

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 87 (1961)
Heft: 10

Sonstiges

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: 11.01.2026

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

ques, adaptées aux conditions et circonstances particulières à l'ouvrage et au planning des exécutants, de façon à assurer la bonne coordination de toutes les opérations, dans l'espace et dans le temps.

6. Mise au point du dossier définitif.
7. Contrats définitifs.
8. Exécution.
11. *Promouvoir la rationalisation des installations* de chantier par une coordination effective des divers corps d'état, sur la base du programme général et des besoins de l'ensemble du chantier.
12. *Tirer parti des aménagements définitifs* pour les besoins provisoires (raccords aux services publics ; monte-charge).
13. *Etablir les projets d'exécution sur la base d'études comparatives* de plusieurs variantes.
14. *Etablir un schéma d'analyse permettant de comparer* utilement l'économie des divers procédés ou principes de construction et d'étude.
2. *Sur le plan général* (régional ou national)
 1. Créer un organisme interprofessionnel suisse de normalisation pour le bâtiment, groupant les nombreux éléments existants (voir rapport du Conseil pour la recherche dans le domaine du bâtiment).
 2. *Préconiser l'ouverture de concours* (qui pourraient être organisés par des groupes de villes ou de cantons ou par l'Union des villes suisses) pour la construction de logements préfabriqués.
 3. *Les projets couronnés seraient réalisés* à titre de prototypes dans le cadre de l'Exposition nationale 1964 assurant la création d'un nouveau quartier urbain, témoin durable de l'Exposition.
 4. *Les lauréats seraient en outre assurés* de commandes ultérieures suffisantes pour garantir l'amortissement équitable du matériel nécessaire.

9. Conclusion

90. L'industrialisation de la construction de bâtiments répond à une nécessité économique.
91. Elle se réalisera tôt ou tard : bien ou mal.
92. Il faut préparer cette évolution pour pouvoir la diriger et la maîtriser au lieu d'en devenir esclave.
93. Préparer l'industrialisation de la construction de bâtiments implique :
 931. une normalisation dimensionnelle modulaire, à l'échelle nationale, sinon internationale.
 932. une préfabrication intégrée, mise au point par
 933. des réalisations expérimentales à grande échelle.
94. Il est dans l'intérêt général, à longue échéance, d'accélérer la production de logements, sans nuire à leur qualité, et d'en promouvoir la fabrication industrielle même si, au début, il ne devait en résulter aucune économie, afin que les avantages économiques de l'industrialisation puissent se manifester dans toute leur ampleur.
95. Des chantiers expérimentaux constituent en réalité pour l'économie nationale un placement éminemment productif, même s'ils sont relativement onéreux au début, et à plus forte raison s'ils s'avèrent rentables.
96. La rationalisation et l'industrialisation de la construction de bâtiments ne peut se réaliser utilement qu'avec la participation constructive de tous les échelons de la vie économique et politique du pays.
97. La coordination des énergies et des efforts publics et privés est nécessaire pour assurer le développement harmonieux et rationnel des agglomérations comme des zones interurbaines et du pays tout entier.

Genève, le 23 mars 1961.

L'ACTUALITÉ AÉRONAUTIQUE (XXVII)

Remarques concernant la rechauffe

Généralités

Actuellement, la plupart des turboréacteurs équipant les avions modernes sont munis d'un *dispositif de rechauffe*, dont la fonction est d'assurer, *momentanément*, un supplément de poussée, au prix toutefois d'une consommation excessive de carburant. Il nous a paru intéressant de fournir quelques explications quant au fonctionnement et aux caractéristiques de ce procédé désormais classique. Précisons pour commencer que le turboréacteur fonctionne sur le même principe que

l'hélice, puisqu'il absorbe un certain débit d'air auquel il communique un certain accroissement de vitesse. La *poussée* P s'exprime approximativement par :

$$(1) \quad P = m (\omega_5 - \omega_0) \quad \text{où :}$$

m : débit-masse du flux interne

ω_0 : vitesse de vol

ω_5 : vitesse d'échappement : $\omega_0 + \Delta\omega$,

$\Delta\omega$ étant l'accroissement de vitesse communiqué par le système (hélice ou turboréacteur).

Le rendement de propulsion s'exprime par :

$$(2) \quad \eta_p = \frac{2}{1 + \frac{w_3}{w_0}}$$

En comparant (1) à (2), on constate facilement qu'il y aurait avantage à communiquer un *faible* accroissement de vitesse à un *grand* débit d'air de propulsion. C'est ce que réalise précisément l'hélice par rapport au turboréacteur¹, la grande section frontale de l'hélice lui assurant le grand débit nécessaire. Cet avantage de l'hélice, renforcé encore lorsque celle-ci est entraînée par une turbine à gaz dont le rendement est meilleur que celui du moteur à pistons, s'amenuise au fur et à mesure qu'augmente la vitesse de vol, à cause des effets de compressibilité, auxquels l'hélice est très exposée.

Le turboréacteur obéit au cycle schématique représenté à la *figure 1* (traits pleins), cycle que nous avons simplifié à l'aide des deux hypothèses suivantes :

- Les rendements partiels sont tous égaux à l'unité ;
- la chaleur spécifique à pression constante est prise constante.

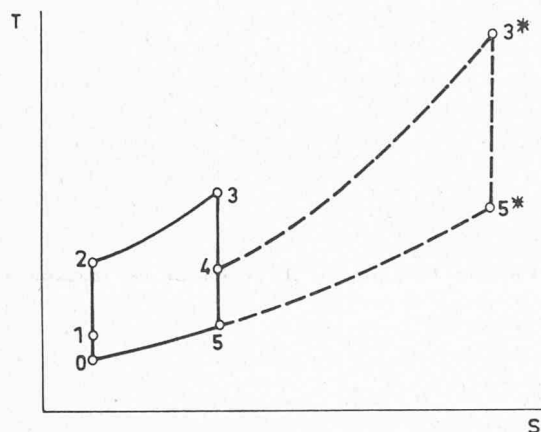


Fig. 1. — Diagramme T-S pour le turboréacteur.

Traits pleins : turboréacteur sans rechauffe.

Traits interrompus : turboréacteur avec rechauffe.

- 0 Conditions au repos.
- 1 Entrée du compresseur.
- 2 Entrée de la chambre de combustion.
- 3 Entrée dans la turbine.
- 4 Sortie de la turbine.
- 5 Echépement.
- 3* Sortie du four à rechauffe.
- 5* Echépement avec rechauffe.
- 0-1 Compression dynamique.
- 1-2 Compression mécanique (compresseur).
- 2-3 Combustion à pression constante.
- 3-4 Détente mécanique (entraînement de la turbine).
- 4-5 Détente cinétique (mise en vitesse de l'échépement).
- 4-3* Combustion à pression constante dans le four à rechauffe.
- 3*-5* Détente cinétique, avec rechauffe.

Ce diagramme a été simplifié, les rendements partiels étant pris égaux à l'unité.

La température T_3 des gaz brûlés à l'entrée de la turbine joue un rôle fondamental, car la turbine est fortement sollicitée, aussi bien par des contraintes thermiques que par les efforts centrifuges des masses tournantes. Il s'agit là d'un problème de résistance des matériaux. Actuellement, pour une turbine dont les

aubes ne sont pas refroidies, cette température vaut environ 1100° K. Il faut donc *adapter* la combustion à cette exigence.

Comme l'indique approximativement la *figure 2*, l'élévation de température ΔT_c due à la combustion dépend du rapport ϕ (débit de carburant divisé par le débit d'air). Pour des combustibles à base d'hydrocarbures, les conditions stoechiométriques (combustion parfaite et complète, sans excès d'air) s'établissent à $\phi = 0,067$, ΔT_c valant alors environ 1900 deg. On peut réduire ΔT_c en admettant un excès d'air ($\phi < 0,067$), ce qui revient à mélanger de l'air frais aux gaz brûlés. Le coefficient d'excès d'air λ s'exprime par :

$$\lambda = \frac{\phi_{st}}{\phi_{eff}}, \text{ soit, pour les hydrocarbures : } \lambda = \frac{0,067}{\phi_{eff}}.$$

Actuellement, λ vaut environ 4, ce qui signifie qu'à la sortie de la turbine les gaz renferment encore 75 % d'air disponible. Dans ces conditions, il est possible d'envisager une seconde combustion, ce que réalise précisément le dispositif de rechauffe. On pourra alors disposer d'une plus grande élévation de température, puisque la température T_3 (voir *fig. 1*, traits interrompus) régnant dans le *four de rechauffe* présente une limite élevée (pas de contraintes mécaniques à l'aval du four) de l'ordre de 1800° K par exemple.

Le cycle présente alors deux parties :

- la première, qui se réfère au turboréacteur,
- la seconde, qui correspond à la rechauffe proprement dite.

La rechauffe apparaît donc ici, en quelque sorte, sous la forme d'un statoréacteur ; c'est pourquoi on appelle aussi le système décrit : turbo-statoréacteur en série. Du point de vue de la terminologie, le dispositif de *rechauffe*, ou de *post-combustion*, est appelé *Nachverbrennung* par les Allemands et *reheat* ou *afterburning* par les Anglo-Saxons.

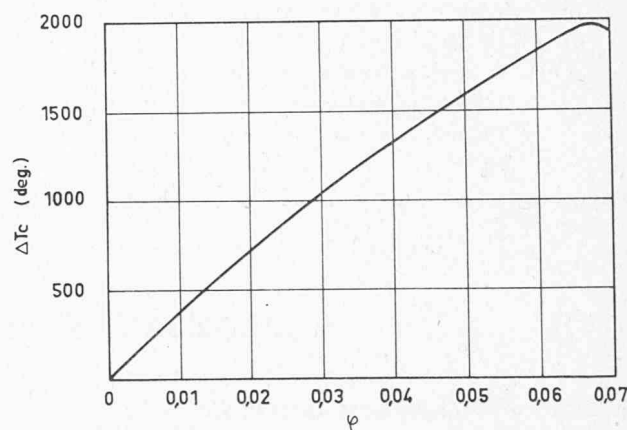


Fig. 2. — Elévation ΔT_c de température due à la combustion d'hydrocarbures, en fonction du rapport ϕ = débit de carburant/débit d'air.

Evaluation de l'augmentation de la poussée

Désignons respectivement par P et P^* la poussée sans rechauffe et la poussée avec rechauffe. Nous nous proposons d'évaluer le quotient $\alpha = P^*/P$, qui traduit l'effet de la rechauffe quant à la poussée. Utilisons les désignations suivantes :

¹ Voir à ce propos la note « Puissance et poussée » parue dans l'Actualité aéronautique XXV, *Bulletin technique de la Suisse romande* n° 26/1960.

M_0 : nombre de Mach de vol.
 p_2/p_1 : «taux de compression» du compresseur.
 $K = T_3/T_0$: facteur de construction pour la turbine.
 $K^* = T_3^*/T_0$: facteur de construction pour le four de rechauffe.

$\theta_0 = T_1/T_0 = 1 + \frac{\kappa-1}{2} M_0^2$: facteur de compression dynamique.

$\theta_c = T_2/T_1 = \frac{\kappa-1}{\kappa} (p_2/p_1)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$: facteur de compression mécanique.

κ représente l'exposant adiabatique (1,4 pour l'air).

Pour la poussée, on a: $P = m(w_5 - w_0)$
 $P^* = m^*(w_5^* - w_0^*)$

or: $m^* = m$, puisque le débit d'air n'est pratiquement pas modifié par le fonctionnement de la rechauffe

$w_0^* = w_0$, ce qui est évident.

Autrement dit:

$$(3) \quad \alpha = \frac{\frac{w_5^*}{w_0} - 1}{\frac{w_5}{w_0} - 1}$$

Pour évaluer α , il faut donc calculer les quotients $\frac{w_5^*}{w_0}$ et $\frac{w_5}{w_0}$.

Tous calculs effectués, on trouve finalement:

$$(4) \quad \alpha = \frac{\sqrt{\frac{K^*}{K - \theta_0(\theta_c - 1)}} \sqrt{\frac{2}{(\kappa - 1) M_0^2} \left[K - \theta_0(\theta_c - 1) - \frac{K}{\theta_0 \theta_c} \right]} - 1}{\sqrt{\frac{2}{(\kappa - 1) M_0^2} \left[K - \theta_0(\theta_c - 1) - \frac{K}{\theta_0 \theta_c} \right]} - 1}$$

Au point fixe ($w_0 = 0$), on a, plus simplement:

$$(5) \quad \alpha = \sqrt{\frac{K^*}{K - (\theta_c - 1)}}$$

Evaluation de la chute de rendement

Le rendement global du système étant défini par le quotient de la puissance utile à la puissance fournie, on s'attachera à déterminer le rapport des rendements $\beta = \eta^*/\eta$, η^* et η désignant respectivement le rendement global avec rechauffe en fonctionnement et le rendement global sans rechauffe. Tous calculs effectués, on trouve finalement:

$$(6) \quad \beta = \alpha \frac{K - \theta_0 \theta_c}{K^* - \theta_c}$$

Tandis que, pour les conditions de point fixe, on obtient:

$$(7) \quad \beta = \sqrt{\frac{K^*}{K - (\theta_c - 1)}} \cdot \frac{K - \theta_c}{K^* - 1}$$

β est d'ailleurs l'inverse du rapport des consommations spécifiques.

Calcul de quelques valeurs numériques

A titre d'exemple, nous avons admis les paramètres suivants: $K = 4$ et $K^* = 6$, pour lesquels nous calculons, en fonction du nombre de Mach de vol M_0 , et pour deux taux de compression p_2/p_1 de 6 et de 8, les valeurs correspondantes de α et de β .

p_2/p_1	6		8	
M_0	α	β	α	β
0	1,34	0,62	1,37	0,60
0,5	1,45	0,66	1,49	0,63
1,0	1,61	0,67	1,69	0,64
1,5	1,95	0,68	2,12	0,64
1,8	2,33	0,67	2,67	0,62
2,0	2,76	0,65	3,43	0,61

Il s'agit ici de valeurs approximatives, les calculs numériques ayant été effectués à l'aide d'une simple règle à calcul. Ces valeurs ont été portées graphiquement à la figure 3.

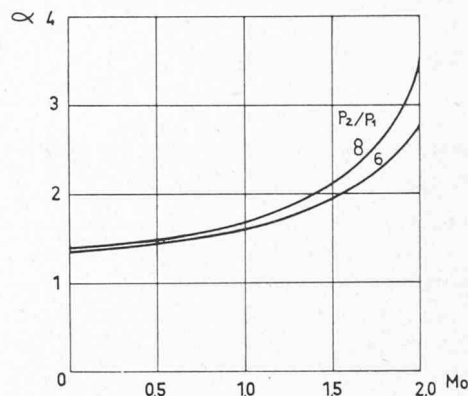


Fig. 3. — Variation du coefficient α = poussée avec rechauffe/poussée sans rechauffe, en fonction du nombre de Mach de vol, et pour deux valeurs (6 et 8) du taux de compression du compresseur.

Conclusions

1. Il ne faut pas oublier que les résultats littéraires obtenus plus haut ne donnent qu'une première approximation, puisqu'ils reposent sur les hypothèses énoncées dans les généralités.
2. L'élévation de poussée obtenue provient de l'augmentation de la vitesse d'échappement, le débit d'air n'étant pratiquement pas influencé par le fonctionnement de la rechauffe.
3. Lorsque le dispositif de rechauffe est installé, il est nécessaire de tenir compte, quand le turboréacteur fonctionne sans rechauffe («rechauffe froide»), des pertes supplémentaires que subit le flux interne dans la traversée du four de rechauffe éteint. Ces pertes conduisent à une réduction de la poussée, réduction allant jusqu'à 5 % environ, et à une augmentation du même ordre de la consommation.
4. Les quelques résultats numériques calculés ci-dessus dans un cas particulier montrent bien à quel point peut croître la poussée. Il faut bien se garder de ne considérer que l'augmentation enregistrée au point fixe; on constate en effet que, pour un taux de compression de 8, l'augmentation de poussée passe de 37 % au point fixe à 69 % pour $M_0 = 1$ et à 243 %(!) pour $M_0 = 2$. La chute du rendement global, par contre, n'est pratiquement pas influencée par le nombre de Mach de vol. On conçoit toutefois la très forte augmentation de la consommation de carburant qu'entraîne la mise en service du dispositif de rechauffe. Par exemple, un turboréacteur développant au point fixe une poussée de 7000 kg consomme, à plein régime, environ 5000 kg/h de carburant; avec une rechauffe de 37 % au point fixe, la consommation passerait à environ 13 000 kg/h pour $M_0 = 1$, et à environ 28 000 kg/h pour $M_0 = 2$! Cette dernière remarque met bien en évidence le caractère très temporaire de l'utilisation de la rechauffe, qui représente un moyen facile, mais onéreux en carburant, d'augmenter considérablement la poussée d'un turboréacteur.

Du point de vue de la construction, la rechauffe présente l'avantage d'accroître, dans des proportions très sensibles, la poussée au maître-couple ; elle nécessite un allongement du groupe propulseur, allongement qui peut représenter environ 50 % de la longueur totale du turboréacteur sans rechauffe.

Combinaison de réacteurs pour les avions à décollage court

Pour assurer aux avions une faible distance de décollage et d'atterrissage, il est nécessaire de les équiper de propulseurs garantissant une poussée valant une notable proportion du poids de vol. Les avions actuels, tels les DC-8, les Boeing 707, les Caravelles, disposent d'une poussée totale de décollage qui ne représente guère que 25 à 30 % du poids de l'avion. Il en va d'ailleurs souvent de même d'avions plus petits.

Pour obtenir une poussée qui soit sensiblement égale au poids de l'avion, il est indispensable de recourir à des propulseurs offrant une faible charge spécifique (rapport : poids du propulseur à la poussée). Or, les meilleurs turboréacteurs actuels présentent une charge spécifique de l'ordre de 0,2 ; il s'agit toutefois ici de moteurs de longue durée de vie. Par contre, des turboréacteurs dits « consommables », actuellement en période de mise au point, offrent une charge spécifique de l'ordre de 0,06 seulement. De tels réacteurs ont été conçus à l'intention d'engins téléguidés, dont la durée de vie se limite à la durée d'un vol.

Maintenant que ces turboréacteurs particulièrement légers existent, on peut se demander s'il ne serait pas judicieux de combiner entre eux les deux types de réacteurs (consommables et de longue vie). En effet, il est aisé de constater que, dans le cas d'avions à envol vertical, une partie seulement de la poussée installée est utilisée de manière continue, l'autre partie n'y étant requise que de courts instants, lors même des phases de décollage et d'atterrissage ; autrement dit, si l'on imaginait un groupe propulseur réservé uniquement aux manœuvres de décollage et d'atterrissage, et un second groupe auquel on aurait recours uniquement pour les phases normales de vol, et qu'on mesure les temps de fonctionnement sur une période test assez longue, on observerait que les temps de service du premier groupe ne représenteraient qu'un faible pourcentage de ceux du second groupe ; en un mot, le premier groupe devrait être traité, par rapport au second, comme un groupe « consommable » et nous l'appellerons groupe auxiliaire.

Cet aspect du problème a été récemment évoqué dans une revue allemande¹, à l'occasion de la prise de deux brevets, dans cette direction, par la maison *Fiat*, à Turin.

On se propose ici d'établir une comparaison sommaire des poids entre une solution ne comportant qu'un turboréacteur normal et une solution mixte comprenant un turboréacteur normal en combinaison avec un turboréacteur consommable, la poussée totale T étant bien entendu la même dans les deux cas.

Soient T_1 la poussée produite par le turboréacteur normal et T_2 la poussée développée par le turboréacteur auxiliaire, telles que :

$$T = T_1 - T_2$$

En faisant intervenir la charge spécifique (rapport entre le poids et la poussée d'un groupe propulseur), on aurait, pour le poids de la combinaison :

$$G_c = \tau_1 T_1 + \tau_2 T_2.$$

Rapportée au poids G_A de l'avion, cette expression devient :

$$(1) \quad \frac{G_c}{G_A} = \tau_1 \cdot \alpha_1 + \tau_2 \cdot \alpha_2$$

$$\text{où : } \alpha_1 = \frac{T_1}{G_A} \quad \text{et} \quad \alpha_2 = \frac{T_2}{G_A}$$

Le poids d'un groupe propulseur normal vaudrait :

$$(2) \quad G_n = \tau_1 (T_1 + T_2), \quad \text{ou bien :} \\ \frac{G_n}{G_A} = \tau_1 (\alpha_1 + \alpha_2)$$

En comparant entre elles les expressions (1) et (2), on obtient :

$$(3) \quad \frac{G_c}{G_n} = \frac{1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot \frac{\tau_2}{\tau_1}}{1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1}}$$

Ce rapport, qui joue un rôle déterminant pour la qualification d'un groupe propulseur mixte, est représenté à la figure 4, en fonction du rapport des poussées $T_1/T_2 = \alpha_1/\alpha_2$ et pour trois valeurs du paramètre τ_2/τ_1 (rapport des charges spécifiques). Les valeurs numériques figurent dans le tableau ci-dessous :

α_2/α_1		0	0,5	1	1,5	2	3
τ_2/τ_1							
0,4	1	0,80	0,70	0,64	0,60	0,55	
0,3	1	0,77	0,65	0,58	0,53	0,48	
0,2	1	0,73	0,60	0,52	0,47	0,40	

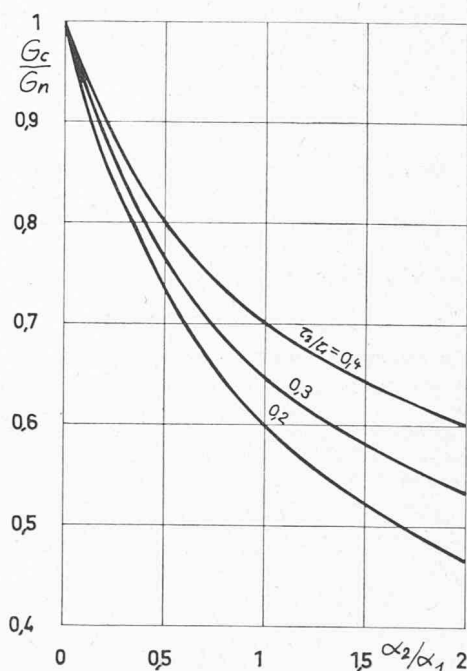


Fig. 4. — Poids d'un groupe propulseur mixte rapporté à celui d'un groupe propulseur normal.

En abscisse, le rapport des poussées $T_2/T_1 = \alpha_2/\alpha_1$.

En valeur paramétrique : rapport τ_2/τ_1 des charges spécifiques.

¹ « Kombinierte Strahltriebwerke für Kurzstart und Kurzlandung ». *Luftfahrttechnik* n° 5/1960.

A titre d'exemple, choisissons deux cas différents d'application :

1. pour un avion à décollage et atterrissage courts (STOL) : la poussée totale $T_1 + T_2$ est prise égale à 60 % du poids de l'avion.

Supposons : $\alpha_2/\alpha_1 = 1$; $\alpha_1 + \alpha_2 = 0,6$; donc : $\alpha_1 = 0,3$ et $\alpha_2 = 0,3$; $\tau_2 = 0,06$; $\tau_1 = 0,2$; donc : $\tau_2/\tau_1 = 0,3$. Dans ces conditions, on trouve : $G_c/G_n = 0,65$.

Cela signifie que, du point de vue du poids, le groupe propulseur mixte représente une économie de 35 % par rapport au groupe propulseur classique. Dans l'exemple choisi, l'économie de poids, exprimée par rapport au poids de l'avion équipé, mais sans groupe propulseur, est de 4 %.

2. Pour un avion à essor vertical (VTOL) : on admet une poussée excédant de 20 % le poids total de l'avion. Autrement dit : $T_1 + T_2 = 1,2$.

Supposons successivement : $\alpha_2/\alpha_1 = 3$; donc : $\alpha_1 = 0,3$ et $\alpha_2 = 0,9$, puisque : $\alpha_1 + \alpha_2 = 1,2$; $\tau_1 = 0,2$ et $\tau_2 = 0,06$, donc : $\tau_2/\tau_1 = 0,3$.

Dans ces conditions, on obtient : $G_c/G_n = 0,48$.

Dans ce cas, l'économie de poids réalisée est de 52 % par rapport au poids du groupe propulseur classique. Ceci se traduit par une économie de poids de 13 % par rapport au poids de l'avion équipé, mais sans groupe propulseur.

Si l'on se rappelle à quel point le poids de l'avion est important, dans le calcul des frais d'exploitation, et surtout lorsqu'il s'agit de solutions devant garantir de faibles distances de décollage et d'atterrissage, ou même l'envol à la verticale, on comprend tout l'intérêt que suscite la solution mixte. De plus, dans une telle combinaison, chaque turboréacteur est traité individuellement, ce qui permet de réunir les meilleures conditions de fonctionnement.

BIBLIOGRAPHIE

Quelques remarques sur l'infection de l'atmosphère des villes et les bruits excessifs. Nécessité de la fondation d'une ligue nationale suisse pour la protection de la santé des populations, par Pierre-Louis Guye. Neuchâtel, Editions Victor Attinger, 1960. — Un volume 15×23 cm, 75 pages. Prix : broché, 5 fr.

L'auteur base ses considérations sur des citations de première valeur.

En ce qui concerne l'infection de l'atmosphère des villes par l'oxyde de carbone, il cite des passages de l'extrait d'un compte rendu d'une séance de l'Académie des Sciences de Paris, séance du 28 juillet 1958 : « Sur quelques enseignements tirés de déterminations de l'oxycarbonémie d'habitants d'une grande ville. »

En ce qui concerne les bruits excessifs, il reproduit quatre textes :

1^o Un passage d'un article du professeur E. Grandjean, docteur en médecine, directeur de l'Institut d'hygiène et de physiologie du travail à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich : « Comment le bruit influence le rendement du travailleur intellectuel », 1957.

2^o Plusieurs passages d'un article : « Berne met le bruit excessif à ban ! », paru dans la revue *Moto-Touring*, n° 24, 1958, Berne.

3^o Le résumé en langue française d'un article en langue allemande : « Lärmquellen und Lärmbekämpfung », paru dans la revue *Strasse und Verkehr — La route et la circulation routière*, n° 12, 1957, Soleure.

4^o Le « Discours du Souverain Pontife à la Ligue italienne pour la lutte contre le bruit », paru dans *La Documentation catholique* du 20 janvier 1957, rue Bayard 5, Paris VIII^e.

L'auteur définit que les bruits doivent être considérés comme excessifs lorsque, par suite de leur intensité ou

de leur fréquence, ils deviennent dommageables à la personne humaine.

Il démontre que l'infection de l'atmosphère des villes par les gaz d'échappement des moteurs à essence ou à mazout des véhicules automobiles est devenue un fléau préjudiciable à la santé humaine. Il en est de même pour les bruits provenant de la circulation de ces véhicules dans les rues des localités. Pour y remédier, il est nécessaire de développer les villes en étendue avec des zones résidentielles satellites en cités-jardins.

L'auteur examine la question de la construction en Suisse des autoroutes destinées au transit intercantonal et international. Il estime que ces autoroutes ne doivent pas traverser les agglomérations urbaines, mais qu'elles doivent contourner à bonne distance les quartiers résidentiels périphériques.

Il stipule en outre que la partie centrale des villes, où se trouvent la plupart des magasins et des bureaux, devrait être interdite à la circulation des véhicules, sauf quelques exceptions autorisées.

Il examine aussi divers moyens et possibilités pour la défense contre les bruits excessifs, qui se manifestent au sein de notre civilisation moderne, non seulement dans les rues, mais aussi dans les locaux de travail, les appartements d'habitation. Il exprime aussi son avis au sujet des aérodromes.

Comme conclusion, l'auteur déclare qu'il importe de fonder une « Ligue nationale suisse pour la protection de la santé des populations » qui sera formée de plusieurs sections spécialisées chacune dans un domaine. Cette ligue devra contribuer, en collaboration avec les pouvoirs publics et les associations de médecins, à la sauvegarde de la santé du peuple, première richesse d'une nation.

L'auteur a adjoint au texte proprement dit encore sept appendices, dans lesquels il cite et commente des déclarations de médecins et hommes de sciences, dont la notoriété est très connue.

Toute personne s'intéressant au bien de la collectivité lira avec le plus grand intérêt cette publication qui traite de sujets devenus aujourd'hui d'une brûlante actualité.

Le boulonnage des roches en souterrain, par André Hugon, ingénieur E.T.P., urbaniste D.I.U.U.A., lieutenant-colonel du Génie, et André Costes, capitaine du génie, licencié ès sciences. Editions Eyrolles, Paris, 1959. — Un volume 16×25 cm, 180 pages, 80 figures. Prix : 2900 fr. français.

Dans la construction d'ouvrages souterrains, les travaux d'excavation et de bétonnage tendent vers une mécanisation de plus en plus poussée, ce qui oblige à pouvoir disposer du maximum d'espace libre pour le déplacement et le travail des engins et machines. Les procédés de soutènement doivent, en conséquence, aussi subir une profonde évolution pour répondre à cette nécessité. Le boulonnage des roches, judicieusement disposé, assure une bonne protection au personnel du chantier, et une libre circulation des engins ; il se pose facilement et son prix de revient est économique. Il consiste à consolider le terrain autour d'une excavation en solidarissant entre elles les couches superficielles et les couches profondes à l'aide de boulons métalliques.

Jusqu'ici, l'emploi des boulons a été fait surtout d'une manière empirique, sans règles bien précises. Disposant d'une expérience de plusieurs années dans l'exécution de nombreux travaux souterrains et des essais qu'il leur a été donné de faire à leur occasion, les auteurs ont établi un certain nombre de règles théoriques qui leur ont permis de calculer rationnellement les effets de ce mode de soutènement et d'adopter le type de boulons le plus approprié à la nature des travaux projetés.

L'ouvrage comprend notamment la description des matériels les plus courants en Europe, l'établissement

d'un plan de boulonnage, la consolidation par boulons bétonnés et des exemples de soutènement réalisés par boulonnage.

Cet ouvrage permet aux ingénieurs et techniciens du génie civil de mieux connaître les possibilités de ce nouveau mode de soutènement et de l'utiliser rationnellement.

Extrait de la table des matières :

Notions sur les pressions de terrain. — Principes de boulonnage, modes d'action des boulons. — Calcul du boulonnage. — Applications numériques. — Matériel de boulonnage. — Etude du fonctionnement mécanique du boulon. — Essais et mesures. — Les boulons bétonnés. — Conditions d'un boulonnage optimum. — Utilisations particulières du boulonnage des roches. — Conclusions. — Bibliographie.

Accouplements, joints de cardan, en cliquetages, par Jean Brondel, ingénieur des Arts et Métiers. Paris, Dunod, 1961. — Un volume 16×25 cm, xi + 451 pages, figures.

Lors de l'étude d'une machine ou d'un mécanisme, un ingénieur, quelle que soit sa compétence, est obligé de s'assurer du caractère réellement pratique de la solution qu'il envisage et il peut regretter de ne pas avoir sous la main des documents qui lui rappelleraient les réalisations déjà existantes dans la catégorie qui l'intéresse. Une grande perte de temps lui sera donc évitée s'il a sous les yeux la solution adoptée déjà dans un cas analogue par d'autres chercheurs ou par des constructeurs spécialisés.

Par ailleurs, la construction d'un mécanisme d'un principe déterminé peut être extrêmement différente selon l'emploi auquel il est destiné : pour vitesses lentes ou rapides, pour fortes charges ou faibles efforts, pour l'application, par exemple, à une machine à vapeur ou à un jouet d'enfant.

Au cours de cet ouvrage, l'auteur étudie la simple transmission du mouvement circulaire continu d'un arbre à un autre, situé dans son prolongement.

Dans la réalité, les axes des arbres moteur et récepteur ne sont pas exactement confondus. C'est ainsi que, même dans les appareils où l'étude a été conduite dans ce sens, la précision peut être insuffisante, ou bien les flexions des divers supports ou des organes eux-mêmes sont telles que de légères variations d'alignement se produisent et qu'il soit nécessaire d'en tenir compte. Il peut aussi arriver, pour certaines circonstances de fonctionnement, que les arbres aient à subir des déplacements, parallèles, axiaux et même angulaires qui ne seront plus accidentels et qui seront notablement plus importants que de simples variations d'alignement. Des adaptations devront être apportées en conséquence aux mécanismes de transmission.

L'ensemble des mouvements présentés dans ce livre ont été schématisés et l'auteur s'est efforcé de trouver la loi ou tout au moins la séquence des modifications élémentaires à apporter à un dispositif pour passer au suivant, et de proche en proche, obtenir un mécanisme assez différent, évitant ainsi le plus possible de laisser des solutions dans l'ombre. Par ce procédé, on aboutit évidemment à des solutions comparables ou à des dispositifs améliorés encore imparfaits, mais de loin en loin on arrive à une « bonne solution » dont on connaît alors les variantes possibles, ce qui en facilitera la mise au point.

Dans chaque chapitre, l'exposé de ces solutions théoriques est suivi de la description des applications pratiques, tirées de dessins réalisés par les constructeurs divers et dont un certain nombre ont reçu la consécration de la pratique. Toutes les illustrations sont traitées sous forme de schémas faciles à comprendre immédiatement, ce qui favorise la recherche rapide d'un mécanisme de catégorie déterminée.

Ainsi conçu, ce livre doit donc rendre des services aux ingénieurs et techniciens des industries mécaniques qui pourront tirer parti d'un outil de travail directement exploitable.

Sommaire :

1. Entraînement par blocage positif. — 2. Entraînement par toc et doigt simple. — 3. Entraînement à dents. — 4. Entraînement par griffes. — 5. Entraînement par doigts et clavettes multiples. — 6. Entraînement par bielles et bras intermédiaires. — 7. Entraînement élastique par lien élastique. — 8. Entraînement par plateau intermédiaire. — 9. Joints de Cardan simples. — 10. Joints de Cardan homocinétiques. — 11. Entraînement par encliquetage. — 12. Entraînement par clavette mobile. — 13. Entraînement par billes ou rouleaux de coincement.

Introduction au contrôle de la publicité, par Maurice Vidal, directeur de l'Office technique de la vente. Paris, Dunod, 1960. — Un volume 14×22 cm, vii + 113 pages, 4 figures. Prix : relié, 12,50 NF.

La lecture de ce livre laisse à l'esprit des notions très paradoxales, à contre-courant des opinions admises : « La bonne qualité de la publicité est un facteur souvent mineur dans le rendement de la publicité. » « Les contrôles classiques de l'efficacité publicitaire ne mesurent pas l'efficacité de la publicité. » « Une des solutions du problème publicitaire est de n'en point faire... »

Il est vrai que ce livre marque l'arrivée, voire l'intrusion, des méthodes de l'ingénieur dans un domaine jusque-là réservé aux subtilités de l'art de vendre. Préoccupé avant tout de rendement, M. Vidal s'efforce de démonter ce « moteur » de la vente qu'est ou que devrait être la publicité, afin d'en faire saisir le mécanisme.

Les contrôles auxquels il s'est livré montrent que la publicité apporte parfois beaucoup de ventes, parfois qu'elle n'en apporte pas. Pourquoi ? C'est la réponse à cette question qui est le centre d'intérêt de l'ouvrage, avec des schémas inattendus de réactions en chaîne dans l'entreprise, sur le marché, et dans l'économie générale.

Ainsi l'économiste, qui élude le problème publicitaire, et l'annonceur, qui ne peut ni l'éluder ni le maîtriser, trouveront un égal attrait à la lecture de cette Introduction. Le publicitaire aussi, surtout celui qui place sa responsabilité au-delà de la simple « fabrication » des messages.

Sommaire :

1. Importance du fait publicitaire. — 2. Définitions. — 3. La publicité dans l'économie. — 4. La publicité et les grands problèmes de l'entreprise. — 5. La mesure de rendement. — 6. Mécanisme de la rentabilité publicitaire. — 7. La publicité intégrée.

Effets graphiques dans les plans de construction. Paris, Dunod, 1960. — Un volume 21×30 cm, 1500 dessins. Prix : broché, 28,80 NF.

Réunissant des esquisses destinées à animer les plans, ce volume, très original dans sa présentation, contient près de 1500 dessins sélectionnés lors des concours internationaux d'architecture.

Son objet est de permettre à l'architecte et au dessinateur d'agrémenter, par l'emploi d'effets graphiques, le dessin purement technique et de lui donner sans effort un caractère vivant et une note artistique par simple décalque.

Les dessins, conçus en fonction des besoins mêmes des utilisateurs, sont composés de centaines de silhouettes simplifiées ou stylisées d'hommes et de femmes de tous pays, groupes d'animaux, de nombreuses présentations en plan d'arbres et plan d'ébauches de voitures. D'une grande variété d'attitudes et de présentation, toutes ces esquisses atteignent, par leur simplicité et leur fantaisie, un niveau artistique.

Ce livre offre donc un grand nombre de modèles à décalquer dans les différentes échelles usuelles et constitue également une source d'inspiration, pour les architectes, dessinateurs, projeteurs, professeurs des écoles d'architecture et de dessin.

Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton, par Dr Ing. E. Mörsch, ancien professeur à l'Ecole polytechnique de Stuttgart. Konrad Wittwer, Stuttgart, 1958. — Un volume 18×25 cm, 488 pages, 628 figures.

Depuis la fin de la guerre, la construction de ponts a pris un essor considérable ; l'application de la précontrainte à ces réalisations étant en outre devenue courante, il s'est avéré nécessaire de reprendre la 5^e édition de l'ouvrage du Dr Mörsch. Après la mort de celui-ci, l'éditeur chargea trois spécialistes des ponts de renouveler et de compléter ce volume. La nouvelle édition, qui suit les grandes lignes de la précédente, réunit les connaissances actuelles en matière de ponts. Cet ouvrage est avant tout pratique et traite les problèmes constructifs plus que les théories statiques.

Pour chaque type de pont, les auteurs ont choisi des exemples de réalisations récentes, complétant leur exposé par une riche collection de figures et insistant particulièrement sur l'importance des problèmes esthétiques dans ce type d'ouvrage. Ce volume rendra de grands services à tout ingénieur projeteur ou constructeur de ponts.

Extrait de la table des matières :

Ponts poutres : Droits ou biais, à une ou plusieurs portées ; coupe en travers types, calculs statiques. — **Ponts cadres :** A une ou plusieurs portées ; ponts cadres sur rivières ; ponts à béquilles. — **Ponts arcs :** Passages inférieurs voûtés ; ponts enjambant des rivières ou des vallées ; différents types de voûtes ; arcs avec voie de roulement superposée ou suspendue ; ponts Maillart. — Bibliographie.

Der neuzeitliche Strassenbau, par Dr Ing. E. Neumann. Springer-Verlag, 1959. — Un volume 17×25 cm, 649 pages, 508 figures. Relié : DM 66.—.

La construction de routes ayant pris un essor particulier ces dernières années, de gros progrès ont été réalisés dans tous les domaines, que ce soit dans la structure des fondations ou des revêtements, leur mise en place, la lutte contre le gel, pour ne citer que quelques exemples. Pour la rédaction de la quatrième édition de son volume, l'auteur s'est entouré d'une dizaine de spécialistes, de ce fait l'ouvrage est très complet et passe en revue toutes les connaissances acquises dernièrement en technique routière. Partant de l'analyse des divers moyens de transports routiers, il analyse le tracé, étudie la dynamique des circulations et consacre de longs chapitres aux problèmes d'exécution et d'entretien ; il termine par l'étude des tunnels routiers, comparant les avantages et inconvénients de quelques réalisations récentes.

Ce livre s'adresse tout particulièrement aux ingénieurs constructeurs de routes mais est susceptible d'intéresser toute autre personne désirant s'initier aux diverses techniques de la route.

Extrait de la table des matières :

Les moyens de transport routier. — Tracé. — Configuration des routes. — Chaussées. — Essai sur les chaussées. — Routes en terre. — Consolidation des routes. — Les revêtements modernes des routes. — Appareils et machines pour la mise en place des revêtements. — Les tunnels routiers et leurs équipements.

Le fraisage (2 volumes), par J. Hanen et L. Ramel. Paris, Dunod, 1960.

— **Tome I :** Les fraises, le taillage droit et hélicoïdal, par J. Hanen. 5^e édition révisée par L. Ramel. — Un volume 14×22 cm, 207 pages, 190 figures. Prix : broché, 12 NF.

— **Tome II :** Méthodes de fraisage en ligne, alternatif, en parallèle, par reproduction, montages d'usinage sur diviseurs et tables pivotantes, par L. Ramel. — Un volume 14×22 cm, 130 pages, 194 figures. Prix : broché, 12 NF.

Le premier tome, dont un nouveau tirage vient d'être réalisé, contient sous une présentation modernisée, une documentation théorique et pratique sur le taillage des

fraises droites et hélicoïdales, des alésoirs, des tarauds, des engrenages sur diviseur, des roues de chaînes, et une explication détaillée des méthodes de division simple et différentielle, avec le calcul du pas et le montage des roues. Il contient également tous renseignements pour l'étude et l'exécution des fraises courantes, fraises à détourner, fraises spéciales pour l'usinage des alliages légers, fraises de forme, fraises à lames rapportées, fraises pour ébaucher les engrenages coniques, ainsi qu'une étude originale sur le calcul et l'usinage des fraises à tailler les vis sans fin et les arbres cannelés sur Barber Colman.

Dans le deuxième tome, l'auteur étudie tout particulièrement les diverses méthodes de fraisage employées dans les ateliers. Son livre donne ainsi le moyen de construire des montages de fraisage sous ses formes les plus variées.

Des exemples types et les détails de construction applicables à des études similaires y sont décrits : moyen de serrage des pièces, dispositif de division de plateaux circulaires, diviseurs pivotants, etc.

Le lecteur pourra donc choisir en fonction de telle pièce à fraiser la méthode la plus rationnelle : en ligne, parallèle, alternative, sur table pivotante par reproduction. Notons que les figures cotées pour chacun de ces chapitres reproduisent des ensembles construits et éprouvés dans les ateliers.

Rédigé dans un esprit essentiellement pratique, ces deux manuels intéresseront les techniciens d'ateliers, préparateurs de bureaux de méthode, dessinateurs d'outillage, fraiseurs ainsi que les élèves de diverses écoles professionnelles et techniques.

Tables of $1n \Gamma'(z)$ for Complex Argument, par A. A. ABRAMOV. Pergamon Press, Oxford 1960.

Ces tables, établies par l'Institut d'analyse numérique de l'Académie des Sciences de l'URSS, donnent les parties réelle et imaginaire de $1n \Gamma'(z)$, $z = x + iy$, pour $x = 1 (0,01) 2$, $y = 0 (0,01) 4$, avec 6 décimales. Une introduction donne les indications permettant de calculer cette fonction en dehors du domaine couvert par les tables.

CH. BLANC.

LES CONGRÈS

Société Suisse de Mécanique des sols et des travaux de fondations

6^{me} Assemblée générale

9 et 10 juin 1961, à Saas-Grund et Saas-Fee, Valais

PROGRAMME

VENDREDI 9 JUIN

- Env. 14.45 h. Arrivée à Saas-Grund.
- 15.00 - 15.15 Ouverture de la session par le président, M. le professeur D. BONNARD (Salle communale, Saas-Grund).
- 15.15 - 16.15 M. H. CAMBEFORT, Solétanche, Paris : *L'injection et ses problèmes.*
- 16.30 - 17.00 M. R. BARBEDETTE, Sondages, Injections, Forages S.A., Bussigny-Lausanne : *Percement des galeries en terrain difficile. Méthodes des injections à l'avancement.*
- 17.15 - 17.45 M. KURT BÖSCH, Stump Bohr AG, Zurich : *Injektionen in Fels.*
- 18.00 - 18.30 CYNAMID, New York : *Les procédés d'injections chimiques au moyen de produits organiques.*
- 18.30 - 18.45 M. J. C. OTT, Société Générale pour l'Industrie, Genève : *Synthèse et domaine d'application des procédés d'injections.*

- 18.45 - 19.00 Brèves communications et discussion.
20.45 - 21.30 Assemblée générale administrative, dans la salle de l'Hôtel du Glacier, à Saas-Fee.

A partir de 21.30 Projection de films.

SAMEDI 10 JUIN

- 8.00 - 8.05 Réouverture de la session, par M. le professeur D. BONNARD (Salle communale, Saas-Grund).
8.05 - 8.45 M. A. VERREY, Elektro-Watt AG, Zurich : *L'aménagement hydro-électrique de Mattmark*.
9.00 - 9.30 M. Dr B. GILG, Elektro-Watt AG, Zurich : *Das Projekt des Dichtungsschleiers in Mattmark*.
9.45 - 10.30 M. CH. BLATTER, Swissboring AG, Zurich : *Vorversuche und Ausführung des Injektions-schleiers in Mattmark*.
10.30 Départ des cars postaux (voitures privées interdites !)
Env. 11.00 Arrivée à Mattmark.
Visite du chantier par groupes.
13.30 Casse-croûte.
15.00 Départ pour Saas-Grund, resp. Saas-Fee ou Brigue.

Tous renseignements, notamment en ce qui concerne la réservation des places dans les cars, sont à demander au secrétariat de la Société, Gloristrasse 39, Zurich. Tél. (051) 32 73 30 (2838).

Inscriptions avant le 25 mai 1961.

STS	SCHWEIZER. TECHNISCHE STELLENVERMITTLUNG SERVICE TECHNIQUE SUISSE DE PLACEMENT SERVIZIO TECNICO SVIZZERO DI COLLOCAMENTO SWISS TECHNICAL SERVICE OF EMPLOYMENT
------------	---

ZURICH, Lutherstrasse 14 (près Stauffacherplatz)

Tél. (051) 23 54 26 — Télégr. STSINGENIEUR ZURICH

Emplois vacants :

Section industrielle

149. *Ingénieur ou technicien électricien ou physicien*, ayant de la pratique en électronique, pour travaux de développement dans le domaine des instruments et appareils techniques et scientifiques et des problèmes de la technique des mesures. Zurich.

151. *Ingénieur d'exploitation*, de préférence diplômé de l'EPF, ayant quelques années de pratique et capable d'organiser et de diriger le bureau des prix de revient d'une fabrique métallique à Wœrth (est de la France).

153. *Dessinateur*, pour constructions en tôle et soudées. Atelier de construction. Environs de Zurich.

155. *Technicien mécanicien*, ayant quelques années de pratique, capable de diriger et manutentionner un équipement de machines pour la fabrication de cartouches de crayon à bille. Entrée à convenir. Durée de contrat : trois ou cinq ans. Fabrique à Saïgon (Vietnam). Offre sur papier d'avion du S.T.S. en français.

Sections du bâtiment et du génie civil

286. *Dessinateur en bâtiment*, expérimenté, pour plans et chantier de bâtiments industriels. Entreprise industrielle. Canton d'Argovie.

290. *Architecte, technicien en bâtiment ou dessinateur*, qualifié pour bureau et chantier. Bureau d'architecture. Bords du lac de Zurich.

292. *Technicien en bâtiment ou dessinateur, qualifié*. Bureau, chantier et architecture d'intérieur. Bureau d'architecture. Zurich.

294. *Dessinateur en bâtiment*, ayant quelque pratique et des connaissances de l'architecture d'intérieur. Bureau d'architecture. Environs de Berne.

296. *Technicien en bâtiment ou dessinateur*, expérimenté. Connaissance de l'italien désirée. Bureau d'architecture. Canton du Tessin.

298. *Technicien en bâtiment ou dessinateur*, bureau et chantier. Bureau d'architecture. Canton d'Argovie.

300. *Conducteur de travaux en bâtiment* expérimenté, pour un chantier, canton de Lucerne; en outre, *technicien en bâtiment ou dessinateur*, bureau et chantier. Bureau d'architecture. Canton d'Argovie.

302. *Jeune dessinateur géomètre ou en génie civil*, pour des constructions de routes. Bureau d'ingénieur. Berne.

304. *Ingénieur civil ou technicien*, bon staticien pour calculs et constructions en béton armé; en outre : *dessinateur en béton armé*. Bureau d'ingénieur. Tessin.

306. *Jeune dessinateur en bâtiment*, ayant quelque pratique. Bureau d'architecture. Genève.

308. *Jeune ingénieur civil*, bon staticien; en outre, *dessinateur en génie civil*, de préférence de langue française. Entrée le plus tôt possible. Places stables. Bureau d'ingénieur. Genève.

310. *Architecte, technicien en bâtiment ou dessinateur* qualifié, pour travaux de bureau et chantier. Entrée le plus tôt possible. Place stable. Bureau d'architecture. Ville de Suisse romande.

312. *Jeune ingénieur civil*, bon staticien, ayant quelque pratique, pour calculs statiques des constructions de bâtiment et de génie civil en béton armé; en outre, *dessinateur en béton armé*, ayant quelque pratique. Entrée le plus tôt possible. Place stable. Bureau d'ingénieur. Genève.

314. *Technicien en bâtiment ou dessinateur*, pour tous les travaux d'un bureau d'architecture. Winterthour.

316. *Conducteur de travaux en bâtiment*, diplômé d'un technicum ou comme entrepreneur expérimenté, pour tous les travaux dans une entreprise de bâtiment et de génie civil; en outre, *jeune dessinateur en bâtiment ou en génie civil*, comme aide-conducteur de travaux. Environs de Lucerne.

318. *Ingénieur et technicien en génie civil*, pour projets et exécution de routes et canalisations. Entrée le plus rapidement possible. Places stables. Bureau d'ingénieur. Genève.

320. *Ingénieur en génie civil*. Béton précontraint pour un pont et pour travaux généraux en béton armé et du génie civil. Bureau d'ingénieur. Environs de Bâle.

322. *Technicien en bâtiment ou dessinateur*, pour bureau et chantier. Bureau d'architecture. Bords du lac de Zurich.

324. *Ingénieur en génie civil*, bon staticien, pour calculs et constructions en béton armé; en outre, *dessinateur en béton armé ou en génie civil*. Bureau d'ingénieur. Zurich.

326. *Ingénieur ou technicien en génie civil*, comme conducteur de travaux de routes et génie civil. Entreprise de génie civil. Bâle.

328. *Jeune ingénieur ou technicien en génie civil*, bon staticien, pour calculs et constructions en béton armé. Bureau d'ingénieur. Bâle.

Sont pourvus les numéros, de 1960 : 106, 478, 532, 582, 658, 812, 872, 912, 918, 920, 952, 1024, 1038; de 1961 : 138, 144, 190, 222, 238.

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur.

DOCUMENTATION GÉNÉRALE

(Voir page 13 des annonces)

INFORMATIONS DIVERSES

Conduites d'eau et d'aération en Armaverit

(Voir photographie page couverture)

Les plastiques renforcés et en particulier les polyesters armés de fibres de verre sont de plus en plus utilisés dans la fabrication des conduites d'eau et d'aération, en raison de leur meilleure résistance à la corrosion et aux agents chimiques par rapport aux métaux, ainsi que de l'avantage qu'ils apportent au point de vue poids.

En outre, ils ne cèdent pas sous l'effet des chocs et offrent une moindre résistance à l'écoulement du fluide, d'où économie sur les installations de pompage, ventilateurs, etc.

Selon les sollicitations, on choisit pour le renforcement : des Rovings, mats, tissus ou rubans en fibres de verre, de contextures différentes. Tous produits que livre la Société Fibres de Verre S.A., à Lausanne, dont la fabrique se trouve à Lucens (Vaud).