

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 91 (1965)  
**Heft:** 16

**Artikel:** Ancrages précontraints dans le rocher système Freyssinet  
**Autor:** Pliskin, Lucien  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-67671>

#### **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:** 27.01.2026

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

## ORGANE OFFICIEL

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

## COMITÉ DE PATRONAGE

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

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

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

## RÉDACTION

D. Bonnard, E. Schnitzler, S. Rieben, ingénieurs; M. Bevilacqua,  
architecte  
Rédaction et Editions de la S.A. du « Bulletin technique »  
Tirés à part, renseignements  
Avenue de Cour 27, 1000 Lausanne

## ABONNEMENTS

1 an . . . . .	Suisse	Fr. 40.—	Etranger	Fr. 44.—
Sociétaires . . . . .	»	» 33.—		
Prix du numéro . . . . .	»	» 2.—	»	» 2.50

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,  
N° 10 - 5778, Lausanne

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

## ANNONCES

Tarif des annonces:

1/1 page . . . . .	Fr. 385.—
1/2 » . . . . .	» 200.—
1/4 » . . . . .	» 102.—
1/8 » . . . . .	» 52.—

Adresse: Annonces Suisses S.A.  
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. 1000 Lausanne et succursales



## SOMMAIRE

Ancrages précontraints dans le rocher système Freyssinet, par Lucien Pliskin, ingénieur ECP.  
Bibliographie. — Documentation générale.  
Nouveautés, informations diverses.

## ANCRAGES PRÉCONTRAIANTS DANS LE ROCHER SYSTÈME FREYSSINET

par LUCIEN PLISKIN, ingénieur ECP<sup>1</sup>

La réalisation d'ancrages précontraints dans le rocher, par câbles scellés, est une application déjà ancienne de la précontrainte. La mise au point récente d'une technique nouvelle, celle des parois moulées dans le sol, lui a donné un regain d'intérêt.

Le bâtiment, entre autres, a largement bénéficié de la conjugaison de ces deux techniques. La construction des sous-sols d'immeubles, dont le nombre et la surface croissent continuellement, a donné lieu, ces dernières années, à des réalisations spectaculaires : de très grandes excavations ont pu être exécutées en toute sécurité dans les conditions les plus faciles.

Les ancrages précontraints dans le rocher permettent en effet de mobiliser des efforts importants en des points particuliers tout en perturbant au minimum la structure du terrain. Ces efforts sont transmis par le terrain lui-même, mis en quelque sorte en précontrainte au moyen de câbles de faible encombrement constitués par des fils ou des torons à haute limite élastique.

\* \* \*

### Fonctionnement d'un ancrage dans le rocher

Un tel ancrage est réalisé en introduisant un câble de précontrainte dans un trou préalablement foré et en scellant son extrémité dans le rocher. A partir de l'autre extrémité, libre, ce câble est mis en tension et bloqué au moyen d'une pièce spéciale, le cône d'ancrage, qui reporte l'effort de précontrainte sur un appui approprié.

Sans s'apresantir sur le fonctionnement d'un ancrage dans le rocher, il doit être bien clair que cet effort de précontrainte, et donc l'effort à ancrer, ne peut être supérieur au poids du cône de rocher ou de terre que l'ancrage est susceptible de mobiliser. Ecrire cela, c'est simplement rappeler que l'action doit pouvoir être égale à la réaction.

A ce sujet, nous dirons d'ailleurs qu'il appartient aux spécialistes de la mécanique des sols de définir le

<sup>1</sup> Exposé fait le 15 mai 1965 à Zurich, devant la Société suisse de mécanique des sols et des travaux de fondation.

« poids » de ce cône en précisant, entre autres, la position de son sommet, son angle au sommet en fonction de la nature du terrain ainsi que l'importance de la cohésion dans la valeur du « poids ». Si la méthode expérimentale utilisée à ce jour, qui consiste à vérifier à posteriori la bonne tenue d'un ancrage lors de la mise en précontrainte, donne évidemment toute satisfaction, il serait du plus grand intérêt de disposer de bases théoriques sur le fonctionnement des ancrages dans le rocher, au sens le plus général.

