

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 67 (1941)  
**Heft:** 10

## **Sonstiges**

### **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:** 17.05.2025

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

## SOCIÉTÉ VAUDOISE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

### Création d'occasions de travail.

#### *Rectification.*

On nous rend attentif au fait que dans le texte publié au n° 9 du *Bulletin technique* (3 mai 1941) et donnant un aperçu de l'activité de notre section durant l'année 1940, la ville de *Vevey* a été omise dans l'énumération des communes ayant répondu favorablement à l'appel de la S. V. I. A. en faveur de l'action pour la création d'occasions de travail pour bureaux d'ingénieurs et d'architectes. Nous rectifions d'autant plus volontiers la chose que la commune de *Vevey* a montré beaucoup d'empressement à faire suite à nos propositions.

Lausanne, 12 mai 1941.

*Le Comité.*

## BIBLIOGRAPHIE

**Die Regelung der Kraftmaschinen** unter besonderer Berücksichtigung der selbsttätigen Wasserturbinenregelung. — Par M. le Dr *Gustav Fabritz*. — Un volume de 390 pages avec 457 figures dans le texte. — Ed. Julius Springer, Vienne. — Prix : 63 RM.

M. G. Fabritz, dont on connaît les intéressants travaux sur les centrales automatiques et la stabilité de réglage, vient de faire paraître un gros volume qui est un véritable traité des régulateurs de vitesse.

Une première partie est consacrée à la construction des divers organes d'un régulateur, de la pompe génératrice de pression d'huile au servomoteur en passant par le régleur, tachymétrique et accélérométrique, les soupapes et tiroirs de distribution de tous systèmes, les mécanismes de commande à main, ainsi que des dispositifs particuliers aux turbines Kaplan et Pelton et aux groupes avec orifices compensateurs ; les appareils de sécurité tant hydrauliques qu'électriques et leurs domaines d'application sont également passés en revue. Suivent quelques descriptions de schémas de centrales sans surveillance, usines entièrement automatiques, usines de pompage, etc. Le tout avec un grand luxe de détails et abondamment illustré de dessins fort bien faits des réalisations typiques des principales maisons européennes, constituant une mine de renseignements précieux dans un domaine où l'ingéniosité des constructeurs a produit une extrême variété de solutions des mêmes problèmes.

La seconde partie est une étude théorique du réglage indirect des turbines hydrauliques. Elle donne le calcul analytique du problème dans le cas où ce calcul est possible, c'est-à-dire dans l'hypothèse où l'élasticité de l'eau et des parois de la conduite forcée peut être négligée, mais en tenant compte de l'effet de masse de l'eau contenue dans le système. Un chapitre est réservé à la stabilité du réglage, à l'influence de la distribution, de l'asservissement, de l'accroissement temporaire du statisme et de l'accéléromètre sur la stabilité.

Afin de pouvoir traiter le cas général d'une machine quelconque alimentée par une conduite quelconque, sans négliger l'effet du coup de bélier et ses lois, l'auteur expose l'essentiel des méthodes graphiques de calcul des conduites découvertes et mises au point par Löwy, Schnyder, Bergeron, qui se sont révélées si fécondes. Il en montre l'application à une turbine à réaction moyenne, à une turbine Pelton, à une turbine rapide et enfin à une conduite avec vanne à fermeture automatique.

Ajoutons, à l'intention des thermiciens, que deux chapitres sont consacrés aux régulateurs des machines et turbines à vapeur.

Og.

**La prospection électrique du sous-sol.** Quelques résultats d'explorations par courant continu ; par *E. Poldini*, Dr ès sciences. — Ed. F. Rouge et C<sup>ie</sup>, Lausanne, 1941.

M. Poldini a donné sous ce titre, en un volume d'une centaine de pages, les résultats de l'expérience acquise au cours de nombreux travaux de prospection. Cet ouvrage rassemble en un tout plaisant les fruits de recherches récentes et la matière de diverses études déjà publiées antérieurement<sup>1</sup>. Nos lecteurs y trouveront à la fois un exposé détaillé des méthodes et des moyens utilisés par la prospection électrique et une quantité d'exemples d'explorations du sous-sol.

