AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
WASHINGTON, D. C. 20523

BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET

FOR AID USE ONLY
Batch 70

1. SUBJECT CLASSIFICATION
A. PRIMARY: Science and technology — TC00-0000-0000
B. SECONDARY: Applications

2. TITLE AND SUBTITLE
Le beton,principes elementaires

3. AUTHOR(S)
(101) U.S. Housing and Home Finance Agency

4. DOCUMENT DATE	5. NUMBER OF PAGES	6. ARC NUMBER
1962p.	51p.	ARC

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS
AID/AFR/RTAC

8. SUPPLEMENTARY NOTES *(Sponsoring Organization, Publishers, Availability)*
(In Collection: techniques am.,128)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER	11. PRICE OF DOCUMENT
PN-AAE-943	
12. DESCRIPTORS: Concretes	13. PROJECT NUMBER
	14. CONTRACT NUMBER: AID/AFR/RTAC
	15. TYPE OF DOCUMENT

AID 590-1 (4-74)

TECHNIQUES AMÉRICAINES - 128

LE BÉTON

PRINCIPES ÉLÉMENTAIRES

(2e Édition)

Centre Régional d'Editions Techniques

Traduction d'un ouvrage en langue anglaise intitulé

BASICS OF CONCRETE

publié par

HOUSING AND HOME FINANCE AGENCY
OFFICE OF INTERNATIONAL HOUSING

Washington 25, D.C.
I.M.E. N° 49

La présente étude se compose d'une série d'articles publiés en 1957 dans le journal *NAHB*, et reproduits avec l'autorisation de la National Association of Home Builders. Les illustrations ont été gracieusement fournies par la Portland Cement Association.

La présente edition en langue française est publiée par le Regional Technical Aids Center (RTAC)

dénommé

Centre Régional d'Editions Techniques (CRET)
Paris - France

qui relève du

DEPARTMENT OF STATE
Office of Institutional Development (A.F.R./I.D.)

Agency for International Development
Washington D.C.

Pour tous renseignements au sujet des publications CRET s'adresser à la

Mission Américaine de l'A.I.D.
Ambassade des Etats-Unis d'Amérique

(Capitale du pays d'où émane la demande)

QU'ENTEND-ON PAR BÉTON DE QUALITÉ?

Le béton est un mélange de ciment, d'eau, de sable, de gravier et parfois d'air. Lorsqu'il est correctement mélangé, mis en place et séché, il constitue un matériau de construction économique solide, durable et étanche. Tous les ciments utilisés aux Etats-Unis sont en fait des ciments Portland.

Si on examine les éléments du béton, on constate qu'ils se répartissent en deux groupes principaux : d'une part ceux qui sont chimiquement actifs, tels que le ciment et l'eau, et de l'autre ceux qui sont inertes, tels que le sable, le gravier et la pierre concassée. Ces derniers ont principalement un rôle de remplissage et n'ont qu'une faible influence sur la qualité finale du béton pourvu que l'on utilise de bons matériaux.

Les éléments chimiquement actifs, ciment et eau, lorsqu'ils sont mis en contact, forment ce qu'on désigne habituellement sous le nom de pâte de ciment. Cette pâte est le constituant qui a la plus grande importance pour la qualité du béton. Elle constitue le milieu qui sert de liant et, en se solidifiant, maintient ensemble les différents agrégats (voir fig. 1). Elle peut représenter de 22 à 34 % du béton. Le rapport qui existe entre l'eau et le ciment fournit le meilleur critère de détermination de la bonne ou mauvaise qualité d'une pâte de ciment. Il est par conséquent extrêmement important de le contrôler.

On exprime habituellement le rapport « eau ciment » par le nombre de galons d'eau utilisés par sac de ciment (43 kg). Un faible rapport « eau ciment », tel que 22 à 26,5 litres par sac de 50 kg donne un béton résistant, de très bonne qualité qui sera de longue durée et étanche. Un rapport élevé, tel que 35,5 à 40 litres donne un béton plus faible qui risque d'être poreux et peut se désagréger gravement après quelques années de service. La figure 2 montre l'influence du rapport eau-ciment sur la résistance du béton.

Ciment Portland

Le ciment Portland est un liant hydraulique, c'est-à-dire qu'il durcit sous l'eau et est insoluble dans l'eau. Il doit son nom aux carrières de pierre que l'on trouve sur l'île de Portland, proche de l'Angleterre. En effet Joseph Asp-

din, l'inventeur, pensait que son nouveau produit ressemblait aux pierres extraites en cet endroit. Il est fait d'un mélange en bonnes proportions de matériaux calcaires, tels que la pierre calcaire ou la marne, et d'argile ou de schiste. Ce mélange est ensuite cuit dans un four rotatif à la température de 1 500 °C. Cette cuisson produit le « clinker » qui est refroidi et moulu en une poudre fine qui doit passer au tamis de maille 200.

Fig. 1. — Cette coupe transversale d'un bloc de béton montre comment la pâte de ciment enveloppe les agrégats et remplit les vides entre les grains. La qualité de la pâte conditionne celle du béton.

L'eau utilisée dans la préparation du béton doit être propre et exempte de tous acides, alcalis, huiles ou autres impuretés. En général l'eau qui est bonne à boire est bonne également pour faire du béton.

Le sable, le gravier ou d'autres agrégats tels que la pierre concassée, les scories, les cendres ainsi que l'argile, le schiste et l'ardoise expansés sont utilisés en tant qu'éléments stables de remplissage pour accroître le volume du mélange eau et ciment. Les éléments doivent être propres, durs, solides et durables. Les agrégats cubiques ou arrondis sont les meilleurs; ils doivent être calibrés de manière à présenter une granulométrie uniforme entre les gros grains et les « fines ». Une granulométrie correcte garantit que les vides qui existent entre les grosses particules seront comblés par les plus petites. La taille maximum des premières doit être limitée au 1/5 de l'épaisseur du mur ou de la dalle. Les résultats obtenus selon les proportions utilisées d'agrégats fins sont illustrés sur la figure 3.

Béton avec entraîneur d'air

On peut ajouter au béton de l'air sous la forme de milliards de bulles microscopiques en employant une variété spéciale de ciment Portland qui contient un produit entraîneur d'air ou grâce à l'adjonction d'un tel produit aux autres composants au moment de réaliser la gâchée. Cet air occlus accroît énormément la longévité du béton et sa résistance aux intempéries, car il agit comme vase

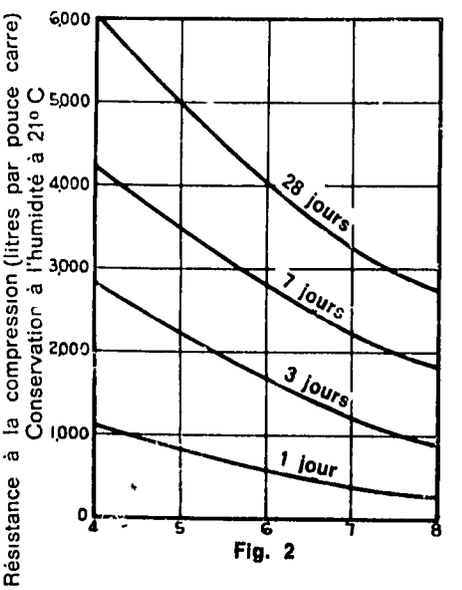


Fig. 2. — Eau. — Gallons U.S. par sac de ciment (43 kg).

d'expansion lorsque l'eau gèle et se dilate à l'intérieur du béton durci. En outre, les bulles d'air offrent l'avantage d'agir comme de tous petits roulements à billes et de faciliter ainsi la mise en place du béton frais. La tendance des agrégats à se séparer et de l'eau à s'infiltrer est aussi réduite. L'utilisation de béton à air entraîné est très recommandée pour tous les murs extérieurs en béton, les dalles, les routes, les trottoirs et d'une façon générale, les bétons exposés aux intempéries.

Gâchage

Le béton doit être énergiquement mélangé jusqu'à ce que toutes les particules soient bien enrobées de pâte de ciment et que le mélange présente un aspect uniforme et une bonne répartition des éléments. L'emploi de béton livré par des fournisseurs ou l'emploi de bétonnières sont pratiquement universels de nos jours : on peut ainsi faire le meilleur travail au meilleur prix. Cependant les petites gâchées peuvent être préparées à la main si l'on prend soin de s'assurer que le travail est parfait.

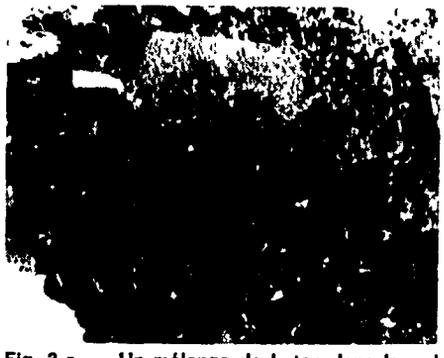


Fig. 3 a. — Un mélange de béton dans lequel il n'y a pas suffisamment de mortier de ciment et de sable, sera difficile à mettre en œuvre.

Les outils et les équipements de gâchage doivent rester propres et en bon état.

Fig. 3 b. — Lorsque le béton contient une quantité normale de mortier de ciment et sable, un léger surfaçage à la truelle suffit pour que tous les vides entre les gros agrégats soient remplis de mortier.

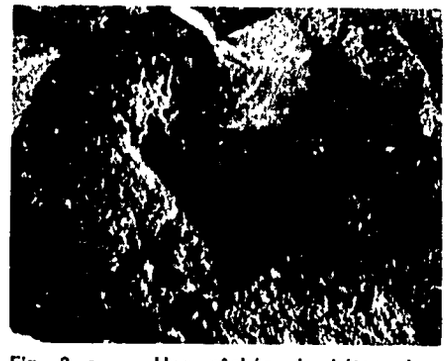


Fig. 3 c. — Une gâchée de béton dans laquelle il y a un excès de mortier de ciment et de sable, sera plastique mais onéreuse et poreuse.

Affaissement

L' « Affaissement » permet de connaître la consistance, donc la facilité d'utilisation du béton frais. La figure 4 montre trois mélanges de consistances différentes. L'affaissement est mesuré grâce à un test standard de la Société Américaine d'Essais de matériaux, le test ASTM C-143. La figure 5 montre une phase de ce test.

On fait varier l'affaissement en

modifiant les quantités de sable et de graviers ajoutées à une gâchée dont le rapport eau/ciment est donné. Cela signifie que pour un rapport eau/ciment constant on peut produire une gamme de bétons dont les affaissements varieront régulièrement de la catégorie plastique à la catégorie consistante. Il suffit d'y ajouter des agrégats; tous les mélanges auront les mêmes propriétés quant à la résistance, la longévité et l'étanchéité. Néanmoins le prix du mètre cube de béton variera selon l'affaissement, puisque le pourcentage d'agrégats varie.

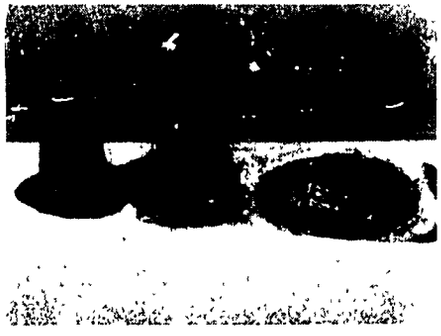


Fig. 4. — Essai d'affaissement. Une gâchée consistante (à gauche) convient pour les chaussées, certains planchers et les murs lourds. On utilise une gâchee normale (au centre) pour des murs moins épais, les dalles et les poutres. Les gâchées plastiques (à droite) servent pour des murs très minces et très armés.

D'une manière générale, on devrait utiliser le mélange le plus consistant qui puisse économiquement être mis en place. Le coût de la main-d'œuvre nécessaire à la mise en place du béton doit en effet toujours être comparé aux économies réalisées par l'utilisation d'un mélange plus consistant. La Table n° 1 récapitule les affaissements recommandés pour divers types de construction.

L'affaissement, ou la facilité d'utilisation de mélanges consistants ne devraient jamais être modifiées par addition d'eau, à moins qu'une quantité correspondante de ciment ne soit aussi ajoutée. La simple addition d'eau change le rapport « eau/ciment » qui modifie toutes les caractéristiques du béton séché, sa résistance, sa longévité et son étanchéité.

Fig. 5. — Mesure de l'affaissement du béton.

Mise en œuvre et transport

Le béton doit être mis en œuvre et transporté de telle manière qu'il ne s'y produise aucune ségrégation. Moins le béton est manipulé, meilleur il est. Les goulottes, si on s'en sert, devront être en métal ou recouvertes de métal, construites et inclinées de telle sorte que le béton y glisse assez rapidement pour les maintenir propres, mais

suffisamment lentement pour ne pas provoquer de ségrégation. A l'extrémité de ces goulottes il faut prévoir un tuyau de descente ou tout autre système qui assure la chute verticale du béton. Quand on emploie des wagonnets ou des brouettes, il faut prévoir des voies de circulation solides et roulantes pour éviter les vibrations et les secousses. Les gâchées qui ont une forte proportion d'eau, auront une plus grande tendance à la ségrégation que les gâchées consistantes et elles doivent être mises en œuvre en conséquence.

Durcissement

Le béton doit rester humide pendant son durcissement, afin que s'y développent entièrement les qualités potentielles de résistance, de longévité et d'étanchéité qui sont déterminées par le rapport « eau-ciment ». La figure 6 montre l'effet de la conservation humide sur la résistance à la compression du béton. D'autres propriétés sont affectées d'une manière identique.

Le béton frais contient plus d'eau qu'il ne lui en faut pour durcir, mais, en raison des conditions de travail de la plupart des chantiers, une grande partie de cette eau se perd par absorption et évaporation à moins que des précautions spéciales ne soient prises pour la conserver ou la renouveler. Voici quelques méthodes de conservation en milieu humide :

1. Laisser les coffrages en place pour retenir l'eau; les humidifier en période chaude ou sèche pour éviter toute évaporation.

2. Couvrir les dalles, les chaussées ou autres surfaces plates de toiles humides, de paille, de sable

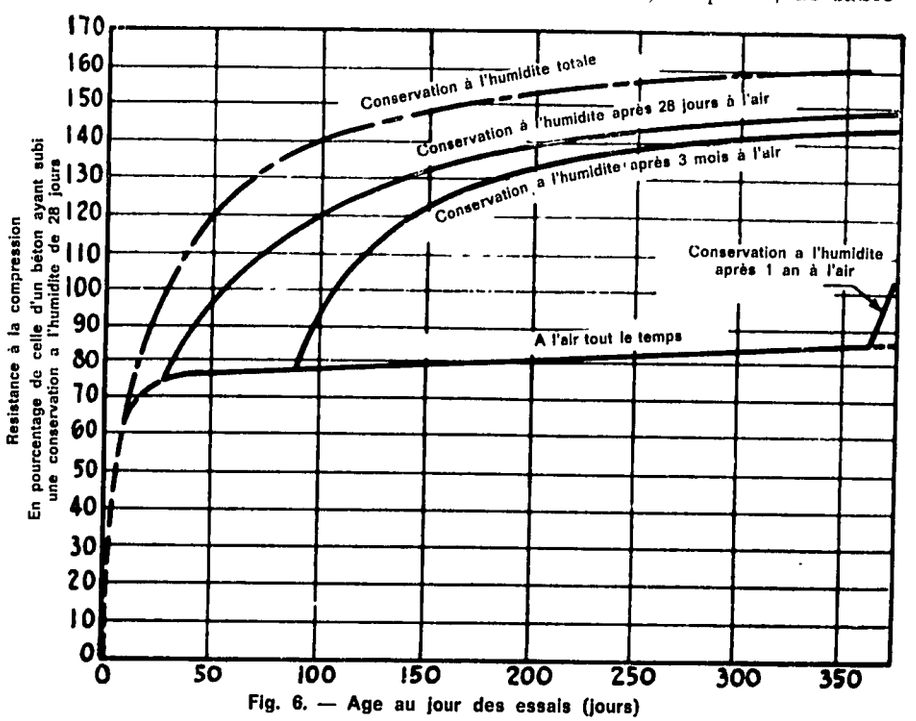


Fig. 6. — Age au jour des essais (jours)

ou autres matériaux et les maintenir humides.

