

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saad Dahleb Blida 1

Institut d'Architecture et d'Urbanisme

Laboratoire : Environnement et technologie pour l'architecture et le patrimoine ETAP



THESE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT D/LMD

Présentée par :
MERZOUG WISSAM

Sous la Direction de :
CHERGUI Samia
CHEIKH ZOUAOUI Mustapha

TITRE

L'apport du béton au patrimoine colonial moderne en Algérie

Devant le Jury composé de :

- Pr. KENAI Said, Président, Université Saad Dahleb, FSI/Blida1.
- Dr. AICHE Boussad, Examineur, Université Mouloud Maameri, DA/UMMTO.
- Dr. SENHADJI Dalila, Examinatrice, Université d'Oran, DA/USTO.
- Pr. CHERGUI Samia, Rapporteur, Université Saad Dahleb, IAU/Blida1.
- Dr. CHEIKH ZOUAOUI Mustapha, Co-Rapporteur, Université Saad Dahleb, IAU/Blida.

Année universitaire : .2019/2020

RESUME

RESUME :

Depuis le début du XX^e siècle, le béton s'est imposé comme matériau de base dans de nombreuses constructions (églises, immeubles de rapport, bâtiments administratifs, ouvrage d'art, etc.). Les précurseurs du modernisme découvrent les possibilités du béton. Ce dernier a donné naissance à de nouvelles formes car il rend possible différentes solutions techniques à l'image de l'ossature, du porte-à-faux, des coques et des voiles minces. Il se contente d'offrir à l'architecte son extrême disponibilité, sa capacité à résoudre toutes les questions qui lui sont posées et d'innover sans cesse pour se situer au mieux, à la rencontre de l'esthétique, de la technologie et de l'économie pour une typologie d'ouvrages fondamentalement révolutionnaire. L'Algérie après plus d'un siècle de colonisation française, compte sur son territoire un nombre très important de réalisations majeures qui ont marqué son paysage et ont participé à la production d'une tranche de patrimoine spécifique à partir des années trente. Une telle spécificité vis-à-vis de ces œuvres nous pousse à approfondir nos investigations afin de percevoir la traduction des principes de construction et l'interprétation des traditions locales dans une architecture soumise à certaines techniques ainsi que la qualité du matériau.

Ce travail de recherche souhaite démontrer que l'acte de création architecturale tente de s'approprier un patrimoine tantôt mythique, fabriqué ou abstrait pour inventer de nouvelle architecture. De ce fait, Cerner l'impact du béton sur l'enrichissement des typologies architecturales, l'identification des caractéristiques formelles et structurelles et la connaissance de ce répertoire sont nos principaux objectifs. L'influence des précurseurs du modernisme dans la conception et la réalisation de bâtiments modernes en Algérie fera également l'objet de nos investigations. Thématiquement, notre travail dresse une étude monographique basée sur l'analyse historique et descriptive délimitant le contexte de cette production à partir de l'exploitation systématique du support théorique. En outre, il s'attache à une analyse numérique tenant compte des nouvelles normes parasismiques en Algérie effectuée par la méthode des éléments finis sur l'un des exemples étudiés pour déterminer la structure et la technicité de sa réalisation, ainsi qu'une expertise à travers des essais non destructifs pour évaluer la qualité du béton employé.

RESUME

Mots clés : architecture, patrimoine, Algérie, béton, modernité, monographie, analyse numérique, évaluation dynamique.

RESUME

ABSTRACT

Since the beginning of the 20th century, concrete has established itself as a base material in many buildings (churches, apartment buildings, administrative offices, masterpieces, etc.). The precursors of modernism discovered the possibilities of concrete, which has given rise to new forms as it makes possible various technical solutions such as the framework, cantilever, the shells and thin walls. The modernism forerunners discover the possibilities of concrete. It merely offers the architect its extreme availability, its ability to solve all the questions put into it and to innovate constantly to be at the best, to meet aesthetics, technology and economics for a fundamentally revolutionary engineering structure typology. After more than a century of French colonization, Algeria has a very large number of major achievements on its territory that have marked its landscape and participated in the production of a specific slice of heritage from the thirties. Such a specificity with regard to these structures pushes us to deepen our investigations in order to perceive the construction principals translation and the local traditions interpretation, in an architecture subject to certain techniques as well as the material quality.