L'auteur s'attache à montrer le rôle qu'est appelé à jouer et l'intérêt que présente la prospection électrique dans les problèmes de géologie générale et de tectonique, dans la recherche du pétrole, de l'eau, des minerais et dans les problèmes du génie civil ; à ce propos, nous pensons indiqué de reproduire ici quelques paragraphes des dernières pages de cet intéressant volume, soit les lignes où M. Poldini montre de quelle manière doit être comprise la collaboration entre ingénieurs civils, géo-physiciens et géologues :

...L'utilisation de la prospection électrique est fréquente pour l'étude des terrains sur lesquels on se propose de construire un barrage, un canal, un tunnel, des piles de pont, etc...

...Avant de commencer l'exploration électrique il importe de bien préciser à l'avance les résultats que l'on cherche à obtenir. Il faut éviter que le géologue et le constructeur mal informés des possibilités de la prospection électrique lui demandent d'aborder des questions qu'elle traite difficilement, ou encore omettent de lui soumettre des problèmes qu'elle résout. Bien que les cas d'espèce soient extrêmement nombreux et se présentent très différemment, on peut classer les questions à traiter en deux catégories essentielles :

1. Etude du contact entre deux formations géologiques distinctes.
2. Etude des variations de faciès d'un même horizon dans le but, généralement, de reconnaître son imperméabilité ou son homogénéité.

Il est très rare qu'il ne soit pas possible de résoudre électriquement les problèmes du premier type, pourvu que le contact étudié soit bien choisi. Ceux du second, au contraire, sont d'un abord plus difficile.

#### *Etude de contacts :*

Pour que la prospection électrique s'applique aisément à l'étude d'un contact, il faut avant tout que les conditions suivantes soient réalisées : a) les formations doivent être suffisamment homogènes de part et d'autre de ce contact ; b) les formations doivent être bien différenciées électriquement.

Ces deux conditions ont existé dans diverses études de barrages d'Amérique du Nord (exemple : Littleton-New-Hampshire), où l'on désirait reconnaître la topographie souterraine d'un « fond rocheux » très résistant, recouvert par des alluvions plus conductrices, dans lesquelles s'interstratifiaient encore des argiles à blocs de basse résistivité (voir les sondages électriques de Littleton, chap. III).

Un cas fréquent est celui où il importe de repérer une couche imperméable continue. Le toit de cette formation argileuse, presque toujours conductrice, se détermine bien électriquement.

Parfois encore les niveaux électriques repérés ne sont pas les mêmes que ceux des géologues et la prospection électrique différencie, par exemple, un horizon salé qui n'apparaît pas dans la série stratigraphique. Ou bien un contact géologiquement net, comme le passage de sables à des grès, peut ne pas se voir électriquement, car les deux formations ont la même résistivité. Enfin, il est arrivé que la recherche électrique mette en évidence des anomalies de la région qui étaient insoupçonnées auparavant. C'est ainsi que, lors d'une étude d'emplacement de barrage, on avait demandé à la prospection

E. POLDINI. — « Les sondages électriques », *Bulletin technique* des 15 et 29 octobre 1932. « Les phénomènes de la polarisation spontanée électrique du sous-sol et leur application à la recherche des gîtes métallifères », *Bulletin des laboratoires de géologie* de l'Université de Lausanne, n° 61, et *Société vaudoise des sciences naturelles*, Mémoires vol. 6, n° 1.

électrique de tracer le toit de calcaires recouverts par des sables. Mais les essais effectués près des sondages mécaniques déjà exécutés avaient permis de constater que ces deux horizons étaient trop peu différenciés électriquement pour que le problème puisse se résoudre. L'abandon des recherches électriques allait donc être décidé lorsqu'il advint que certains sondages électriques découvrirent des régions à substratum si conducteur qu'il ne pouvait s'agir de calcaires et que l'interprétation la plus vraisemblable était la présence d'argiles. Ce fait nouveau, de la plus haute importance pour la construction du barrage, fut vérifié par sondage mécanique.

