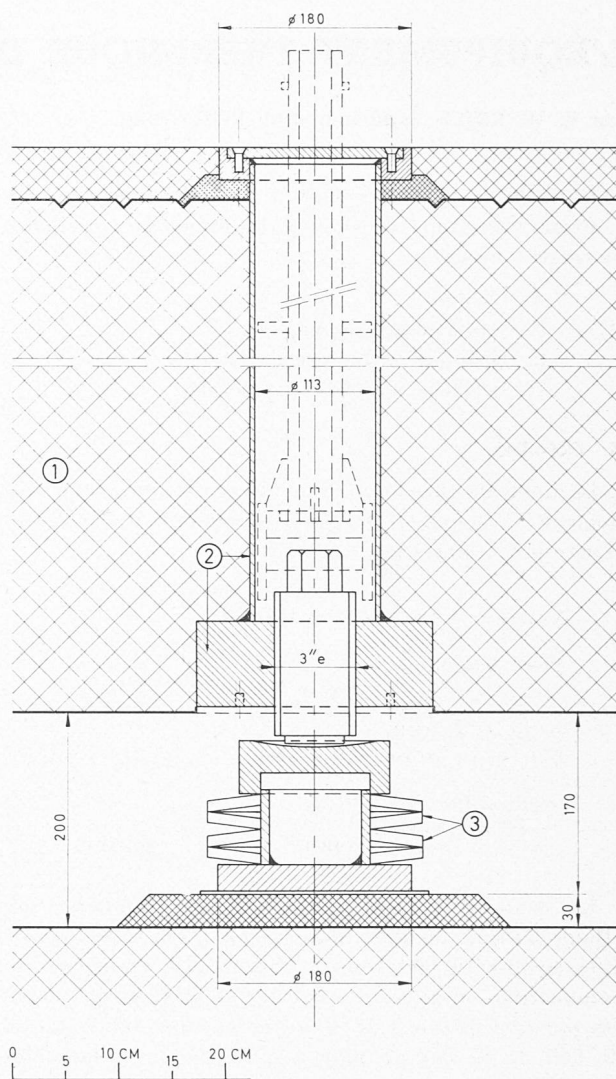


Fig. 8. — Dalle de support du turbo-générateur. — Coupe d'un appui à ressort.

1. Dalle. — 2. Dispositif de mise en charge. — 3. Ressort (rondelles élastiques type Belleville).

collaboration avec les mécaniciens projetant les installations. Citons notamment le problème des chambres à lyres réalisées en béton dans le tronçon de plaine, qui doivent offrir toutes garanties d'étanchéité, et celui de l'accrochage du tronçon ascendant (pente 70 à 80 %), où nous avons eu recours, pour des raisons pratiques d'encombrement, à des tirants précontraints, ancrés en terrain meuble, pour assurer la stabilité des massifs.

Notons, pour terminer, que les ouvrages de génie civil du chantier principal ont été exécutés dans les délais prescrits par un consortium dirigé par l'entreprise Walo Bertschinger, qui a su s'adapter aux servitudes résultant de l'activité simultanée de nombreuses entreprises et maîtres d'état.