

Évolution historique des dalles alvéolées

■ Arnold Van Acker (†), Stef Maas

L'idée de réduire le poids propre des dalles de béton en plaçant des éléments d'élégissement au milieu de la section transversale remonte au début du siècle dernier. Plusieurs inventeurs de différents pays ont déposé des brevets sur différents systèmes. Cet article est principalement basé sur une analyse des brevets publiés dans la première moitié du 20^e siècle et sur l'expérience personnelle à partir de 1960. Les brevets fournissent généralement une description complexe des inventions (revendications). Reconstituer l'histoire des dalles alvéolées sur la base de ces brevets est une tâche ardue mais fascinante. Cet article est destiné à fournir une vue d'ensemble et ne prétend pas être exhaustif.

Il n'est pas toujours évident de distinguer les « vrais » dalles alvéolées des types de dalles similaires tels les box decks, les bubbledecks, les petites poutres en forme de I attachées ensemble, etc. La norme européenne de produit EN 1168 [1] définit une dalle alvéolée comme un élément monolithique précontraint ou armé de hauteur totale constante, divisé en une membrure supérieure et une membrure inférieure reliées par des nervures verticales, formant ainsi des alvéoles longitudinales dont la section est constante et présente un axe de symétrie vertical (figure 1). Cet article traite exclusivement des dalles alvéolées telles que définies dans la norme EN 1168.

Systèmes

Sur la base des demandes de brevet, on peut distinguer 3 systèmes principaux pour la production de dalles alvéolées. Des sous-catégories peuvent être définies pour chaque catégorie :

1. Wetcast
 - 1.1. Noyaux permanents pour formation des alvéoles
 - 1.2. Noyaux temporaires pour formation des alvéoles

2. Coffrage glissant - fileuse
 - 2.1. Damage
 - 2.2. Vibration
3. Extrusion
 - 3.1. Compactage par vibration à haute fréquence
 - 3.2. Compactage par effet de cisaillement

En général, ces procédés de fabrication peuvent être utilisés pour la production de dalles armées ainsi que pour la production de dalles précontraintes. Ils sont généralement faits de béton à densité normale, mais il existe aussi des exemples de béton léger structurel.

Au début, les dalles alvéolées étaient fabriquées soit dans une usine, soit sur place. Souvent, on utilisait des moules individuels et parfois même de longues lignes de production, mais de manière discontinue. Le compactage du béton était principalement effectué par le tassement du béton frais. Ici aussi, une étude de brevet pourrait apporter plus d'informations, mais ce n'est pas le sujet principal du présent article.

Propriétés spécifiques des dalles alvéolées

Le trait le plus caractéristique du développement des dalles alvéolées était qu'elles s'écartaient beaucoup des principes de dimensionnement du béton armé et précontraint alors en vigueur, dans lesquels la compression est absorbée par le béton et la tension par l'armature. En fait, dans la plupart des cas, la technique de fabrication mise au point n'était possible que dans les conditions suivantes :

- Pas d'armature verticale dans les nervures ;
- Pas d'armature transversale à la face inférieure des éléments ;
- Uniquement des barres d'armature longitudinales ou éléments de précontrainte ;
- Pas d'armature dépassante pour des connexions, etc.

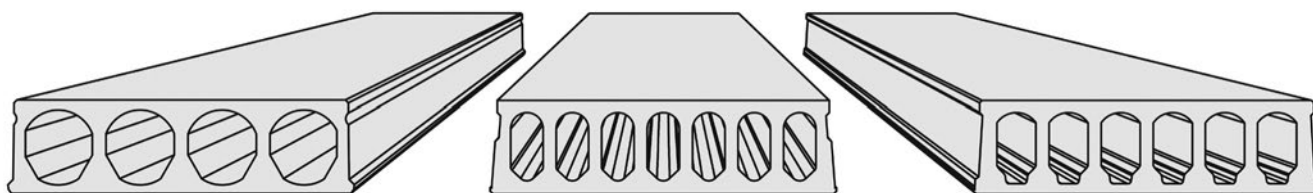


Fig. 1 : exemples de formes typiques de dalles alvéolées



■ Arnold Van Acker (1936-2019), Belgique, titulaire d'une maîtrise en génie civil, Université de Gand, Belgique (1961). M. Van Acker a travaillé dans l'industrie du béton préfabriqué pendant plus de 50 ans, principalement dans la recherche et le développement de structures en béton préfabriqué. Après sa retraite en 2001, il est resté très actif dans le domaine de la préfabrication,

en tant que professeur invité dans deux universités techniques en Belgique et en tant qu'expert pour la FEBE, la Fédération belge de l'industrie du béton. Il a également été membre depuis 1978 de la Commission Préfabrication de l'Association internationale de l'industrie du béton fib, dont il a été président de 1986 à 2002.



■ Stef Maas (directeur de la Fédération belge de l'industrie du béton, FEBE) est titulaire d'un Master en sciences en génie civil de l'Institut De Nayer de l'Université de Louvain en Belgique et d'un Professional Master of structural engineering de la TU Delft aux Pays-Bas. Il est professeur invité à la faculté de technologie de l'ingénierie de l'université de Hasselt en Belgique. Il est

actuellement président de la Commission Préfabrication de la fib et dirige le groupe de travail « dalles alvéolées ». Il est également membre de nombreux groupes de travail nationaux et internationaux traitant de la normalisation et de la certification.

Par conséquent, la résistance à la traction du béton a dû être prise en compte dans la conception et de nouvelles techniques de connexion ont dû être développées. C'était nouveau, notamment en ce qui concerne la transmission des forces au niveau du support, la résistance des éléments aux efforts tranchants, l'action diaphragme des planchers, la transmission transversale des charges aux éléments adjacents, les supports non rigides, les ouvertures de dalle, la résistance au feu, etc.

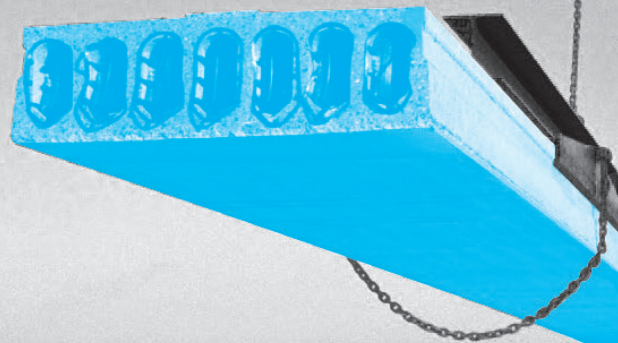
En ce qui concerne les dalles alvéolées, la Commission Préfabrication de la fib a joué un rôle décisif dans le développement. Des recherches approfondies et une expérience pratique intensive dans le monde entier ont montré que les dalles alvéolées sont parfaitement capables de remplir toutes les fonctions structurelles requises, à condition de respecter certains principes de conception élémentaires. En 1988, la Commission Préfabrication de la FIP a publié des recommandations pour la conception des planchers en dalles alvéolées. Elles ont servi de base à des normes nationales et internationales, par exemple l'Eurocode 2 et la CEN norme européenne de produit EN 1168. Une version actualisée des recommandations de la FIB de 1988 sera publiée dans le courant de l'année.

Évolution historique

Les dalles alvéolées d'aujourd'hui sont le résultat d'une longue phase de développement et d'essais. De nouvelles variantes de dalles alvéolées continuent de faire leur apparition sur le marché (voir, par exemple, les dalles alvéolées pour la voûte du tunnel de l'autoroute italienne A4 à l'entrée du parc des expositions de Milan [2]). Plus encore que les dalles alvéolées elles-mêmes, les processus de production sont soumis à une optimisation permanente.

Dans ce qui suit, les développements historiques sont classés selon les trois systèmes de production mentionnés ci-dessus.

La flexibilité à 100%.



Fabrication de dalles alvéolées

La société PAUL fournit

- des installations de précontrainte, planification comprise
- des ancrages de précontrainte
- du matériel de mise en tension (vérins de tension monofilaire et groupée)
- des installations de déroulage et de coupe de torons
- des machines automatiques de tension de traverses de chemin de fer
- des équipements de précontrainte pour ponts (câbles de précontrainte et haubans)

La compétence technologique dans le domaine du béton précontraint.
stressing.paul.eu

Paul at YouTube



stressing-channel.paul.eu

Max-Paul-Str. 1
88525 Dürmentingen
Germany
☎ +49 (0) 73 71/500-0
✉ +49 (0) 73 71/500-111
✉ stressing@paul.eu

Wetcast

Dans la technique du Wetcast, des alvéoles préformées (« éléments d'élégissement ») sont utilisés pour créer les alvéoles longitudinales. Ils sont positionnés dans le coffrage avant le bétonnage de la dalle.

Wetcast avec éléments permanents pour formation des évidements

Wilhelm Siegler (Allemagne, 1906) peut probablement revendiquer la première application de noyaux pour la formation des alvéoles longitudinales dans des dalles de béton [3]. Son système de réalisation d'alvéoles était basé sur des tubes de coffrage courts préfabriqués en mortier durci ou autre matériau positionnés sur le coffrage (fig. 2). La longueur des dalles était arbitraire. Les tuyaux avaient des rabats latéraux sur la face inférieure, qui servaient de coffrage pour les nervures. Ils étaient placés soit de manière continue dans le sens longitudinal soit avec de courts intervalles à certains endroits pour former des nervures transversales. Les nervures longitudinales et transversales ont été armées de manière classique.

Au cours des deux décennies suivantes, plusieurs solutions ont été développées pour la formation de alvéoles longitudinales dans les planchers. Le tableau 1 en donne un aperçu. La question pourrait être posée sur la distinction entre les dalles alvéolées et les éléments en caisson. Les variantes

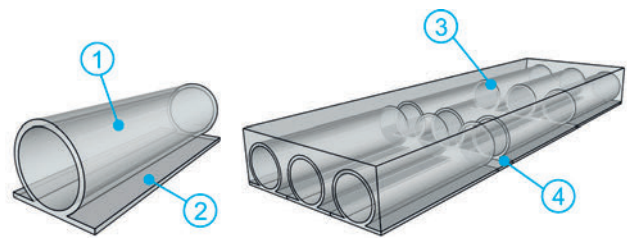
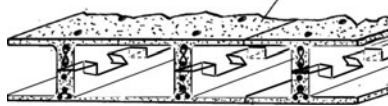
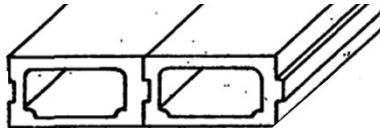
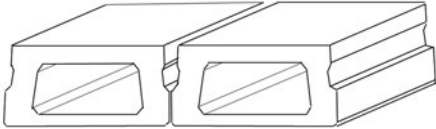
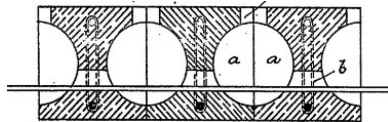
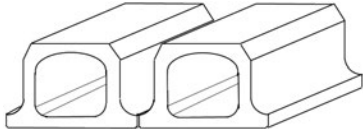
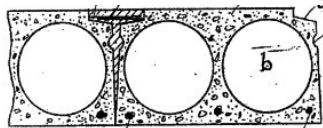


Fig. 2 : unité de base de l'alvéole et application à une dalle de plancher ; (1) tube de coffrage court, (2) pattes latérales, (3) tubes placés sans espace, (4) tubes espacés pour former des nervures transversales

ci-dessus correspondent toujours à la définition donnée précédemment des dalles alvéolées, mais doivent être classées comme des sections de caisson ou des poutres au-dessus d'une certaine épaisseur. En plus, les inventeurs des solutions présentées dans le tableau 1 se réfèrent principalement aux dalles de plancher, bien qu'ils n'excluent pas l'applicabilité aux poutres-caissons ou même aux murs dans la description du brevet.

Aujourd'hui, cette technique de production est plutôt rare, mais elle est toujours utilisée. Après le bétonnage d'une couche inférieure, des éléments prismatiques – généralement en polystyrène – sont installés. Ensuite, une deuxième couche est bétonnée pour former les nervures et la couche supérieure.

Tableau 1 : différentes formes pour la formation d'éléments creux

1914	Belgique		A. Martens, Éléments TT montés [4]
1916	Russie		N. Molotiloff, Système d'emboîtement à rainure et languette sans joint [5]
1919	Belgique		S. Moyse, Éléments en béton armé à poser côte à côte [6]
1921	Grande-Bretagne		F. C. C. Rings, Éléments en béton en forme de I, disposés côte à côte pour former une dalle alvéolée [7]
1926	France		E. Chaumeny Des poutres creuses alignées côte à côte [8]
1927	France		Entreprise pour les applications mécaniques du ciment armé, Éléments à corps creux court montés [9]

Wetcast avec noyaux temporaires pour formation des évidements

En 1930, l'inventeur belge Jules Heyneman a obtenu un brevet pour une dalle de plancher préfabriquée avec des alvéoles longitudinales [10]. Ces alvéoles sont formées par un coffrage élastique, par exemple en acier, et maintenues en place par des cales. Lorsque ces cales sont retirées, la section de ce coffrage est réduite et le coffrage peut être facilement retiré des alvéoles de la poutre. Malheureusement, les dessins du brevet ne contiennent pas de détails sur éléments. Le nombre d'alvéoles dans la section transversale peut être modifié. Les éléments de plafond étaient en béton armé. Le brevet décrit principalement le produit lui-même, sans détails sur la fabrication. Les joints longitudinaux entre les éléments sont dentelés et munis d'étriers. Ils ont été remplis de mortier sur place.



Fig. 3 : coupe transversale des dalles à 4 cavités [10].

L'inconvénient de la solution était, bien sûr, la faiblesse des tuyaux flexibles en acier. En 1939, Walter H. Cobi (US) a breveté une solution utilisant noyaux en caoutchouc expansibles et pliables pneumatiquement [11]. La figure 4 montre une coupe longitudinale et transversale du système.

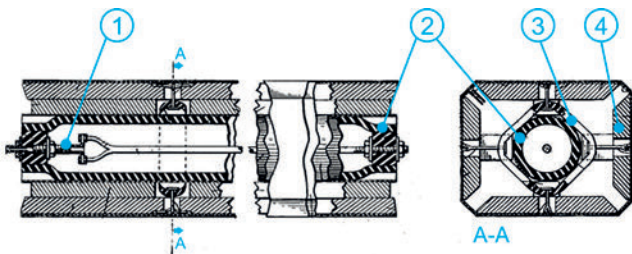


Fig. 4 : coupe longitudinale et transversale montrant le noyau en position dépliée [11] ; (1) tube d'alimentation en air, (2) cône en caoutchouc, (3) sangles pour maintenir le noyau en caoutchouc en place, (4) panneau latéral pour positionner le noyau

Par la suite, plusieurs variantes ont été brevetées, tant en ce qui concerne la forme et le nombre de alvéoles que le profil des joints longitudinaux.

Charles Lethbridge (GB) [12] a présenté en 1940 une méthode améliorée avec des tubes d'acier amovibles de section transversale uniforme s'étendant longitudinalement à travers tout le coffrage et correspondant à la forme de la section transversale de la dalle alvéolée. Après avoir positionné les barres d'armature souhaitées, le béton a été coulé et tout le coffrage a été soumis à des vibrations. Dans le même temps, les tubes-noyaux ont été légèrement déplacés par rapport au coffrage. Lorsque le béton a été suffisamment compacté

pour conserver sa forme, les tubes-noyaux ont été retirés à l'extrémité du coffrage et on a laissé durcir le béton. L'utilisation de noyaux métalliques à surface lisse et leur mouvement constant ont permis d'éviter que le béton ne colle aux tubes-noyaux et ils ont pu être retirés sans problème. Par simplicité, les tubes-noyaux étaient de section circulaire, ce qui permettait un mouvement de rotation pendant le bétonnage.

En France, en 1952, la société STUP Freyssinet [13] a déposé un brevet pour la production de dalles alvéolées précontraintes sur de longs lits en acier. L'invention était destinée aux plafonds des bâtiments. Les unités étaient en béton précontraint, avec une longueur égale à la portée de la dalle sans supports intermédiaires et avec une largeur variable en fonction de l'épaisseur de la dalle et des capacités de manipulation requises. Les éléments présentaient des alvéoles longitudinales de section circulaire sur toute leur longueur. Les bords verticaux ont été profilés et remplis de mortier après installation pour permettre le transfert des charges verticales d'un élément à l'autre. Les éléments ont été bétonnés dans de longs coffrages en acier. Les panneaux de coffrage transversaux peuvent être placés n'importe où en fonction de la longueur requise. Les cavités longitudinales étaient formées de longs tubes en caoutchouc renforcé, qui étaient gonflés avec un fluide sous pression avant et pendant le bétonnage. Après le compactage du béton, la pression a été relâchée et les tuyaux ont été retirés.

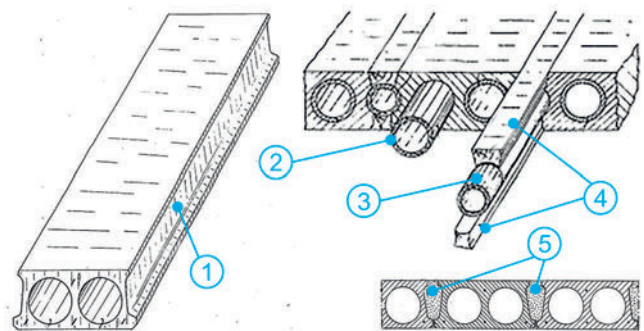


Fig. 5 : Dalle alvéolée Wetcast avec des tuyaux en caoutchouc renforcés amovibles [13] ; (1) profil de joint latéral dentelé, (2) tuyaux en caoutchouc avec renforcement central, (3) tuyau plus petit pour le profil de joint, (4) profil de coffrage supérieur et inférieur, (5) barre d'acier dans le joint

Coffrage glissant - fileuse

La technique du coffrage glissant se caractérise par un coffrage mobile et profilé (moule) dans lequel le béton est coulé et compacté. En général, on utilise un béton avec un affaissement plus important.

Fileuse (damage)

En mars 1931, l'Allemand Wilhelm Schäfer [14] a déposé un brevet pour la production de dalles alvéolées sur de longs bancs en couches superposées. Son but était d'améliorer un

système de production (brevet non disponible) qui existait déjà à l'époque, basé sur une sorte de technique de coffrage glissant avec des noyaux mobiles et des plaques latérales, dans laquelle les différentes étapes de production étaient réalisées les unes après les autres. Son brevet décrit comment la production peut être effectuée automatiquement et en continu. Il pourrait être considéré comme un précurseur de la fileuse. Des brevets ont été délivrés en Allemagne, en Grande-Bretagne, aux États-Unis et en Suisse en 1933.

La machine de moulage était suspendue dans un cadre mobile et contenait de courts tubes suiveurs pour remplir les âmes entre les cavités. Toutes les étapes de travail (par exemple, le remplissage du coffrage, le damage du béton, la création des alvéoles et le retrait des bords de dalle latéraux) ont été effectuées automatiquement et sans interruption sur toute la longueur du lit. La machine comprenait également un dispositif pour lisser la face supérieure de la dalle. Ensuite, une feuille de papier a été placée sur la dalle finie, la machine a été soulevée à une position plus élevée et le processus de bétonnage a été répété pour la dalle suivante au-dessus de la précédente.

Le béton est compacté dans ces machines à l'aide de dameurs individuels qui tassent le béton. C'est la raison pour laquelle nous appelons cette méthode de coffrage glissant « damage ».

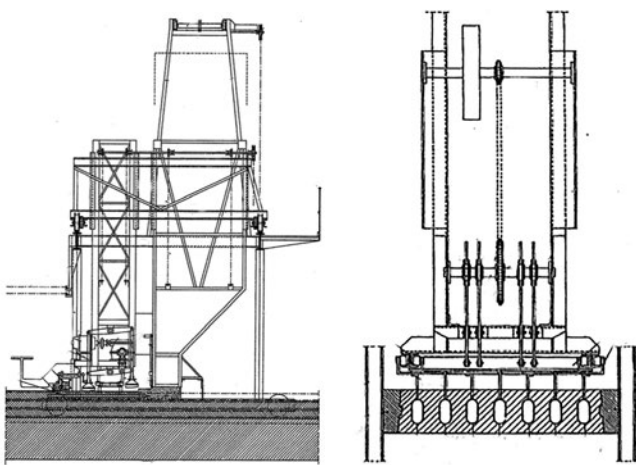


Fig. 6 : machine de moulage suspendue dans un cadre de portail mobile, inventée par William Schäfer [14].

L'entreprise américaine Spancrete a acheté le brevet Schäfer et, vers 1950, a commencé à appliquer la technique de production de dalles alvéolées précontraintes, dans laquelle une série de longues lignes sont coulées en piles, chaque ligne par-dessus le suivant. Une fois que la dalle supérieure d'une pile était durcie, une scie à disque diamanté était montée sur cette pile de dalles et les éléments de dalles étaient coupés et retirés.

En 1951, Wilhelm Schäfer a obtenu un brevet pour les dalles alvéolées de grande portée [15]. Les éléments avaient un profil de bord longitudinal spécial contenant une rainure en

queue d'aronde et pouvaient être fabriqués avec une couche d'isolation thermique sur la face inférieure. La technique de fabrication n'est pas mentionnée dans le brevet, mais nous pensons qu'il s'agit de la même technique de coffrage glissant que celle décrite ci-dessus.

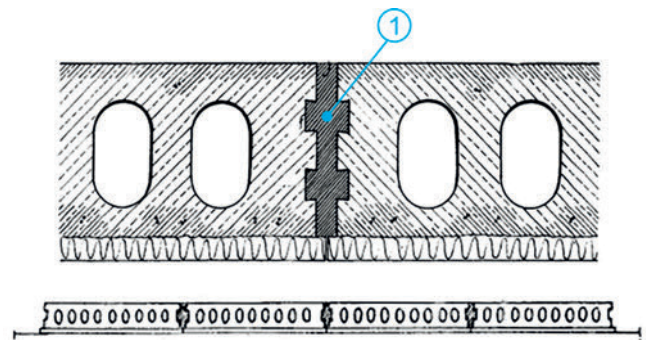


Fig. 7 : dalle alvéolée avec bords longitudinaux profilés [15]; (1) profils en queue d'aronde

Fileuse (vibration)

La méthode la plus courante de compactage du béton dans les fileuses est la vibration.

En 1952, un brevet a été accordé aux frères Wacker (GE) [16]. Inspirée par un brevet de 1938 décrivant un procédé et un appareil pour la fabrication de tuyaux, cette entreprise a mis au point une méthode pour former et compacter le béton dans des fileuses. Le compactage est obtenu en faisant vibrer le béton. En 1953, Max Gessner de Locham (Munich, GE) a déposé un brevet [17] portant sur les équipements de compactage pour la production de poutres ou d'éléments de construction précontraints en béton armé. Ce brevet, délivré en 1957, décrit l'utilisation d'une fileuse vibrante sur un seul banc de précontrainte, qui est la configuration la plus courante aujourd'hui.

Les idées de Gessner ont été développées par les sociétés ouest-allemandes Max Roth KG et Weiler KG.

En 1957, Weiler GmbH (GE) a déposé un brevet pour une fileuse inventée par Hans Geiger [18]. Geiger s'est également inspiré des frères Wacker et a mis au point un procédé de fabrication de poutres en T et en double T précontraintes. La méthode était également applicable aux dalles alvéolées. La machine se composait de deux parties reliées entre elles, chacune d'entre elles ayant une trémie, des plaques vibrantes et des plaques de nivellement. Le bétonnage s'est fait en deux étapes : dans un premier temps, la partie inférieure de l'unité a été bétonnée, compactée et nivelée ; dans un deuxième temps, la partie supérieure a été bétonnée de manière similaire. La machine présentée par Geiger est très similaire aux fileuses existantes aujourd'hui. Weiler a poursuivi le développement de la machine pour la production de dalles alvéolées et a commercialisé la production complète, y compris les machines et les lits de précontrainte. La société Weiler GmbH est désormais connue sous le nom de Maxtruder GmbH.

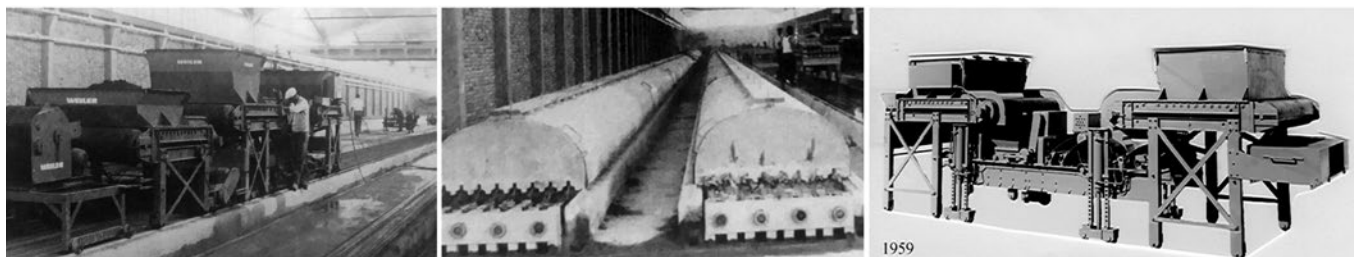


Fig. 8 : exemple de production de dalles alvéolées sur de longs bancs de précontrainte, dans l'usine de RDB à Piacenza, en Italie, sous licence de Weiler, en Allemagne [18].

C'est également à cette époque que l'Allemand Max Roth a mis au point une fileuse pour les dalles alvéolées. En 1962, la société a déposé un brevet [19] (délivré en 1965). Dès le milieu des années 1950, la société a développé une fileuse pour la production de poutres en T et en L. Ce brevet documente une fileuse dans laquelle le béton est coulé et compacté en trois couches. Par la suite, d'autres entreprises (Spiral Corp Ltd, Span Deck Inc, VBI Development, Elematic Oy AB, etc.) ont également fait référence à ce brevet dans leurs demandes de brevet.

La société Echo en Belgique a commencé à produire des dalles alvéolées avec une machine Roth en 1963. Après une courte période d'expérimentation, Echo a développé ses propres machines de production. Cette activité a donné naissance à une filiale indépendante, Echo Engineering, en 1990. Echo Engineering fait désormais partie du Progress Group et s'appelle Echo Precast Engineering.

En 1965, David Dodd (US) a obtenu un brevet américain pour une fileuse à une seule trémie, dans laquelle toute la dalle était bétonnée en une seule étape [20]. Il l'a décrite comme une machine automotrice de type extrusion, adaptée à l'utilisation de mélanges de béton relativement secs.

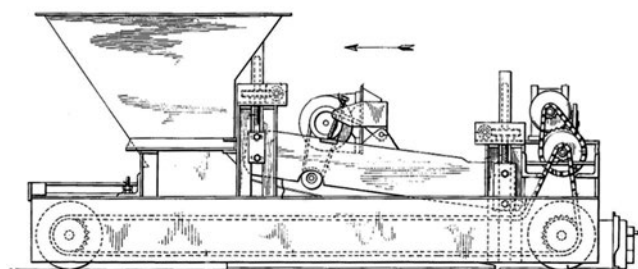


Fig. 9 : machine à coffrage glissant travaillant en une étape pour le bétonnage de dalles alvéolées [20].

Une autre variante du procédé de la fileuse classique concerne la machine Tensyland Flowformer avec une seule trémie [21]. La Flowformer n'utilise que le poids propre d'une colonne de béton dans la machine de moulage en combinaison avec les vibrations nécessaires pour compacter les agrégats de sorte que le béton est pressé à travers un coffrage fixe.

Les fileuses sont utilisées pour couler des dalles alvéolées de grande taille qui vont bien au-delà de la norme EN 1168. La société italienne Nordimpianti, spécialisée dans la construction de fileuses depuis 1974, commercialise des machines pouvant produire des éléments d'une hauteur de 1 mètre. Cette catégorie d'éléments n'entre pas dans le champ d'application de cet article.

Extrusion

Dans la technique d'extrusion, un béton à très faible affaissement est pressé dans une chambre de moulage au moyen de vis sans fin, qui donne au béton la section souhaitée. Le béton est compacté par des vibrations en combinaison avec la pression. La pression exercée par les vis sans fin fait avancer l'extrudeuse.

Dès 1912, l'inventeur italien Achille Gaiba a déposé un brevet pour sa machine de production de produits armés en continu, dans laquelle la mise en forme et le compactage du produit étaient réalisés uniquement en pressant un mélange de béton plastique dans une chambre de moulage, sans vibration supplémentaire [22]. Il décrit clairement la fabrication de tuyaux d'eau, mais le brevet ne se limite pas aux tuyaux.

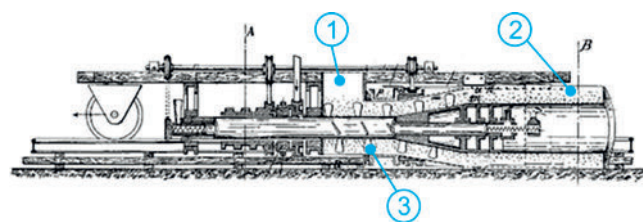


Fig. 10 : machine inventée par Gaiba pour la fabrication de tuyaux d'eau [22] ; (1) trémie de remplissage, (2) chambre de moulage, (3) axe de rotation avec des pales de pression

Le béton frais introduit par la trémie était poussé par une vis à plusieurs pales vers l'ouverture et plus loin dans la chambre de moulage. Ainsi, le béton a été soumis à une forte pression et a rempli les coffrages sans autre vibration.

Une autre application du compactage du béton par pression sans vibration a été réalisée par John Murray (US) en 1928 [23]. La méthode et l'appareil pouvaient être utilisés pour former des canaux continus dans lesquels le béton plastique

était forcé par pression dans un moule se déplaçant progressivement. Son invention visait spécifiquement la réalisation de conduits souterrains, qui comportent un grand nombre de passages pour les câbles électriques. 40 ans plus tard, Glenn Booth de la Spiroll Corporation a fait référence à ce document dans son brevet de 1966 [25].

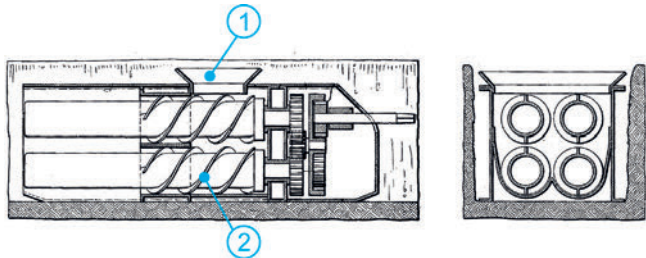


Fig. 11 : appareil pour former des canaux continus en pressant le béton dans des chambres de moulage par rotation des noyaux [23] ; (1) trémies, (2) noyaux entourés de lames hélicoïdales continues

Extrusion avec vibreur haute fréquence

En juillet 1961, un brevet a été accordé au Canada à Ellis et Thorsteinson pour une machine d'extrusion de corps creux en béton [24]. Le brevet décrit une extrudeuse. L'extrudeuse a été introduite comme une amélioration du procédé le plus couramment utilisé à l'époque, qui était le coffrage avec des noyaux gonflables.

La méthode spécifie le formage de dalles de béton avec de longs trous sur une plaque de base rétractable en pressant le béton à travers un moulage au moyen d'une vis sans fin. Le béton est compacté à l'aide d'un vibreur situé en haut du coffrage.

À peu près à la même époque, une autre entreprise canadienne, Dy-Core, a également mis au point une machine d'extrusion.

Dans son brevet de 1965 [25], Glen Booth (Spiroll Corporation Canada) revendique plusieurs améliorations des appareils décrits dans le brevet de 1961 [24]. Plus précisément, elle implique l'installation d'un ensemble séparé de vibreurs dans chaque vis sans fin qui améliore les caractéristiques d'écoulement du béton au moulage du produit, réduit la cavitation et assure une surface extérieure lisse et ininterrompue du produit formé. Une autre amélioration a été l'utilisation de nouveaux moulages qui entourent le segment inférieur de chacune des vis sans fin sur une partie de sa longueur pour aider à façonner les parois du produit, en particulier les parois supérieures et latérales.

Les premières unités extrudées avaient une épaisseur de 200 et 265 mm et une largeur de 1 200 mm. Les alvéoles étaient circulaires et les dalles étaient constituées de béton normal d'une densité allant jusqu'à environ 2 500 kg/m³ et d'une résistance à la compression en cube allant jusqu'à 60 N/mm².

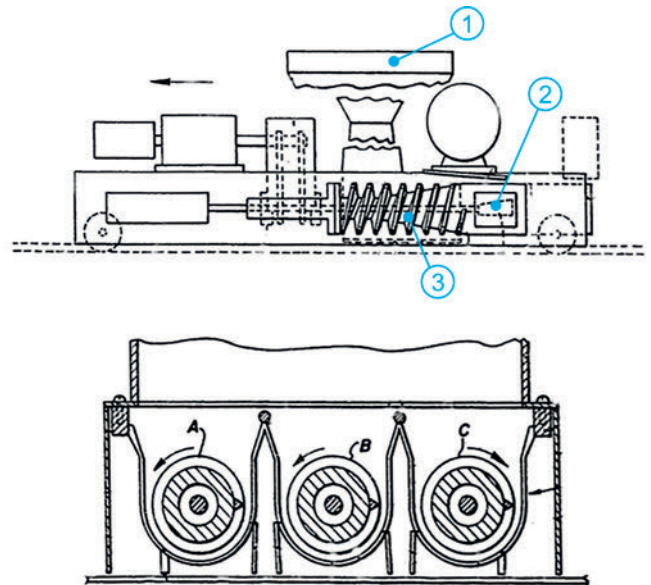


Fig. 12 : machine d'extrusion pour dalles alvéolées [25] ; (1) trémie, (2) vibreur dans la vis sans fin, (3) vis sans fin

Certains fabricants d'éléments préfabriqués en béton ont également utilisé du béton léger structural pour les dalles alvéolées. En Belgique, le béton léger d'une densité de 1 800 kg/m³ et d'une résistance à la compression de 45 N/mm² a représenté environ la moitié de la production d'Ergon. En Italie, Vibrosud a également travaillé avec un béton léger, d'une densité de 1 800 kg/m³ et d'une résistance à la compression en cube allant jusqu'à 50 N/mm².

Au départ, les machines Spiroll étaient vendues sur la base d'une exclusivité régionale du fabricant, pour laquelle une redevance annuelle était due par mètre carré de dalle produite.

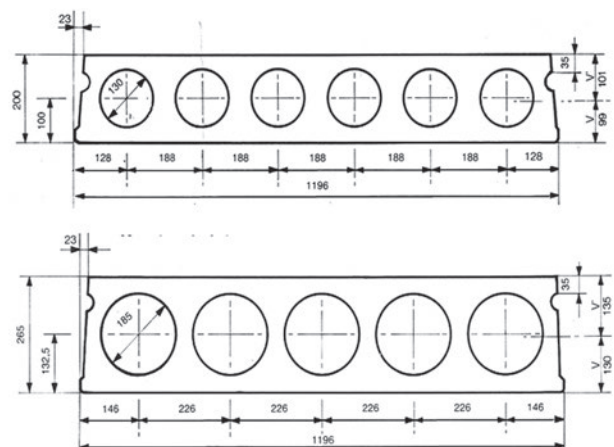


Fig. 13 : coupes transversales des dalles alvéolées Spiroll à Ergon en 1970

En 1969, la version Variax des machines d'extrusion pour les dalles alvéolées précontraintes a été développée en Finlande par TTV, une entreprise de construction privée. Après

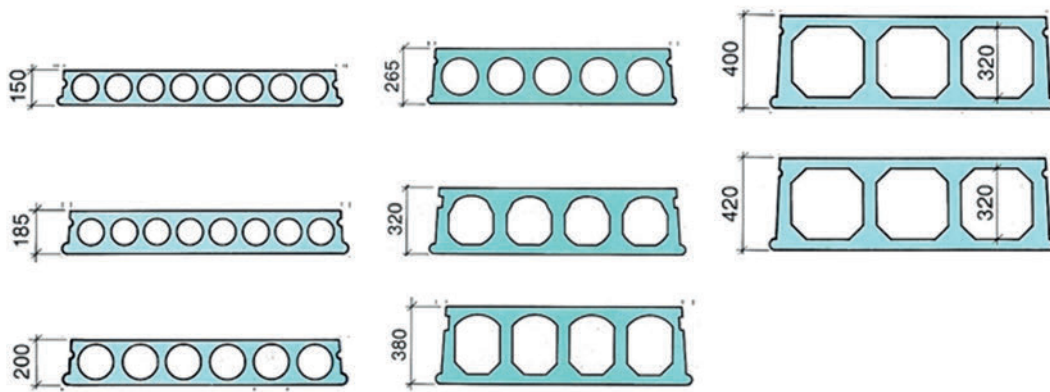


Fig. 14 : dalles alvéolées extrudées en Suède en 1984

plusieurs fusions et acquisitions, Elematic Engineering Ltd est devenu le leader mondial finlandais dans le domaine du marketing et de la conception de la technologie Variax. Plus tard, d'autres sociétés produisant des machines d'extrusion ont été établies en Finlande.

À la fin des années 1960, la dalle alvéolée extrudée a été introduite sur le marché suédois et, dans les décennies suivantes, plusieurs fabricants européens ont suivi - par exemple en Finlande, en Norvège, au Danemark, en Belgique, aux Pays-Bas, en France, en Italie, en Espagne, etc. En 1984, Elematic a acquis la société Dy-Core et en 1996 la société Roth.

Extrusion avec compactage par effet de cisaillement

Les premières machines d'extrusion étaient très bruyantes (85 dB à proximité de la machine). En 1984, Elematic a développé la technologie dite de compactage par effet de cisaillement, dans laquelle le béton est compacté par un mouvement de tassement des vis sans fin et des coffrages latéraux - et non plus par des vibrateurs à haute fréquence à l'intérieur des vis sans fin. Les machines sont beaucoup plus silencieuses et produisent un bon profil de produit. La figure 14 montre les types de section transversale des dalles alvéolées utilisées en Suède en 1984.

ALL IN PRECAST PRECAST ALL IN

Philippe Marrié
Senior Sales Manager



Configurateur de coffrages :
Rapide et facile à votre proposition !



Dans notre rôle d'expert reconnu au niveau international, nous vous offrons des solutions d'installations industrielles et de machines adaptées sur mesure pour la production moderne des pièces préfabriquées en béton. L'ensemble de vos besoins pour un investissement rentable. Fabriqué en Allemagne. Depuis 1925.

www.vollert.de | precast@vollert.de | www.youtube.com/vollertprecast

Vollert

Remarques finales

Les dalles alvéolées sont utilisées de manière intensive dans de nombreux pays. Elles offrent une marge de manœuvre considérable pour répondre aux nouvelles exigences dans le domaine de la construction future : efficacité statique, grandes portées jusqu'à plus de 20 m en combinaison avec des épaisseurs de construction plus faibles, utilisation réduite de matériaux et d'énergie, moins de déchets dans la production, production semi-automatique, etc.

Les défis que devra relever le secteur du bâtiment dans les pays hautement industrialisés d'Europe occidentale au cours des prochaines décennies sont la pénurie de main-d'œuvre et de matières premières, l'utilisation économique de l'énergie tant pour la production que pour le chauffage/la climatisation des bâtiments, l'efficacité structurelle et des méthodes de construction plus respectueuses de l'environnement. La concurrence et l'environnement social obligent le secteur à s'efforcer continuellement d'améliorer son efficacité et ses conditions de travail par le développement et l'innovation de produits, de systèmes et de processus. Les dalles alvéolées préfabriquées sont très appropriées dans ce contexte. Le système devrait évoluer avec des intégrations plus complexes des techniques de construction et des applications dans les projets de génie civil et de construction de bâtiments. ■

À propos de cet article

Arnold Van Acker (1936-2019) a consacré l'essentiel de sa carrière professionnelle à effectuer de la recherche et du développement dans le domaine des éléments et des constructions préfabriqués en béton. C'était un promoteur passionné des éléments préfabriqués en béton. Arnold Van Acker a mis l'accent sur la diffusion des connaissances et a été un conférencier très apprécié lors des événements de l'ICCX. Il a également écrit de nombreux articles pour le magazine PBI. Un article est resté inachevé sur son bureau lorsqu'il est décédé en 2019 : l'histoire des dalles alvéolées. Arnold Van Acker a écrit cet article à la suite d'une étude sur les brevets réalisée par Stef Maas. L'article est maintenant terminé, sans que la structure et le contenu originaux aient été modifiés.

L'histoire des planchers préfabriqués

Cet article ne prétend pas être exhaustif, mais il constitue un bon point de départ pour une éventuelle série d'articles incluant d'autres expériences de personnes travaillant dans l'industrie « planchers ». Si vous avez des informations complémentaires (brevets, articles, photos, interviews, etc.) sur les planchers (dalles alvéolées, dalles à poutres et blocs, pré-dalles) ainsi que sur leurs installations de production, n'hésitez pas à les envoyer à h.karutz@cpi-worldwide.com ou stef.maas@febe.be.

Bibliographie

- [1] Precast Concrete Products - Hollow Core Slabs, NBN EN 1168: 2005 + A3:2011, 2011
- [2] B. Della Bella, „ Innovative precast technology for tunnelling with prestressed precast concrete slabs“, Archives of CPI, no. 5, pp. 176-180, 2017
- [3] W. Siegler [Germany], „Plafond en ciment armé sans enduit“, France Patent FR365548A, Sep. 10, 1906
- [4] A. Martens [Belgium], „Planchers, poutres et plafonds en béton armé, placés sans échafaudages“, France Patent FR468929A, Jul. 20, 1914
- [5] N. Molotiloff [Russia], „Detachable Reinforced Concrete Flooring“, Great-Britain Patent GB191513497A, Apr. 13, 1916
- [6] S. Moyse [Belgium], „Improvements in Reinforced Concrete Beams, Floors, Walls and the like“, Great-Britain Patent GB120394A, Oct. 2, 1919
- [7] F.C.C. Rings [GB], „Improvements in reinforced concrete beam floors“, Great-Britain Patent GB156973A, Jan. 20, 1921
- [8] E. Chaumeny [France], „Plancher en ciment armé“, France Patent FR618750A, Mar. 18, 1927
- [9] Société Des Applications Mécaniques Du Ciment Armé, „Poutres en béton armé et dispositif d'assemblage de ces poutres entre elles pour former un ensemble monolithe“, France Patent FR619622A, Apr. 6, 1927
- [10] J. Heyneman [Belgium], „Plancher en béton armé“, France Patent FR681074A, May 9, 1930
- [11] W. Cobi [USA], „Collapsible core“, United States Patent US2170188A, Aug 22, 1939
- [12] C. Lethbridge [Ireland], „Improvements in and relating to the construction of reinforced concrete floor members, beams, and the like“, UK Patent GB521785A, May 30, 1940
- [13] A. Durant [France], „Planchers pour bâtiments et leurs procédés de réalisation“, France Patent FR1005129A, Mar. 20, 1952
- [14] W. Schäfer [Germany], „Vorrichtung zum Herstellen von Betonplatten aller Art“, Germany Patent DE581572C, Sep. 16, 1933
- [15] W. Schäfer [Germany], „Plattendecke aus großformatigen Hohlplatten“, Germany Patent DE813198C, Sep. 10, 1951
- [16] Wacker Gebrüder [Germany], „Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Formstücken aus Beton und ähnlichen Massen“, Germany Patent DE859724C, Dec. 15, 1952
- [17] M. Gessner [Germany], „Verdichtungsgerät zum Herstellen von vorgespannten Trägern oder Bauelementen aus Stahlbeton“, Germany Patent DE1008180B, May 9, 1957
- [18] H. Geiger [Germany], „Gleitschalung zum Herstellen von Betonträgern mit vorgespannten Stahldrähten“, Germany Patent DE1084186B, Jun. 23, 1960
- [19] W. Roth [Germany], „Concrete making machine“, United States Patent US3177552A, Apr. 13, 1965
- [20] D. H. Dodd [US], „Conduit forming apparatus and process: Method of forming concrete articles and slip forming machine therefor“, United States Patent US3200177A, Aug. 10, 1965
- [21] Prensoland sa, „100.000 m² of hollowcore slabs produced with flow former machines“, Archives of CPI, no. 3, pp. 236-237, 2017
- [22] A. Gaiba [Italy], „Machine pour construire des corps longs, tels que tuyaux, poteaux, etc., en matériaux à l'état pâteux, et pour les armer avec des fils métalliques“, France Patent FR449553A, Mar. 3, 1913
- [23] J. Murray [US], „Conduit forming apparatus and process“, United States Patent US1887244A, Nov. 8, 1932
- [24] F.G. Ellis, M.A. Thorsteinson, „machine for extruding hollow cored concrete sections“, Canada Patent CA623476A, Jul. 11, 1961
- [25] G. Booth [Canada], „A machine for extruding a hollow cored concrete product“, Great-Britain Patent GB994578A, Jun. 10, 1965