Une autre fois encore, lors de l'étude du barrage de Foumel-Gueiss (Algérie), il semblait *a priori* difficile de tracer sous les alluvions du bassin de retenue une faille n'affectant que les marnes sénoniennes. Cependant l'étude électrique put suivre un petit banc de calcaire résistant, intercalé dans ces marnes, et dont le décrochement permit de résoudre le problème posé.

Notons qu'en règle générale la prospection électrique ne doit pas se limiter à un but trop étroit. Souvent le constructeur d'un ouvrage ne s'intéresse qu'à une surface très petite et à ce qui s'y passe à faible profondeur. Le prospecteur, par contre, aura besoin d'opérer sur une aire plus vaste et à une profondeur plus grande que celle pratiquement nécessaire. En étudiant d'abord un peu largement la région environnant l'ouvrage projeté, le point précis qui fait l'objet du problème vient très naturellement prendre place dans le cadre de la géologie générale du lieu. Ce principe ne doit pas être perdu de vue dans l'établissement des programmes de recherches, car restreindre par trop la surface couverte par l'étude électrique est généralement agir aux dépens de la qualité de ses déterminations, vérité qui vaut d'ailleurs pour toute étude géophysique.

Signalons aussi la possibilité de l'exécution de sondages électriques sous-marins ou sous-lacustres dont un des premiers essais a été tenté dans le port d'Alger. Il s'agissait dans ce cas de déterminer l'épaisseur de vases meubles, en divers points de la rade, en vue de la construction d'une nouvelle jetée et d'un nouveau môle à voyageurs. Le problème a été traité en disposant le quadripôle de mesure au fond de la mer, de façon à limiter autant que possible la grosse influence perturbatrice du recouvrement très conducteur constitué par l'eau de mer. Les résultats obtenus dans cette première application furent très satisfaisants et vérifiés par sondages mécaniques. Ils démontrent que cette technique nouvelle mérite d'être essayée lorsque les forages mécaniques rencontrent de grosses difficultés d'exécution (rade soumise au ressac) ou lorsque la reconnaissance des terrains sous-marins doit porter sur une surface trop large pour être bien explorée par un petit nombre de forages<sup>1</sup>.

#### *Etudes des variations de faciès et de la fraîcheur de la roche.*

Des recherches présentant un intérêt vital dans la construction de barrages sont celles portant sur la fraîcheur de la roche, qui sert d'assise aux fondations. Lorsque celle-ci est altérée, des travaux supplémentaires coûteux deviennent indispensables.

Diverses expériences réalisées aux barrages de Sarrans (Aveyron, France)<sup>2</sup> et Marèges (Corrèze, France) ont montré qu'il existe une relation entre la résistivité spécifique électrique du granit et son degré d'altération, ainsi que sa perméabilité à l'eau (les parties les plus altérées étant les plus conductrices). Ce résultat semblait d'ailleurs probable de prime abord. En effet, la résistivité d'une roche est inversement proportionnelle à sa quantité d'eau d'imbibition et à la teneur de celle-ci en sels dissous, et le granit altéré doit contenir, *a priori*, plus d'eau et davantage de sels dissous que le granit sain.

À Sarrans et à Marèges les variations de résistivité étaient importantes : elles allaient de plusieurs milliers à moins de

400 ohms/mm<sup>2</sup> et permirent de mettre en évidence les régions relativement plus conductrices où le granit était noyé.

De même l'étude électrique des terrains (calcaire et schistes siliceux) le long d'un tracé de tunnel à Bridge River (British Columbia) a réussi à distinguer les roches dures et sèches (résistivité supérieure à 700 ohms) des roches broyées et tendres (moins de 400 ohms). Là encore, les conclusions électriques ont été vérifiées d'une manière satisfaisante<sup>1</sup>.

Citons enfin l'exemple de l'étude du barrage de Foul-Guerza. Le constructeur avait posé un double problème à la prospection électrique : le premier était l'étude du toit des argiles conductrices situées sous les calcaires (eux-mêmes recouverts des alluvions de la rivière) et a été résolu rapidement. Le second consistait à différencier en surface et en profondeur le calcaire sain du calcaire fissuré. Mais ces deux variantes de roches ne possédaient pas, dans ce cas, des résistivités tranchées et nous n'avons vu aucune méthode uniquement électrique permettant de traiter cette seconde partie du programme.

