Le béton translucide

La construction des espaces de convivialité dans les lycées
du début du xx^e siècle

*Translucent concrete. The construction of convivial spaces in the high schools
of the early 20th century in France*

Yassine Kebir

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/insitu/31465>

DOI : 10.4000/insitu.31465

ISSN : 1630-7305

Éditeur

Ministère de la Culture

Référence électronique

Yassine Kebir, « Le béton translucide », *In Situ* [En ligne], 44 | 2021, mis en ligne le 30 avril 2021, consulté le 15 décembre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/insitu/31465> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/insitu.31465>

Ce document a été généré automatiquement le 15 décembre 2022.

Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International
- CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Le béton translucide

La construction des espaces de convivialité dans les lycées
du début du xx^e siècle

*Translucent concrete. The construction of convivial spaces in the high schools
of the early 20th century in France*

Yassine Kebir

- 1 Longtemps débattues au sein du ministère de l'Instruction et de son instance particulière, la commission des Bâtiments des lycées et collèges, les questions sanitaires et hygiénistes sont à l'origine de lois dont la préoccupation *in fine* était d'ériger des lieux favorisant l'épanouissement physique et moral des élèves. De même, la déconstruction de l'architecture des bâtiments édifiés sur le modèle du collège royal ; archétypes d'un classicisme révolu, a ouvert des perspectives pour une matérialité nouvelle et un programme accueillant et plus chaleureux. Les prescriptions données par Gustave Rouland¹, alors ministre de l'Instruction publique, conditionnent dès 1861 un cadre administratif censé régir le mobilier de classe, les dimensions et qualités des salles, la quantité d'air, l'orientation de la lumière ainsi que les modes de chauffage. Il était aussi recommandé de recourir à des matériaux bon marché et à des techniques constructives novatrices. À la fin du xix^e siècle, les bétons Hennebique² et Cottencin³ se substituent à la pierre de taille qu'on ne destine dorénavant qu'à l'ornement des trumeaux et des soubassements de façades. Les poutres en fer soutiennent des planchers d'une plus grande portée et souplesse et le verre, d'apparence claire, bleutée ou translucide, apporte équilibre et légèreté à ces lieux longtemps perçus comme des prisons ou des couvents.
- 2 À l'effervescence industrielle du début du xx^e siècle succèdent les innovations des ingénieurs en génie civil. En 1906, le procédé « béton translucide » est inventé par l'ingénieur français Gustave Joachim. Cette technique qui consiste à construire des formes monolithiques en amalgamant des poutres en ciment armé à des modules verriers produit des mosaïques infinies, des coupes et marquises colorées, transparentes, qui ornent les espaces de convivialité dans les lycées, dans les bâtiments publics et privés [fig. 1].

Figure 1

Coupoles du lycée Fénelon, Cambrai (Nord), architecte Pierre Leprince-Ringuet (1874-1954), 2017.
© Yassine Kébir.

- 3 La représentation de ces lieux est appréhendée par les maîtres d'œuvre avec des préoccupations d'harmonie et d'esthétisme qui prennent naissance dans les courants stylistiques du moment. Les peintres emplissant les halls de grandes fresques chatoyantes achèvent de donner perspective et profondeur au béton translucide, alors que les sculptures incrustent les cannelures du ciment et les éclats du verre de bas et hauts reliefs.
- 4 Les nouvelles conditions d'aménagement des lycées insufflées par les municipalités sous l'égide et contrôle du ministère de l'Instruction publique imposent entre autres de construire des espaces atteignables par la lumière et ce sur les épaisseurs de murs qui les constituent. Cette préconisation contraint les architectes à trouver des solutions pertinentes lorsque des dispositions de foncier et de séparation des populations lycéennes s'y ajoutent ; le lycée Louis-le-Grand, situé rue Saint-Jacques à Paris, représente un modèle de l'agencement en damier, faisant apparaître des séparations franches entre le bâtiment des filles, des garçons, les sections pour petits et grands, les pavillons des internes et des externes, les dortoirs et les réfectoires, jusqu'en 1861.
- 5 Le béton translucide séduit par ses qualités esthétiques et structurelles. Les pavés de verre incrustés dans la masse du béton sont traités en face et sous-face par des cavités prismatiques et argentées dont l'intention est d'amplifier et d'orienter la lumière vers tous les recoins. Le ciment armé, coffré dans un maillage approprié, rappelle les claustras, le fenestration et les rosaces des églises romanes ; leur jointure est si fine en épaisseur qu'on soupçonnerait à peine leur présence. L'application de ce procédé dans

les lycées du début du ^{xx}e siècle révèle, si ce n'est un produit raffiné, du moins des formes symboliques de l'art de bâtir.

Des lycées avant-gardistes : l'expérimentation du béton translucide

- 6 Parmi les architectes qui expérimentèrent avec le béton translucide, François Le Cœur⁴ (1872-1934) occupe une place de choix. Son œuvre ultime est la construction du lycée de jeunes filles Camille-Sée⁵, bâti en 1932 sur la perspective du square Vaugirard (actuel square Saint-Lambert) à Paris.
- 7 Cette « audacieuse réalisation », nombreux sont les journalistes et architectes de l'entre-deux-guerres à la qualifier ainsi, recèle des innovations dans les techniques constructives et les équipements de la vie quotidienne des lycéennes et enseignantes. Le bâtiment tout entier est dépouillé d'esthétique superflue, de fantaisie architecturale. Il est implanté sur un plan simple en U et ouvert sur un côté vers le square par un abaissement de la hauteur de l'aile administrative [fig. 2].