This research aims to demonstrate that the act of architectural creation attempts to appropriate a heritage that is sometimes mythical, fabricated or abstract to invent a new architecture. As a result, identifying the impact of concrete on the enrichment of Architectural typologies, the identification of formal and structural characteristics and the knowledge of this repertoire are our main objectives. The influence of the modernism forerunners in the design and construction of modern buildings in Algeria will also be the subject of our investigations. Thematically, our work draws up a monographic study based on the analysis context of this production from the systematic exploitation of theoretical support. In addition, it focuses on a numerical analysis, taking into account the new seismic standards in Algeria, carried out by the finite elements method, on one of the studied examples, to determine the structure and technicality of its realization, as well as expertise through non-destructive tests to assess the used concrete quality.

Keywords: architecture, heritage, Algeria, concrete, modernity, monograph, numerical analysis, dynamic evaluation.

ملخص:

منذ بداية القرن العشرين ، أثبتت الخرسانة أنها مادة أساسية في العديد من الإنشاءات (الكنايس ، المباني السكنية ، المباني الإدارية ، المباني الفنية ، إلخ). اكتشفت بواحد الحداثة إمكانات ملموسة للخرسانة.. وقد أدت هذه الأخيرة إلى ظهور أشكال جديدة لأنها تتيح حلولاً تقنية مختلفة مثل الهيكل والتراكب والهيكل والأشعة الرفيعة. بتوافره الشديد ، وقدرته على حل جميع الأسئلة المطروحة عليه يزود المهندس المعماري على الابتكار باستمرار من أجل أن يكون الأفضل سامحا بالتقاء الجمال والتكنولوجيا والاقتصاد من أجل تصنيف ثوري أساسي للأعمال. بعد أكثر من قرن من الاستعمار الفرنسي، بعد أكثر من قرن من الاستعمار الفرنسي تضم الجزائر على أراضيها عدد مهم جدا من الإنجازات الكبرى التي ميزت مناظرها وشاركت في إنتاج شريحة خاصة من تراث المعماري أثناء الثلاثينيات. تدفعنا خصوصية هذه الأعمال إلى تعميق تحقيقاتنا من أجل إدراك مبادئ البناء وتفسير التقاليد المحلية المعمارية التي تخضع لتقنيات معينة بالإضافة إلى جودة.

يهدف هذا العمل البحثي إلى إثبات أن الانجاز المعماري يسعى للتلاؤم مع تراث يكون أحياناً أسطورياً أو مُصنَّعاً أو مجرداً من أجل ابتكار هندسة معمارية جديدة . لذلك ، تحدد تأثير الخرسانة على إثراء النماذج المعمارية ، وتحديد الخصائص الرسمية والهيكلية ومعرفة هذه الذخيرة هي أهدافنا الرئيسية. سيكون تأثير سلائف الحداثة في تصميم وبناء المباني الحديثة في الجزائر أيضاً موضوع تحقيقاتنا. من الناحية الموضوعية ، يرسم عملنا دراسة أحادية تستند إلى التحليل التاريخي والوصفي الذي يحدد سياق هذا الإنتاج انطلاقاً من الاستغلال المنهجي للسندات. بالإضافة إلى ذلك ، يتم إرفاقه بتحليل عددي مع مراعاة معايير الزلازل الجديدة في الجزائر المنفذة بطريقة العناصر المحدودة على أحد الأمثلة التي تمت دراستها لتحديد هيكل وتقنية تحقيقها ، بالإضافة إلى خبرة من خلال الاختبارات غير المتلفة لتقييم جودة الخرسانة المستخدمة

الكلمات المفتاحية: العمارة ، التراث ، الجزائر ، الخرسانة ، الحداثة ، الدراسة ، التحليل العددي ،

التقويم الديناميكي

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Je remercie Allah seigneur du monde, de m'avoir donné l'inspiration et la patience pour mener à bien ce travail...

Je souhaite remercier vivement toutes les personnes qui étaient à l'origine de l'aboutissement de ce travail...

Je suis redevable à ma directrice de thèse, professeur CHERGUI Samia et Docteur CHEIKH ZO'AOUI Mustapha qui ont suivi ce travail avec grand intérêt. Leur regard critique et constructif, leurs orientations avisées et pertinentes, leur rigueur ainsi que leur patience et leur compréhension. Je leur remercie énormément et je leur exprime ma gratitude et ma reconnaissance.

Je voudrais également remercier et exprimer mon profond respect à tous les membres de jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait d'avoir accepté de participer à mon jury et de bien vouloir examiner ce travail et formuler leurs remarques constructives.

Je n'aurais pu mener à bien cette thèse sans l'aide des différents organismes : la Direction de l'Archevêché d'Alger, le Laboratoire National de l'Habitat et de la Construction (LNHC), Cité de l'Architecture et du Patrimoine (Paris), Institut de Recherches et d'Etudes sur les Mondes Arabes et Musulmans (IREMAM), Archives Nationales d'Algérie.

Pour finir c'est à ma famille que je pense, qui est à l'origine de ma réussite, et qui est toujours là pour m'encourager et sans cesse me pousser au sérieux. Mes pensées vont particulièrement à mes parents qui me soutiennent en tout point de vue et par tous les moyens au gré de leur plus cher souhait, celui de me voir réussir mes études. À mes deux frères Hani & Khalil, à mes chères sœurs Lamis Fedwa et Dina, à mes belles sœurs Imene & Asma, à mon beau-frère Walid, à ma nièce Rama et mon neveu Racim, à ma meilleure amie Amina pour son aide et soutien, à ma chère Lydia et Yasmine et à ma tante Wassila.

Aussi, je Dédie cette thèse...

À mon cher Fiancé pour l'amour et l'affection qui nous unissent, priant Dieu le tout puissant de préserver notre attachement mutuel et d'exaucer tous nos rêves.....

À mes meilleures copines Sarah, Imene, Khawla, Darda, Loulou Nesrine et Meissa

TABLE DES MATIERES

RESUME

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX.

INTRODUCTION..... 1

PREMIERE PARTIE : LE BETON ET LE BETON ARME ; ETUDE D'UN PARCOURS

1. LE BETON ; IDENTITE, PREMICES, ET APOGEE

1.1. Historiographie du béton..... 10

1.2. Du béton au béton armé : 16

1.3. L'ingénieries du béton 24

1.4. types de béton..... 34

2. LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

2.1. François Hennebique : 48

2.2. Les frères Perret ; Auguste (1874-1954) Gustave (1876-1952), Claude (1880-1960) : 67

2.3. Entreprises de béton armé : 73

3. L'ARCHITECTURE DU XX^E SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

3.1. L'Architecture du XX^e siècle..... 82

3.2. L'architecture moderne en Algérie : un patrimoine colonial Français..... 111

Deuxième Partie : le béton en Algérie ; témoin d'une nouvelle réflexion architecturale

4. LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

4.1. Politique de l'habitat social : 122

4.2. Les grands ensembles d'Alexis Daure : 124

5. LES EQUIPEMENTS PUBLICS : AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

5.1. Palais de gouvernement-Alger 1929-1930 141

5.2. Hôtel Safir ex Aletti-Alger 1930..... 150

5.3. Le foyer civique- Alger 1930-1935..... 158

TABLES DES MATIERES

5.4. L'hôtel de ville –Alger 1934-1951	164
5.5. L'hôpital régional de Sétif 1936	169
5.6. Le marché couvert de Annaba 1938	176
5.7. L'école des beaux-arts d'Alger – 1950.....	181
5.8. Le Centre Albert Camus, Orléans ville -1955	192
6. LE SACRE-CŒUR D'ALGER : UN LANGAGE FORMEL EN BETON	
6.1. La Cathédrale Sacré-Cœur d'Alger- 1956 :	203
6.2. Caractérisation du béton.....	213
CONCLUSION.....	227
REFERENCES	
ANNEXES	

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX.

Figure 1.1 : Le Panthéon de Rome	11
Figure 1.2 : Le dôme du Panthéon, vue d'intérieure et extérieure.....	11
Figure 1.3 : Pont de Souillac en Dordogne	13
Figure 1.4 : La maison Coignet, à Saint-Denis.....	14
Figure 1.5 : Le phare de Port-Saïd en Egypte.....	16
Figure 1.6 : L'église du Vésinet.....	16
Figure 1.7 : L'immeuble de la rue de Miromesnil à Paris.....	16
Figure 1.8 : La barque de Lambot	18
Figure 1.9 : Brevet déposé pour la fabrication de pots et caisses.....	19
Figure 1.10 : Le réservoir de Clamart	19
Figure 1.11 : L'église Saint-Jean-de Montmartre.....	21
Figure 1.12 : Théâtre les sept collines de Tulle.....	22
Figure 1.13 : Lycée Victor Hugo à Paris.....	23
Figure 1.14 : Axonométrie présentant le système Hennebique.....	24
Figure 1.15 : Courbe contrainte-déformation en compression.....	32
Figure 1.16 : Comportement du béton en traction.	33
Figure 1.17 : Cages des armatures verticales (poteau).....	36
Figure 1.18 : Coffrage d'un élément.....	36
Figure 1.19 : Coffrage des éléments horizontaux fondation et plancher de dalle.....	36
Figure 1.20 : Charpente préfabriqué en béton armé et précontraint.....	38
Figure 1.21 : Escalier préfabriqué en béton.....	39
Figure 1.22 : Schéma d'un dispositif de précontrainte.	40
Figure 1.23 : Zone d'ancrage	41
Figure 1.24 : Mise en place d'un vérin.....	41
Figure 1.25 : Colonnes et panneaux en dentelles en béton haute performance.	42
Figure 1.26 : Le béton fibré avant et après le durcissement.	44
Figure 1.27 : Les différents types de fibres.....	44
Figure 1.28 : Béton projeté pour un mur.....	45
Figure 1.29 : Béton projeté pour une piscine de soutènement	45
Figure 1.30 : L'aspect esthétique du béton autoplaçant.	46
Figure 2.1 : Aperçu de la couverture du premier numéro de la revue juin 1898.....	53
Figure 2.2 : Aperçu de la couverture de la revue montrant la domination de la Belgique.....	54
Figure 2.3 : Aperçu de la couverture de la revue dans son avant dernier numéro.....	55
Figure 2.4 : Aperçu de la rubrique « saviez-vous » de la revue	55
Figure 2.5 : Service des archives du bureau central.	58
Figure 2.6 : Panneau de photographies des ouvrages pour l'exposition universelle de 1913.	58
Figure 2.7 : Immeuble de bureau Hennebique.....	59
Figure 2.8 : La tour de 40m de la villa.....	60

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 2.9 : Vue montrant le jeu de volumes.....	60
Figure 2.10 : Pont Camille-de-Hogues à Châtellerault.....	61
Figure 2.11 : Cité internationale Universitaire.....	61
Figure 2.12 : Pont Hennebique où Mativa à Liège.....	62
Figure 2.13 : Le stade de jeux et le théâtre en plein air de Namur.....	62
Figure 2.14 : Le pont du Risorgimento de Rome.....	63
Figure 2.15 : Vue du Sheldon Building, San Francisco.....	63
Figure 2.16 : Vue sur le Royal Liver Building à Liverpool.....	64
Figure 2.17 : Le musée des antiquités égyptiennes.....	65
Figure 2.18 : Le Palais Hindou pour le Baron Empain.....	65
Figure 2.19 : Préfecture d'Alger actuel siège de wilaya.....	66
Figure 2.20 : Théâtre municipal de Philippeville-Skikda.....	66
Figure 2.21 : Immeuble de rapport d'Alger centre.....	67
Figure 2.22 : Eglise Sacré-Cœur à Constantine. Actuel mosquée d'Istiklal.....	67
Figure 2.23 : Immeuble locatif 25 bis.....	70
Figure 2.24 : théâtre des Champs-Élysées.....	70
Figure 2.25 : Notre Dame de Raincy.....	70
Figure 2.26 : Le palais d'Iéna.....	70
Figure 2.27 : Vue sur le centre-ville du Havre après la reconstruction.....	71
Figure 2.28 : Cathédrale Sacré-Cœur d'Oran.....	72
Figure 2.29 : Lycée de jeunes filles, Constantine.....	72
Figure 2.30 : Le pont Hardi et la chocolaterie Menier.....	74
Figure 2.31 : Pont de la Libération Villeneuve-sur-Lot.....	76
Figure 2.32 : Pont de Saint-Pierre-du-Vauvray.....	76
Figure 2.33 : Un pieu franki coulé en place.....	78
Figure 2.34 : la Résidence Palace à Bruxelles.....	78
Figure 2.35 : L'opéra de Sydney en Australie.....	78
Figure 2.36 : Couverture du Marché central d'Algésiras.....	80
Figure 2.37 : Couverture de la tribune de l'hippodrome de la Zarzuela.....	80
Figure 3.1 : Le Stock Exchange Building à Chicago.....	84
Figure 3.2 : La maison Robie à Chicago.....	84
Figure 3.3 : Le Home Insurance Building à Chicago.....	85
Figure 3.4 : l'hôtel d'Emile Tassel à Bruxelles par Horta.....	88
Figure 3.5 : L'hôtel Lutetia à Paris par Boileau.....	88
Figure 3.6 : Casa Batllo de Gaudi à Barcelone.....	88
Figure 3.7 : Le Wightwick Manor par Edward en Angleterre.....	88
Figure 3.8 : L'hôtel Métropole par William Walcot à Moscou.....	89
Figure 3.9 : La cité weissenhofsiedlung.....	95
Figure 3.10 : Le couvent de la Tourette.....	95
Figure 3.11 : La villa Savoye.....	95
Figure 3.12 : Le toit terrasse de la cité Radieuse.....	95
Figure 3.13 : L'école du Bauhaus vue du ciel.....	98
Figure 3.14 : L'école du Bauhaus vue de face.....	98
Figure 3.15 : le Pavillon Allemand de Barcelone en 1929.....	98

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 3.16 : Le pavillon soviétique pour l'exposition internationale des arts décoratifs et industriels modernes à Paris.	99
Figure 3.17 : La centrale hydroélectrique du Dniepr en Ukraine.	99
Figure 3.18 : Palais des Assemblées du Pendjab	102
Figure 3.19 : Le Kimball Art Museum.....	102
Figure 3.20 : Le 550 Madison par Philip Johnson.....	102
Figure 3.21 : Le pont de Salginatobel en Suisse	104
Figure 3.22 : Le pont Albert-Louppe.....	104
Figure 3.23 : Le siège de la Johnson Wax.....	104
Figure 3.24 : Villa sur Cascade	104
Figure 3.25 : Palazzeto de Rome.	106
Figure 3.26 : Le restaurant Los Manantiales.	106
Figure 3.27 : La Tour Einstein, Potsdam	106
Figure 3.28 : Immeuble lamelliformes de Gropius.	107
Figure 3.29 : L'Aéro-habitat à Telemly Alger.	120
Figure 4.1 : Vue sur l'ensemble de Diar Saada de Pouillon.....	124
Figure 4.2 : La tour cylindrique Dar El Kef d'Alexis Daure.	126
Figure 4.3 : Vue sur la façade postérieure de la cité Diar El Afia	129
Figure 4.4 : Vue en plan des cellules	129
Figure 4.5 : Plan de masse de la cité Diar El Afia sur le plateau des Annassers d'Alger.....	129
Figure 4.6 : Vue sur l'ensemble de la cité Concorde I.....	131
Figure 4.7 : Vue sur le plan de masse de la cité La Concorde I.....	131
Figure 4.8 : Façade coursive Nord-Ouest de La Concorde I.	131
Figure 4.9 : Plan de cellule de la cité La Concorde I.	132
Figure 4.10 : Vue d'ensemble sur l'escalier de desserte montrant la pente du terrain	133
Figure 4.11 : Cellule type duplexe du niveau supérieur.....	134
Figure 4.12 : Vue sur la façade de la cité El Bir	135
Figure 4.13 : Plan de masse de la cité El Bir et vue sur la façade nord-ouest de la cité El Bir.....	136
Figure 4.14 : Plan des cellules type de la cité El Bir.....	136
Figure 4.15 : Vue sur la façade principale de la cité Bel Air de Sétif.....	137
Figure 4.16 : Plan de masse de la cité Bel Air de Sétif	137
Figure 4.17 : Cellule type de la cité Bel Air	138
Figure 5.1 : L'accessibilité du palais du gouvernement	145
Figure 5.2 : Volumétrie du palais du gouvernement.....	146
Figure 5.3 : Vue sur la cour d'honneur.....	147
Figure 5.4 : Plan du rez de chaussé.....	148
Figure 5.5 : Plan du premier étage	148
Figure 5.6 : Vue sur la façade principale.....	149
Figure 5.7 : Une fiche qui montre le programme du casino durant un week-end	152
Figure 5.8 : Situation de l'hôtel dans la façade de front de mer	153

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 5.9 : Vue d'ensemble du casino municipal d'Alger, sur le boulevard de la république entre le passé et le présent.	154
Figure 5.10 : Le hall d'accueil en 1930 et le hall d'accueil en 2015	154
Figure 5.11 : Vue de l'intérieur de la salle El-Mouggar	156
Figure 5.12 : Vue sur le jardin terrasse et la baie d'Alger depuis une chambre de 4ème étage.....	156
Figure 5.13 : Les éléments de la façade de la rue Asselah Hocine	157
Figure 5.14 : Décomposition de la façade sur le boulevard de la république	157
Figure 5.15 : La construction du casino en Avril 1929, utilisant le system frankignoul	158
Figure 5.16 : le maire d'Alger pose la première pierre accompagnée par Claro.....	160
Figure 5.17 : L'entrée principale du foyer civique actuel UGT	161
Figure 5.18 : Composition volumétrique de l'ensemble.	161
Figure 5.19 : Décoration du foyer civique.....	162
Figure 5.20 : Photographie montrant les pilotis et l'entrée.....	162
Figure 5.21 : Une vue sur l'intérieur du foyer civique	163
Figure 5.22 : Composition de l'ensemble	166
Figure 5.23 : Façade de l'Hôtel de ville en 1954	167
Figure 5.24 : Plan général du nouvel Hôtel de ville	169
Figure 5.25 : Entrée principal par le bâtiment d'accueil entre passé et présent	171
Figure 5.26 : Composition volumétrique de l'ensemble	172
Figure 5.27 : Vue sur les façades du bâtiment principale	173
Figure 5.28 : Mur en élément moulé	173
Figure 5.29 : Détails de façade du bâtiment d'entrée.....	173
Figure 5.30 : Vue en plan du rez-de-chaussée	175
Figure 5.31 : Vue en plan du premier étage	175
Figure 5.32 : Situation du marché couvert d'Annaba	177
Figure 5.33 : La rotonde du palais d'Iena et le minaret de l'église de Raincy	178
Figure 5.34 : Ensemble volumétrique montrant le jeu de volume de la toiture	178
Figure 5.35 : Détails de la façade de l'Emir Abdelkader	179
Figure 5.36 : Organigramme spatial du marché.....	179
Figure 5.37 : Matériaux et système structurel du marché couvert	180
Figure 5.38 : Plan des entités fonctionnelles avant modification.....	184
Figure 5.39 : Composition volumétrique de l'ensemble	184
Figure 5.40 : Aménagement de la cour d'honneur et la cour qui donne sur la baie d'Alger	186
Figure 5.41 : aménagement de la cour dallée	187
Figure 5.42 : Vue en plan du sous-sol	187
Figure 5.43 : Vue en plan du rez-de-chaussée	188
Figure 5.44 : Détail du troisième étage.....	188
Figure 5.45 : Les éléments de la façade principale.	190
Figure 5.46 : La mise en valeur de la structure sur les façades	191
Figure 5.47 : Plan de situation du centre.....	194
Figure 5.48 : Implantation du bâtiment par rapport à la pente	195
Figure 5.49 : Composition de l'ensemble du centre Albert Camus	196
Figure 5.50 : Vue en plan du centre culturel	197
Figure 5.51 : Vue sur le centre de manifestations en plein air	198
Figure 5.52 : Béton banché utilisé dans le centre culturel.	199
Figure 5.53 : Exemple de plancher sur plaques d'Heraklit	200

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 6.1 : Vue d'ensemble de la cathédrale Sacré-Cœur de Jésus d'Alger.....	203
Figure 6.2 : Vue intérieur des voiles en forme de V	207
Figure 6.3 : La nef	207
Figure 6.4 : Vue de l'ouvrage en construction	207
Figure 6.5 : Principe de tracé des futs et poteaux.	207
Figure 6.6 : Base des porteurs verticaux	208
Figure 6.7 : Vue en plan générale.....	209
Figure 6.8 : Le narthex et chœur sont fermés par des murs en béton armé	209
Figure 6.9 : Piliers coniques évasés vers le haut.....	209
Figure 6.10 : Détail d'isolation thermique et acoustique.	211
Figure 6.11 : Représentation schématique de l'infrastructure.	212
Figure 6.12 : Modélisation des points d'appuis.	215
Figure 6.13 : Modélisation de la structure en éléments finis avec le modèle Shell.....	215
Figure 6.14 : Mesures en transparence.....	219
Figure 6.15 : mesure au scléromètre	220
Figure 6.16 : La résistance du béton R en fonction de R (indice de rebondissement) et V (vitesse ultrasonique).....	224
Figure 6.17 : Courbes -ISO- donnant les résistances pour un béton de référence.	225
Tableau 4.1 : L'ensemble des réalisations de Daure et Béri en Algérie.	127
Tableau 6.1 : Rappel de quelques séismes ayant frappés la région	213
Tableau 6.2 : Fréquences et périodes propres.....	216
Tableau 6.3 : Déplacements de niveaux	217
Tableau 6.4 : Correction de l'indice de rebondissement en fonction de l'angle	220
Tableau 6.5 : Résultats de l'essai ultrasonique	221
Tableau 6.6 : Vitesses de référence allemandes	222
Tableau 6.7 : Vitesses de référence canadiennes	222
Tableau 6.8 : Résultats de l'essai au scléromètre.	223
Tableau 6.9 : Récapitulation de la résistance estimée par la courbe ISO sur chaque point.....	224

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Introduction :

Si l'acier s'est substitué aux constructions en bois du XIX^e siècle, au début du XX^e siècle, c'est plutôt le béton qui a remplacé la pierre tout en diffusant l'essor d'une nouvelle révolution en termes de construction d'infrastructures indispensables permettant toutes techniques plastiques et esthétiques. Ce nouveau procédé s'est rapidement révélé comme matériau incontournable, faisant face à l'explosion démographique, qu'ont connu les deux derniers siècles, par la réalisation de nombreux ouvrages d'art et de logements, à l'instar des bâtiments publics, des halls industriels, des immeubles d'habitations ou des ponts [1]. Connu par sa résistance mécanique, ses caractéristiques techniques, son faible coût, sa résistance au feu, sa grande capacité d'inertie thermique et sa meilleure isolation acoustique, le béton offre d'excellentes conditions de sécurité, de confort et d'hygiène.

Inventé par les ingénieurs, le béton a progressivement été investi par les architectes les plus prestigieux de l'époque. Étant coulé et moulable, ces derniers l'ont considéré comme outils d'expression plastique qui permet d'imaginer des formes libres et de réaliser des constructions audacieuses en lui accordant non seulement le rôle d'un matériau de construction mais aussi un matériau d'architecture. En effet, le développement des techniques du béton et de la variété des types d'éléments qu'il offre, a permis la couverture de grands espaces par des arcs et des voiles minces. Force est de constater par ailleurs que tout en étant économique et rapide, sa préfabrication et sa standardisation répondent parfaitement aux grands programmes de logement. Ces progrès techniques du développement de l'industrie sous l'essor de ce nouveau matériau ont permis l'apparition de réflexions inédites annonçant l'amorce d'une architecture moderne qui s'est étalée de l'après-guerre jusqu'aux années 1970.