Nous ne pensons cependant pas qu'il faille *a priori* rejeter les problèmes de ce genre ; nous nous bornons à insister sur leur difficulté. Dans chaque cas particulier, on pourra essayer de découvrir une méthode pouvant apporter des indications nouvelles. C'est ainsi que, par exemple, l'étude de l'écoulement de l'eau dans les terrains perméables trouve une solution en salant cette eau en amont et en suivant son déplacement au moyen de mesures en surface.

#### *Conclusions.*

On voit donc que les mesures de résistivité du sous-sol peuvent apporter une aide efficace aux reconnaissances qui doivent précéder certains travaux du génie civil.

La prospection électrique permet souvent, après une étude générale, de choisir le plus favorable parmi plusieurs emplacements de barrages, canaux ou jetées de port possibles.

Les avantages de la méthode électrique sont avant tout sa rapidité et son économie. C'est grâce à ces deux qualités qu'il est possible de couvrir une large surface avec des mesures en mailles serrées, constituant un réseau presque continu, et d'éliminer ainsi les aléas d'interpolation entre des forages mécaniques nécessairement plus ou moins dispersés. Le procédé présente un intérêt tout particulier au cours de l'étude d'un avant-projet, alors qu'il est surtout nécessaire de se faire une idée générale de la structure du sous-sol.

La méthode électrique ne supprime pas l'exploration par sondages, mais permet simplement d'orienter celle-ci et d'en réduire le nombre. Des forages de contrôle sont toujours nécessaires, ne serait-ce que pour donner une idée de la précision du diagnostic électrique et pour éliminer toute erreur systématique...

...Signalons une particularité qui tient à la nature même du procédé géophysique employé. Celui-ci donne toujours une valeur moyenne s'appliquant à un volume plus ou moins grand de sol. Ainsi un sondage électrique vertical n'est pas ponctuel. Il intègre la profondeur moyenne du « bed-rock » dans une certaine aire. On obtient donc un renseignement qui, du point de vue purement local, peut être grossier, mais qui fournit une valeur moyenne complétant avantageusement les résultats des forages.

Disons encore que pour l'exécution du travail et son interprétation, il est utile de réaliser une collaboration étroite entre le géologue et le géophysicien. Ceci à seule fin de cheminer du connu vers l'inconnu et de donner rapidement leur signification géologique exacte aux variations de résistivité décelées en profondeur.

Ainsi comprise, ainsi encadrée, la prospection électrique constitue un échelon important et logique dans les recherches multiples que l'ingénieur est appelé à effectuer pour ses travaux de recherches minières et de génie civil. L'étude rationnelle du sous-sol commence par l'examen géologique, suivi de l'examen géophysique, pour aboutir aux sondages mécaniques.

<sup>1</sup> C. Schlumberger et P. Renaud. — Etude géophysique sous-marine du port d'Alger. (Ann. Ponts et Chaussées, IV, 1933.)

<sup>2</sup> C. Schlumberger et M. Lugeon. — Application de la Prospection Electrique à l'étude des projets de tunnels et de barrages. (Ann. des Ponts et Chaussées, 1932.)

<sup>1</sup> C. Schlumberger et E. G. Leornadon. — Application de la Prospection Electrique à l'étude des projets de tunnels et de barrages. (Ann. des Ponts et Chaussées, 1932.)

ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE  
L'ÉCOLE D'INGÉNIEURS ET SOCIÉTÉ VAUDOISE  
DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

**L'aérotopographie.**

M. A. Ansermet, professeur à l'École d'ingénieurs, donnera sur ce sujet, à nos associations techniques, le *vendredi 23 mai* à 20 h. 30, dans la grande salle du Café vaudois, à Lausanne, une conférence avec projections lumineuses et film.