\* \* \*

### Intérêt de la précontrainte

La précontrainte présente un grand intérêt pour la réalisation d'ancrages dans le rocher. Fondamentalement, les avantages qu'elle apporte sont les mêmes que ceux qui ont permis son emploi dans tous les ouvrages de génie civil avec le succès que l'on sait.

Si on utilise des câbles de précontrainte, et non plus des barres d'acier ordinaire de béton armé, pour les ancrages dans le rocher, c'est tout d'abord parce que les aciers de précontrainte sont des aciers à haute limite élastique. Alors que les aciers ordinaires se rompent à environ  $50 \text{ kg/mm}^2$ , les aciers de précontrainte voient leur rupture se produire pour des contraintes de  $150$  à  $200 \text{ kg/mm}^2$ , selon leur qualité. Pour maintenir un effort donné, il faudra donc — compte tenu des contraintes de service effectivement utilisées — une section d'acier de précontrainte quatre fois plus petite que celle qui serait nécessaire avec des aciers ordinaires. On en conclut, en particulier, que pour ancrer un même effort, les câbles de précontrainte nécessiteront un nombre de forages inférieur, ou des forages de plus petit diamètre.

Il pourrait sembler possible d'utiliser les aciers de précontrainte comme on emploie des aciers ordinaires. Mais les phénomènes de mobilisation de l'effort nécessaire dans un ancrage précontraint et dans un ancrage ordinaire sont essentiellement différents. C'est une autre raison, et non la moindre, qui justifie l'emploi de la précontrainte.

En effet, si l'on scelle à une extrémité des fils d'acier et qu'on exerce à l'autre extrémité de ces fils un effort de traction croissant, on va allonger ces fils proportionnellement à l'effort exercé (du moins, tant que l'on reste dans le domaine des déformations élastiques). Cet allongement constitue généralement un inconvénient majeur, car cela signifie que la pièce que l'on désire ancrer se déplacera à mesure que l'effort qu'elle exerce augmentera. Si l'on se rappelle que les aciers de précontrainte, compte tenu de la contrainte de traction à laquelle ils travaillent, s'allongent d'environ  $5 \text{ mm}$  par mètre de longueur libre, on se rend compte de l'importance du déplacement possible.

Au contraire, dans le cas de fils d'acier précontraints, on n'aura plus cet inconvénient. Le processus est alors le suivant : on scelle les fils à une extrémité et on les tend par l'autre extrémité à un certain effort. Les fils d'acier qui se sont allongés, de même que précédemment, sont alors fixés à l'aide d'un cône d'ancrage extérieur qui maintient l'effort initialement appliqué : l'effort de précontrainte. Dès lors, tant que l'effort

exercé par la pièce que l'on veut ancrer sera inférieur ou égal à l'effort de précontrainte cette pièce ne subira plus de déplacement important.

Enfin, et c'est là un fait bien connu, la précontrainte réalise une auto-épreuve. Contrairement à ce qui se passe avec des ancrages ordinaires, on est assuré qu'un ancrage précontraint fonctionnera en toute sécurité puisque lors de la mise en précontrainte il a subi un effort supérieur à celui qu'il doit normalement transmettre.

### Mode d'exécution d'un ancrage précontraint

Sans entrer dans des détails d'ordre technologique, nous rappellerons les phases successives de l'exécution d'un ancrage précontraint.

#### a) Forage d'un trou

Le trou dans lequel doit être introduit le câble de précontrainte est foré au diamètre et à la longueur voulus. L'outil de forage sera, autant que possible, tel que la paroi de la zone de scellement soit rugueuse. On utilisera des outils à percussion genre supermarteau jusqu'à des diamètres de  $3$  à  $4"$  et à tricônes jusqu'à  $5$  à  $6"$ . Le forage par rotation peut aussi être utilisé ; s'il présente l'avantage d'être économique dans certains cas, il a l'inconvénient de créer des parois lisses qui nécessitent souvent des longueurs de scellement supérieures.