3. Inonder la surface avec de l'eau retenue à l'aide de petites digues périphériques en terre.

4. Pulvériser un produit étanche dit « curing compound » immédiatement après avoir fini de couler. Vérifier que cette application ne gênera aucune installation future de carrelages, etc.

Par temps froid

L'hiver ne devrait pas être un motif pour renoncer à construire en béton. Cependant, les précautions suivantes sont à prendre :

1. Ne pas mettre de béton sur un sol gelé car des tassements inégaux pourraient avoir lieu lorsque le sol dégèlera. Les fondations fraîchement creusées sont à recouvrir de paille ou d'un autre matériau isolant pour éviter le gel avant la mise en place du béton.

2. Enlever la glace et le givre qui peut se trouver sur les coffrages et les armatures en acier.

3. Veiller à ce que la température du béton au moment de la mise en place soit comprise entre 10 °C et 20 °C afin que le béton commence à durcir. Au cours d'un hiver doux, lorsque les températures oscillent entre 5 °C et 8 °C le jour et tombent à près de 0 °C la nuit, cette température de mise en place peut être aisément obtenue en chauffant l'eau de gâchage utilisée dans le béton. Il peut être nécessaire de chauffer le sable de même que le gravier si la température ambiante est plus basse. En fait, tous les fournisseurs de béton préparé sont équipés pour livrer du béton chaud.

4. Protéger le béton frais du gel et maintenir une température appropriée jusqu'à ce que le béton ait acquis une résistance importante. La nature de la protection nécessaire variera avec la température et le site du chantier. Les dalles placées à même le sol demanderont une protection moindre que pour les murs et dalles confectionnés en coffrages. Etant donné que le béton dégage de la chaleur lorsqu'il s'hydrate, c'est-à-dire durcit, la seule protection nécessaire par temps doux consistera à mettre en place, dès que possible, des bâches, de la paille ou autres matériaux isolants, pour éviter la dissipation de la chaleur initiale du béton et de la chaleur d'hydratation du

AFFAISSEMENTS RECOMMANDÉS DANS DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTION	AFFAISSEMENTS EN CM	
	MAX.	MIN.
Murs de fondation et semelles en béton armé	12,5	5
Semelles, caissons et murs d'infrastructure en béton	10	2,5
Dalles, poutres et murs en béton armé	15	7,5
Poteaux d'immeubles	15	7,5
Chaussées	7,5	5
Constructions lourdes	7,5	12,5

TABLEAU 1

ciment. Par temps froid, il peut être nécessaire de fournir une chaleur supplémentaire à l'aide de radiateurs, de braseros, ou autres appareils portatifs de chauffage. Il faudrait aussi prendre le soin de protéger le béton au voisinage immédiat de ces appareils afin d'éviter qu'il ne soit trop exposé à la chaleur et ne sèche trop vite. Tout béton exposé à la chaleur doit être maintenu humide pour assurer un durcissement convenable.

Accélérateur de prise

Le chlorure de calcium et certains autres produits spéciaux peuvent être utilisés pour accélérer la prise du béton et accroître sa résistance initiale. En accélérant la prise, ces matériaux réduisent l'intervalle de temps entre le moment où l'on met en place le béton et celui où il commence à dégager la chaleur due à l'hydratation.

Il ne faudrait pas utiliser plus d'un kilog de chlorure de calcium par sac de ciment; il serait préférable qu'il fût ajouté à l'eau de gâchage. Les produits spéciaux doivent être utilisés selon les indications du fabricant. Etant donné que ces produits diminuent le temps de mise en place, un emploi du temps précis doit être observé pour permettre d'effectuer un bon surfaçage. L'addition d'un kilog de chlorure de calcium au plus par sac de ciment n'aura aucun effet corrosif sur les armatures, les conduits électriques ou les tuyaux de chauffage encastrés dans le béton si ce dernier est de bonne qualité.

Les accélérateurs de prise ne se substituent jamais aux appareils de chauffage et ne constituent pas une protection suffisante. De même il ne faut jamais utiliser des sels, produits chimiques ou autres produits pour abaisser le point de congélation du béton par temps froid. Car pour être efficace, il faut en utiliser de grandes quantités qui altèrent sérieusement le béton.

Temps chaud

Beaucoup d'entrepreneurs s'attendent à avoir des problèmes en raison du froid mais peu sont conscients du fait que la chaleur pose aussi des problèmes spéciaux. Parmi ceux-ci il y a la diminution de résistance, la fissuration des surfaces planes dues à une dessication trop rapide, et des difficultés pour obtenir un bon surfaçage. La plupart de ces ennuis peuvent être minimisés grâce aux précautions suivantes :

1. Maintenir la température du béton entre 20 °C et 30 °C. Utiliser de l'eau froide pour le gâchage.
2. Arroser les coffrages et le fond juste avant la mise en place. Mouiller les aires avoisinantes pour refroidir l'air ambiant.
3. Placer et surfacer le béton aussi vite que possible. Les coulées en plusieurs fois devraient toujours se faire sur champ humide pour éviter les joints froids. Cela peut conduire à couler par couches plus minces que de coutume lors de la réalisation de murs.
4. Couvrir le béton et commencer l'humidification aussi vite que possible; continuer de mettre de l'eau pendant au moins vingt-quatre heures. Eviter d'alterner humidification et séchage qui conduisent à la formation de stries et fissures. Pour la même raison, il faut aussi protéger les surfaces de béton des vents chauds et desséchants.

SEMELLES, FONDATIONS, SOUBASSEMENTS, MURS DE SOUTÈNEMENT

Il n'est pas bien difficile de réaliser l'importance qu'il y a à donner des fondations adéquates à tout édifice, qu'il s'agisse d'un immeuble de quarante étages, d'une maison particulière à un seul niveau ou même d'un homme. Pourquoi faut-il attribuer de si nombreuses ruptures de bâtiments à des semelles ou des fondations mal appropriées ou insuffisantes ainsi qu'à des murs aux assises mal construites? En faisant attention à quelques détails simples et peu nombreux, on pourra en toutes circonstances prévenir de telles défaillances

SEMELLES

On pose une semelle pour répartir la charge sur une surface plus grande que celle offerte par la base d'un mur, d'un pilier, d'une cheminée ou poteau. Une bonne semelle devra réaliser une sorte de pont au-dessus de certaines zones pour éviter des tassements variables. Sa face supérieure est la base sur laquelle les murs de la maison sont construits.

Dimensions

Etant donné que la plupart des sols ont une portance supérieure à 200 kg par dm^2, les règles générales suivantes conduisent à de bons résultats : la semelle doit avoir une largeur double de celle du mur qu'elle supporte et une épaisseur égale à la largeur de ce mur (voir fig. 1). Un mur de 30 cm aura une semelle large de 60 cm et épaisse de 30 cm; pour un mur de 20 cm, la largeur de la semelle sera de 40 cm et l'épaisseur de 20 cm. Néanmoins, il faut vérifier et suivre les règlements des codes locaux de construction et aussi se rappeler que lorsqu'on emploie une règle empirique, on peut avoir à tenir compte de conditions inhabituelles.

Profondeur

Les semelles doivent être placées au-dessous des éventuelles atteintes du gel de telle manière que les murs ne souffrent pas de l'action du gel et du dégel dans un sol humide. Pendant ces cycles de

gel et de dégel il peut se produire un gonflement considérable dangereux pour les murs supérieurs. Les fondations sont à asseoir sur un sol homogène; ainsi, lorsque la tranchée est creusée, il faut que le fond soit au-dessous de tout terrain de faible résistance, de matériaux de remblaiement, d'ordures ou de sols organiques. Si la tranchée est trop profonde, ce n'est pas un ennui, rectifiez votre erreur en comblant la tranchée de béton. S'il existe des poches de terre meuble au fond, extrayez-les et remplissez-les de béton. Les quelques dollars supplémentaires nécessaires pour couler ce béton en sauveront plus tard des centaines par les ennuis et les efforts qu'ils évitent.

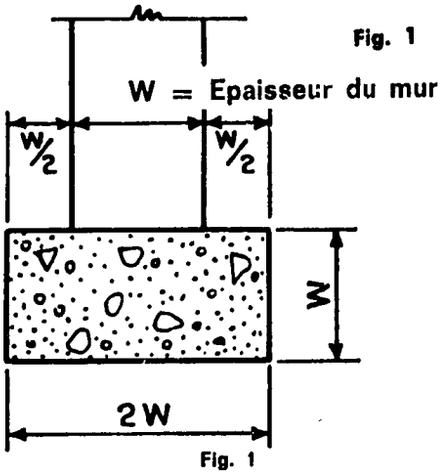


Fig. 1

Coffrages

Si le sol est bon et si les côtés de la tranchée tiennent sans glisser, le béton de fondation peut être directement coulé à même le sol, sans coffrage. Certains sols exigent un coffrage des parois. Dans ce cas, la face supérieure de la fondation est d'ailleurs plus facile à réaliser; en effet les coffrages serviront de guide. Sinon, on peut s'aider, pour vérifier l'horizontalité du niveau supérieur, d'un niveau de charpentier placé sur une longue planche; réaliser une fondation à l'aide de coffrages est cependant la manière la plus sûre d'obtenir une surface de base qui soit bien de niveau (ce qui est d'une importance capitale).

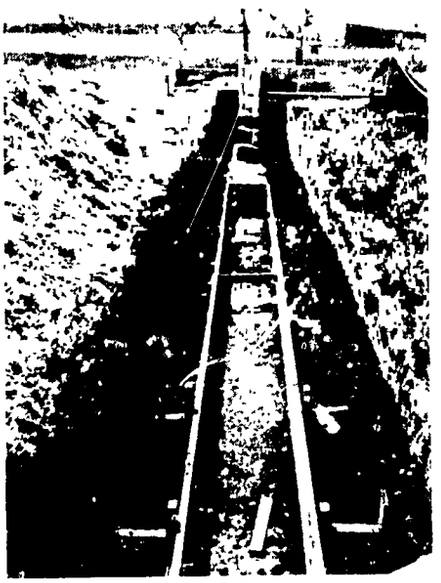


Fig. 2

Armatures

Théoriquement, on peut montrer qu'il n'est pas nécessaire d'armer les fondations. Cependant, dans les cas particuliers où les fondations doivent enjamber un emplacement dont le terrain est mou et peu résistant, il est souhaitable de placer quelques armatures. Dans certaines zones le sol est si mauvais que tous les murs de fondation sont en béton armé; parfois il est même nécessaire d'employer des solutions spéciales telles que dalles flottantes ou pieux. Si des

cassures se produisaient dans les fondations, les armatures tendront à maintenir ensemble les parties cassées. Deux barres de 12 mm dans chaque mur de fondation devraient suffire dans la plupart des cas. Dans tout béton armé en contact avec la terre, les armatures doivent être au moins à 8 cm de la face extérieure du béton afin que l'humidité ne puisse atteindre le fer et le rouiller.

Semelles de poteau

Pour des colonnes séparées, il suffit d'utiliser des blocs de béton de 60 à 90 cm de côté et de 30 à 45 cm d'épaisseur. Du fait qu'ils sont à l'intérieur du bâtiment, hors d'atteinte du froid, ces blocs peuvent être placés immédiatement sous le plancher.

Les murs de fondation, généralement utilisés dans les maisons sans caves, vont du sommet des semelles jusqu'à 20 cm au moins audessus du niveau du sol; à cette hauteur, commencent les murs extérieurs. Les murs de soubassement sont aussi des murs de fondation, mais on en parlera par ailleurs. Les murs de fondation peuvent être faits de béton ou de blocs de béton. Quand ils sont en béton, on peut décoffrer dès le lendemain de la mise en place et remblayer de terre. Cependant, comme le béton est toujours frais et relativement faible, le matériau de remblai doit être placé en même temps de chaque côté du mur de fondation. Une fois en place, ce remblai aidera à la cure du béton en empêchant toute évaporation.

Là encore, il peut ne pas être nécessaire d'utiliser des armatures,

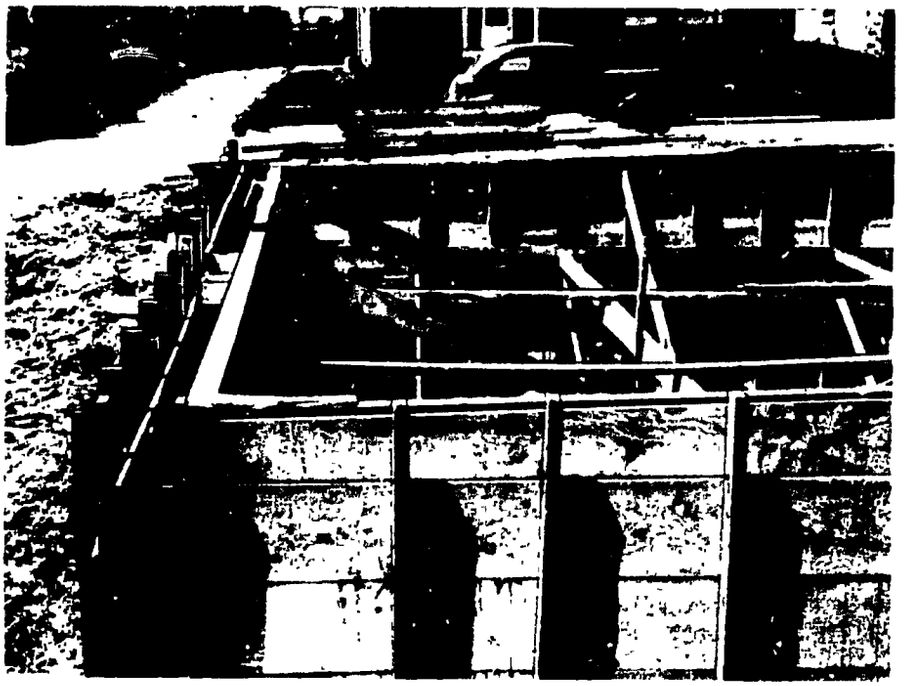


Fig. 3

mais deux barres de 12 mm placées près du sommet ainsi que deux autres situées au bas des murs de fondation empêcheraient des fissures de se propager ou en tout cas de s'ouvrir.

Les murs de soubassement servent de murs de fondation, de murs de soutènement et de murs extérieurs dans la zone des caves. Un soin particulier doit être apporté à leur construction pour qu'ils remplissent correctement ces fonctions.

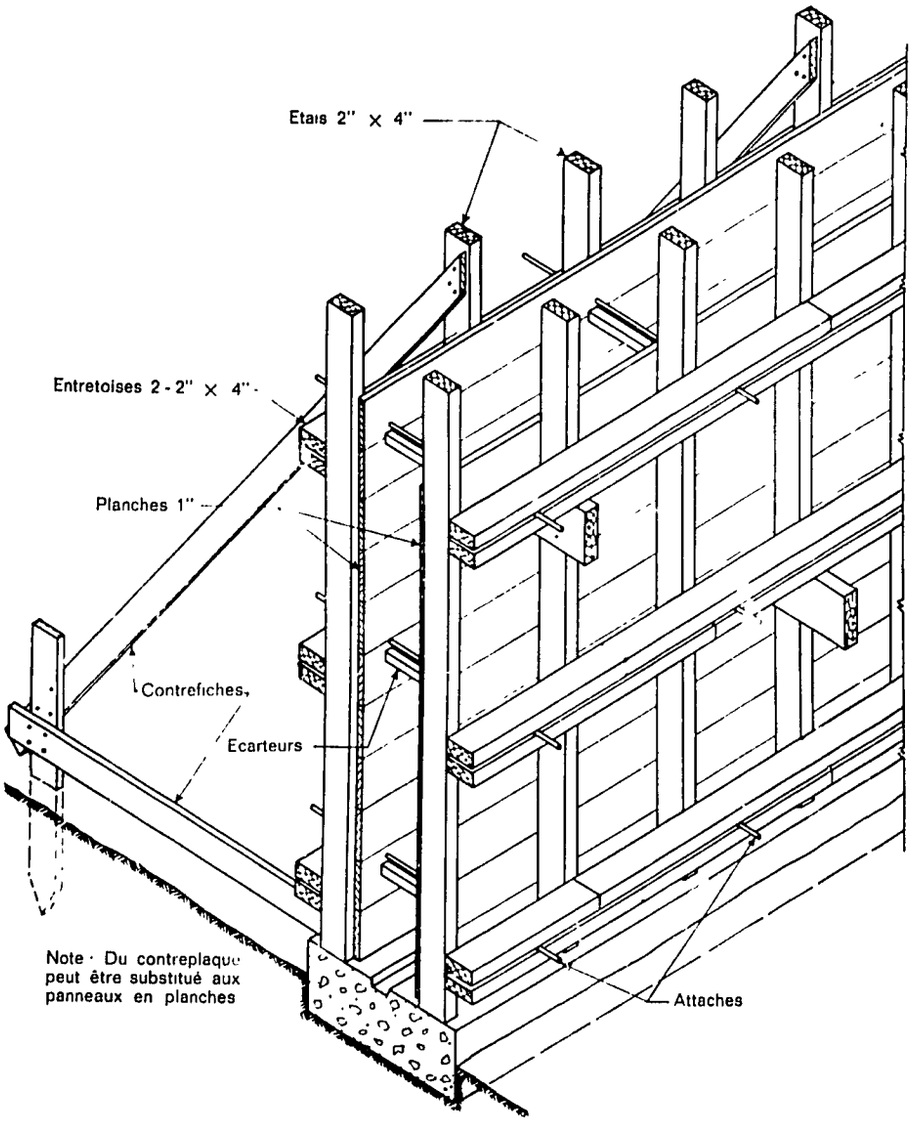


Fig. 4

Dimensions

Pour résister à des charges et des pressions latérales normales, les murs de soubassement coulés en place doivent avoir au moins 20 cm d'épaisseur et ceux constitués de blocs de béton doivent en avoir 12. Cependant si les murs ne s'enfoncent que de 1,20 m au plus dans le sol, l'épaisseur peut être réduite. Par contre, si le soubassement est profond ou se trouve à flanc de côteau, ou s'il existe une nappe d'eau peu profonde exerçant des pressions excessives, l'épaisseur est à renforcer. En général, les règles du code local de construction sont assez précises quant à l'épaisseur autorisée pour les murs de soubassement dans différentes conditions. Les murs de soubassement doivent dépasser d'au moins 20 cm le niveau du sol.

Armatures

Les murs de soubassement en béton sont souvent construits sans armatures. La technique des bâtiments montre que la hauteur maximale d'un mur de 20 cm, supposé soumis à une poussée normale de la part du terrain, ne devrait pas dépasser 2,10 m; la hauteur maximale pour un mur de 25 cm est de 2,40 m et pour un mur de 30 cm, 2,90 m. Armer le béton est souhaitable pour empêcher la formation de fissures qui compromettraient l'étanchéité du mur. On peut utiliser soit des barres soit du treillis soudé. Cependant, le treillis est difficile à mettre en place car il est livré en rouleau : lorsqu'on le coupe, il a tendance à s'enrouler. Le treillis peut aussi être livré en feuilles plates. L'acier doit être placé au centre du mur et il faut s'assurer à ce sujet qu'il y a une épaisseur suffisante de béton autour des armatures pour prévenir la rouille. Dans les cas spéciaux où les pressions latérales sont élevées, un ingénieur compétent devra calculer les murs de soubassement. Dans le calcul des murs de soubassement, on tient compte des efforts exercés par le plancher du sous-sol et du rez-de-chaussée. Il est par conséquent important d'attendre que ces deux planchers soient mis en place avant de remblayer le long des murs de soubassement.

Mise en place du béton

Les coffrages des murs peuvent être réalisés à l'aide de banches préfabriquées en bois ou en métal. Ils peuvent aussi être construits

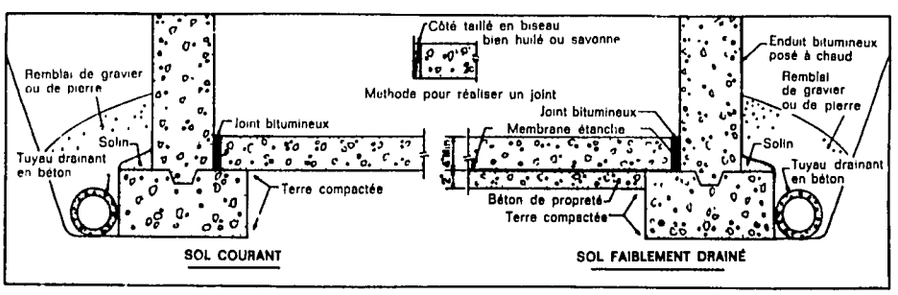


Fig. 5. — Soubassements construits en murs en béton coulés sur place.

sur place comme on l'indique sur les figures 3 et 4. Une mise en place correcte du béton contribue à l'obtention de murs de soubassement étanches. Le béton doit être transporté du malaxeur aux coffrages avec le moins de secousses possibles. Il doit y être mis en place par couches de 15 à 30 cm et chacune de celles-ci doit être piquée ou vibrée de telle manière qu'elle soit intimement liée à celle qui la précède et que les faces placées contre les coffrages deviennent lisses. Ne pas couler le béton en un point, puis le déplacer ou le laisser couler vers d'autres parties du mur. Essayer de couler les murs de soubassement en une seule opération continue pour qu'il n'y ait aucun raccord. S'il est nécessaire d'interrompre les opérations, le béton devra être mis à niveau dans les coffrages; juste avant la prise, sa face supérieure devra être scarifiée et rendue rugueuse. Lorsqu'on recommencera à couler le béton, il faudra d'abord balayer tous les matériaux non fixés sur la face supérieure, puis humidifier celle-ci, ou, mieux, l'enduire d'une couche mince de coulis ciment et d'eau, pour aider à lier étroitement les surfaces des coulées successives. Si on ne parvient pas à obtenir une bonne soudure, cela peut entraîner un glissement ou la formation d'une voie d'eau.

Décoffrage

Les coffrages peuvent être enlevés au bout de deux jours par temps chaud et au bout de quatre à sept jours par temps froid. Laisser les coffrages en place permet d'obtenir un bon durcissement du béton et par temps froid, de retenir la chaleur jusqu'à ce que le béton ait durci. Par temps très chaud, il y a lieu de pulvériser de l'eau sur les murs et coffrages afin de conserver une humidité suffisante pour durcir le ciment et obtenir un béton durable et étanche. Les tuyaux en plastique perforés, utilisés pour les pelouses et jardins ne sont pas chers et donnent de bons résultats lorsqu'on les place en haut des murs et qu'on laisse l'eau s'en écouler lentement et sans interruption pendant deux jours.

Autres conditions requises

lorsqu'ils sont construits correctement, les murs de soubassement en béton ou en blocs de béton sont étanches dans les conditions normales que l'on peut caractériser de la manière suivante :

1. Le sol doit être en pente à partir de la maison.
2. Un drain doit faire le tour des fondations pour collecter les eaux d'infiltration; il doit soit les écarter du soubassement soit les déverser dans les égouts.
3. Le matériau de remblai doit laisser s'écouler l'eau afin de ne pas s'en imbiber ni de la retenir longtemps le long des murs.
4. Il faut faire un solin en béton ou mortier au bas de l'extérieur du mur, pour empêcher que l'eau ne stagne sur la face supérieure du mur de fondation. Dans le cas où le sol est très humide, il peut être nécessaire de rendre étanche les murs de soubassement à l'aide d'une ou deux couches d'un matériau bitumineux que l'on doit appliquer au balai et non pulvériser sur le mur. La plupart de ces détails sont indiqués sur les figures 5 et 6.

Finition intérieure des murs de soubassement

Au prix d'un petit travail supplémentaire, on peut rendre la surface intérieure des murs de soubassement en béton lisse et plaisante à l'œil, ce qui permet de les utiliser comme murs définitifs de salles de travail ou de récréation. Cela reste vrai pour la maçonnerie en blocs de béton. En prenant des précautions avec les armatures à l'intérieur des murs, il y aura peu de bavures de béton (si tant est qu'il y en ait) et peu de pertes de mortier lors de la construction des murs. Après avoir enlevé les coffrages, frotter légèrement les quelques imperfections avec une pierre de carborandum, pour lisser la surface; après une période suffisante de séchage les murs peuvent être peints d'une couleur agréable. Le propriétaire de la maison peut disposer d'un local habitable sans être obligé de poser de coûteux matériaux de finition sur les murs, qui ne serviraient qu'à cacher un mauvais travail.

MURS DE SOUTENEMENT

Il est souvent nécessaire de placer de petits murs de soutènement autour d'une maison, soit pour intégrer celle-ci au paysage, soit pour faciliter la mise en place de routes et de chemins. Leur but premier est de retenir la terre mais, étant donné que l'une des faces est vue, il convient pour le constructeur de la rendre aussi attrayante que possible aux moindres frais Les blocs de béton, armé ou non, sont à la fois solides et élégants On en fait de bons murs de soutènement.

Il existe généralement deux types de soutènement. Le mur-poids sans armatures, résiste à la pression de la terre par sa seule inertie. Le mur-console est moins massif et se construit en béton armé ou en maçonnerie de béton armé. Les deux méthodes nécessitent des fondations mais étant donné qu'un mur de soutènement résiste au glissement grâce au frottement entre la terre et les fondations, il est bon d'ajouter à celles-ci une « patte en béton ». Il suffit pour cela de creuser une petite tranchée au fond des fondations avant que le béton ne soit coulé. Les fondations d'un mur de soutènement doivent être hors d'atteinte du gel comme dans le cas d'une fondation normale.

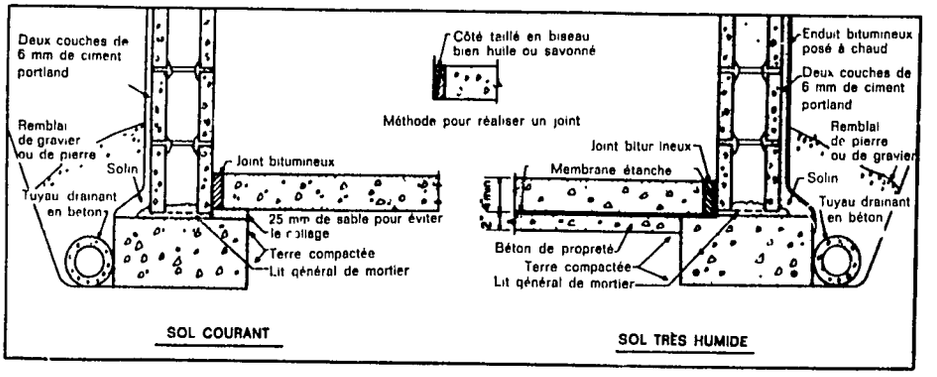


Fig. 6. — Soubassements construits en murs de maçonnerie de béton.

MISE EN PLACE ET SURFAÇAGE DES DALLES, ROUTES ET CHEMINS

Lorsque la prise a commencé, la finition à la truelle doit être faite sous une forte pression pour compacter les matériaux solides.

Les routes, chemins et planchers constituent la plus grande partie des travaux exécutés en béton à l'intérieur et dans le voisinage d'une maison. Lorsqu'elles sont correctement réalisées, de telles aires de béton rendront gratuitement pendant une durée presque illimitée, les services que l'on attend d'elles. Dans le cas contraire, elles peuvent être une source permanente d'ennuis, parce que les surfaces mal finies accumulent la poussière et sont difficiles à nettoyer, ou parce qu'il y aura des points bas où l'eau stagnera après la pluie.

Ces ennuis sont dus à une mauvaise exécution, qui provient quelquefois de ce que l'ouvrier et son contremaître ne connaissent pas certains facteurs fondamentaux qui, pendant la construction, influent sur la qualité future du béton. Les indications ci-dessous pourront aider l'entrepreneur à mieux comprendre les principes à respecter pour obtenir un travail

de qualité lors de la construction de chaussées, planchers et autres aires similaires en béton.

Le surfaçage des dalles se fait généralement soit à l'aide d'une taloche en bois, qui produit une texture graveleuse, soit à l'aide d'une truelle en acier qui donne une surface lisse. Les surfaces lisses sont beaucoup plus faciles à balayer et nettoyer; elles conviennent à un plus grand nombre d'utilisations, telles que les aires de récréation. Une surface rugueuse est difficile à maintenir propre et n'a d'autre avantage que celui de ne pas être glissante; ceci n'est pas très important pour les voies d'accès aux maisons et les chemins.

Les aires planes doivent avoir une pente suffisante dans une certaine direction pour que le drainage soit complet. Une pente de un pour cent peut ne pas suffire s'il y a de légères inégalités dans le surfaçage. Une pente de deux pour cent permet un drainage plus efficace et sera utilisée partout où c'est possible.

Les planchers et les dalles doivent de préférence être coulés en une seule fois. Lorsqu'il en est ainsi, il est important que le béton contienne suffisamment de mortier pour que l'homme qui fait le surfaçage à la taloche puisse, sans

Les joints soignés rehaussent l'aspect final de la surface. Utiliser une règle droite pour guider l'outil.

effort exagéré, obtenir une surface convenable. Pour cela il faut habituellement faire une gâchée dont le volume de sable représente approximativement 45 % du volume total des agrégats.

Le béton ne devrait pas contenir moins de six sacs de ciment par mètre cube, de préférence 6 1/2. On utilisera des gâchées consistantes et à faible affaissement pour toutes les dalles coulées en une seule fois. Quand les proportions sont bonnes, le béton est plastique, et on peut le travailler, bien qu'il puisse paraître très sec lorsqu'on le coule dans le fond.

Les ouvriers risquent d'être tentés d'ajouter de l'eau à ce béton sec pour le rendre plus liquide, donc plus facile à étaler. C'est une erreur. Cela peut aider le travail de l'ouvrier mais l'usager pourrait avoir a souffrir d'un béton de mauvaise qualité. Un béton trop mouillé rejettera trop d'eau en surface, ce qui rendra le surfaçage lent et difficile et donnera des surfaces peu résistantes qui partiront en poussière et s'écailleront à l'usage.

Un béton fraîchement coulé doit d'abord être étalé et arasé à l'aide d'une planche à araser, dont il faut s'assurer que le chant est bien droit. Il est nécessaire également de vérifier les sommets des coffrages et les règles à lisser, de préférence à l'aide d'un niveau à lunette. Si on omet de vérifier ces détails, on obtient généralement des surfaces gauches et des points bas gênants pour la finition.

Après avoir mis le béton de niveau à l'aide d'une règle, l'ouvrier chargé de la finition doit le surfacer à l'aide d'une taloche en bois qui permet de lisser la surface et d'en supprimer les petites irrégularités. Cela fait remonter au sommet un mortier d'épaisseur suffisante qui permettra la dernière finition. On ne doit jamais talocher ou lisser à la truelle une surface détrempée. Si l'on recueille un excès d'eau, il faut la balayer ou la pousser vers l'extérieur en traînant un tuyau ou une corde au travers de la surface. On pourrait croire qu'une telle eau transporte beaucoup de ciment, mais la perte réelle de ciment est faible et sans conséquence. Il est beaucoup plus important de se débarrasser de l'eau. Il faut retarder le talochage jusqu'à ce que tout l'excès d'eau soit parti et que le mortier soit ferme sous la taloche.

La truelle en acier ne doit pas être utilisée tant que le brillant de l'eau n'a pas disparu. Si sous la pression de la truelle apparaît une surface souple et brillante, retarder cette opération. La dernière passe de truelle doit être faite énergiquement, pour lisser et compacter la surface. La truelle doit résonner en se déplaçant à la surface du béton. Un polissage correct à la truelle donne une surface dure, dense, lisse et durable.

A la fin de ce travail, l'étape suivante, très importante, est le contrôle du durcissement. Il est en effet très important par temps chaud et sec de protéger la surface fraîchement coulée du vent et du soleil qui peuvent nuire beaucoup lorsque le béton fait sa prise. Négliger le contrôle du durcissement et la protection contre un séchage rapide est une autre cause du manque de résistance de la surface, laquelle se fendille et s'effrite.

Pour comprendre combien il est

important de contrôler le durcissement du béton, il suffit d'examiner comment se comporte le ciment mélangé à l'eau. Peu après leur mélange, les deux éléments commencent à se combiner chimiquement pour former un composé cristallin solide. Ce processus, connu sous le nom d'hydratation, est lent et il doit toujours y avoir de l'eau pour lui permettre de se développer. Tant qu'il y a de l'eau disponible, cette réaction chimique se poursuit, rendant le béton plus solide et plus durable. Si on perd l'eau par évaporation ou par d'autres voies, le processus s'arrête de même que l'accroissement de résistance.

Pourquoi est-il néfaste d'ajouter trop d'eau à la gâchée et de réaliser un surfaçage humide? La quantité d'eau qui entre en réaction chimique avec le ciment constitue seulement une petite partie de toute l'eau utilisée pendant le gâchage pour produire un béton plastique et facile à mettre en œuvre. Par conséquent la plus grande partie de l'eau utilisée au départ pour le gâchage n'est utile que temporairement pour agir comme lubrifiant. Comme l'eau n'est pas compressible, le volume qu'elle occupe ne peut diminuer, le gravier ou le sable ne pouvant y remplacer l'eau. Lorsque le durcissement est terminé, cet excès d'eau s'évapore en créant des vides. Plus il y aura d'eau en excès dans le béton, plus on verra croître le volume des vides inutiles qui affaiblissent la qualité de l'ensemble. Les surfaces mises en place avec une grande proportion d'eau sont poreuses et peu résistantes, défauts qui ne sont pas toujours apparents à l'œil nu. Elles présenteront rapidement des ruptures sous l'effet du trafic.

Il ne faut pas oublier deux principes importants :

1. Utiliser au gâchage la quantité minimale d'eau donnant un mélange plastique.

2. Maintenir aussi longtemps que possible l'humidité du béton frais pour assurer l'achèvement des réactions chimiques.

Des bords de dalles laissés bruts et dentelés, ainsi que des endroits, le long des coffrages, où le béton est arraché et non traité avec un outil pour chanfreiner, sont l'indice d'un travail inachevé. C'est comme un homme qui repasse son costume mais omet de cirer ses chaussures. Il faut donc veiller à ce que l'ouvrier chargé de la finition ait des outils adéquats pour chanfreiner et jointoyer et s'en serve correctement.

Les joints inégaux et tortueux nuisent à l'aspect final. Un guide constitué par une baguette droite doit être placé sur la dalle pour que les joints soient droits. S'il y a de gros agrégats qui gênent le passage de l'outil à jointoyer, il faut les enlever avec une truelle et combler le vide avec du mortier. Sinon le joint aura une largeur et une profondeur inégales.

Des ouvriers ont détérioré un grand nombre de dalles bien exécutées en marchant dessus ou en y éparpillant des débris avant que le béton ait durci suffisamment pour éviter les rayures et les écailles. La boue et d'autres corps étrangers souillent également la surface et ruinent son aspect futur. Là où l'aspect du béton est important, il faut le protéger à l'aide d'une couverture appropriée pour

qu'il n'en soit pas fait un usage prématuré. Si elle est hermétique, une telle couverture facilitera le processus du durcissement, mais il ne faut pas s'en contenter, sauf si tous les raccords et bordures sont hermétiques. Dans le cas contraire, la couverture devra être relevée une ou deux fois par jour, et l'on mouillera abondamment le béton avant de la replacer.

Le béton nécessite des soins et de bons ouvriers. Ceux qui le traitent bien seront bien récompensés.

RÉPARATION DES DÉFAUTS D'UNE CONSTRUCTION EN BÉTON

Quel est l'entrepreneur en bâtiments qui, à un moment de sa carrière, n'a pas eu un client irrité, se plaignant d'une fissure dans un mur, un plancher ou une voie d'accès en béton de sa nouvelle maison? De même, les soubassements qui présentent des infiltrations et les planchers en béton qui s'écaillent peuvent être la cause de plaintes et de soucis pour l'entrepreneur.

Comme pour la plupart des autres matériaux, les défauts des constructions en béton peuvent en général être évités grâce à de bonnes méthodes de travail Cependant le but de cet article est d'aider à corriger de tels défauts aussi vite et facilement que possible.

Planchers qui s'écaillent

Ce défaut des planchers en béton est dû à la désagrégation d'une couche superficielle trop fragile pour une des raisons suivantes :

1. Le lissage et le compactage du béton frais ont été poursuivis après que l'eau ait commencé à remonter à la surface.

2. La truelle a été passée avant que le béton soit assez dur pour être compacté, et alors que la surface était encore humide et brillante.

3. Le béton frais a été saupoudré d'un mélange de sable et de ciment pour absorber l'excès d'eau et rendre plus facile la finition à la truelle.

4. On a laissé la surface finie sécher rapidement et dérogé au principe du durcissement en milieu humide.

Malheureusement il n'existe ni panacée ni traitement miracle pour remédier à l' « écaillage » du béton. Généralement on améliorera la situation en appliquant l'un des traitements suivants pour durcir ou lier la surface, mais on ne peut pas changer une mauvaise surface en une bonne. On peut disposer également d'un certain nombre de produits de durcissement et de traitement. Dans tous les cas le plancher doit être nettoyé et exempt de plâtre, huile, peinture ou autre matériau étranger lors de l'application du solidificateur. Le béton devra être bien sec pour faciliter la pénétration du produit.

Traitement au fluosilicate

Les fluosilicates de zinc et de magnésium dissous dans l'eau, ont

été employés avec succès. L'un et l'autre des deux fluosilicates peuvent être utilisés séparément, mais un mélange de 20 % de fluosilicate de zinc et de 80 % de fluosilicate de magnésium semble donner les meilleurs résultats. Pour préparer les solutions, on dissoudra 60 g de fluosilicate dans un litre d'eau pour les premières applications et 80 g dans un litre pour les applications suivantes. La solution peut être appliquée au balai ou répartie avec un arrosoir avant d'être étendue uniformément avec des balais. On fera deux applications, ou davantage, en laissant cependant sécher la surface entre chaque. Trois à quatre heures sont généralement nécessaires pour l'absorption, la réaction et le séchage. Pour éliminer les sels qui se sont incrustés il faut prendre soin de balayer le plancher avec de l'eau peu après que la dernière couche ait séché; sinon les taches blanches resteront.

Traitement à l'huile

On peut diluer de l'huile de graines de lin ou de soja dans de l'essence, du naphte ou de la térébenthine et appliquer le mélange avec des balais ou de grandes brosses. Des quantités approximativement égales d'huile et de dissolvant constituent de bons mélanges et souvent une application unique suffit. Dans quelques cas le traitement à l'huile peut être répété avec profit deux fois par an.

Le volume de ces solutions nécessaire pour traiter les planchers variera considérablement avec la porosité du béton. Généralement, il faut, par application, un litre de n'importe laquelle de ces solutions pour traiter 3 à 4 mètres carrés de plancher.

Silicate de soude

Le silicate de soude du commerce est une solution à 40 %. Elle est visqueuse et doit être diluée dans l'eau pour pouvoir pénétrer dans le béton. Une bonne solution peut être obtenue en dissolvant 1 litre de silicate dans 3 litres d'eau. Il faut en appliquer deux ou trois couches en laissant le temps à chaque couche de sécher totalement avant que la suivante ne soit appliquée. On facilitera la pénétration des couches suivantes en frottant chaque couche avec une brosse dure ou une brosse mécanique mouillée.

Soubassements humides ou soubassements qui présentent des infiltrations

Ils constituent également une cause fréquente de plainte des acheteurs de maisons. Les trois principales causes de l'humidité sont :

1. La condensation.
2. Les fuites d'eau par des fissures et d'autres ouvertures.
3. L'infiltration de l'humidité au travers des murs.

Condensation

La condensation est due à une humidité relative excessive de l'air; on peut en général y remédier en ventilant, en chauffant, ou en desséchant l'air. Les séchoirs à

linge et autres appareils qui produisent une grande quantité de vapeur d'eau devraient comporter une ventilation vers l'extérieur.

Fuites et infiltrations au travers des murs

Si des fuites ou des infiltrations d'eau au travers des murs sont la cause de l'humidité, on doit vérifier le drainage des fondations pour voir s'il fonctionne correctement. Le revêtement extérieur doit avoir une pente dont le point haut soit la maison; ainsi les écoulements provenant des caves et des descentes de gouttières seront drainés loin des murs de soubassement. Si le mauvais drainage n'est pas la cause de l'humidité, l'extérieur du mur doit être mis à nu et l'étanchéité refaite dans la zone des fuites ou des infiltrations.

Les joints de mortier dans les murs en maçonnerie doivent être retaillés sur 20 mm ou plus et les fissures des murs en béton agrandies en V sur une largeur de 40 mm et une profondeur de 20 mm au moins. Lorsque ces fissures et joints ont été nettoyés et numectés, on les bouche avec un mélange d'une partie de ciment et une partie et demie de sable. Le mélange a la consistance de la terre humide et on le tasse dans les fissures ou joints à l'aide d'un outil adéquat. Les parties rebouchées doivent être conservées à l'humidité pendant plusieurs jours et ensuite recevoir deux couches d'un enduit bitumineux chaud, appliqué sur toute leur surface en débordant largement sur les couches existantes de bitume.

Réparation intérieure des murs

Les réparations faites de l'intérieur sur les murs ne sont généralement pas satisfaisantes. Cependant, si les réparations extérieures sont impossibles à réaliser, les fissures et les joints de mortiers peuvent être réparés comme on l'a décrit ci-dessus. Le mur doit être recouvert en entier de deux couches de 6 mm d'un enduit de ciment Portland, que l'on applique de la même manière que pour assurer l'étanchéité extérieure. Lorsque l'infiltration est sans grande conséquence et se produit seulement durant de courtes périodes de l'année, on peut quelquefois y remédier en passant deux ou trois couches de peinture de ciment Portland à l'intérieur des murs de soubassement.

Planchers non étanches

Les fissures qui apparaissent au raccordement du plancher et des murs peuvent habituellement être réparées en creusant en ces points une rainure étroite de 40 à 50 mm de profondeur et en remplissant cet espace avec du goudron chaud ou un mélange de goudron chaud et de sable.

Les planchers de sous-sol construits sur des sols humides, sont à constituer de deux dalles séparées par un joint étanche constitué, par exemple, par deux couches de feutre bien enduites de bitume. Ce joint doit se prolonger le long du mur sur une hauteur de 15 à 30 cm. Si un joint n'a pas été posé lors de la construction, et si le plancher fuit, on peut poser un joint sur le

plancher existant et le recouvrir de 6 à 8 cm de béton. C'est habituellement le meilleur et moins cher des traitements pour des planchers de sous-sol qui présentent des infiltrations.

Fissures

Quand les fissures sont dues à un mauvais calcul des dilatations ou du retrait du béton, on ne peut pas faire grand-chose pour les corriger. De telles fissures sont en général très petites et si le béton est armé, elles ne s'agrandissent généralement pas. C'est l'un des principaux avantages des armatures. Les fissures dues à des défauts de structure telles que le tassement inégal des fondations ou un affaissement du sol, nécessitent une approche tout à fait différente. On doit d'abord découvrir la cause de la rupture et supprimer cette cause pour éviter de plus grands dommages. Lorsque cela a été fait, on peut réparer les murs comme décrit précédemment, ou remplacer des portions de plancher ou de dalle. Le tassement des dalles et des planchers peut parfois se corriger par injection sous pression d'un coulis fin de ciment et de sable au travers d'un trou percé dans la dalle qui est ainsi soulevée jusqu'à sa position d'origine.

Béton caverneux et autres défauts

Au décoffrage on obtient souvent un béton caverneux parce que le béton a été difficile à mettre en œuvre et n'a pas été vibré, piqué et malaxé correctement. Pour remédier à ce défaut, le meilleur moment est celui qui suit immédiatement le décoffrage. Toutes les parties où le béton présente des vides doivent être piquées au marteau jusqu'au moment où l'on atteint le béton solide et à une profondeur minimum de 25 mm. Les parois du volume enlevé doivent être perpendiculaires à la surface.

Le mortier de raccord doit être fait avec le même sable que celui du béton de la construction. On peut substituer en partie du ciment Portland blanc au gris pour être sûr que les zones rebouchées ne seront pas plus sombres que le reste du mur. Il faut une certaine expérience pour obtenir une couleur uniforme, mais le pourcentage habituel de ciment blanc varie de 10 à 30 %. La composition du mortier est d'environ une partie de ciment pour trois de sable. Les surfaces à reboucher doivent être humidifiées mais non mouillées; juste avant d'appliquer le mortier de raccord, il faut étendre à la brosse une couche de coulis de ciment. Le mortier doit être assez sec; on le plaque dans le trou à l'aide d'une taloche en bois de telle manière que le raccord soit bombé par rapport à la surface avoisinante. Lorsque la prise initiale du raccord s'est faite, celui-ci peut être arasé.

Les éclats et autres défauts des planchers, routes et chemins peuvent être réparés de la même manière. La figure 1 illustre la méthode utilisée pour un plancher.

Les trous réservés aux boulons d'ancrage et les autres petites imperfections situées dans les murs peuvent être bouchées avec un mélange assez sec fait d'une partie de ciment Portland et une partie

et demie de sable. Ici aussi il est nécessaire d'utiliser un mélange de ciment gris et blanc.

Tous les raccords doivent durcir à l'humidité pendant plusieurs jours pour empêcher l'évaporation et le retrait. Une toile d'emballage humide maintenue en place avec un étai de bois facilite bien le durcissement.

COMMENT ASSURER LA QUALITÉ D'UNE MAÇONNERIE EN BÉTON

par
NATIONAL CONCRETE
MASONRY ASSOCIATION

La bonne qualité d'une construction en maçonnerie de béton exige :

1. Une bonne conception.
2. Des blocs de qualité.
3. Un bon mortier.
4. Un travail soigné.

Une bonne conception

Dans le cas d'une maison, une bonne conception doit être, parmi d'autres critères, économique. Cela est très important sur le marché actuel du logement, où l'entrepreneur en bâtiment se trouve pris entre l'augmentation du coût de la construction et la diminution des marges bénéficiaires. Une des méthodes pour parvenir à une conception économique est d'appliquer le principe de la construction en série. Cette méthode permet d'utiliser au maximum des éléments standardisés, tels que bois de charpente, fenêtres et portes, etc., éléments qui s'adaptent les uns aux autres sur le chantier avec le minimum de coupes et d'ajustements. Le meilleur moyen de mesurer son efficacité est de considérer le volume des chutes.

Les blocs de béton sont normalement fabriqués dans des tailles standard et on obtiendra l'économie maximale en prévoyant que toutes les dimensions horizontales des bâtiments, telles que leurs longueurs, largeurs, ouvertures et écartements, seront un multiple de la demi-longueur de ces blocs. La figure 1 illustre à quel point on économise des coupes sur le chantier en changeant légèrement les dimensions des ouvertures et des écartements d'un mur normal.

On doit tirer le meilleur parti possible de tous les éléments spéciaux que l'on peut se procurer tels que montants, entretoises, etc. pour éliminer tout travail supplémentaire sur le chantier.

On vérifiera et comparera les coefficients de transmission de chaleur des différents blocs pour étudier la possibilité d'économies sur le coût de l'isolation thermique. D'une manière identique, on comparera les coefficients de transmission et d'absorption du son là où ce facteur est important.

Les architectes modernes font de plus en plus usage de matériaux de construction pouvant être laissés à nu ou avec une finition sommaire ce qui permet des économies sur le coût des bâtiments. Beaucoup de blocs de béton sont fabriqués en série avec un fini et un état de surface tels qu'ils sont bien adaptés à cet usage. On peut, à faible prix, fabriquer un grand nombre de modèles. Pour obtenir des effets d'architecture divers et originaux on peut utiliser d'autres moyens, tels que combiner des éléments de dimensions différentes, modifier la hauteur des rangées de blocs, dissimuler ou mettre en relief les joints.

Les épaisseurs des murs, les hauteurs admissibles et caractéristiques analogues des bâtiments sont généralement soumises aux règles des codes locaux de construction. En l'absence d'un tel code, on suivra les spécifications de l' « American Standard Building Code Requirements for Masonry » (ASA A41.1 - 1944).

Blocs de bonne qualité

Qu'est-ce qu'un bloc de bonne qualité? L'« American Society For Testing Materials » mesure cinq caractéristiques des blocs :

1. Résistance : la résistance minimale à la compression doit être de 50 kg par centimètre carré pour les blocs qui travaillent. En outre des blocs solides permettent de réduire la casse lors des manipulations sur le chantier.

2. Absorption : elle doit être inférieure à 250 g par décimètre cube pour éviter les infiltrations et la détérioration par le gel.

3. Degré d'humidité : il affecte le retrait et les fissures dans le mur fini. Les blocs doivent être emmagasinés dans un endroit sec sur le chantier.

4. Tolérance sur les dimensions : elle doit être limitée à 3 mm par rapport à la valeur nominale pour que la mise en place soit rapide et l'aspect final net.

5. Bon état et absence de défauts : comme pour les autres ma-

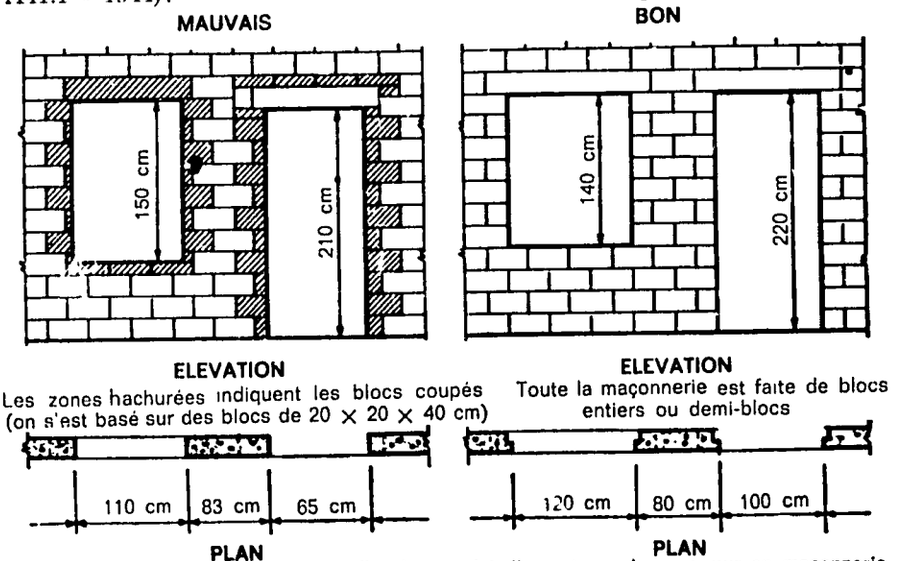


Fig. 6. — Exemples d'un mauvais et d'un bon projet d'ouvertures dans un mur en maçonnerie de béton.

tériaux les blocs de bonne qualité ont un bon aspect.

Les autres propriétés que l'on peut prendre en considération pour un bloc sont la conductivité thermique, l'absorption et la transmission du son, l'état de surface et l'aptitude à recevoir des clous.

Les propriétés des blocs peuvent varier considérablement suivant la qualité des agrégats utilisés. Les blocs lourds sont faits de sable et gravier, laitier ou pierre concassée; ils sont généralement plus solides et moins enclins à transmettre les bruits que les blocs légers. Ces derniers sont faits de laitier, d'argile expansée, de schiste ou d'ardoise, de pierre ponce ou de scories. Ils sont généralement plus faciles à manipuler, donnent une meilleure isolation thermique et absorption phonique que les éléments lourds.

Naturellement, on ne trouve pas partout des blocs de tous les modèles; en général l'entrepreneur fera cependant des économies en utilisant le matériau local, s'il peut l'adapter à ses besoins.

Les blocs de béton, comme tout autre béton, nécessitent un traitement de cure; on emploie souvent le durcissement à la vapeur pour accélérer le processus. Quelques fabricants de blocs traitent ceux-ci à la vapeur sous haute pression dans des autoclaves analogues à de grosses cocottes-minute; ils ramènent ainsi la durée du durcissement à 14 ou 15 heures environ.

De tels blocs peuvent être utilisés dès qu'ils sortent de l'autoclave, alors qu'il faut attendre 7 à 10 jours pour les blocs traités à la vapeur sous basse pression.

Le séchage des blocs, après la cure, garantit que le retrait ultérieur sera réduit au minimum; on conservera sur le chantier l'avantage de ce pré-retrait en emmagasinant les blocs au-dessus du sol et en les recouvrant d'une toile étanche.

Mortier de bonne qualité

Le tableau 1 indique les mélanges de mortier recommandés pour

FORMULES RECOMMANDÉES POUR LES MORTIERS
Proportions en volume

Catégories de service	Ciment	Chaux hydratée ou mastic à la chaux	Sable humide et souple
Pour usage courant	1 ciment à maçonner ou 1 ciment Portland	—	2 à 3
		1 à 1 1/4	4 à 6
Sujets à des charges très lourdes, des vents violents, des tremblements de terre ou une forte action du gel. Pieux isolés	1 ciment à maçonner plus 1 ciment Portland ou 1 ciment Portland	—	4 à 6
		0 à 1/4	2 à 3

les murs destinés à un usage normal ainsi que pour ceux qui doivent résister à des contraintes élevées et des conditions climatiques sévères. Ces mélanges donnent des mortiers plastiques, faciles à mettre en œuvre et dont le pouvoir de rétention d'eau est correct. Pour obtenir une bonne liaison entre le mortier et les parpaings, afin que le mur fasse bloc, la qualité du travail est le facteur le plus important. On utilisera juste assez d'eau pour obtenir un mortier utilisable. Il est recommandé de se servir d'un malaxeur à moteur. Cependant les petites gâchées peuvent être faites à la main si le mélange est soigneusement fait.

On peut humidifier le mortier dans le bac s'il durcit en raison de l'évaporation. On ajoutera juste assez d'eau et on la mélangera soigneusement au mortier pour lui redonner sa plasticité. Cependant, s'il s'est écoulé plus de deux heures et demie depuis le malaxage initial, il est vraisemblable que le durcissement résulte d'un début de prise du mortier, qui doit être alors rejeté.

Le pouvoir de rétention de l'eau est une caractéristique importante d'un bon mortier, car il réduit les pertes en eau de celui-ci vers les blocs de béton. Comme les blocs trop mouillés présentent un retrait indésirable, il ne faut jamais mouiller un bloc, avant de le poser sur un mur, sous prétexte de l'empêcher d'absorber l'eau du mortier.

Par temps froid, on ajoute quelquefois du chlorure de calcium au mortier pour accroître sa résistance initiale et accélérer la vitesse de durcissement. On ne doit cependant pas en mettre plus de 2 % du poids de ciment Portland utilisé ou plus de 1 % du poids de ciment à maçonner. Comme pour le béton, les accélérateurs de prise du mortier ne sont pas des substances antigel. Si la température est inférieure à 5 °C, le mortier doit être protégé du froid au moins pendant 48 heures après la construction du mur. Ce temps peut être quelque peu réduit si on utilise du ciment Portland à prise rapide ou du chlorure de calcium.

Travail soigné

Une maçonnerie de béton bien exécutée a un aspect agréable; lorsque, en outre, la conception et les matériaux sont bons, on obtient des murs sains, stables et étanches. Dans le passé, on utilisait presque exclusivement les murs en blocs de béton pour les soubassements, ou comme support d'un revêtement. Comme ils étaient cachés à la vue, ou situés ailleurs que les pièces de séjour, ils étaient souvent médiocrement construits. De nos jours, les parpaings servent également à la finition, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des maisons, et les sous-sols sont considérés comme des parties habitables; aussi est-il important de monter des murs en maçonnerie de béton d'aspect agréable et bien finis. L'avantage de ce système est que, moyennant quelques soins supplémentaires l'entrepreneur peut utiliser un matériau de construction comme matériau de finition sans autres dépenses.

Joints

Les parpaings de béton sont adaptés pour satisfaire à une construction modulaire. Les dimensions

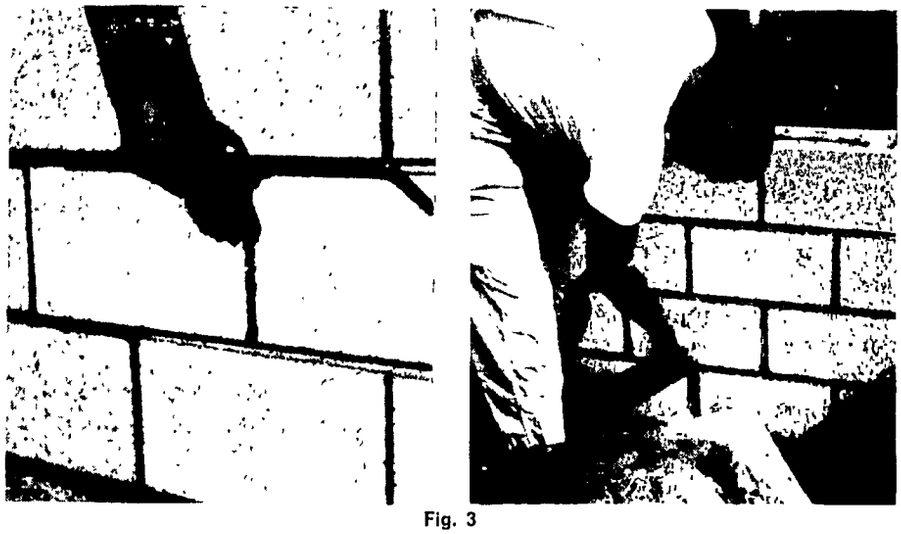


Fig. 3

nominales sont supérieures aux dimensions réelles de 10 mm, ce qui correspond à la place que doit occuper un joint de mortier bien exécuté. Ceci exige que les joints soient bien remplis; pour cela on comble avec du mortier les creux en regard des deux parpaings, puis on pousse énergiquement celui qu'on pose sur celui déjà posé, tout en corrigeant l'aplomb et l'alignement. Il ne faut jamais remplir les joints en mettant les blocs en place et en glissant le mortier dans les vides qui le séparent. D'autre part, pour monter les angles des murs, le maçon fixera la largeur du joint à l'aide d'un guide, à savoir une planche portant une marque tous les 20 cm qui lui permet de repérer avec précision le niveau du sommet de chaque rangée de blocs. Une fois que les blocs sont en place, et que le mortier a commencé sa prise, il ne faut pas les déplacer, sans quoi leur liaison avec le mur serait rompue.

Lorsque le mortier est devenu suffisamment dur pour conserver une empreinte, il faut lisser les

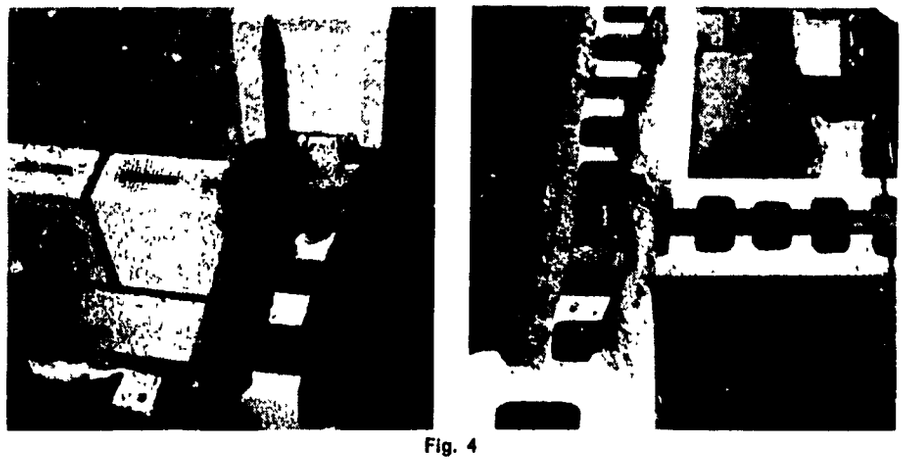


Fig. 4

joints à l'aide d'un outil afin d'améliorer leur aspect, de les consolider et de les rendre étanches. Pour les joints horizontaux, lissés les premiers on utilise une longue barre ou un outil spécial (voir fig. 3). On réalise indifféremment des joints arrondis ou des joints en V. Pour créer des effets spéciaux On utilise quelquefois des joints profonds, des joints lisses ou des joints en saillie. Toutes les particules de mortier qui sont restées collées sur la surface des blocs seront détachées à la truelle; on peut aussi frotter les murs avec des brosses dures.

Intersections de murs

Aux angles, les murs sont généralement liés par un joint en maçonnerie; comme il est d'usage dans une construction en maçonnerie les angles sont montés en premier; ils le sont d'ailleurs avec un soin particulier pour permettre à chaque pan d'être d'aplomb, aligné et de niveau. Cela commande en effet dans une large mesure l'aspect du reste du mur. A l'intersection de deux murs, un des deux murs doit se terminer sur la face de l'autre et l'on doit les relier par un joint de contrôle pour que les efforts s'y concentrent. Comme le montre la figure 4, si les murs raccordés supportent une charge, il faut utiliser des tirants spéciaux en métal pour accrocher les deux murs; dans le cas où les murs ne supportent aucune charge, on insère une latte ou un morceau de toile métallique tous les deux lits de pierres pour lier ensemble les deux murs. Dans le cas où les murs se coupent sous un angle différent de 90°, on taille les blocs en biseau pour obtenir l'angle voulu.

Autres détails

Lorsque les vides à l'intérieur des blocs doivent être remplis de béton ou de mortier pour servir de support aux planchers ou pour sceller les boulons d'ancrage et des tirants, on placera des morceaux de lattes métalliques dans les joints horizontaux situés à une ou deux rangées de blocs au-dessous du sommet. Cela permet de retenir le mortier ou le béton.

Pour éviter, dans la mesure du possible, de couper des blocs, on utilise partout où cela est possible des blocs spéciaux ou des demi-blocs. Quand le bloc doit être coupé, on utilise un ciseau à brique pour l'entailler afin d'obtenir une cassure propre. Une scie de maçon donne une coupe rapide et nette, et il vaut mieux l'utiliser pour les blocs qui seront apparents. Les blocs sont coupés à sec afin qu'ils n'absorbent pas d'eau.

A la fin de chaque journée de travail, on couvrira les faces supérieures des murs pour empêcher la pluie ou la neige de pénétrer dans les creux.

Dans les cas de contraintes excédant la normale, comme dans les zones sujettes aux tremblements de terre ou aux vents violents, les murs de maçonnerie en béton sont renforcés de différentes manières : on posera un chaînage à chaque étage; des poteaux verticaux en béton armé dans les angles et de part et d'autre des ouvertures; et une armature tous les deux ou trois joints horizontaux.

Murs étanches

Des essais ont montré que les infiltrations dans les murs, provoquées par la pluie, se font habituellement par des ouvertures plutôt qu'au travers des blocs. C'est pourquoi il est nécessaire que tous les joints sans exception soient bien compactés; dans tous les endroits où l'eau peut s'accumuler comme par exemple sur les seuils, tablettes, niches ou corbeaux, il faut prévoir des pentes pour l'écoulement. Tout ce qui est en saillie par rapport à la façade comme les tablettes, corniches, couronnements et seuils, doit avoir un larmier. Les gouttières et les drains doivent être assez larges pour évacuer rapidement un excès d'eau. Dans les cas peu nombreux où les blocs sont si poreux qu'ils permettent le passage de l'eau, deux ou trois couches de peinture de ciment Portland boucheront les pores.

Dans le domaine précis de l'étanchéité, une bonne main-d'œuvre, une bonne conception et de bons matériaux permettent invariablement de faire un bon travail. De plus la qualité des murs en maçonnerie de béton récompensera l'entrepreneur de ses efforts, car la satisfaction du client assurera sa réputation.

COMMENT TIRER LE MEILLEUR PARTI DU BÉTON PRÊT A L'EMPLOI

par JOHN W. ROBERTS
Président, National Mixed Concrete Association

Pour que l'entrepreneur en tire le meilleur parti, il est souhaitable que le fabricant de béton prêt à l'emploi coopère avec le constructeur. L'aménagement du site de la construction est l'un des facteurs essentiels si l'on veut obtenir une livraison économique du béton. La spéculation conduit à construire un grand nombre de bâtiments dans des champs ou des zones boisées où il n'y a pas de routes. L'accès et la sortie peuvent être très difficiles, spécialement par temps pluvieux. Les camions-mixers pèsent environ 20 tonnes et, quoique leur charge soit bien répartie, sur dix roues en bien des cas, ils ne sont pas conçus pour être utilisés en tout terrain sur des chemins boueux et accidentés.

De nos jours, sur beaucoup de chantiers bien conçus et bien organisés, on construit d'abord les routes et les aires de service. Cela facilite les déplacements des camions-mixers, ainsi que le transport des autres matériaux de construction, vers le chantier, et diminue le prix de revient de l'entrepreneur. Lorsque les camions s'embourbent sur le chantier, les ouvriers perdent leur temps, et cela coûte de l'argent à l'entrepreneur aussi bien qu'au fournisseur de béton prêt à l'emploi.

Le nombre de différentes variétés de béton à utiliser sur le chantier doit être limité afin que le béton d'un chargement ou d'une série de chargements puisse être utilisé d'une manière interchangeable dans différentes phases du travail. Par exemple, si les quantités de béton livrées pour les murs excèdent les besoins immédiats de l'entrepreneur dans un endroit particulier, il doit pouvoir en diriger sur une autre partie de la maison et l'y utiliser pour les fondations ou autre chose.

Les spécificatoins du béton peuvent être fixées à la commande de différentes façons telles que l'indication des proportions, de la résistance ou du pourcentage de ciment par mètre cube. Quand il a un doute sur la nature du mélange à utiliser, l'entrepreneur doit consulter son fabricant local et lui indiquer la destination du béton.

Il n'est pas souhaitable d'utiliser

des mélanges très pauvres parce qu'ils sont secs et durs à mettre en œuvre. Toutes les petites économies que l'on peut réaliser sur le prix du béton risquent d'être perdues si un travail supplémentaire est nécessaire lors de la mise en place ou du ragréage des petits vides qui se produisent souvent par manque de ciment dans ces circonstances.

On spécifiera aussi à la commande l'affaissement du béton, qui conditionne sa facilité de mise en œuvre. Les mélanges qui se caractérisent par un grand affaissement, ou qui sont très mouillés, ont un grand nombre de propriétés indésirables et devraient être évités. Quoique plus facile à couler et répartir, le béton liquide a tendance à être faible et d'une finition difficile et onéreuse. Pour les fondations, chemins, routes et beaucoup de travaux plats, l'affaissement doit être maintenu autour de 75 mm. Pour les planchers suspendus et autres travaux pour lesquels on arme beaucoup de béton, un affaissement de 100 à 125 mm est souhaitable.

Quand le béton doit être employé pour des éléments horizontaux tels que planchers, routes, chemins, etc., le fabricant de béton prêt à l'emploi doit être avisé et on doit lui demander de doser son béton afin que l'on dispose d'une quantité suffisante de mortier pour réaliser un bon surfaçage sous la taloche. Souvent on l'appelle mélange avec « excès de sable ». De toute façon, le fournisseur saura, s'il est avisé à temps comment préparer le béton nécessaire à cet usage particulier. Ainsi, pour un tel travail, il est nécessaire que l'affaissement soit faible. Le surfaçage sera plus rapide, et le béton plus résistant et plus durable.

En faisant le planning de ses opérations de coulée du béton, l'entrepreneur peut aider le fournisseur en lui précisant la capacité et le nombre de camions nécessaires. S'il sait par exemple, que le fournisseur transporte normalement cinq mètres cubes par camions, l'entrepreneur peut étudier la mise en œuvre ayant la meilleure efficacité; en particulier il s'arrangera pour avoir sur le chantier assez d'hommes et de matériel pour décharger les camions de béton au fur et à mesure de leur arrivée.

L'importance du parc mis en service par son fournisseur indiquera à l''entrepreneur combien de semelles, de mètres, de bordures ou de caniveaux, de mètres carrés de plancher il peut couler dans une journée ou un après-midi. L'entrepreneur s'apercevra que pour obtenir une production maximale, en utilisant du béton livré prêt à l'emploi, il lui faut fixer l'horaire des livraisons pour une journée entière. Les travaux tels que les planchers et routes, dont la finition est longue, doivent être coulés durant la matinée. Il faut réserver l'après-midi à des travaux tels que semelles, fondations, murs, etc. qui ne demandent pas une finition à la truelle. Un tel planning sert les intérêts à la fois de l'entrepreneur et de son fournisseur.

L'utilisation de wagonnets automoteurs accélère beaucoup le transport du béton depuis les camions jusqu'aux coffrages et se révèle être la méthode la plus économique dans bien des cas. Les accidents et pertes de temps sont souvent dues à l'absence d'un ma-

tériel adéquat pour transporter le béton des camions aux coffrages. On demande souvent aux chauffeurs de faire manœuvrer leurs camions trop près des excavations, ou de traverser des zones de terre meuble afin d'essayer de déverser directement le béton dans les coffrages. On risque une chute, ou l'embourbement, contretemps que l'entrepreneur paie très cher car ses hommes attendent sans rien faire et peuvent perdre un temps considérable avant que l'on remédie à la situation.

Votre fabricant de béton prêt à l'emploi vous assurera son meilleur service s'il connaît les conditions de travail de votre chantier. Il a un problème de planning. Sachant exactement l'heure à laquelle ses camions-mixers reviendront du dernier voyage qu'ils effectuent chez un premier client, il peut vous dire quand ils arriveront sur votre chantier. De plus, lorsqu'il connaît les quantités du béton dont vous avez besoin ainsi que ses autres clients, il est à même de servir tout le monde de son mieux. Lorsque vous faites un mauvais calcul et que vous avez besoin de deux ou trois camions de béton en plus, vous risquez de recevoir votre commande plus tard qu'on ne vous l'a promise.

L'utilisation d'un système de liaison par radio avec leurs camions a permis à un grand nombre de fabricants de béton de simplifier leur problème de régulation des livraisons. Si les conditions de travail changent et que cela affecte les quantités de béton, sa nature ou le rythme des livraisons, l'entrepreneur doit demander au camionneur de transmettre immédiatement cette information par radio à la personne chargée de la répartition des expéditions.

Le béton prêt à l'emploi est un matériau périssable. Lorsqu'il a été malaxé et qu'il est acheminé sur le chantier, il doit être utilisé rapidement si on veut tirer le meilleur parti du soin avec lequel il a été préparé.

UTILISATION DE LA PEINTURE

Le désir d'avoir des surfaces colorées et l'utilisation croissante du béton comme matériau de décoration et de finition ont stimulé la consommation de peinture pour béton. Il faut considérer que la peinture d'un mur extérieur en béton est à la fois un moyen de le protéger des intempéries et un procédé de décoration. Lorsqu'on peint des murs intérieurs et des planchers, on peut embellir une pièce, mais il faut prendre soin de vérifier que la peinture peut supporter si nécessaire l'usure, les nettoyages et les lavages. Il est de première importance de sélectionner judicieusement la peinture à employer pour chaque chantier particulier. Trois considérations doivent motiver le choix : l'état du béton, le service auquel elle est destinée et l'effet recherché.

Six types de peinture sont utilisables sur béton. Ce sont des peintures à l'eau, à l'huile (peintures habituelles pour bâtiment), à base de vernis de laque, les enduits transparents et les enduits bitumineux. Ces deux derniers produits ne sont pas des peintures au plein sens du terme, mais on les inclut dans cette catégorie en raison de leur aptitude à isoler de l'eau les surfaces de béton. Le Tableau 1 montre les utilisations normales de ces types de peinture.

LES PEINTURES QUI « RESPIRENT »

On classe les peintures selon deux grandes catégories : celles qui « respirent » (peintures diluées à l'eau) et celles qui « ne respirent pas ». Une peinture qui respire permet le passage de la vapeur d'eau mais non des gouttes d'eau. Elle sert aussi de soupape de sûreté, et son utilisation est spécialement efficace sur les surfaces intérieures des murs extérieurs du sous-sol. Toutes les autres peintures bouchent les pores en surface, et ne doivent pas être utilisées quand il y a de l'humidité qui reste dans le béton, ou lorsque celle-ci peut s'accumuler derrière la couche de peinture. Une telle eau est presque toujours la cause de soufflures ou d'écaillage.

Peintures à l'eau

Elles peuvent être achetées soit en liquide prêt à l'emploi, en pou-

dre ou en pâte. Elles ne contiennent pas de dissolvant à odeur désagréable et on peut nettoyer facilement à l'eau le matériel de peinture. La peinture à la chaux est l'un des plus anciens types de peinture à l'eau. Elle manque, cependant, de longévité et doit être appliquée sur des murs qui restent secs. Il est souhaitable de ne s'en servir que si l'on désire un enduit temporaire et bon marché. On pourra l'enlever avec de l'eau chaude.

La peinture de ciment Portland existe dans un grand nombre de coloris. C'est une poudre sèche qui n'est pas chère et que l'on mélange à l'eau. Applicable sur les murs extérieurs et intérieurs de béton et les plafonds non sujets à l'abrasion, cette peinture résiste aux intempéries et est recommandée comme décoration ou pour réduire la perméabilité à l'eau des murs extérieurs qui sont batis en béton poreux ou sont d'une texture aérée comme par exemple les murs en maçonnerie de béton. Les surfaces doivent être humidifiées immédiatement avant l'application de la peinture. Une des propriétés importantes de la peinture de ciment Portland est sa résistance aux alcalis auxquels les enduits sur béton sont fréquemment exposés. Elle s'écaille ou se souffle rarement et, quand cela arrive, c'est habituellement dû à une préparation insuffisante de la surface qui peut, soit être trop lisse pour permettre une bonne adhérence, soit ne pas avoir été bien débarrassée de toute huile, graisse, poussière, efflorescences ou peinture organique, soit avoir été sèche au moment de l'application de la peinture. Du fait qu'elles ne sont pas suffisamment résistantes à l'abrasion, les peintures à base de ciment Portland ne devraient pas être employées sur les planchers. Les piscines et bassins peuvent être peints avec de la peinture de ciment Portland si des précautions ont été prises contre l'abrasion.

Les peintures à base de latex (ou caoutchouc) sont également des peintures à l'eau. Elles se lavent très bien et conviennent parfaitement aux surfaces intérieures des sous-sols. Ces peintures, à condition d'être fabriquées spécialement pour les murs extérieurs, ont une grande longévité. D'autres types de peinture à l'eau sont utilisables à l'intérieur sur du béton sec, tandis que celles contenant des résines synthétiques peuvent être utilisées en extérieur. A l'exception de la chaux, les peintures à l'eau existent en différentes couleurs.

PEINTURES QUI NE « RESPIRENT PAS »

Peintures à base d'huile

Elles donnent de bons résultats sur des murs exposés aux intempéries si le béton est assez vieux et sec. Celles qui sont vendues spécialement pour les surfaces extérieures en béton sont quelquefois renforcées avec des résines ou des huiles spéciales pour accroître leur résistance aux bases contenues dans le béton. Si la surface risque d'être humide, la qualité « renforcée » sera d'un meilleur usage que la peinture à l'huile normale.

Aucun des deux types ne résiste à une immersion prolongée dans l'eau. Les peintures à base d'huile

ne sont généralement pas satisfaisantes sur les planchers ou les murs intérieurs pour lesquels un produit séchant plus vite et qui est plus dur, tel que la peinture à base de vernis, est nécessaire.

UTILISATION NORMALE DES PEINTURES SUR BÉTON

Principaux types de peinture	Murs extérieurs				Murs intérieurs (cloisons)	Planchers		Surf. exposées à l'eau
	En élévation		En sous-sol			en sol sous-	non en sous-sol	
	Surf. ext.	Surf. int.	Surf. int.	Surf. enterrée				
Peinture à l'eau :								
a) Vinyl		×	×		×			×
b) Ciment Portland	×	×	×		×			×
c) Calcimine					×			
A base d'huile	×							
A base de vernis		×			×		×	
A base de laque	×					×		×
Enduits transparents	×							
Enduits bitumineux				×				×

Peintures à base de vernis

Ces peintures (qui sont des peintures à base d'huiles spéciales et de solvant) conviennent particulièrement aux murs intérieurs secs. Là où il est nécessaire de laver fréquemment les surfaces, on utilise des peintures brillantes ou semi-brillantes. Les locaux à usage d'usine, d'habitation ou de bureaux ont habituellement un fini mat. Il ne faut pas utiliser ces peintures pour les planchers si le béton est fréquemment mouillé où s'il y a un risque d'accumulation d'humidité dans le béton.

Peintures à base de laque

Celles qui sont fabriquées pour être utilisées sur du béton sèchent rapidement et ont un haut degré de résistance aux éléments alcalins du béton. Elles conviennent même là où il y a une humidité considérable comme dans les cabines de douche, les salles de bain et les buanderies. Mais pour les utilisations normales les peintures à base d'huile ou de vernis sont plus agréables à mettre en œuvre que celles à base de laque qui contiennent un solvant puissant.

Les peintures pour planchers à base de laque ont une excellente résistance à l'abrasion, aux gros nettoyages et à l'humidité. Elles peuvent être appliquées sur une dalle qui repose sur le sol, à condition qu'un enduit approprié protège celle-ci de l'humidité du sol.

Enduits transparents

Si un mur a besoin d'une couche de peinture à l'eau et si on désire

Les joints de mortier doivent être peints en premier pour assurer leur étanchéité à l'eau. Les murs doivent être légerement humidifiés.