**COMMUNIQUÉ**

L'Office fédéral de guerre pour l'industrie et le travail nous prie de donner connaissance à nos lecteurs du texte suivant (Réd.):

**Aux fabricants de matériaux de construction isolants.**

Faites connaître au public vos produits isolants pour parois, planchers, toitures, installations de chauffage, etc. Organisez des expositions, faites des démonstrations.

Dans ce but, la « Baumesse » organise pour le début de l'automne, dans ses locaux de la Gurtengasse 3, à Berne, une exposition sous ce titre:

« Isoler c'est chauffer ».

Les inscriptions sont à adresser jusqu'au 31 mai 1941 à la « Baumesse », Gurtengasse 3, Berne, tél. 2 00 82, qui donnera tous les renseignements désirés.

L'exposition est placée sous le patronage de la Section de la production d'Énergie et de Chaleur de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail.

Section de la production d'Énergie et de Chaleur.

Berne, le 2 mai 1941.



ZÜRICH, Tiefenhöfe 11 - Tél. 3 54 26. - Télégramme: INGENIEUR ZÜRICH.

**Emplois vacants :**

*Section mécanique :*

345. *Ingénieur* ou *technicien mécanicien*. Machines-outils. Langue anglaise. Age de 27 à 35 ans. Indes britanniques.

347. *Ingénieur électricien* ou *mécanicien*. Bureau des brevets. Fabrique de machines de Suisse centrale. Langues : allemande, française et anglaise.

349. *Technicien*. Fabrique d'objets en papier (enveloppes). Entretien, réparations et montage des machines. Espagne.

351. *Technicien* ou *dessinateur mécanicien*. Bureau de construction d'une entreprise industrielle de Suisse centrale.

355. *Technicien mécanicien*. Contrôle des matériaux et surveillance de la fabrication. Suisse centrale.

359. *Ingénieur* ou *technicien mécanicien*. Fabrication d'outils de petite et moyenne grandeur. Poste de chef à même de diriger une équipe d'environ 200 ouvriers. Importante fabrique de Nuremberg (Bavière), Allemagne. Langue allemande indispensable.

361. *Ingénieur* ou *technicien mécanicien*. Machines comptables, caisses d'enregistrement. Fabrication en série. Importante fabrique de Nuremberg (Bavière), Allemagne. Langue allemande indispensable.

363. *Ingénieur* ou *technicien mécanicien*. Construction de machines et outillage. Suisse centrale.

365. *Technicien mécanicien*. Direction d'une section de fabrication mécanique, ébauches. Suisse centrale.

375. *Technicien électricien*. Construction d'instruments de mesure électrique et appareils électriques en général. Age jusqu'à 35 ans. Suisse orientale.

377. Jeune *ingénieur mécanicien*. Organisation du travail d'atelier. Fabrique de machines de Suisse orientale.

381. *Dessinateur mécanicien*. Nord-ouest de la Suisse.

383. Jeune *ingénieur électricien*. Construction d'appareils électriques. Suisse orientale.

385. *Technicien électricien*. Atelier. Isolateurs. Travail des résines artificielles. Nord-ouest de la Suisse.

387. *Technicien mécanicien*, éventuellement *dessinateur mécanicien*. Fabrique de machines de Suisse orientale.

Sont pourvus les numéros : de 1940 : 421, 557, 635, 641, 655, 699, 745 ; de 1941 : 89, 119, 203, 205, 247 285, 289, 291, 293, 303, 329.

*Section du bâtiment et du génie civil :*

546. *Ingénieur civil* ou *technicien en génie civil*. Surveillance et contrôle de différents chantiers, négociations avec les entrepreneurs. Fondations, téléphériques. Bonnes connaissances de la langue italienne indispensables. Travaux d'ordre militaire.

548. Jeune *technicien en bâtiment*. Métrés, décomptes. Engadine (Grisons).

550. *Dessinateur en génie civil*. Chemins de fer, routes. Bureau d'ingénieur du canton de Zurich.

552. *Architecte* ou *technicien en bâtiment* diplômé. Bureau d'architecte en Forêt Noire (Allemagne). Langue allemande indispensable.