Figure 2

Plans de coupe et façade du lycée Camille-Sée (Paris), François Le Cœur, 1932, extrait de *L'Architecture d'aujourd'hui*, n° 10, 1934, p. 10-11.

© Albin Salaün.

- 8 Ses façades, soigneusement percées de baies larges et élancées, trahissent la monumentalité de cette volumétrie et la nudité des piliers en béton armé. Hormis les problématiques liées à l'exiguïté du terrain (environ 5 800 m²), au programme désormais imposé dans tous les concours publics, le matériau reste l'outil de l'architecte pour exprimer sa créativité. La façade bouchardée n'est plus seulement un

ravalement aride et triste, elle est magnifiée par des agrégats de granit de Belgique et de ciment qui imprègnent d'un rose pâle le béton. Il y a dans cette œuvre une sorte de chatolement créé par des résonances entre le sol et le plafond, entre la terre et le ciel. Le pavé de verre est dûment choisi pour ses dimensions, sa résistance et sa qualité architecturale ; l'entreprise Degaine Cie et fils⁶, qui a adjoint ses services à la construction de la coupole en béton translucide, s'était spécialisée dans la réalisation de ces ouvrages. La sensibilité de l'architecte est perceptible dès le franchissement de la rotonde vitrée qui ouvre sur un vestibule aux proportions équilibrées, où la souplesse du plan joue avec le décor du carrelage au sol et la finesse de la ferronnerie qui orne la rambarde. Le limon de l'escalier central desservant les vestiaires en sous-sol et la cour d'honneur s'efface presque dans ce tourbillon de poteaux cylindriques. Une dalle nervurée orne le plafond de ce hall et rappelle joyeusement une étoile dont le cœur scintille à travers les reflets épars du verre [fig.3].

Figure 3

Lycée Camille-Sée (Paris), rotonde de l'entrée. Photographie extraite de *L'Architecte*, 1934, pl. 68.
© Marius Gravot.

- 9 L'emploi du béton translucide dans ces bâtiments peut paraître à première vue anecdotique mais à y regarder de plus près, ses composants verriers, en particulier, nous laissent entrevoir différents reliefs, porosités et épaisseurs. Les faces escarpées, modelées et moulées des pavés en verre éveillent l'intérêt. Suivant leur destination dans la construction, la forme de ces modules et leurs dimensions ne sont nullement aléatoires. Les pavés choisis pour la confection d'une coupole présentent une résistance à la compression très élevée qui compense la faible qualité du béton aux efforts de traction. Il en résulte un produit monolithique capable d'atteindre des envergures importantes, jusqu'à 40 mètres de diamètre à la coupole du palais du Sénat à Téhéran⁷.

- 10 Les ingénieurs en viennent donc à privilégier, sur les ouvrages arqués, courbés et voûtés, des verres de petites dimensions, augmentant de ce fait leur proportion par rapport au ciment. François Le Cœur opte pour un pavé de verre rond, lenticulaire et creux de type SG2 [fig. 4].

Figure 4

En haut : pavé SG2, photographie extraite du *Catalogue des échantillons en verre* (Courbevoie, Saint-Gobain, 2016). En bas : dessin provenant des archives de la firme Saint-Gobain (boîte SGGF HIST 00071 21).

En haut : © Thierry Bourgoïn ; En bas : archives de Saint-Gobain.

- 11 Cette gamme de produits présente des avantages sur la transmission de la lumière ; l'évidement de la gorge est plus prononcé, ce qui engendre une augmentation de la surface éclairante. La cavité intérieure épouse une courbe censée limiter les dépôts de poussière et par conséquent, garantir une meilleure qualité de lumière. Lorsqu'il s'agit d'une coupole, la face extérieure des pavés ne reçoit aucun traitement, l'intention étant de capter le maximum de faisceaux lumineux.
- 12 En prenant un peu de distance avec cette coupole de six mètres de diamètre, on peut noter la volonté de l'architecte d'éclairer les espaces desservis en sous-sol du lycée. L'escalier est placé au centre de cette épure et met en valeur la parfaite juxtaposition des entraxes. Le béton translucide orne les côtés du vestibule d'une lanterne naturelle qui transcende sa vocation première : l'accueil des lycéennes. D'autres escaliers sont implantés sur les angles des ailes abritant, depuis le sous-sol jusqu'au sixième niveau, des vestiaires, des salles pour les cours et les interclasses, des toitures terrasses pour les activités sportives et récréatives. L'architecte s'évertue à rendre légers et attrayants ces escaliers en béton armé en décomposant la hauteur de l'échappée en plusieurs travées afin d'en adoucir la montée. Les escaliers sont interrompus par des paliers de repos

jusqu'au dernier niveau, que surplombe une coupole sphérique en béton translucide. Cette dernière éclaire le polygone formé par l'espacement important entre les rambardes et fait pénétrer la lumière [fig. 5].

Figure 5

Lycée Camille-Sée (Paris), escalier de l'une des ailes. Photographie extraite de *L'Architecture d'aujourd'hui*, n° 10, 1934, p. 6-7.

© Albin Salaün.

- 13 Au lycée Jules-Ferry (boulevard de Clichy) à Paris, l'expérimentation du béton translucide fut tardive si l'on considère l'histoire de l'établissement, fondé à la fin du Second Empire (1869). Les premiers plans de l'architecte diocésain Pierre Paquet⁸, établis en 1914, incluent le couvent et la chapelle de l'ancienne congrégation des Dames zélatrices de la Sainte-Eucharistie, et ce n'est qu'en 1934 que la décision est prise de construire sur une partie de la cour d'honneur le réfectoire des lycéennes et des extensions sur l'emplacement du couvent. Le programme du nouveau lycée, lancé en 1931, préconise davantage de surfaces utiles, alors que la parcelle étroite impose à l'architecte de concevoir une organisation verticale de l'espace. Les classes et les interclasses sont agencés de manière à réduire les déplacements des élèves ; leur nombre et leurs dimensions sont proportionnels aux effectifs. Les toits-terrasses sont aménagés pour accueillir les cours de pratique physique alors que les cuisines et le réfectoire sont enfouis sous la cour. Une coupole en béton translucide de 13,50 m recouvre les quelque 350 places de restauration assises et éclaire de reflets doux et apaisants les 4 m d'élévation [fig. 6].

Figure 6

Lycée Jules-Ferry (Paris, 9^e arrondissement), éléments intérieurs du réfectoire. Photographie extraite de la revue *Glaces et verres*, n° 42, 1938, p. 15-17.

© Paul Kaan.

- 14 L'ouvrage est composé de 2 250 briques en verre du type Cristallux. De forme rectangulaire, de 35 cm de longueur, 7 cm de largeur et 8 cm d'épaisseur, elles sont disposées dans le sens de la courbe afin de contrer les effets de traction sur le béton [fig. 7].

Figure 7

Lycée Jules-Ferry (Paris), réalisation de la coupole par Degaine Cie et Fils. Photographie extraite de la revue *Glaces et verres*, n° 42, 1938, p. 15-17.

© Paul Kaan.

- 15 La coupole repose sur un lanterneau où alternent baies et trumeaux et se démarque du niveau de la cour, disposition qui assure un apport supplémentaire en lumière, qui atteint latéralement le périmètre du réfectoire. La condensation qui résulte du contact de l'air ambiant avec la surface du verre est collectée à travers un chéneau périphérique et déversée ensuite vers la cour [fig. 8].

Figure 8

Lycée Jules-Ferry (Paris), plan de coupe de la coupole (détails constructifs) extrait de la revue *Glaces et verres*, n° 42, 1938, p. 15-17.

© La photothèque.

- 16 Ces aspects techniques mis en œuvre par l'entreprise Degaine Cie et Fils contribuent à égayer les moments de partage et de récréation. Le réfectoire sert également de salle polyvalente pour accueillir diverses manifestations. La coupole donne à voir un puits de lumière qui favorise le rapprochement et l'interactivité. Le mobilier de salle, choisi

dans un esprit Art déco, s'harmonise par ses formes avec la courbe du lieu. La justesse de cette composition de verre s'intègre agréablement avec la disposition en losange du plan d'ensemble ; elle est adossée à l'angle de l'entrée principale et se dresse tel un cabochon en verre qui met en scène la grande horloge en fer forgé du ferronnier Aldabert Szabo⁹ (1877-1961).

- 17 Le béton translucide anime les espaces, les rend accueillants et chaleureux. Les lycées Jules- Ferry et Camille-Sée présentent des similitudes dans leur façon d'interpréter les programmes imposés par la commission des lycées et collèges. Les architectes manifestent leur liberté de conception face aux nouvelles contraintes réglementaires ; les lois de 1882, 1886 et 1905 portants, entre autres, sur l'obligation de laïcité des personnels et des programmes dans l'enseignement public ont eu pour conséquence des changements dans l'agencement des classes de cours et des espaces de récréation, la disparition des chapelles dans les lycées et collèges et l'ouverture des usages à la mixité dans les années 1960. Leur exemple inspirera beaucoup d'initiatives.

Les lycées professionnels : l'expression artistique du béton translucide

- 18 Inauguré en 1955, le lycée professionnel des métiers du bâtiment Jean-Monnet, à Montrouge (Hauts-de-Seine), de l'architecte Gustave Barbé¹⁰, célèbre le travail et l'artisanat à travers les contributions remarquables d'artistes peintres et sculpteurs. Le hall d'accueil est richement décoré ; les fresques de Louis Chervin¹¹ (1905-1969) tapissent le mur du premier étage de scènes glorifiant les métiers de maçon, serrurier-ferronnier, menuisier-charpentier... et la construction du lycée. Une teinte ocre domine ce niveau et s'alterne entre les dessins du bois et de la terre et le badigeon du mur [fig. 9].

Figure 9

Lycée Jean-Monnet (Montrouge, Hauts-de-Seine), fresque de Louis Chervin photographiée en 2020.

© Yassine Kébir.

- 19 Pour mener à la mezzanine ouvrant sur le volume d'entrée où sont logées les dépendances et l'administration, un escalier à limon tournant surmonté d'une paroi en béton translucide est édifié. La souplesse de la rambarde et des barreaux en fer laisse entrevoir les bas-reliefs en verre insérés dans la masse des pavés translucides réalisés par le maître verrier Henri Navarre¹² (1885-1971). Ces sculptures finement ciselées racontent l'histoire de l'homme dans sa quête ultime : « Tu apprendras à assembler le bois, tu sauras tailler la pierre, forger et ajuster le métal pour construire ta maison, ton atelier, et assurer un foyer à ta femme et à ton enfant¹³. » C'est ainsi que sont assemblés, du bas vers le haut de l'escalier, les bustes d'un menuisier, d'un tailleur de pierre, d'un ferronnier et d'une femme tenant son enfant dans les bras [fig. 10].

Figure 10

Lycée Jean-Monnet (Montrouge), bas-reliefs en verre d'Henri Navarre photographiés en 2020.

© Yassine Kébir.

- 20 Les pavés du type D 75 du constructeur verrier Dindeleux sont disposés verticalement sur leur longueur de 25 cm et intensifient de ce fait le mouvement ascendant de ces figures.
- 21 L'architecte, qui est alors au sommet de son œuvre, s'efforce de combiner l'art et la technique pour donner à ce lieu de passage une noblesse et une atmosphère lumineuse et changeante au fil du jour. Les coursives perchées sur la mezzanine de ce hall circulaire sont surmontées d'une coupole en béton translucide de 10 m de diamètre. Le pavé carré utilisé est du type Dindeleux.
- 22 Il a la caractéristique de comporter une cavité prismatique en sous-face, ce qui permet de disperser la lumière extérieure et de renvoyer celle provenant de l'intérieur.
- 23 En 1957, l'école d'optique appliquée (actuel lycée Fresnel, labellisé lycée des métiers de l'optique) emménage dans ses nouveaux locaux au 31 boulevard Pasteur à Paris (XV^e arr.). L'œuvre de l'architecte R. Richez¹⁴ et de son collaborateur M. Raclot est une référence singulière à l'appartement-atelier de Le Corbusier, situé rue Nungesser-et-Coli (Paris, XVI^e arr.). La façade est traitée en mur-rideau avec une succession d'allèges en béton translucide, de baies et impostes coulissantes sur toute la hauteur du plancher [fig. 11].

Figure 11

Perspective du lycée Fresnel sur le boulevard Pasteur (Paris, 15^e arrondissement), 2020.

© Yassine Kébir.

- 24 Les panneaux vitrés ainsi constitués traversent les longueurs successives des salles et ateliers d'apprentissage. Des saillies et refends créent les ombrages et l'animation nécessaire à cette façade. L'architecte porte une intention particulière à décliner, à travers sa conception de l'optique, le verre sous tous ses aspects : verre en brique moulée, plein et creux, glace dépolie et ondulée. L'entrée vers l'établissement se fait depuis le boulevard Pasteur en franchissant un portail et une allée. On y trouve des panneaux en verre dépoli fixés à des montants en métal et des sculptures en bronze d'aluminium du sculpteur Antoniucci Volti (1915-1989) représentant des signes du zodiaque [fig. 12].

Figure 12

Lycée Fresnel (Paris), 2020 : entrée principale. À gauche : vue de l'intérieur. À droite : porte ornée des sculptures de Volti.

© Yassine Kébir.

- 25 Des vitrines de 16 m² agrémentent cette allée et accueillent des montages d'optique. Le verre est partout : dans les circulations des étages menant aux bureaux de la direction, dans l'escalier en pierre de Comblanchien, dans le réfectoire et ses cuisines, les laboratoires... Le béton translucide est déployé dans un pan du mur de l'escalier donnant sur la cour. Il est constitué de briques de verre pleines du type Primalith 2424, qui apportent de la souplesse aux paliers des sept niveaux de l'école [fig. 13].

Figure 13

Lycée Fresnel (Paris), pans de murs en briques de verre Primalith éclairant la cage d'escalier)
photographiés en 2020.

© Yassine Kébir.

- 26 Le choix de cette brique est pertinent en raison de ses qualités structurelles, mais pas seulement ; le traitement du jour de souffrance nécessite d'occulter la vue vers l'école et de capter la lumière du jour. On retrouve cette brique dans le réfectoire aménagé au premier sous-sol et attenant aux cuisines ouvertes. Ces modules verriers ont la capacité de détourner selon une direction souhaitée la lumière et ce grâce à des surfaces prismatiques appliquées dans leur masse ; ils réagissent comme des réflecteurs face à des sources artificielles de lumière [fig. 14].

Figure 14

Lycée Fresnel (Paris). En haut : allège translucide dans une salle de laboratoire, extrait de la revue *Glaces et verres*, n° 154, 1958, p. 3-10. En bas : réfraction de la lumière à travers la brique de verre, extrait du catalogue commercial des glaceries Saint-Gobain, conservé aux archives de Saint-Gobain (boîte SGV HIST 000005 000016).

En haut : © Bernard Chevojon ; en bas : La photothèque.

- 27 L'architecte a donc conçu une paroi entière de 4,5 m en briques de verre, complétée d'une imposte et d'une porte vitrée. Les lycéens et lycéennes, au nombre de 500, prennent place dans des ateliers et laboratoires entièrement vitrés. Les allèges en briques Primalith 208 contribuent à percer l'épaisseur du bâtiment de 17 m et la hauteur restreinte de 3 m entre les paliers. Elles contribuent aussi à maintenir la distanciation qui doit exister entre la rue et l'école ; le verre coulé ou moulé reçoit des effets selon son relief et sa destination. Il doit à la fois être perméable à la lumière, l'accentuer et la diriger à travers les incrustations de prismes, mais aussi produire de l'effacement et de la séparation entre les espaces et les personnes [fig. 15]. La déclinaison du verre a un effet réconfortant sur les élèves, dans leur travail quotidien, et apporte une certaine gaîté dans les espaces communs.

Figure 15

Expérimentation des aspects du verre par traitement en surface des pavés. Photographie extraite de la revue *Glaces et verres*, n° 156, 1958, p. 5-11.

© La photothèque.

Techniques constructives et ornementation

- 28 Construire en béton translucide demande des savoir-faire spécifiques et souvent brevetés. Parmi les constructeurs poseurs de verre les plus marquants de la période allant du début du XIX^e siècle jusqu'au choc pétrolier de 1973, nous pouvons citer les établissements Dindeleux, Divorne, Degaine Cie et fils, Le Forestier, Beineix, qui ont largement contribué à diffuser ce procédé. Ces professionnels se constituent une main d'œuvre hautement qualifiée et ont recours, pour se démarquer de leurs concurrents, à des pavés et briques de verre de formes différentes. Un constructeur, en particulier, a largement dominé le marché de la construction en se spécialisant dans la mise en œuvre des coupoles, Pierre Dindeleux. Sa production est singulière par la diversité géométrique de ses pavés, par l'introduction de la couleur grâce à la cémentation¹⁵, au jaune d'argent¹⁶ et à la trempe¹⁷. Cette entreprise rachète également les brevets de produits verriers comme la brique Cristallux et a contribué auprès de l'architecte Pierre Chareau à la construction de la maison de verre pour le docteur Jean Dalsace (Paris, XV^e arr.). Durant la période de l'entre-deux-guerres, cette production s'est nettement intensifiée ; le marché du bâtiment connaissant une augmentation significative, c'est dans les anciennes glaceries et miroiteries de Saint-Gobain que sont fabriqués les pavés et briques de verre dessinés par les artistes, les maîtres d'œuvre et les spécialistes de la pose.

- 29 Le béton translucide est employé dans une multitude d'ouvrages parmi lesquels la coupole fait figure d'emblème. Les mosaïques obtenues par la juxtaposition savante de pavés en verre sont un ravissement pour l'œil. Au lycée Marcelin-Berthelot, à Saint-Maur-des-Fossés (Val-de-Marne), l'architecte en chef des monuments historiques Maurice Louis Lotte¹⁸ (1879-1946) réalise vers 1936 une marquise monumentale de 23 m x 4,50 m rythmée par cinq coupoles en béton translucide de 3 x 3 m [fig. 16].

Figure 16

Marquise du lycée Marcelin-Berthelot (Saint-Maur-des-Fossés, Val-de-Marne) réalisée par Maurice Louis Lotte en 1936, photographiée en 2020.

© Yassine Kébir.

- 30 L'avancée de cette marquise est une prouesse technique. Le hourdis translucide repose sur les poutres en porte-à-faux du plancher. En fonction de la distance entre les axes, une solution pertinente est envisagée : l'ensemble est découpé en petites coupoles et repose sans scellement sur la console en béton armé. Seul un joint bitumineux permet la dilatation du béton et empêche la formation de fissures. L'ornementation de l'entrée du lycée rompt avec la monotonie de la façade et révèle les détails de la ferronnerie des portes d'entrée. La rosace en béton translucide se déploie telle une fleur avec son pistil et ses pétales, les écoinçons évoquant ses feuilles. Les pavés géométriques des établissements Dindeleux restituent parfaitement cette illusion par la disposition centrifuge des grands axes des losanges [fig. 17].

Figure 17

Lycée Marcelin-Berthelot (Saint-Maur-des-Fossés) : une des cinq rosaces de la marquise, photographiée en 2020.

© Yassine Kébir.

- 31 La confection des petites coupoles en béton translucide peut être réalisée directement en usine. Le transport et le montage de ces structures est ensuite possible grâce à différents moyens d'acheminement et de levage. Lorsqu'elles présentent un diamètre important, leur exécution se fait directement sur le chantier, souvent à la fin de la phase du gros œuvre [fig. 18].

Figure 18

Agence bancaire de la Société Générale (Saint-Nazaire, Loire-Atlantique) : étapes de la construction d'une coupole en béton translucide. Séquence photographique extraite de *Le Béton translucide*, catalogue des établissements Dindeleux, 1959.

© Roydron.

- 32 L'invention de la poutre moderne avec étriers par François Hennebique en 1892 démontre ici toute son utilité. D'abord, on réalise un coffrage en bois qui servira d'assise pour la coupole. Ensuite, une couche de plâtre est versée de manière uniforme et reçoit le tracé et le dessin des modules en verre en partant du centre. Les ouvriers utilisent pour ce faire un clou autour duquel sont attachés une ficelle et un crayon, ce qui permet une grande rigueur dans la pose des pavés. La mise en œuvre des pavés suit un principe de résistance des masses ; leur nombre et répartition confère au béton la plus grande solidité. Des poutres en anneaux alternent, suivant des entraxes proportionnels au diamètre de l'ouvrage, les surfaces vitrées. La pose des pavés se fait d'après le dessin préalable de l'implantation et des petites cales sont disposées sur leur base afin d'éviter les glissements. Les armatures sont torsadées et contrebalancent les effets de retrait du béton. Les voûtes en béton translucide sont souvent à doubles courbures pour une meilleure rigidité.
- 33 Le coulage d'une première couche de ciment à forte densité dans les interstices des pavés consolide le monolithe. La seconde couche est à faible densité et laisse une relative flexibilité en surface. Ainsi le verre et le béton se complètent par leurs qualités ; l'un évite le cisaillement de l'ouvrage et l'autre lui permet une légère flexion.
- 34 La dernière étape dans la construction d'une coupole, d'une voûte ou d'un dôme en béton translucide consiste à décoffrer le bois et décaper la couche de plâtre tout en prenant soin de reboucher les imperfections et de nettoyer le verre.

- 35 Bien que concevoir et mettre en œuvre le béton translucide puisse paraître fastidieux, le prix de revient d'une coupole représente une alternative économique si l'on considère le coût du vitrail. À titre indicatif, en 1933, les travaux d'exécution de la coupole de l'hôtel de ville de Vincennes (Val-de-Marne), de 12 m de diamètre environ et comportant quatre écoinçons, s'élevaient à 92 000 francs alors que la première intention des architectes Quarez et Lapostolle était d'ériger un plafond en vitrail. On peut alors penser que les municipalités n'autorisant que très peu d'ornementation dans leurs consultations de projets aient accepté le caractère décoratif et rationaliste de ce procédé. Au lycée Marcelin-Berthelot, deux coupoles en béton translucide de 8 m de diamètre chacune surplombent les salles de gymnastique, une troisième coupole en arc-de-cloître de 4,10 m x 2,60 m vient couronner l'escalier desservant les six niveaux de l'établissement [fig. 19]. L'architecture de Maurice Lotte affiche ses intentions premières ; une marquise d'une grande envergure montre l'ouverture de l'école vers son environnement et la prééminence des besoins du corps et de l'esprit : l'air, l'espace et la lumière.

Figure 19

Lycée Marcelin-Berthelot (Saint-Maur-des-Fossés) : coupole en arc-de-cloître au-dessus de l'escalier, photographiée en 2020.

© Yassine Kébir.

Un patrimoine à sauvegarder

- 36 L'inventaire de l'état des structures en béton translucide présenté succinctement ici met en perspective des questionnements d'ordre pratique et patrimonial. La qualité apportée par la transparence et la profusion de lumière traversant les pavés en verre a,

nous l'avons évoqué, transcendé les espaces d'accueil et de récréation. Cette qualité a décliné dans le temps en raison de problématiques que nous pouvons imaginer, liées à l'entretien des ouvrages et à la priorisation des dépenses au sein des régions. Les quelques travaux de réfection réalisés par les instances publiques ont porté sur des défauts d'étanchéité. Au lycée Marcelin-Berthelot, une résine a été appliquée à même les pavés, laissant entrevoir depuis le gymnase une lumière jaunâtre [fig. 20]. Les allèges du lycée Fresnel ont complètement disparu sous un revêtement en plaques de plâtre, tout en gardant les briques de verre sur la façade donnant sur le boulevard Pasteur. L'aménagement verrier du réfectoire en sous-sol a complètement disparu.

Figure 20

Lycée Marcelin-Berthelot (Saint-Maur-des-Fossés) : vues extérieure et intérieure de l'une des deux coupes du gymnase, 2020.

© Yassine Kébir.

- 37 Le constat est pourtant éloquent. La plupart des réalisations ont survécu aux aléas de la nature et aux secousses telluriques dues aux bombardements de la Seconde Guerre mondiale. Les pavés Securex, SG, Dindeux, Divorne ont démontré leur résistance remarquable ; avant leur commercialisation, une série de tests rigoureux leur avait été imposée en laboratoire d'essais.
- 38 Ce savoir-faire technique tend à disparaître ; seules quelques entreprises comme Saverbat (Oise) travaillent encore sur des chantiers de restauration et de réhabilitation. Souvent, la restitution des pavés à l'identique est complexe, lorsque l'architecte des bâtiments de France l'exige. Les moules servant à appliquer les reliefs sur ces modules ainsi que les machines d'usinage ayant disparu, le coût de fabrication d'une brique en verre peut très vite réfréner les initiatives. Les projets engagés par les services de l'État, en partenariat avec ces professionnels, se heurtent eux aussi à l'absence d'expertise sur

le marché du béton translucide. La conservation des ouvrages est inégale et tributaire des moyens financiers disponibles pour préserver tout ou partie d'un bâtiment, ce qui engendre des disparités dans la réception et la patrimonialisation de ce procédé.

- 39 Plusieurs aspects concourent à rendre ce patrimoine architectural unique et spécifique. Il n'était pas aisé pour un ouvrier du bâtiment de réaliser une coupole en béton translucide tant les compositions sont complexes pour le dessinateur et le poseur. Il fallait en effet combiner les caractéristiques des verres, la teneur du ciment et le maillage des fers avant que l'ingénieur puisse faire un calcul de résistance. S'ajoutent à cela l'étude de la luminosité et les indices lumen pour chaque lieu, chaque usage. Lors de la construction du tunnel Jenner, au Havre (Seine-Maritime), vers 1955, l'architecte François Vitale¹⁹ (1898-1962) a expérimenté différentes solutions pour la déclinaison des pavés de verre dans la masse du béton²⁰. Il obtint une graduation qui adoucit la lumière et prépare l'œil du conducteur à l'éclat du jour.
- 40 Le processus de labellisation qui pourrait concerner le béton translucide devra inclure dans ses critères les ouvrages dans leur ensemble et identifier l'intérêt technique et esthétique de ces compositions. Les influences stylistiques du début du xx^e siècle, à travers la peinture, la ferronnerie et la sculpture, ont produit des architectures lumineuses et joyeuses, accueillantes et créatives. La période des Trente Glorieuses a vu l'arrivée des produits plastiques, d'une grande technicité et d'un moindre coût. Ainsi, les dômes du type Skydome ont succédé aux coupoles scintillantes en béton translucide, les cloisons en plaques de plâtre et résines de plastique ont remplacé les pans de murs en briques de verre et dans les cages d'escaliers, les normes de sécurité incendie ont imposé de bâtir des parois opaques résistant au feu. Pourtant, tous les pavés trempés produits dans la période de l'entre-deux-guerres possédaient ces qualités techniques. Certes, il fallait composer avec des joints suffisamment épais (jusqu'à 5 cm) pour éviter l'éclatement du verre ; la cité-refuge de Le Corbusier²¹, avec son pavillon d'entrée dédié à l'accueil des résidents, présentait une faiblesse dans l'exécution de ce procédé, l'architecte ayant opté pour une pose jointive²² de briques du type Nevada. Cette technique qui consiste à réduire les jointures entre les pavés permet d'augmenter la surface dédiée au verre mais en contrepartie affaiblit l'ouvrage ; des fissures et des tassements pouvant se produire notamment sur les parois extérieures. Pourtant, les solutions existent et l'on arrive de nos jours à reproduire les éléments verriers dans leur complexité. Le béton translucide occupe une place importante dans le paysage architectural du xx^e siècle. Il surplombe les espaces d'accueil dans les bâtiments civils, dans nos gares, nos églises, nos musées... son envergure spectaculaire nous émerveille et sa lumière tamise d'une douceur reposante les lieux de convivialité.

NOTES

1. LE CŒUR Marc, « L'architecture et l'installation matérielle des lycées. La réglementation et sa mise en œuvre (1802-1940) », in CASPARD Pierre, LUC Jean-Noël & SAVOIE Philippe (dir.), *Lycées*,

- lycéens, lycéennes, deux siècles d'histoire, Lyon, Institut national de la recherche pédagogique, 2005, p. 363-380.
2. Chambre syndicale des constructeurs en ciment armé de France et de l'Union française, *Cent ans de béton armé (1849-1949)*, Paris, Éditions Sciences & Industrie, 1949, p. 216.
 3. *Ibid.*
 4. MICHAU Georges, « L'œuvre de François Le Cœur », *L'Architecture d'aujourd'hui*, n° 10, 1934, p. 4-11.
 5. LE CŒUR Marc, « De Camille Sée à Camille Sée... Ébauche d'une histoire matérielle des lycées de jeunes filles », in VERNEUIL Yves (dir.), *Enseignement secondaire féminin et identité féminine enseignante. Hommage à Françoise Mayeur*, Reims, CRDP de Champagne-Ardenne, coll. « Journées d'études », 2009, p. 85-101.
 6. LHOTE R., « La coupole en béton translucide du lycée Jules-Ferry », *Glaces et verres*, n° 42, 1935, p. 15-17.
 7. Voir BERNARD Élodie, « La coupole du Palais du Sénat de Téhéran : une coupole en béton translucide », *La Revue de Téhéran*, n° 118, 2015 [en ligne], <http://www.teheran.ir/spip.php?article2127#gsc.tab=0> [lien valide en mars 2021].
 8. AUBERT Marcel, « Pierre Paquet (1875-1959) », *Bulletin monumental*, t. 117, n° 4, 1959, p. 291-292.
 9. MARREY Bernard, *La Ferronnerie dans l'architecture à Paris aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Éditions du linteau, 2014, p. 110-111, disponible en ligne <http://www.editions-linteau.com/wordpress/wp-content/uploads/2017/02/la-ferronnerie-dans-larchitecture-a-paris-aux-xixeme-et-xxeme-siecles-bernard-marrey.pdf> [lien valide en mars 2021].
 10. « "Sculpture sur verre" et "béton translucide" dans la décoration d'un hall », *Glaces et verres*, n° 139, 1955, p. 12-17.
 11. LUTZ Walter S, *Louis Chervin 1905-1969, promenade picturale à travers son œuvre. Hommage au peintre montmartrois*, Saint-Louis, Éditions de la Galerie Au souffle de Paris, 1990, p. 175.
 12. GALOTTI Jean, « Un artiste du verre : Henri Navarre », *Art et décoration*, t. 61, 1932, p. 41-50.
 13. Citation d'Henri Navarre à l'occasion de l'inauguration du lycée des métiers du bâtiment Jean-Monnet, publiée dans la revue *Glaces et verres*, n° 139, 1955, p. 12-17.
 14. « Le clair plaisant immeuble de l'école d'optique appliquée », *Glaces et verres*, n° 154, 1958, p. 3-10.
 15. CAPPÀ Giuseppe, *Le Génie verrier de l'Europe. Témoignages, de l'historicisme à la modernité (1840-1998)*, Sprimont, Mardaga, 1998, p. 548.
 16. LAUTIER Claudine, « Les débuts du jaune d'argent dans l'art du vitrail ou le jaune d'argent à la manière d'Antoine de Pise », *Bulletin monumental*, t. 158, n° 2, 2000, p. 89-107.
 17. Procédé par soufflage d'air froid sur les pavés de verre à la sortie du bassin de fusion. Cette technique permet de réduire les parois du verre et d'augmenter sa résistance.
 18. « Verre et béton », *Glaces et verres*, n° 72, 1943, p. 7-8.
 19. DIENER Amandine, « La photographie au service de l'enseignement de la construction à l'École des beaux-arts. La démarche de François Vitale », *Livraisons d'histoire de l'architecture*, 2016, n° 31, p. 39-49 [en ligne], <http://journals.openedition.org/lha/587> [lien valide en mars 2021].
 20. « Les voûtes translucides du tunnel Jenner au Havre », *Glaces et verres*, n° 147, 1956, p. 13-15.
 21. Située rue Cantagrel à Paris (13^e arrondissement), construite en 1933. Pour plus d'informations : <https://www.pop.culture.gouv.fr/notice/merimee/PA00086591> [lien valide en mars 2021].
 22. POLIVKA Jaroslav Joseph, *Le Béton translucide*, Bruxelles / Paris, J.-B. Baillière & Fils, 1937, p. 119.

RÉSUMÉS

Qu'ils soient striés, martelés, prismatiques ou argentés, les pavés de verre qui entrent dans la composition du béton translucide apportent une solution architecturale à la quête de lumière dans l'épaisseur des bâtiments. Ce procédé consistant à construire des formes monolithiques en amalgamant des poutrelles en ciment armé à des modules verriers produit des mosaïques infinies, des coupoles et marquises colorées, transparentes, qui ornent les espaces de l'hospitalité dans les lycées. La représentation de ces lieux a été appréhendée par les maîtres d'œuvre dans un souci d'harmonie et d'esthétisme qui a pris naissance dans les courants stylistiques du moment. Les peintres emplissant les halls de grandes fresques chatoyantes achevaient de donner perspective et profondeur au béton translucide alors que les sculptures incrustaient les cannelures du ciment et les éclats du verre de bas et hauts reliefs. Ce procédé architectural a connu une large diffusion pendant l'entre-deux-guerres et lors de la reconstruction, notamment lors des « grands chantiers » lancés par le ministère de l'Instruction pour les lycées et collèges. De nos jours, la présence de ce matériau dans le paysage architectural des lycées pose la question de son repérage et de sa valorisation par les instances de protection du patrimoine. Ces enjeux nécessitent, à travers la vulgarisation des techniques de sa restauration, de reconsidérer sa vocation historique.

Whether they are ribbed, hammered, prismatic or silvered, the glass pavers used in the composition of translucent concrete provide an architectural solution to the quest for light in the thickness of the buildings. This process, which consists in building monolithic forms by amalgamating reinforced concrete beams with glass modules, produces endless mosaics, domes and colourful, transparent canopies that adorn hospitality spaces in the lycées (France's high schools). The representation of these places was conceived by the master builders with a concern for harmony and aestheticism arising from the stylistic influences of the moment. The painters decorating the halls with large shimmering frescoes finished giving perspective and depth to the translucent concrete, while the sculptures inlayed the grooves of the cement and the shards of the glass with low and high reliefs. This architectural heritage became widespread during the inter-war and reconstruction periods, especially during the "grands chantiers", major projects launched by the Ministry of Instructions for the lycées and collèges (French high schools and middle school). Nowadays, the prevalence of this material in the architectural landscape of the lycées raises the question of its location and its enhancement by the heritage protection authorities. These challenges need, through popularisation of its restoration techniques, to reconsider its historical vocation.

INDEX

Keywords : translucent concrete, glass brick, prismatic cavity, reinforced cement, translucent dome, Cristallux, convivial space, Dindeleux establishments, Le Coeur (François), secondary schools, high schools, Lycée Camille-Sée in Paris, Lycée Fresnel in Paris, Lycée Jean-Monnet in Paris, Lycée Jules-Ferry in Paris, Lycée Marcelin-Berthelot in Saint-Maur, translucent wall, glass block, resistance of materials, glass roof

Mots-clés : béton translucide, brique de verre, cavité prismatique, ciment armé, collèges, coupole translucide, Cristallux, espace de convivialité, établissements Dindeleux, Le Cœur (François), lycées, lycée Camille-Sée de Paris, lycée Fresnel de Paris, lycée Jean-Monnet de Paris, lycée Jules-Ferry de Paris, lycée Marcelin-Berthelot de Saint-Maur, paroi translucide, pavé de verre, résistance des matériaux, verrière

AUTEUR

YASSINE KEBIR

Architecte et urbaniste diplômé de l'État, doctorant en histoire de l'architecture à Lille-III

(LACHT / EDSHS)

archis.kebir@gmail.com