Un brossage vigoureux est nécessaire pour obliger la peinture à pénétrer dans les pores de la maçonnerie de béton.

ne pas changer l'aspect de la surface extérieure, on peut employer des enduits transparents. Ceux-ci peuvent être soit des composés dilués à l'eau, tels que les silicates, soit des cires, des résines ou des stéarates dissous dans du pétrole ainsi que des huiles siccatives.

Parfois on ajoute, ou l'on utilise seules, pour accroître l'étanchéité à l'eau, des résines siliconées. On peut également poser un enduit transparent pour empêcher les planchers en béton de s'écailler. Il n'est pas conseillé de les utiliser en sous-sol tant sur les surfaces intérieures qu'extérieures.

Enduits bitumineux

Les fuites qui apparaissent dans les soubassements sont difficiles et chères à réparer. On peut les éviter en appliquant pendant la construction une ou plusieurs couches d'un enduit bitumineux. Dans les endroits très humides, il est nécessaire d'alterner les couches d'enduit bitumineux chaud avec des nappes de textiles renforcés sur les murs et planchers en béton placés en sous-sol.

Achats de peinture

Les fabricants dignes de confiance indiquent habituellement sur la boîte à quel usage est destinée la peinture et sa composition. Le nom exact des résines ou des liants peut être omis. Le marchand de peinture possède parfois ces informations, mais, dans le cas contraire, il peut les obtenir de son fournisseur ou du fabricant. C'est faire une pauvre économie que d'acheter des peintures moins chères qui ne contiennent pas les ingrédients appropriés. De telles peintures risquent de ne pas résister longtemps. Mais l'emploi de peintures très onéreuses n'évitera pas nécessairement une défaillance précoce si elles ne contiennent pas les ingrédients qui conviennent au travail à exécuter.

REGLES GENERALES

Toutes les peintures et enduits donneront de meilleurs résultats s'ils sont appliqués sur un béton suffisamment vieux. A l'exception des peintures de ciment Portland et de quelques autres peintures à l'eau, les surfaces doivent être sèches au moment d'être peintes; en effet l'humidité intérieure et les constituants alcalins du béton trop frais sont les ennemis de la peinture; si des précautions ne sont pas prises à leur encontre, il peut se produire un écaillage et un soufflage. Une peinture spécialement traitée résistera quelquefois avec succès aux éléments alcalins du béton neuf. Le sulfate de zinc neutralise temporairement la surface. On a obtenu les meilleurs résultats sur du béton récent, en traitant la surface avec une solution neutralisante contenant 3 % d'acide phosphorique et 2 % de chlorure de zinc. La surface ne doit pas être peinte avant vingt-quatre heures après cette application, et doit être brossée au préalable pour enlever les résidus.

Le vieillissement du béton diminue l'humidité libre et l'alcalinité de la surface. On recommande d'attendre, avant l'application de la peinture, six mois pour les peintures contenant des huiles siccatives et de deux mois pour celles qui résistent en milieu alcalin. La peinture de ciment Portland peut être appliquée sur une surface non traitée au bout de trois semaines.

Il faut enlever toute terre, poussière, graisse, huile et efflorescence avant de peindre le béton si l'on veut que la peinture adhère.

Il faut rendre légèrement rugueuses les surfaces compactes et brillantes lorsqu'on emploie de la peinture de ciment Portland; les crépis très grossiers peuvent être égalisés, si on le désire, avec un coulis constitué à part égale de ciment et de sable. Il faut faire très attention aux instructions d'emploi de la peinture afin d'obtenir les résultats recherchés. Il est nécessaire de bien mélanger la peinture. Les diluants doivent convenir au type de peinture utilisé. Il faut teinter en une seule fois.

La peinture s'épaissit par temps froid et il est alors difficile de l'appliquer. Elle ne doit jamais être étendue sur une surface gelée. La pluie sur une surface fraîchement traitée, peut être nuisible. Par conséquent, si la température est au-dessous de 10 °C, à la rigueur au-dessous de 8 °C ou si la pluie menace, on reportera le travail à une époque plus appropriée.

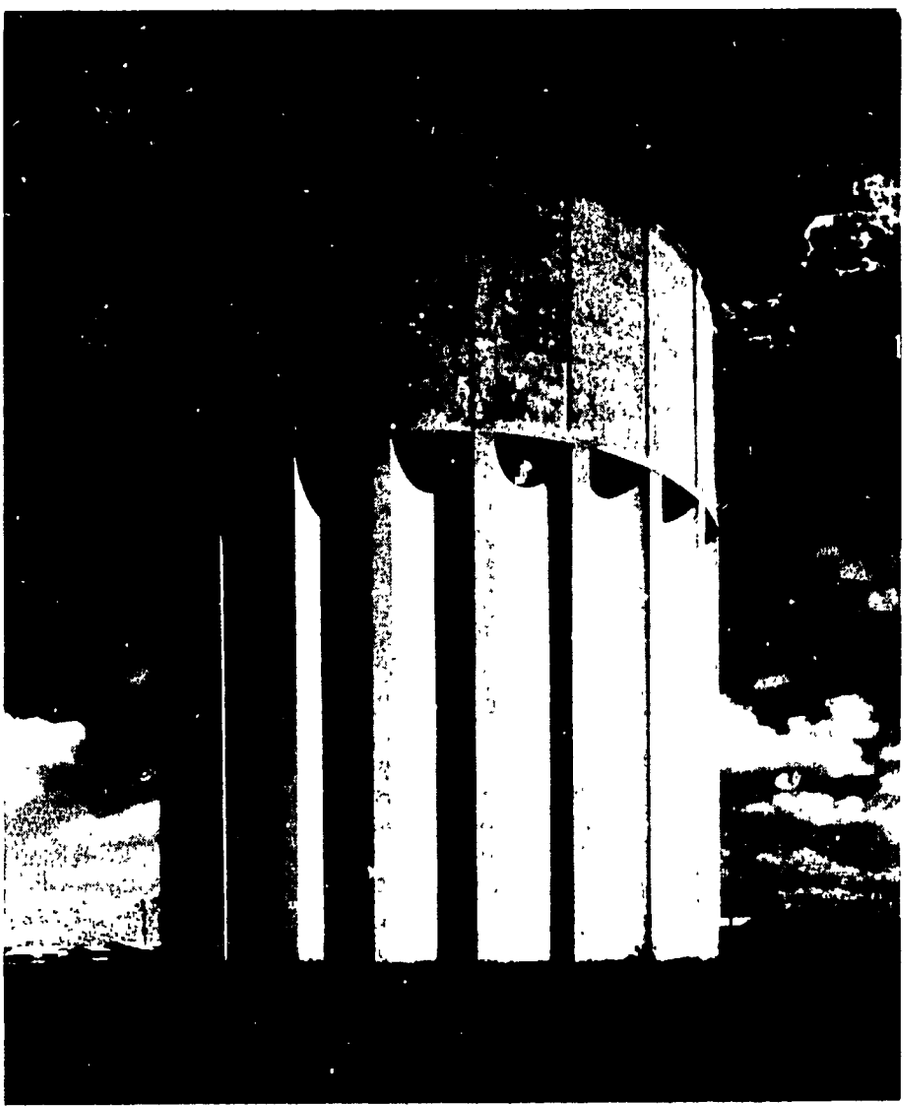
Habituellement on peut, sans risque, appliquer la peinture et les enduits transparents à la brosse, au rouleau ou au pistolet. Pour obtenir les meilleurs résultats, il faut suivre les directives du fabricant. Les peintures de ciment Portland s'apliquent mieux avec des brosses à poils courts et durs. Un vieux balais ordinaire suffira.

On fera un ragréage uniforme, ni trop épais ni trop mince, sur tous les creux de la surface. Pour éviter la rétention d'eau et pour que la décoration soit bonne, il faut faire attention à l'épaisseur de la couche Dans la plupart des cas, il faut plus d'une couche de peinture. Il est important de respecter un temps de séchage suffisant entre les applications pour éviter d'endommager le film de peinture ce qui nuirait à l'aspect final. Les différentes

catégories de peinture ont des temps de séchage différents. La température et l'humidité sont aussi des facteurs importants. Les étiquettes des boîtes indiquent en général le temps de séchage exact.

Chaque couche doit subir sa cure : les couches de base pendant au moins douze heures et la couche de finition pendant quarante-huit heures.

BÉTON PRÉCONTRAINT



Les réservoirs d'eau en béton précontraint comportent une ceinture de câbles recouverte au pistolet d'une couche de béton.

La plupart des gens qui travaillent dans la construction ont entendu parler de béton précontraint. Certains pensent qu'il s'agit d'un nouveau matériau de construction ou une nouvelle méthode qui remplacera toutes les vieilles méthodes qui ont fait leur preuve. Pour d'autres, ce n'est rien d'autre qu'une lubie européenne qui ne produira jamais rien de bon dans notre pays. Le présent exposé a pour but de décrire aussi simplement que possible ce qu'est le béton précontraint et la manière selon laquelle il s'intègre dans nos méthodes de construction.

Au point de vue technique, le béton précontraint n'est rien d'autre qu'une sorte de béton armé dans lequel des fils, des câbles ou des barres de haute résistance à la traction sont utilisés à la place des armatures traditionnelles. Dans une poutre de béton armé normal l'acier ne travaille pas tant que la charge n'est pas appliquée. Dans une poutre en béton précontraint, l'acier est d'abord mis en tension puis fixé au béton de telle manière que, en tendant à reprendre sa longueur d'origine, il comprime le béton. Cette opération, connue sous le nom de précontrainte, modifie la répartition des contraintes à l'intérieur de l'élément en béton et accroît d'une manière importante sa capacité à supporter des charges. Les poutres de béton sont précontraintes selon l'une des deux manières suivantes :

Pré-tension

Supposons que l'on doive construire plusieurs poutres précontraintes identiques. On tend des fils ou câbles à grande résistance, avec une force déterminée, et on les accroche sur deux butées fixes et rigides. Ensuite on forme les poutres en coulant le ciment autour des fils ou câbles. Quand le béton a fait prise et qu'il serre fermement l'acier, on détache les fils ou câbles des butées, et on coupe les poutres aux longueurs voulues. Les tendeurs cherchent immédiatement à retrouver leur longueur d'origine, ce qui comprime le béton des poutres. Cette méthode est utilisée dans la plupart des usines où l'on produit tous les jours un grand nombre d'éléments de même type dans des bancs de précontrainte.

Post-tension

On peut également commencer par couler les mêmes poutres en y ménageant longitudinalement un trou au travers duquel les fils ou câbles sont enfilés. On peut aussi mettre immédiatement en place les fils ou câbles et les couvrir ou les enduire de telle sorte qu'ils ne soient pas fixés dans le béton durci. Dans les deux cas, lorsque le béton est suffisamment résistant, les extrémités des fils sont tendues à l'aide de vérins (ou bien l'une des extrémités est fixée à la poutre et l'autre tendue à l'aide d'un vérin). Ils sont ensuite « calés » contre les extrémités de la poutre afin que leur tendance à reprendre leurs dimensions d'origine pince ou comprime la poutre.

La précontrainte n'est pas une méthode nouvelle. La théorie en est simple et le principe, tel qu'il

est appliqué au béton, fut connu et breveté dès 1886. Le même principe était appliqué aux cerces sous tension d'une barrique longtemps avant cette époque. Mais, pratiquement, ce fut seulement lorsque l'on utilisa des câbles à haute résistance que cette méthode put être effectivement utilisée pour des éléments de structure en béton. Ceci fut découvert en Europe au cours de 1920 et c'est là-bas que l'on en fit les premières applications aux ponts et bâtiments.

Le pont de « Walnut Lane » à Philadelphie, est la première construction de ce type aux Etats-Unis. Il a été ouvert au trafic en 1950. Depuis cette époque, plusieurs ponts, bâtiments et autres structures ont été construits en béton précontraint et plusieurs usines travaillent maintenant à préfabriquer des éléments précontraints. En peu d'années, notre industrie de la construction s'est enrichie d'une technique économique et aux applications variées.

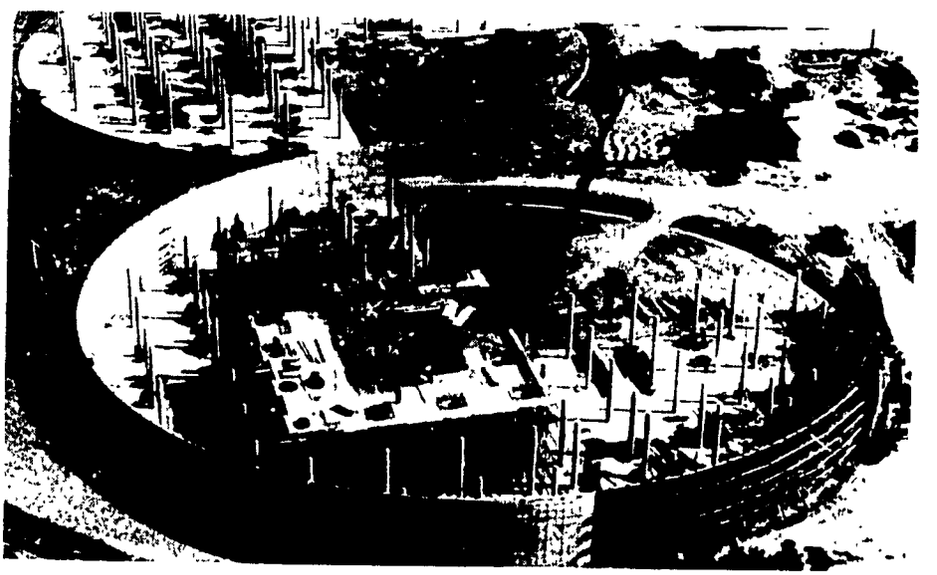
Avantages

Qu'est-ce qui fait l'intérêt du béton précontraint? Du point de vue technique, il permet de mieux utiliser le béton et l'acier. Toute la section d'une poutre travaille, au lieu d'une partie seulement. C'est pourquoi il est avantageux d'utiliser du béton à haute résistance en même temps que de l'acier de haute résistance à la traction.

Un élément précontraint, comparé à un élément en béton armé ordinaire, a les propriétés suivantes :

1. Les portées peuvent être de plus grandes dimensions pour une même quantité de matériaux et une même charge.
2. Les charges peuvent être plus grandes pour une même quantité de matériaux et une même portée.
3. On utilise moins de matériaux pour une portée et une charge données.

Ces avantages ne s'obtiennent



que grâce à un supplément de prix pour l'acier, le béton, les dispositifs d'ancrage, les opérations de précontrainte, ou la manutention et l'assemblage des éléments précontraints. C'est pourquoi il faut estimer l'économie d'ensemble de la méthode, comme pour d'autres techniques ou matériaux.

Que le béton précontraint se soit implanté et se maintienne, on le démontre facilement en faisant remarquer que nombre d'usines (près de 150) fabriquent des éléments précontraints et nombre de cabinets d'ingénieurs se spécialisent dans les projets de béton précontraint; on peut aussi calculer le montant des capitaux investis dans ces usines et dans celles des fournisseurs d'équipement et de matériel, ou dénombrer les projets déjà réalisés.

Le béton précontraint est utilisé en pratique, ou essayé, sous diverses formes : planchers en té double et dalles de couverture, dalles de chenal, poutres, profilés, poutrelles, dalles levées, pieux, poteaux d'éclairage, pylones, traverses de chemins de fer, plongeoirs, réservoirs d'eau, murs de soutènement, pistes d'aérodrome et revêtement d'autoroutes. D'autres applications sont sur le point de voir le jour.