554. *Technicien en béton armé*. Calculs simples, plans. Construction d'abris de protection aérienne. Bureau d'ingénieur du canton de Zurich.

558. *Architecte* ou *technicien en bâtiment*. Concours. Bureau d'architecte de Suisse romande.

560. Jeune *dessinateur en bâtiment*. Entreprise de Zurich.

562. *Dessinateur en génie civil*, *technicien géomètre* ou *technicien en génie civil*. Travail de bureau. Entreprise de Suisse orientale.

564. *Ingénieur civil*. Calculs statiques. Entreprise de Zurich.

568. Jeune *technicien en bâtiment*. Bureau et chantier. Entreprise des Grisons.

572. *Conducteur de travaux* ayant dirigé personnellement d'assez grandes constructions en bâtiment. Bureau d'architecte de Zurich. Connaissance de l'allemand.

576. *Technicien en bâtiment*. Bureau et si possible chantier. Bureau d'architecte de Zurich.

578. *Technicien* ou *dessinateur en bâtiment*. Bureau d'architecte du nord-ouest de la Suisse.

580. a) 2 *ingénieurs constructeurs*. Béton armé et charpentes métalliques ; b) 2 *techniciens* ou *dessinateurs en béton armé* pour l'exécution de plans.

Braunschweig ou Saarbrücken (Allemagne). Connaissances de la langue allemande nécessaire.

582. *Architecte* diplômé, éventuellement *technicien en bâtiment*. Dessin de projets intéressants, tels que bâtiments industriels, bâtiments administratifs, colonies d'habitation, etc. Bureau d'architecte de Berlin. Connaissance de la langue.

584. *Architecte* diplômé ou *technicien en bâtiment*. Important bureau d'architecte de Dusseldorf (Allemagne). Connaissance de la langue indispensable.

586. *Technicien* ou *dessinateur en bâtiment*. Bureau d'architecte de Zurich.

588. *Ingénieur agronome* diplômé disposant de quelques années de pratique en culture d'arbres fruitiers ;

590. *Ingénieur agronome* diplômé ayant plusieurs années de pratique dans la lutte contre les insectes et parasites nuisibles des plantes ;

592. *Ingénieur agronome* diplômé disposant de quelques années de pratique dans le domaine de la production et de l'amélioration des semences ;

594. *Ingénieur forestier* diplômé et disposant d'une assez longue expérience en matière de reboisement, surtout en terres arides.

(Les candidats aux places 588, 590, 592 et 594 devront assumer, à côté de leur travail professionnel proprement dit une certaine activité d'enseignement à l'École d'agriculture du pays. Entrée en service automne 1941. Contrat de trois ans. Voyage aller payé et indemnité de voyage de retour après la fin du contrat. Appointements en \$ U.S.A. — Etat de l'Asie centrale.

596. *Technicien en bâtiment* ou *dessinateur en bâtiment*. Bureau. Bâtiments agricoles et en bois. Place stable. Bureau d'architecte de Zurich. Lieu d'activité : Valais.

598. Jeune *dessinateur en génie civil*. Travaux hydrauliques. Bureau d'ingénieur de Zurich.

600. *Ingénieur civil* ou *technicien en génie civil*. Grande entreprise de construction de Zurich.

602. *Ingénieur civil* ou *technicien en génie civil*. Direction de travaux en galeries. Travaux d'ordre militaire.

604. *Technicien en génie civil* ou *technicien géomètre*. Elaboration de grands projets de drainages. Bureau d'ingénieur de Suisse centrale.

608. a) *Ingénieur constructeur*. Calculs ; b) *Dessinateur en charpente métallique*. Importants ateliers de Suisse orientale.

610. *Dessinateur* ou *technicien en béton armé*. Bureau d'ingénieur de Zurich.

612. Quelques *architectes* et *techniciens en bâtiment*. Bureau et chantier. Graz (ancienne Autriche) Allemagne. Langue allemande indispensable.

Sont pourvus les numéros : de 1941 : 174, 230, 322, 364, 420, 446, 458, 482, 506, 518, 520, 522, 526, 530.

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur.