

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 84 (1958)
Heft: 16: Problèmes actuels de béton, fascicule no 2

Artikel: La technique de la fabrication et du transport du béton sur les chantiers moyens et petits
Autor: Cuénod, J.-Et.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-63502>

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: 26.01.2026

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

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraisant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (S.V.I.A.)
de la Section genevoise de la S.I.A.
de l'Association des anciens élèves de l'E.P.U.L. (Ecole polytechnique
de l'Université de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'E.P.F. (Ecole
polytechnique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE

Président: J. Calame, ing. à Genève

Vice-président: † G. Epitaux, arch. à Lausanne

Membres:

Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.

Genève: Cl. Grosgrain, arch.; E. Martin, arch.

Neuchâtel: J. Béguin, arch.; R. Guye, ing.

Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.

Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.; E. d'Okolski, arch.;

Ch. Thévenaz, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »

Président: A. Stucky, ing.

Membres: M. Bridel; R. Neeser, ing.; P. Waltenspuhl, arch.

Adresse: Ch. de Roseneck 6, Lausanne

RÉDACTION

D. Bonnard, ing.

Rédaction et Edition de la S. A. du « Bulletin technique »

Tirés à part, renseignements

Adresse: Case Chauderon 475, Lausanne

ABONNEMENTS

1 an	Suisse	Fr. 26.—	Etranger . . .	Fr. 30.—
Sociétaires . . .	»	» 22.—	» . . .	» 27.—

Prix du numéro » 1.60

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,

N° II. 97 75, Lausanne.

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

ANNONCES

Tarif des annonces:

1/1 page	Fr. 275.—
--------------------	-----------

1/2 »	» 140.—
-----------------	---------

1/4 »	» 70.—
-----------------	--------

1/8 »	» 35.—
-----------------	--------

Adresse: Annonces Suisses S. A.

Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. Lausanne et succursales

La technique de la fabrication et du transport du béton sur les chantiers moyens et petits, par J.-Et. Cuénod, ingénieur et entrepreneur, à Genève.

L'actualité aéronautique (VIII), par S. Rieben.

Divers: Les applications scientifiques et techniques du calcul électronique. — 17^e Journée suisse de la technique des télécommunications. — Concours de la Fondation Denzler.

Bibliographie. — Documentation générale. — Documentation du bâtiment.

Nouveautés, informations diverses: Propriétés essentielles d'un tuyau en béton de haute qualité. — L'ascenseur de l'Atomium.

Supplément: « Bulletin S.I.A. » N° 17.

LA TECHNIQUE DE LA FABRICATION ET DU TRANSPORT DU BÉTON SUR LES CHANTIERS MOYENS ET PETITS

par J.-ET. CUÉNOD, ingénieur et entrepreneur, à Genève¹

Je me propose d'attirer votre attention sur certains aspects de la qualité des bétons vus sous l'angle de la pratique des chantiers. Les entrepreneurs persistent à croire que c'est lors de l'étude du projet déjà, que son auteur doit avoir le souci de son exécution. Se retrancher derrière des articles de cahier des charges est facile, prescrire des résistances d'essais sur cubes encore plus. Mais concevoir des éléments d'ouvrages de faible section permettant une mise en œuvre sans difficulté l'est moins.

Pour les ouvrages moyens ou petits que nous examinons ici, la composition du béton devra non seulement être étudiée en fonction de sa résistance future, mais encore de l'enrobement parfait des armatures et de sa pénétration en tous points des moules de cof-

frage lorsqu'il est frais. À quoi servirait de donner au béton les qualités optimums de résistance s'il ne peut être mis en place? (fig. 1 à 3).

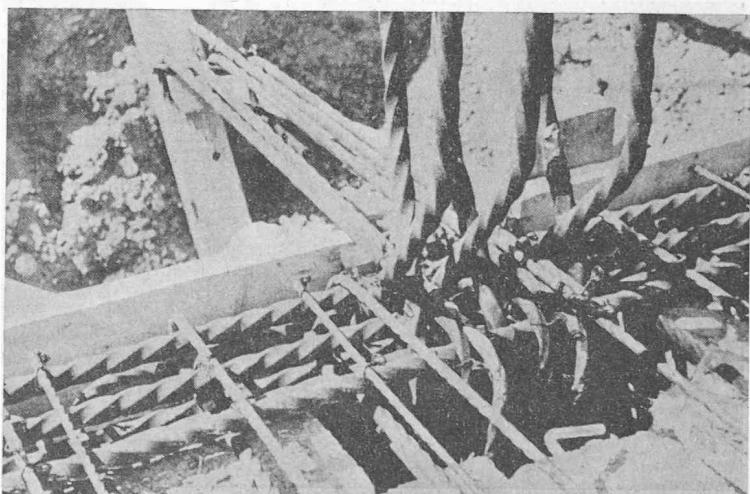


Fig. 1. — Nœud d'armatures avec barres en attente.

¹ Exposé fait aux « Journées d'études sur les problèmes actuels du béton », organisées à Locarno les 20, 21 et 22 mars 1958, par la Société suisse des ingénieurs et des architectes et du Groupe professionnel des ponts et charpentes, l'Association suisse pour l'essai des matériaux et le Comité national suisse des grands barrages.

Il est clair que seuls les éléments de dimension inférieure à sa maille passeront à travers la grille que forment parfois les aciers d'armature. Par la pervibration, la pâte eau-ciment s'écoulera pourtant dans le fond du coffrage et en épousera la forme. Seule l'auscultation révélera si le vide est bien rempli. Par contre, cette pâte manquera dans la zone où elle a été soustraite et il y aura création de nids de gravier.

La consistance du béton doit donc en permettre la bonne mise en place. En outre, elle doit le rendre transportable sans risque de ségrégation. Un tel béton est dit « maniable ». Le terme de « maniabilité » signifie l'ensemble des qualités pratiques qu'il doit posséder pour être transporté et mis en place aisément et sans risque de malfaçons (fig. 4 et 5).

La maniabilité de transport dépend de l'engin utilisé, du chemin à faire et des diverses manipulations qu'on lui fait subir.

Les véhicules par lesquels on conduit le béton du malaxeur au lieu d'emploi, peuvent être fort variés : tels les brouettes, les poussettes avec ou sans moteurs (fig. 6), les petits dumpers, les wagonnets Decauville, les bennes et les grues ou les monorails (fig. 7), les transporteurs pneumatiques (Pompes Johnny) qui l'acheminent à une vitesse de 2 à 3 mètres par seconde, les pompes à piston qui peuvent débiter de 8 à 18 m³/h à 300 mètres

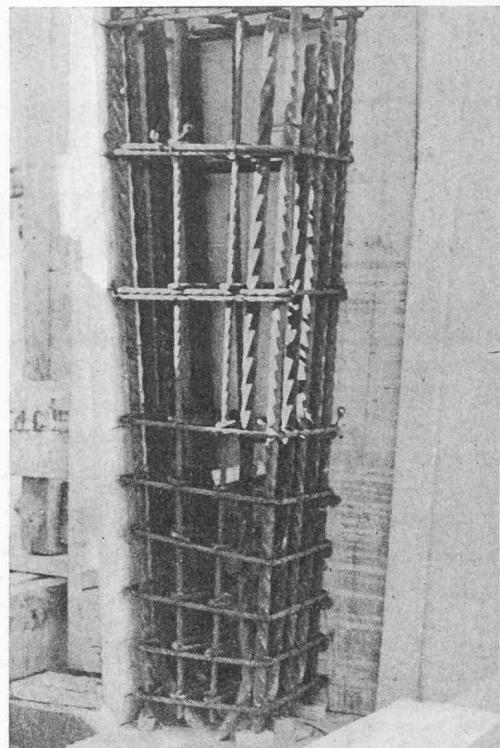


Fig. 2. — Base de pilier.

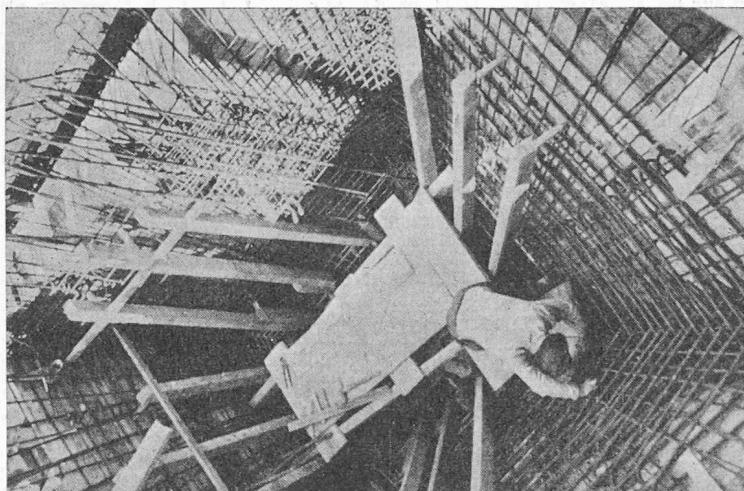


Fig. 3. — Armature d'une trémie de silo.



Fig. 4. — Plafond bouchardé (béton de bonne qualité).

de distance, les tapis roulants ou, pour les longues distances, des tambours tournant lentement sur automobiles. Quel que soit le moyen choisi, on a toujours un risque de ségrégation plus ou moins important au cours du transport, que ce soit à cause des vibrations du moteur ou des trépidations imprégnées à la masse à chaque joint d'un rail Decauville, ou encore lors d'une vidange de benne. Il importe donc d'assurer la cohésion du béton et pour cela d'avoir une quantité suffisante de pâte liante constituée par le ciment, l'eau et les particules fines du sable. Cette quantité elle-même dépend de la granulométrie. Plus les grains sont gros, plus les forces d'inertie tendent à les expulser de la masse du béton, mais ils y sont retenus par la cohésion qui s'exerce à la surface de chaque élément. Or, comme la masse croît avec le cube et la surface avec le carré de la dimension moyenne des grains, le risque de ségrégation croît avec cette dernière.

En conclusion : pour réduire ce danger de ségrégation au transport, il convient d'éviter :

- 1^o l'excès d'eau ;
- 2^o d'augmenter la proportion et la dimension des plus gros éléments du gravier ;
- 3^o de soumettre le béton à des vibrations intempestives ;
- 4^o un trop faible dosage en ciment ou en sable fin.

Lors d'emploi de béton pompé, on réduit le frottement contre les parois des tuyaux en y ajoutant des agglutinants qui peuvent être des poudres très fines comme la Kieselguhr ou des produits organiques (telles les résines). Cette adjonction tend à faire augmenter

la quantité d'eau et peut avoir une fâcheuse influence sur la résistance.

Maniabilité de mise en place

Nous l'avons déjà dit, un bon béton doit réunir les qualités lui permettant d'atteindre les résistances prévues lorsqu'il a durci et celles assurant la meilleure mise en œuvre. Ces dernières sont avant tout une plasticité adaptée aux formes et dimensions qu'on veut exécuter et au procédé de mise en place. De nos jours, c'est la vibration qui est utilisée, soit par l'extérieur : coffrages, tables vibrantes en usines, règles et plaques vibrantes pour les routes et les dallages, soit par l'intérieur à l'aide de pervibrateurs.

La pervibration, comme la vibration, rompt les effets de la capillarité et libère l'eau retenue par les agrégats, elle réduit les réactions de frottement du béton sur les parois de coffrage et sur les armatures, elle donne au béton de consistance pâteuse plutôt sèche, donc sans excès d'eau, une plasticité qui lui permet d'être mis en œuvre aussi facilement qu'un béton coulé.

La fabrication du béton

Les mélangeurs permettent de fabriquer un béton aussi homogène et régulier que possible.

Ces machines mélègent les éléments constitutifs du béton préalablement dosés et initialement séparés. Leur mélange se fait par brassage. Si c'est au moyen de pales mobiles par rapport à une cuve, le mélangeur est un malaxeur. Si c'est par l'effet de la pesanteur et du mouvement de la cuve, on dit qu'on a affaire à une bétonnière. On distingue encore les bétonnières à production continue de celles à production discontinue ou par gâchée.

Les malaxeurs à axe vertical sont généralement considérés comme les appareils donnant les meilleurs bétons; les matériaux n'ont pas de longs déplacements à subir parallèlement à l'axe. La vitesse de rotation doit rester faible pour limiter les effets de la force centrifuge, mais leur capacité de malaxage est toujours faible.

Les bétonnières à axe horizontal sont les plus utilisées en Suisse. La cuve est animée d'un mouvement de rotation uniforme, elle est munie de pales hélicoïdales qui provoquent un entraînement des matériaux dans le sens parallèle à l'axe, alors que la rotation les entraîne dans des plans perpendiculaires et qu'ils sont en outre soumis à l'action de la pesanteur.

Les critères de fonctionnement d'une bétonnière sont : la facilité, la rapidité et l'égalité des déplacements dans les deux sens opposés à son axe de rotation.

On vérifiera donc que la disposition des pales et que la forme de la cuve assurent ce double entraînement.

Les bétonnières à axes inclinés sont considérées comme produisant des bétons de qualité inférieure, le risque de ségrégation limite la durée du malaxage et la

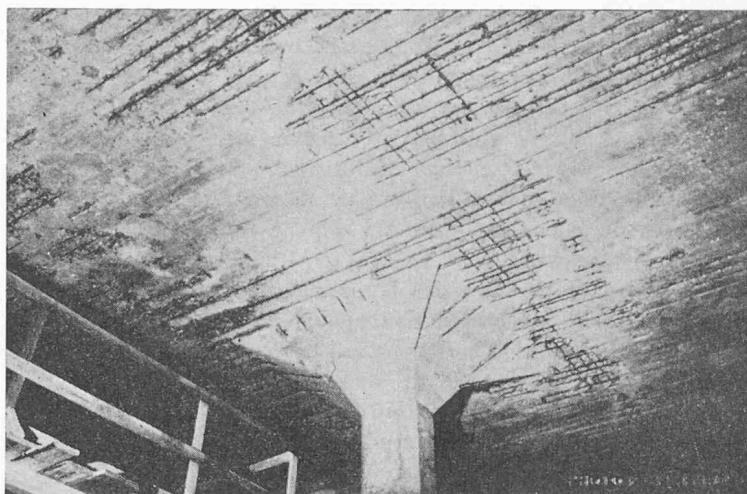


Fig. 5. — Plafond de réservoir (les aciers sont attaqués par la rouille).

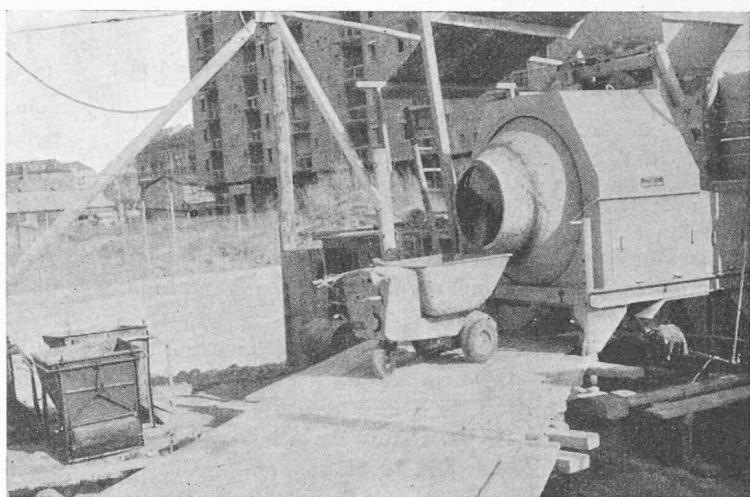


Fig. 6. — Poussette à moteur.

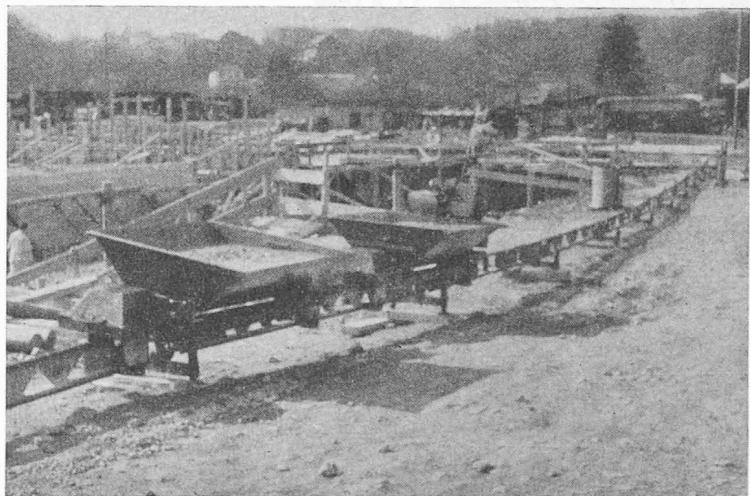


Fig. 7. — Monorail.

forme des pales n'assure pas l'égalité des déplacements dans les deux sens de l'axe. On doit veiller à charger le gros agrégat en dernier lieu dans la bétonnière sinon le mélange ne se fait pas. L'avantage des bétonnières de ce type réside dans leur taux de remplissage supérieur.

Quel que soit le type adopté, la durée du malaxage est particulièrement importante. Si elle est trop courte, le

mélange n'est pas homogène car la répartition des agrégats du ciment et de l'eau est imparfaite. Si elle est trop longue, elle peut donner lieu à une ségrégation par sédimentation du gros agrégat ou à une usure et même un broyage lorsque ceux-ci sont friables, comme c'est le cas du gravier de baryte par exemple. La durée de malaxage optimum dépend du type de bétonnière.

La vitesse de rotation des bétonnières est importante, elle est en relation avec le diamètre des cuves selon leur type. Les valeurs communément admises sont exprimées en considérant le produit Dn^2 (où D est le \varnothing de la cuve en mètres et n le nombre de tours par minute).

Pour obtenir un béton plastique, l'homogénéité maximum peut être obtenue pour les durées suivantes : pour $t =$ durée de malaxage en secondes

	Dn^2	t	Nombre de tours	Si	$D = 1 \text{ m}$
Malaxeurs à axe vertical . . .	200 à 250	$30 D$	8	30 sec	
Bétonnières à axe horizontal . . .	350 à 400	$90 D$	30	90 sec	
Bétonnières à axe incliné	400 à 450	$120 D$	40	120 sec	

Par conséquent, malgré leur plus grande vitesse, les bétonnières à axe incliné requièrent une plus grande durée de malaxage.

La capacité d'une bétonnière telle qu'elle est indiquée par les fabricants ne correspond pas au volume de la gâchée qu'elle produit. Si c'est la capacité du skip de chargement qui fixe la désignation de la bétonnière en litres : une bétonnière de 670 litres donnera 500 litres de béton pervibré en place.

Pour une bétonnière à axe horizontal d'un mètre de \varnothing , la durée de malaxage pour obtenir la meilleure cohésion du béton est de 90 sec, soit une minute et demie, ce qui semble permettre de malaxer 40 gâchées à l'heure. Mais il faut encore ajouter les temps du remplissage et de la vidange qui doivent se faire séparément et qui prendront bien 30 sec. Ceci réduit le nombre de gâchées horaires à trente. En fait, c'est bien le maximum qu'on peut atteindre, mais il y a toujours des délais d'attente et des interruptions qui viennent s'ajouter à la durée théorique ; si bien que de nombreuses expériences permettent d'affirmer que dans de bonnes conditions, pour un chantier organisé rationnellement permettant une mise en œuvre correspondante, on peut maintenir durant une journée de travail un rythme de 20 gâchées à l'heure.

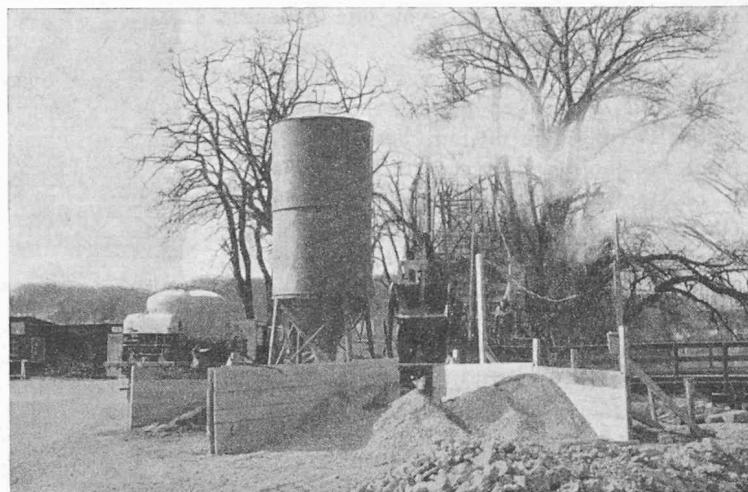


Fig. 8. — Poste de fabrication du béton.

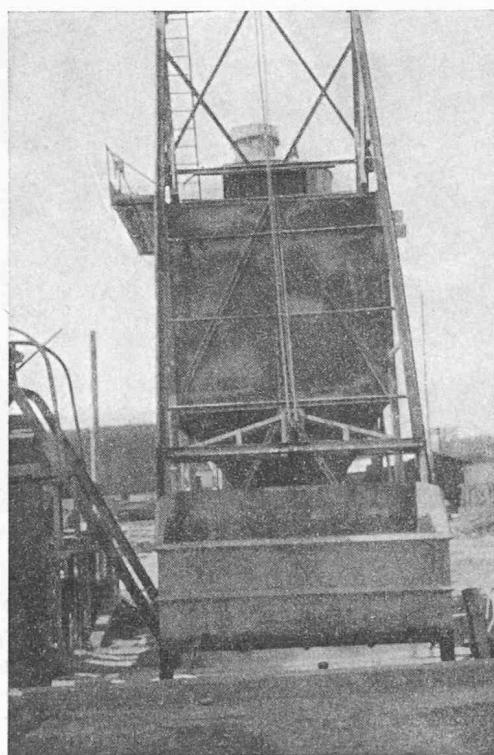


Fig. 9. — Silo à agrégats.