Dans le domaine des ponts, on tend de plus en plus à utiliser des éléments standards en béton précontraint pour les tabliers de la grande majorité des ponts d'une catégorie donnée de charge et de portée. Cet essai de standardisation pourrait aussi s'appliquer aux bâtiments. Comme le nombre d'usines de béton précontraint s'accroît pour satisfaire à la demande croissante, il n'est pas invraisemblable d'envisager que, dans un futur assez proche, on pourra commander sur catalogue les éléments en béton précontraint d'un pont, bâtiment ou autre édifice, voire d'une maison individuelle.

Le réservoir Del Cerro est un élément remarquable du système d'adduction d'eau de San Diego. Il a été réalisé pour des constructeurs de maisons « Jackon and Scott, Inc. », de « La Mesa » en Californie et « Vinley Corporation » qui ont mis en valeur l'une des meilleures zones résidentielles de San Diego.

Pour assurer l'alimentation en eau de leurs réalisations, les entrepreneurs Scott et Jackson ont signé un contrat avec des ingénieurs et des architectes pour la construction à Del Cerro d'un réservoir de 57 000 mètres cubes. Cet ouvrage de construction privée sera destiné au service des eaux de la ville en voie d'achèvement. Une fois fini, il desservira deux mille maisons.

La conception originale et les caractéristiques de construction du projets sont dues à l'utilisation de béton précontraint pour les poutres et les profilés du toit. Trois éléments de la structure rivalisent avec succès la construction conventionnelle en béton. Les poutres étaient une combinaison de béton précontraint et de béton armé, les poteaux n'étaient qu'en béton armé et les profilés étaient en prétension totale.

L'implantation du réservoir Del Cerro a été dictée par les conditions locales et les exigences esthétiques. Il était souhaitable d'avoir un réservoir aussi plat que possible afin d'être peu visible. Il se trouve en effet au sommet de la colline qui surplombe la zone résidentielle de Del Cerro, zone de maisons de haut standing.

Pour mieux dissimuler cet ensemble, on a choisi une architecture couverte et rectangulaire qui évoque un building plutôt qu'un réservoir. Les parois du réservoir sont des parois cantilever traditionnelles en béton. Le niveau de l'eau est contrôlé automatiquement par une station de pompage située à quelque distance en contrebas.

LES ADJUVANTS PEUVENT AIDER

par COL. LOUIS J. FERONY

Note : L'auteur, adjoint chargé du « Département Entretien et Réparations », au Cabinet du Directeur des Ingénieurs Militaires, est le responsable de l'équipe chargée de l'entretien et de la bonne marche de tous les biens immobiliers de l'Armée de Terre U.S. dans le monde. Il était auparavant Ingénieur de la ville de New York, et s'occupait de la construction du métro et des tunnels. Il a été chargé par le « Strategic Air Command » de la construction des installations et des programmes de logement Wherry dans toutes les bases SAC du pays.

M. le Constructeur de Maisons, en raison des nombreux problèmes qui se posent à vous pour la pose et la finition du béton, du crépi et des enduits, vous feriez bien d'envisager l'utilisation systématique d'un adjuvant approprié. A mon avis, cela vous permettra de construire de meilleures maisons, plus rapidement et plus économiquement. Cela est vrai non seulement lors de la construction mais aussi pour les réparations, car il est plus facile et plus rapide d'entretenir une maison si l'on dispose d'adjuvants et que l'on sait s'en servir.

Au cours de ma carrière, j'ai vu des problèmes qui auraient pu être grandement simplifiés si on avait utilisé l'adjuvant adéquat pendant la construction. Naturellement, certains adjuvants perfectionnés n'étaient pas disponibles il y a quelques années. L'un de ces problèmes est celui de la perméabilité de certaines structures en béton sur lesquelles on avait posé des couches d'étanchéité. Il est maintenant évident que dans un petit nombre d'années, ces couches auront cédé; le phénomène a été accéléré à la suite des ruptures de la couche protectrice au moment du remblaiement. Ces défaillances ont permis à l'eau de pénétrer au travers des sections de béton poreux, rendant la structure inutilisable pour le but auquel elle était destinée. Les réparations ont été coûteuses.

Vous vous demandez peut-être ce qu'est un adjuvant? C'est un ingrédient ajouté aux gâchées de ciment pour corriger les défauts du mélange ou pour améliorer ses propriétés normales. Certes, de grand progrès ont été faits ces dernières années dans le domaine du malaxage du béton et de l'équipement de coulée et de finition. Des spécifications sévères ont été définies pour l'utilisation de cet équipement et d'excellents résul-

tats peuvent être obtenus en les suivant. Cependant, ce type de travail implique habituellement une surveillance stricte et l'obéissance aux spécifications qu'elles soient fédérales, d'état, municipales, commerciales ou industrielles.

Mais même dans ces circonstances, il est maintenant bien établi qu'on peut améliorer les propriétés du béton grâce à l'utilisation d'un adjuvant bien choisi. Par exemple, les avantages du béton a air entraîné ne peuvent être obtenus que par l'utilisation d'un adjuvant. Bien qu'on puisse accélérer la prise à l'aide d'eau chaude ou d'agrégats chauffés, on peut aussi le faire à l'aide d'un adjuvant. D'autre part, des produits permettant d'utiliser moins d'eau en facilitant considérablement la mise en œuvre du béton se sont révélés très bénéfiques pour la coulée et la finition du béton. On leur reproche même de permettre éventuellement de réduire le pourcentage de ciment par mètre cube de béton, ce qui à mon avis n'est d'ailleurs pas à conseiller parce qu'une mise en œuvre normale du béton nécessite l'emploi d'une quantité donnée de ciment. Il existe aussi des matériaux qui non seulement possèdent les propriétés mentionnées plus haut mais encore des qualités exceptionnelles dans les domaines de l'étanchéité et de la lutte contre l'humidité.

Pour faire comprendre l'intérêt des adjuvants employés pour l'étanchéité et l'imperméabilisation, je pense que les explications suivantes seront utiles : l'eau passe au travers du béton de deux manières. Tout d'abord elle est poussée d'une face vers l'autre par la pression. Moins le béton est perméable, moins la pénétration de l'eau sera grande. La perméabilité peut être réduite grâce à certains adjuvants qui assurent l'étanchéité, ce qui est intéressant pour les dalles et les murs situés au-dessous du niveau du sol. D'autre part, l'infiltration de l'humidité au travers du béton peut se faire tout simplement par capillarité; celle-ci aspire l'eau dans la masse et au travers de celle-ci. Cette humidité peut être due à l'évaporation ou provenir directement des surfaces exposées quelque peu à l'eau. L'imperméabilisation sert à diminuer ce phénomène de cheminement de l'humidité; elle convient aux dalles situées sur le sol.

Les adjuvants qui assurent l'étanchéité et l'imperméabilité peuvent être d'un grand service pour l'entrepreneur en bâtiment. L'étude qui fait le plus autorité dans ce domaine et que je connaisse est celle du Dr Bruce Foster, du Bureau National de Standardisation, datée de septembre 1950 et extraite du « Journal de l'Institut Américain du béton »

L'entrepreneur peut réaliser des économies substantielles en utilisant de tels adjuvants pour les dalles en sous-sol ou sur le sol, ainsi que pour les crépis, enduits et autres constructions. Sous cet aspect, il est intéressant de comparer l'efficacité d'un adjuvant à celle de remblais poreux ou d'une feuille de protection. En pratique, l'efficacité de cette dernière est souvent réduite à néant par des ruptures dues aux méthodes de mise en place du béton. Quelquefois les ouvriers percent eux-mêmes des trous dans la feuille pour laisser s'écouler l'excès d'eau d'une dalle fraîchement coulée. Un

adjuvant approprié supprime la nécessité de ce type de protection *. En outre, même les meilleures feuilles de couverture ont un temps de vie relativement court, étant maltraitées lors de la mise en place du béton et du remblaiement, et de surcroît attaquées par les acides et les alcalis qui se trouvent dans les sols.

Voici quelques-uns des avantages dont bénéficient à la fois l'entrepreneur et l'acheteur s'ils utilisent un adjuvant approprié :

1. Le rapport eau-ciment est réduit, ce qui diminue les pertes de rendement dues au retrait ainsi que les fissures qui se forment normalement dans un béton à affaissement élevé.

2. On évite la ségrégation des agrégats en les maintenant en suspension, ce qui évite la formation de vides.

3. Ils éliminent les soins nécessaires pour éviter que se produise le craquelage lorsqu'un léger gel apparaît à la surface.

4. Il y a durcissement de la surface, ce qui accroît sa résistance à l'abrasion et réduit l'écaillage dû au trafic.

5. Le coût de la finition est réduit.

6. L'étanchéité et l'imperméabilité sont assurées à moindre prix, car on peut utiliser des matériaux de remblai économiques et se passer de feuilles de protection.

7. On réduit le coût de la cure du béton, car une cure homogène de la masse, plus un remplissage en surface, assurent une protection suffisante dans tous les cas, sauf aux très hautes températures.

* La validité de cette assertion peut être discutée au vu des conclusions auxquelles est parvenu le Comité Conseil Spécial BRAB sur les Adjuvants dans le béton. On trouve dans le rapport de ce Comité publié par l'Académie Nationale des Sciences (Publication 596 du Conseil National de Recherche ayant pour titre « Efficacité des Adjuvants pour Béton dans le Contrôle de la Transmission de l'Humidité au travers des Dalles placées sur le sol »), la phrase suivante : « Le Comité n'a pas pu recueillir suffisamment de données démontrant que tel ou tel adjuvant était suffisamment efficace, en matière de réduction du passage de l'humidité au travers de dalles de béton situées sur le sol, pour remplacer soit une barrière de vapeur soit une assise granulaire ou les deux, dans les conditions où une telle protection est nécessaire ». Il faut donc obtenir de plus amples informations sur ce sujet et les études en cours devraient aider à établir une méthode sûre pour tester l'efficacité des adjuvants, du béton et des feuilles de protection destinés à empêcher l'humidité de traverser une dalle placée sur le sol.

LES ROMAINS LUI AVAIENT DEJA DONNÉ UN NOM

par KARL BAER,
Bibliothécaire,
National Housing Center

Il est bien connu que le béton n'est pas une découverte récente. A la Bibliothèque NHC on s'aperçoit que le béton et le ciment existent depuis des milliers d'années.

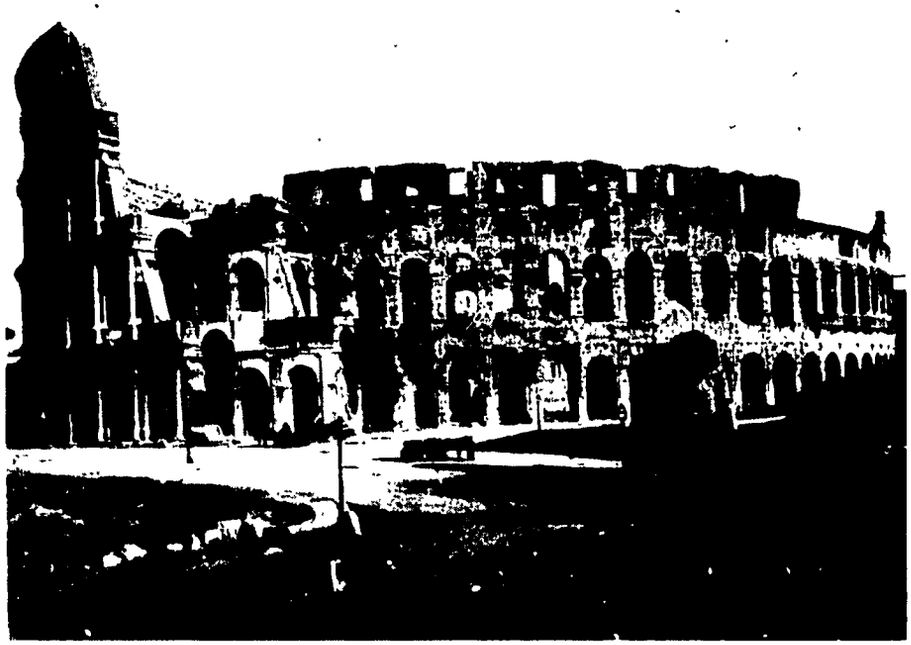
Il y a plus de 2 500 ans, les Chinois ont utilisé pour la première fois un mortier semblable au ciment. On admet généralement que les Romains, dès le début de

leur civilisation, ont été les premiers à se servir de mortier à la chaux. En mélangeant celui-ci à de la pierre cassée et des mœllons, ils ont créé le fameux « opus caementicum ». Les matériaux utilisés dans ce mélange étaient le calcaire volcanique, le calcaire travertin, la lave et particulièrement des pouzzolanes. En mélangeant cette terre à de la chaux, ils obtenaient un béton qui était extrêmement solide et durable, et que l'on pouvait effectivement utiliser pour des constructions sous l'eau ou au contact de l'eau (comme les fameux aqueducs romains).

Le Palais Impérial de Trier en Allemagne de l'Ouest est un excellent exemple de construction romaine en blocs de béton. Même à l'heure actuelle, après avoir été exposé durant 2 000 ans aux guerres et aux intempéries, il est bien conservé.

Tandis que l'Empire Byzantin, qui a duré pendant tout le Moyen Age, faisait aussi une considérable utilisation du béton, ce matériau et son mode de fabrication étaient en grande partie oubliés dans les autres parties de l'Europe. Durant le Moyen Age, dans la majeure partie du monde on ne trouvait ni bon ciment, ni béton de bonne qualité. Le béton moderne et artificiel (entièrement différent du béton naturel des Romains) fut utilisé seulement au début du XIX^{e} siècle, quand le premier ciment hydraulique fut découvert et breveté.

Le pas décisif en avant fut franchi par un simple maçon de Leeds, Joseph Aspdin, qui, sans aucune connaissance chimique et uniquement en se basant sur son expérience pratique, associa certaines matières premières pour fabriquer du ciment Portland pour lequel il obtint des brevets en 1824 et 1825.



Comme toutes les autres inventions et plus particulièrement dans le domaine de la construction, le ciment Portland (nommé ainsi à cause de sa ressemblance avec une pierre calcaire trouvée dans l'Ile de Portland) a mis longtemps à s'imposer; il fallut près de cinquante ans pour que sa valeur extraordinaire fût reconnue. Pendant ce temps-là, un autre mélange remarquable de pierre était inventé par l'ingénieur français Coignet, le « père de la construction moderne en béton ». Son « béton aggloméré » fut utilisé dans la construction de Port-Saïd à l'entrée du canal de Suez.

Aux Etats-Unis, le Général Quincy Gillmore, un vétéran nordiste de la Guerre Civile, a été l'un des premiers à insister pour que le ciment Portland soit fabriqué sur place au lieu d'être importé à grands frais. La Compagnie Nationale de Ciment Portland de Kingston N.Y. fut fondée en 1870; toutefois, même avant cela, quelques maisons furent construites ici avec des blocs de béton; un exemple intéressant est la maison octogonale érigée à San Francisco en 1864.

Le béton armé a aussi pris naissance en France. Les premières dalles d'acier et de béton furent fabriquées vers 1850. Le dernier progrès, celui qui a la plus haute importance dans l'emploi du béton, a été le béton précontraint en 1926. Grâce à l'ingénieur Freyssinet, il prit principalement son essor en France et en Allemagne mais il a conquis le monde entier.

TABLE DES MATIÈRES

Qu'entend-on par béton de qualité? 11

Semelles, fondations, soubassements, murs de soutènement 18

Mise en place et surface des dalles, routes et chemins 25

Réparation des défauts d'une construction en béton 30

Comment assurer la qualité d'une maçonnerie en béton 35

Comment tirer le meilleur parti du béton prêt à l'emploi 42

Utilisation de la peinture 45

Béton précontraint 51

Les adjuvants peuvent aider 56

Les Romains lui avaient déjà donné un nom 59