Si, lors du forage, le fluide de circulation est une boue de bentonite, il est nécessaire de laver le trou à l'eau — dans le cas où il n'y a pas de venues d'eau — car un film de bentonite restant contre la paroi peut diminuer beaucoup l'adhérence du mortier de scellement.

La longueur de forage est la somme des deux termes : la longueur libre et la longueur de scellement, qui sont toutes deux fonction de l'effort à ancrer et de la nature du rocher ou du terrain le surmontant éventuellement.

On trouvera plus bas les diamètres et les longueurs de scellement nécessaires pour les différents types de câbles Freyssinet.

#### b) Fabrication et mise en place du câble

Le câble préalablement fabriqué est mis en place dans le forage. Ce câble, formé de plusieurs fils ou torons (douze, en général), comporte en partie courante des écarteurs espacés d'environ  $1,50 \text{ m}$ , qui ont pour but de maintenir le bon classement des fils ou torons lors de la mise en place dans le forage. A l'extrémité du câble, côté scellement, les fils ou torons sont soudés à l'intérieur d'un embout métallique formant culot. Cet embout permet un enfilage facile du câble.

Le câble comporte enfin, dans son axe, un tube plastique qui permet l'introduction du mortier de scellement et de protection.

#### c) Composition et mise en place du mortier de scellement

La composition du mortier de scellement doit être adaptée à chaque type de chantier, compte tenu en particulier de la nature du sable disponible.

La composition donnée ci-après n'a donc qu'une valeur indicative :

— Ciment Portland 250/315 tamisé . . . . .	50	kg
— Sable tamisé à la maille de 1 mm . . . . .	80	kg
— Eau . . . . .	22	l
— Plastifiant gené Intraplast Sika . . . . .	0,5	kg

La mise en place de ce mortier de scellement se fait au moyen du tube plastique que comporte le câble. Ce tube est retiré au fur et à mesure du remplissage du trou de scellement par le mortier. Le processus opératoire est légèrement différent, selon que le forage contient ou non de l'eau.

L'opération doit être surveillée afin de s'assurer du bon remplissage de la longueur de scellement. Dans ce but, il est recommandé d'utiliser un matériel d'injection à faible débit.

#### d) *Mise en tension des câbles de précontrainte*

On utilise des vérins hydrauliques qui sont les mêmes que ceux utilisés pour des opérations de mise en tension de câbles de poutres. Dans les cas où il faut réaliser des opérations de détension ou de retension des câbles, un appareillage spécial (bagues de calage) est utilisé.

Lorsque les câbles sont très inclinés par rapport à la face extérieure (cas des parois moulées dans le sol, par exemple), on place les cônes d'ancrages extérieurs sur des chaises d'appui métalliques ou en béton, de façon à les positionner correctement et facilement.

#### e) *Injection de protection*

La longueur libre du câble est protégée contre une corrosion éventuelle.

Plusieurs méthodes sont possibles, selon le but et la durée de la protection recherchée.

#### Protection définitive

L'injection est faite généralement avec un mortier de composition semblable à celle du mortier de scellement. Elle est réalisée de façon analogue, à l'aide d'un tube plastique ou métallique relevé au fur et à mesure de l'injection.

#### Protection provisoire

Lorsque la durée d'utilisation des ancrages n'est que de un ou deux ans, on peut se dispenser d'injecter au mortier. On protège alors les câbles en remplissant le forage à l'aide d'un coulis de bentonite ou même avec des graisses spéciales ou des produits bitumineux. Ce dernier type de protection n'a d'intérêt que dans quelques cas particuliers, par exemple lorsque l'on désire pouvoir vérifier en tout temps la tension des câbles et éventuellement les retendre.

Cette méthode de protection provisoire offre l'avantage de permettre soit la suppression ultérieure de l'effort de précontrainte, soit même, si nécessaire, la destruction et l'enlèvement des câbles.