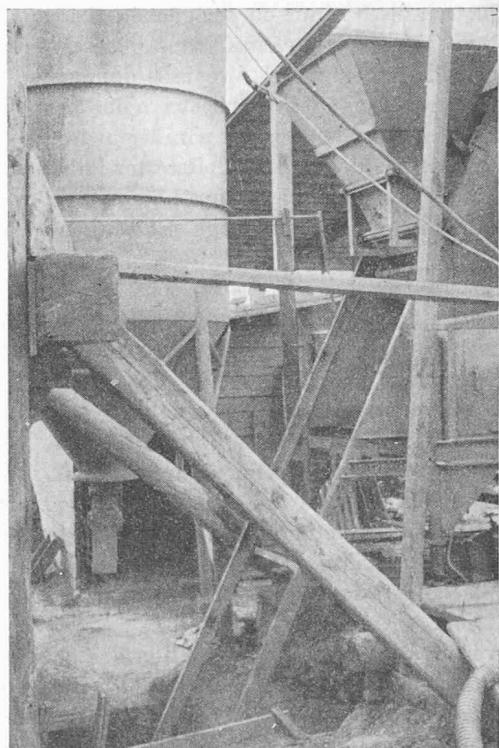


Fig. 10. — Bétonnière automatique et son silo à ciment.

Le poste de bétonnage

Pour chaque chantier, la production du béton pose à l'entrepreneur le problème du choix de ce poste. Il s'inscrit dans l'étude des installations et participe à la préparation du travail. Ce choix dépendra donc :

- 1^o de la disposition des lieux, des voies d'accès, etc.;
- 2^o des délais imposés;
- 3^o des quantités de béton à mettre en œuvre (non seulement au total, mais aussi par étape et sans interruption);
- 4^o des moyens dont dispose l'entreprise.

La production du béton comporte :

- I. L'approvisionnement des matériaux, leur stockage et leur dosage.
- II. Le remplissage, le malaxage et la vidange de la bétonnière.
- III. Le transport à pied d'œuvre.

On peut insérer entre II et III, une phase intermédiaire de stockage du béton frais lorsque l'engin de transport n'est pas proportionné à la gâchée ou pour passer du continu au discontinu ou vice versa.

On tend de plus en plus à réduire la part de la main-d'œuvre dans cette fabrication et c'est dans ce domaine-là que le bâtiment s'est le mieux mécanisé. Les postes de béton bien organisés et mécanisés se rencontrent aujourd'hui fréquemment, même pour des chantiers de peu d'importance.

C'est du choix de la bétonnière que dépend tout le reste. Sa capacité de malaxage détermine les volumes des silos, la fréquence des approvisionnements, la force, la contenance, la vitesse et le nombre des engins de transport et de levage, ainsi que l'équipe d'ouvriers nécessaires à son fonctionnement. Le coût de la production dépendra du choix et de la combinaison de cet ensemble (fig. 8 à 10).

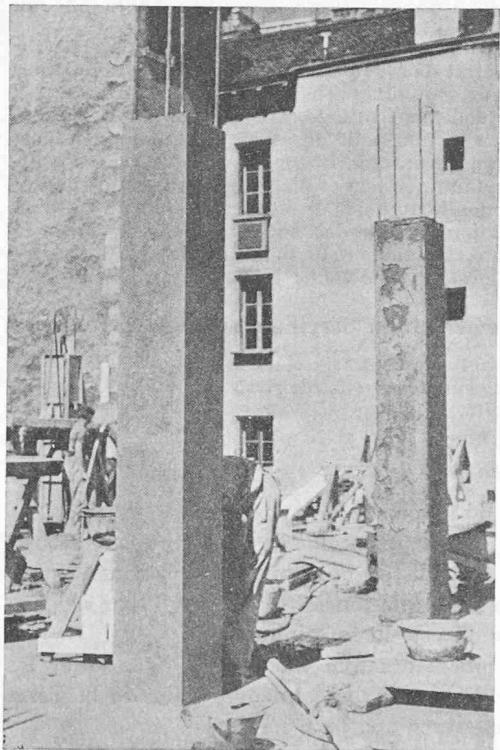


Fig. 12. — Poteaux traités au Vacuum Concrete.

Le traitement des bétons frais

Nous savons que pour assurer une parfaite mise en place d'un béton frais, on peut être amené à corriger sa composition granulométrique au détriment d'une part des résistances du béton durci. Mais dès qu'il est en place, on peut alors lui faire subir un traitement pour améliorer ces dernières.

Un procédé trop peu connu chez nous, c'est le *Vacuum Concrete* ou *traitement par le vide* dont le principe est le suivant : On applique sur le béton frais un filtre très simple (tissu et grillage) relié à une source de vide (fig. 11), ce filtre communique la dépression au fluide intersticiel (pâte ciment - eau) du béton frais en contact avec lui. Or, avant de relier le filtre à la pompe à vide, la pression totale du béton équilibrerait les efforts extérieurs, soit la pression atmosphérique et le poids propre du béton situé au-dessus de la zone considérée. Cette pression totale du béton est la résultante de la pression intersticielle de la pâte eau-ciment qui est grande et de la pression intergranulaire supportée par le squelette des agrégats qui est faible. La mise en dépression du fluide rompt cet équilibre et amène un changement complet dans la répartition des pressions. La pression intersticielle tend vers le zéro et la pression intergranulaire augmente d'autant. Les éléments du squelette se resserrent, les vides intersticiels sont réduits, la pâte eau-ciment s'y trouve comprimée, elle expulse une partie de son eau à travers le filtre et se concentre en même temps, rapproche les particules de ciment de façon à créer un ensemble qu'on a nommé microsquelette.

A la fin du traitement, on a donc un squelette composite d'agrégats et de particules de ciment et l'eau restante se répartit uniformément dans le volume par capillarité. Ces forces de capillarité provoquées par les films d'eau qui subsistent entre les grains donnent au béton une cohésion immédiate, sa résistance est alors d'environ 1 kg/cm^2 , il se comporte comme un solide, pourtant la prise n'a pas commencé, d'où le terme de pseudo-solide qu'on lui a donné. On peut donc décoiffer les joues verticales immédiatement (fig. 12). Mais on a en outre apporté au béton une amélioration de résistance mécanique en réduisant l'eau de gâchage car on a amélioré le rapport $\frac{C}{E}$. On a aussi réduit le retrait pour la même raison.

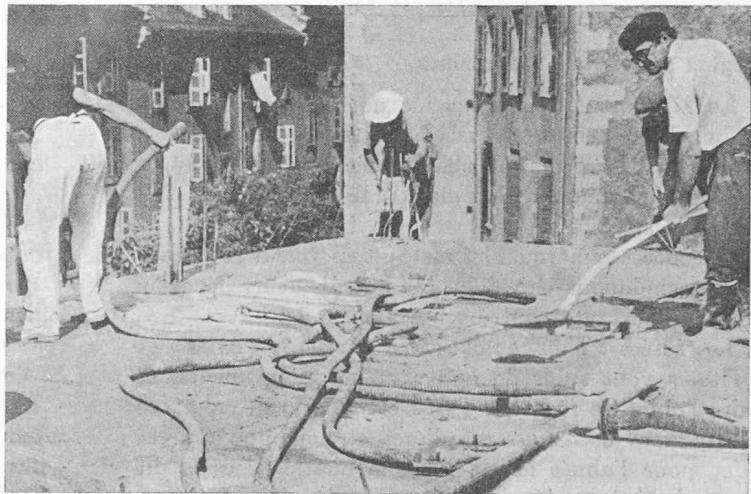


Fig. 11. — Traitement d'une dalle par le vide (Vacuum Concrete).

De ce fait, il est moins fissurable, moins poreux et plus résistant au gel. Le durcissement est accéléré et l'amélioration de résistance subsiste à travers les âges.

Il existe d'autres procédés pour réduire à posteriori l'eau en excédent du béton frais *en l'essorant par exemple grâce à la centrifugation*, procédé employé pour la fabrication de tuyaux ou de mâts creux. La force centrifuge chasse les cailloux vers l'extérieur et l'eau, plus légère, revient vers le centre d'où elle s'écoule.

On peut encore l'essorer par le procédé employé par M. Freyssinet qui combinait la vibration à haute fréquence avec la pression exercée sur une face du béton par une vessie en caoutchouc remplie d'air comprimé, alors que l'eau était chassée au travers d'un filtre sur l'autre face.

D'autres traitements du béton frais ont, au contraire, pour but de lui laisser toute l'eau qu'on y a mise en empêchant son évaporation, dans son jeune âge surtout. On supprime ainsi le retrait dû au dessèchement, on augmente le durcissement par cristallisation et solidification du microsquelette par la prolongation de la combinaison chimique d'une autre partie de l'eau excédentaire. Le moyen peut être de conserver le béton dans l'eau ou dans une atmosphère humide par arrosage, par étuvage ou par aspersion sur sa surface d'un liquide formant une membrane imperméable. On obtient ainsi par ce procédé une résistance accrue à la compression, à l'usure et à la fissuration.

L'ACTUALITÉ AÉRONAUTIQUE VIII

L'aviation commerciale soviétique

L'appareil moyen-courrier soviétique à réaction Tupolev TU-104 est bien connu du public suisse, grâce à la démonstration de vol qu'il réalisa, en 1956, au meeting aérien de Dübendorf.

L'industrie aéronautique soviétique a construit un certain nombre d'appareils commerciaux propulsés à l'aide de turbo-réacteurs ou de turbo-propulseurs, dont voici quelques données, extraites de la revue *Luftfahrttechnik*, d'avril 1958 :

Type	Tu 104	Tu 110	An-10 « Ukraine »	Il-18 « Moskva »	Tu 114 « Rossija »	
Propulsion	TR	TR	TP	TP	TP	
Nombre de moteurs et poussée (kg) ou puissance (CV)	2 × 8700	4 × 5700	4 × 4000	4 × 4000	4 × 12000	
Poids au décollage	71,5	—	51	58	187,8	tonnes
Charge payante	10	12	12,5	14	20	tonnes
Nombre de passagers	50-70	100	84-126	—	120-220	
Autonomie de vol	4500	3700	5000	5000	10000	km
Vitesse de croisière	900	870	600	650	855	km/h
Envergure	34,54	36,90	42,70	37,40	54,00	m
Longueur	34,00	38,85	36,30	35,70	47,20	m
Surface alaire	197	170	—	140	280	m ²
Allongement	7,05	—	—	10	10,4	
Charge alaire	340	—	—	421	670	kg/m ²

Engins balistiques américains

Le 17 mars 1958, la Marine américaine réussissait enfin le lancement de son satellite artificiel « Vanguard », tandis que, le 26 mars 1958, l'Armée pouvait annoncer le lancement réussi de son deuxième satellite artificiel, l'« Explorer III ».

Ces succès remarquables mettent en valeur la science et la technique américaines, qui ont d'ailleurs bénéficié d'une importante contribution allemande.

Les fusées « Thor », « Polaris », « Jupiter », « Atlas » et « Titan » vont subir de nouveaux développements, et faire l'objet de recherches très étendues ; un crédit de 1,6 milliard de dollars est d'ores et déjà prévu à cet effet pour l'année fiscale 1959, la moitié de ce crédit étant destiné au développement de l'équipement électronique des engins balistiques.

Le Béryllium comme matériau aéronautique

(*Aeronautical Engineering Review*, février 1957)

La maison américaine Rand Corporation a envisagé l'utilisation du Béryllium dans la construction aéronautique. On pense pouvoir réaliser, grâce à l'emploi de ce métal léger, des constructions de poids minimum. Le Béryllium présente les caractéristiques suivantes :

Poids spécifique	1,84 kg/dm ³
Module d'élasticité	3,1 10 ⁶ kg/cm ² , à 21° C
	1,83 10 ⁶ kg/cm ² , à 650° C
Limite élastique	6670 kg/cm ² , à 21° C
	4560 kg/cm ² , à 315° C
	1410 kg/cm ² , à 650° C
Limite de rupture	8800 kg/cm ² , à 21° C
	5960 kg/cm ² , à 315° C
	2180 kg/cm ² , à 650° C
Allongement	1 à 5 % à 21° C
	8 à 16 % à 205° C
	16 à 34 % à 425° C

La matière de départ est de la poudre de Béryllium, amalgamée puis pressée et laminée. Actuellement, la poudre de Béryllium est offerte à environ 900 fr. par kg.

Le grand avantage du Béryllium, comme matériau aéronautique, apparaît dans son faible rapport : *poids spécifique / limite de rupture*, rapport qui le place bien avant les autres matériaux actuellement utilisés, et même avant le Titane.

Des calculs effectués pour un avion de transport emportant une charge payante de 16 tonnes, il ressort que l'utilisation du Béryllium, en lieu et place du Duralumin, conduirait à une économie du poids de construction de 48 %, d'où une augmentation sensible de l'autonomie de vol, ou de la charge payante, soit une réduction considérable des frais directs d'exploitation par tonne kilométrique.

Les inconvénients du Béryllium sont les suivants :

- prix actuellement très élevé ;
- allongement assez faible ;
- toxicité.

Astronautique

(probabilité de rencontre de météorites)

Parmi les nombreux problèmes qui occupent actuellement les spécialistes des questions astronautiques, celui du « milieu » que rencontreront les futurs « engins de l'espace » en est un fort important.

Les renseignements que fournissent à ce sujet les satellites artificiels en mouvement autour de la Terre pourront constituer une base fort utile.

Pour le moment, les valeurs données par l'éminent spécialiste Saenger demeurent applicables. Par exemple,