### Caractéristiques des ancrages précontraints scellés Freyssinet

Les ancrages précontraints type Freyssinet sont scellés. Il est en effet apparu que le scellement de l'extrémité du câble est une solution simple et donc facile à réaliser sur le chantier. Elle permet d'éviter l'utilisation de pièces spéciales d'ancrage pour transmettre l'effort du câble à la paroi rocheuse. Ces pièces présentent généralement les inconvénients suivants : elles nécessitent un forage de diamètre plus grand qu'il n'est strictement nécessaire pour la mise en place du câble ; elles créent des efforts concentrés que le mortier de remplissage peut difficilement supporter (problème analogue à celui

des plaques d'about sous cônes dans les poutres) ; elles sont enfin moins économiques qu'un scellement. Les pièces d'ancrage offrent par contre l'avantage de transmettre l'effort de précontrainte sur une très faible longueur, dans la mesure où le rocher le permet.

Les longueurs de scellement, pour un type de câble, donc pour un effort donné, peuvent varier selon la nature du rocher. Les longueurs indiquées ci-après n'ont donc qu'un caractère indicatif. A ce sujet, on constate, comme on pouvait s'y attendre, que les câbles constitués par des torons nécessitent des longueurs de scellement relativement plus faibles que les câbles constitués par des fils. Cela provient de la meilleure adhérence du toron formé par des fils enroulés les uns sur les autres. Dans la mesure où les prix des torons et des fils lisses ne diffèrent pas trop, l'ancrage par câbles formés de torons est donc une solution économique.

Le tableau suivant donne les diamètres des forages et les longueurs de scellement généralement recommandées pour les principales unités Freyssinet. On notera que les câbles 12 Ø 5 mm, 12 Ø 7 mm et 12 Ø 8 mm sont des câbles à fils, tandis que les câbles 12 T 1/2" et 12 T 0,6" sont à torons.

Câbles	12 Ø 5	12 Ø 7	12 Ø 8	12 T 1/2"	12 T 0,6"
Diamètre du forage . . .	75 mm (3")	100 mm (4")	100 mm (4")	114 mm (4 1/2")	114 mm (4 1/2")
Longueur de scellement . . .	1,80 m	2,50 m	2,90 m	4,50 m	6,50 m
Effort initial . . . . .	28 T	51,5 T	67,5 T	141 T	195 T $(\sigma_a = 0,7, \beta_z)$

### Contrôle des ancrages

Dans chaque cas particulier, il est nécessaire de procéder à des essais de scellement. Ces essais sont faits en tendant les câbles à la limite maximum permise par les règlements et par la qualité des aciers utilisés, dès que le mortier de scellement a atteint une résistance de 300 kg/cm<sup>2</sup>.

La valeur de l'effort est déterminée par la mesure de la pression manométrique dans le vérin de tension. De tels essais permettent d'ajuster au mieux la longueur de scellement pour chaque type de câble. Ils sont en général suffisants pour contrôler des ancrages provisoires.

Dans le cas d'ancrages définitifs dans le rocher, il convient de procéder à des essais complémentaires afin de mesurer l'évolution de l'effort de précontrainte avec le temps. On sait que cet effort diminue légèrement dans le temps sous l'effet de la relaxation de l'acier et du flUAGE du rocher ou du terrain. On mesure donc l'effort sur un câble d'essai à des temps tels que une heure, un jour, une semaine, un mois et si possible six mois et un an, de manière à vérifier que la décroissance de l'effort est bien celle prise en compte dans les calculs.

Ces essais ont pour but de vérifier la bonne tenue des ancrages. On peut aussi, dans certaines applications particulières, vérifier directement le comportement de l'ensemble ancrage et massif d'ancrage lors de l'application des efforts extérieurs qu'il est appelé à subir. Ce contrôle se fait simplement en mesurant les déplacements éventuels des cônes d'ancrage exté-

rieurs (ou de repères quelconques extérieurs) selon les directions horizontale, perpendiculairement au massif, et verticale.

#### **Application des ancrages précontraints**

On rappelait, au début de cet exposé, que l'application de la précontrainte aux ancrages dans le rocher est ancienne. Pour n'en donner qu'un exemple, M. Freyssinet réalisa en 1944 le renforcement et la surélévation du barrage de Poses, en France, à l'aide de câbles 12 Ø 5 mm — les seuls utilisés à l'époque — passant au travers du barrage et ancrés dans le rocher sous-jacent.

Dans ce cas, les câbles étaient protégés par un produit bitumineux plastique, qui permettait donc un contrôle régulier de la tension des câbles d'ancrage. Les mesures faites ont montré que la tension évoluait normalement. Ce barrage est d'ailleurs toujours en service. D'autres exemples d'ancrages ayant une vingtaine d'années pourraient être donnés.

La conclusion que l'on peut tirer de la bonne tenue d'ancrages précontraints déjà anciens est que, si des méthodes correctes de protection des câbles sont appliquées avec le soin voulu, les fils d'acier de précontrainte sont effectivement protégés, et la pérennité des ouvrages ancrés assurée.

Afin de montrer la diversité des applications possibles des ancrages précontraints scellés dans le rocher, quelques réalisations typiques utilisant des câbles Freyssinet sont résumés ci-après.

#### **Barrages**

Les ancrages précontraints ont été utilisés dans de nombreux barrages.

C'est le cas du barrage d'Ernestina, au Brésil (1952), de 400 m de long et de 14 m de hauteur, qui est constitué par une paroi verticale dont la stabilité est assurée uniquement par des câbles 12 Ø 5 mm ancrés dans le rocher.

#### **Culées de ponts**

Afin d'éviter la réalisation de culées poids importantes pour équilibrer le pont cantilever de la Saussaz, à Saint-Jean-de-Maurienne, en France, les culées sont ancrées à l'aide de câbles 12 Ø 7 mm.

#### **Cheminées d'usines et pylônes**

De nombreuses cheminées ont été ancrées afin de résister aux effets du vent. Il en est de même pour des tours ou des pylônes de rémission comme, par exemple, un grand pylône réalisé à Marseille pour la Radio-Télévision française, qui est ancré au moyen de câbles 12 Ø 7 mm.

#### **Massifs supports de machines**

Un exemple, entre autres, est l'ancrage au sol d'un train de laminage à Longwy, en France, par des câbles 12 Ø 7 mm.

#### **Radiers de bâtiments**

Le meilleur exemple est celui du bâtiment du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), à Paris, où le radier du sous-sol est ancré dans le rocher de façon à pouvoir résister aux sous-pressions qui s'exercent lors des crues de la Seine. C'est là une solution plus éco-

nomique que celle qui consiste à alourdir le radier comme on le fait parfois. Les détails de cette réalisation sont donnés dans les « Annales de l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics », n° 117, septembre 1957, Paris.

#### **Murs de soutènement**

Une application récente d'ancrage de murs de soutènement a été faite à Monaco pour la Société nationale des Chemins de fer français (SNCF).

#### **Parois moulées dans le sol**

De nombreuses utilisations d'ancrages de parois moulées dans le sol ont été faites récemment. C'est ainsi que, à Montréal, au Canada, ce procédé de soutènement a été énormément utilisé ces dernières années tant pour la construction de grands bâtiments que pour celle du métro de la ville.

Plusieurs milliers de câbles 12 T 1/2" y ont été ainsi utilisés. Il faut souligner que le sous-sol de Montréal se prête particulièrement bien à ce procédé.

Entre autres, l'excavation des sous-sol de l'immeuble-tour de la place Victoria, de 70 × 75 m et de 25 m de profondeur, a été réalisé en coulant tout d'abord une paroi moulée armée de 0,75 m d'épaisseur.

On commençait alors à excaver le terrain jusqu'à dégager la paroi sur une profondeur de 4 m. On forait jusqu'au rocher des trous inclinés à 45°, dans lesquels on enfilait et l'on scellait des câbles 12 T 1/2". Les câbles mis en tension assuraient la stabilité de la zone de 4 m. On recommençait ainsi l'opération par profondeurs de l'ordre de 4 m jusqu'à ouverture complète de la fouille.

Au fur et à mesure de l'avancement des travaux, et après la fin de ces travaux, un contrôle d'ensemble était effectué, qui consistait à vérifier par visées optiques les déplacements horizontaux et verticaux de la paroi. Le déplacement horizontal maximum a été constaté au sommet de la paroi : il n'excédait pas 1 cm.

Sur ce chantier, 600 câbles de 25 m de longueur moyenne ont été utilisés.

#### **Ancrages de culées de chaussée précontrainte**

Une application particulière des ancrages dans le rocher a été faite dans le tunnel routier sous le Mont-Blanc. Dans ce tunnel, la plate-forme de circulation est formée par la dalle supérieure des caissons de ventilation en béton. Afin d'éviter la présence d'un grand nombre de joints de dilatation, ces caissons sont précontraints longitudinalement au moyen de vérins plats Freyssinet. Pour réaliser cette précontrainte et surtout pour pouvoir supporter les efforts engendrés par les élévations de température, il est nécessaire de prévoir des culées. Les culées réalisées, espacées d'environ 2800 m, sont ancrées dans le rocher par des câbles 12 T 1/2" verticaux ou légèrement inclinés, au nombre d'une centaine par culée.

Seule la culée située à la sortie française du tunnel n'est pas ancrée : elle prend appui directement sur le rocher par des épanouissements latéraux. Afin de renforcer ce rocher, des clouages transversaux ont été réalisés par ancrage de câbles 12 T 1/2" inclinés à 15° sur l'horizontale.

Comme on le voit, les quelques exemples cités montrent combien peuvent être vastes et variées les applications des ancrages précontraints dans le rocher.

Mais, et c'est une grande restriction à ces applications, la majeure partie des ancrages réalisés à ce jour l'ont été dans du rocher ou des terrains de bonne qualité. Or il semble possible de s'ancrer dans des terrains de caractéristiques médiocres. Sur ce point, les

spécialistes de mécanique des sols peuvent apporter une aide précieuse aux ingénieurs de génie civil. La mécanique des sols doit fournir des solutions qui permettront un élargissement du domaine d'emploi des ancrages précontraints aux terrains médiocres par des techniques appropriées d'amélioration de leur résistance tout en offrant les meilleures conditions de sécurité et d'économie.

## BIBLIOGRAPHIE

**Diffraction. Cohérence en optique**, par *M. Françon*, professeur à la Faculté des sciences et à l'Institut d'optique de Paris. Paris, Gauthier-Villars, 1964. — Un volume 16×25 cm, 121 pages, 115 figures. Prix : broché, 30 F.

L'ensemble de cet ouvrage constitue le cours que l'auteur donne à la Faculté des Sciences de Paris, sur les phénomènes de diffraction à l'infini.

Le niveau est celui de la licence ès sciences et de toutes les grandes écoles d'ingénieurs.

Le sujet est abordé d'une façon très moderne et l'ouvrage met en valeur les progrès les plus récents dans le domaine du calcul des phénomènes de diffraction. Les calculs sont basés sur l'emploi de la transformation de Fourier, qui permet une étude précise et féconde de la structure des images d'objets étendus.

Dans les premiers chapitres, les phénomènes sont étudiés par la méthode de l'onde plane. L'influence du défaut de mise au point et des aberrations est traité plus logiquement par la méthode de l'onde sphérique dans le chapitre VII. Le chapitre V, consacré aux notions élémentaires sur la cohérence, est suffisamment développé pour permettre aux futurs ingénieurs comme aux futurs chercheurs d'aborder par la suite des traités complets sur ces questions.

### Sommaire :

I. Le principe de Huygens et les phénomènes de diffraction source ponctuelle monochromatique. — II. Diffraction à l'infini par une ouverture de forme simple. — III. La transformation de Fourier. — IV. Diffraction à l'infini par plusieurs ouvertures. — V. Sources et objets lumineux étendus. Cohérence. — VI. Phénomènes de diffraction dans les instruments d'optique parfaits. — VII. Phénomènes de diffraction dans les instruments d'optique réels.

**La construction des moteurs rapides à combustion interne**, par *A. Scheiterlein*, ingénieur. Ed. Springer, 1964. — Un volume 19×27 cm, 523 pages, 272 illustrations.

Ce livre est le onzième tome d'une série d'actuellement quatorze ouvrages édités en allemand, sous le titre général de « Die Verbrennungskraftmaschine » et sous la haute direction de M. le professeur Hans List, docteur h.c., à Graz. Chacun de ces volumes traite d'un problème particulier, tel que : la formation du mélange, la distribution, la lubrification et les paliers, la dynamique de la machine à combustion interne et, dans le cas qui nous occupe, la construction même des moteurs rapides.

Dans ce volume, les problèmes sont vus exclusivement sous l'angle du praticien et ne font pratiquement intervenir aucune connaissance mathématique. Par contre, l'auteur réunit en quelque 500 pages toute l'expérience pratique de nombreux constructeurs de moteurs et les diverses formules empiriques qu'il donne se révèlent être d'une exactitude inattendue.

L'auteur expose tout d'abord brièvement les différents critères pratiques qui permettent de déterminer les caractéristiques principales d'un moteur telles qu'alésage, course, régime de rotation, nombre de cylindres, procédé de refroidissement, etc.

Puis, dans une première partie, il traite des divers problèmes techniques et de fabrication que rencontre le

constructeur lors de l'élaboration pièce par pièce du moteur, que celui-ci soit à 2 temps ou à 4 temps, diesel ou à essence, refroidi à l'air ou à l'eau.

De l'étude approfondie des chemises, on passe à celle de la ou des culasses puis au bâti proprement dit. Citons rapidement les chapitres suivants :

- lubrification du moteur ;
- refroidissement à eau et à air ;
- pompes d'injection et régulateurs ;
- entraînement des auxiliaires ;
- dispositifs de démarrage ;
- suralimentation et pompes de balayage ;
- filtres à air ;
- collecteur d'échappement.

qui sont tous traités avec le même souci du détail qui caractérise cette publication.

Enfin, dans une deuxième partie, l'auteur examine tour à tour de nombreux moteurs rapides modernes de construction tant allemande qu'américaine, anglaise, italienne ou française. Dans chaque cas, il attire l'attention du lecteur sur telle ou telle solution originale et même parfois audacieuse, avec de nombreux dessins et coupes à l'appui.

Cet ouvrage représente donc un important travail de synthèse dans un vaste domaine où l'empirisme est roi.

B. B.

**La dilatométrie différentielle appliquée à l'étude des aciers**, par *G. Berger*, licencié ès sciences, chef de laboratoire à la Société Vallourec. Paris, Dunod, 1965. — Un volume 14×22 cm, xiv + 132 pages, 123 figures. Prix : broché, 24 F.

La dilatométrie différentielle occupe aujourd'hui une place primordiale parmi les techniques d'études des métaux et de leurs alliages. En ce qui concerne les aciers en particulier, elle a apporté, depuis de nombreuses années, une contribution importante à la connaissance des phénomènes physico-chimiques et structuraux dont ces derniers sont le siège.

L'ouvrage cité rassemble, sous une forme condensée, les manifestations dilatométriques de ces phénomènes et les conséquences que l'on peut tirer sur un plan pratique — celui par exemple des traitements thermiques — de l'examen attentif des diagrammes.

Une première partie est consacrée à l'étude approfondie du dilatomètre différentiel et aux méthodes générales qu'il convient d'adopter pour une exploitation correcte des courbes dilatométriques.

Les propriétés des phases habituellement rencontrées dans les aciers, puis, pour chacune des grandes classes (acières au carbone et peu alliés, aciers à outils, aciers inoxydables) sont étudiées dans une deuxième partie où les réactions et les transformations qui leur sont propres sont examinées, en insistant chaque fois qu'il y a lieu, sur les renseignements d'ordre pratique qui peuvent être déduits du dépouillement des diagrammes.

Le métallurgiste ingénieur ou technicien, l'étudiant en métallurgie, l'élève ingénieur, trouveront dans cet ouvrage de lecture facile, consacré exclusivement à la dilatométrie différentielle, et abondamment illustré, un outil de travail auquel ils peuvent se reporter à tout instant.