En outre, l'Algérie considérée comme l'horizon commun d'innombrables cultures aussi bien locales qu'importées, le paysage urbain de ses villes révèle, à ce titre, notamment une architecture récente de style néo-classique, néo mauresque, art déco et moderne, que véhicule un patrimoine colonial aussi bien riche que varié témoignant d'un échange d'influences pendant une période significative de l'histoire particulièrement celle du XX^e siècle [2]. Ce dernier a marqué un tournant important pour Alger, Oran, Annaba et bien d'autres villes d'Algérie sous la commande de la

INTRODUCTION

colonisation française. Figurant parmi les pays pionniers dans l'ingénierie du béton et le développement des théories et principes du modernisme, la France a fait de ces villes de véritables laboratoires pour l'expression du mouvement moderne. Un courant qui a influencé la production architecturale et a porté une empreinte méditerranéenne sur la scène algérienne, notamment celle d'Alger.

En effet, nombreux sont les travaux autour de cette question de production coloniale, réalisée à partir de 1930, qui a bouleversé l'histoire de l'architecture en Algérie à travers ses typologies architecturales et ses formes exportées de la métropole. Aiche Boussad aborde dans sa thèse l'effet du fondement relatif aux courants architecturaux principalement du modernisme sur la production algéroise et l'émergence de nouvelles figures pendant les années trente [3]. Dans son ouvrage « Alger politique urbaine », Zohra Hakimi montre, à son tour, que les résultats de la célébration du Centenaire, en l'honneur de la France et à la gloire de ses cent ans de présence coloniale en Algérie, représente une occasion privilégiée pour constater l'évolution du pays [4]. Ainsi, l'analyse des travaux de recherche sur les festivités du centenaire dévoilent le programme ambitieux des réalisations qui a été lancé pour célébrer cet événement et afin de faire surtout d'Alger la capitale de l'Afrique du Nord. Un tel programme a offert au pays l'occasion de devenir un vaste champ d'expérimentations d'idées nouvelles [5], sous le crayon des architectes à tendance moderniste, lesquels ont présenté des projets nouveaux, d'esprit moderne inspirés du classicisme structurel de Perret et des principes et théories de Le Corbusier [6]. Ce même programme a initié aussi une série de grandes réalisations théâtrales, administratives, sportives et résidentielles sur tout le territoire, principalement à Alger, visant à fonder l'unité méditerranéenne [7]. Plusieurs articles évoquent certains discours ayant trait à ce style architectural adopté qui a garanti un caractère durable sans bouleverser le fond traditionnel. Jean Cottureau publie dans la revue chantier nord-africain son article intitulé « vers une architecture méditerranéenne » tandis qu'Henri Sauvage écrit à son tour à propos « des tendances de l'architecture moderne » [8]. Il convient de noter que la production d'ouvrages et de bâtiments exceptionnels bien conçus et réalisés en béton et qui ont particulièrement bien résisté à l'épreuve du temps attestent non seulement des potentialités du matériau, mais font partie aujourd'hui de nos biens culturels immobiliers.

Problématique

A la rencontre de l'esthétique, de la technologie et de l'économie pour une typologie d'ouvrages fondamentalement révolutionnaire, le béton en tant que symbole de l'architecture moderne a fait rêver les architectes de cette ère à la recherche d'une diversité de types de structure. Les précurseurs du modernisme ont donné naissance à des formes innovantes produisant une tranche de patrimoine colonial qui fait preuve d'une audace et d'une diversité architecturale. En s'inscrivant dans la continuité des recherches d'Aïche Boussad, traitant les figures de la modernité architecturale des années trente, la présente thèse propose un descriptif détaillé autour de cette question mettant en valeur le rôle du matériau introduit dans la réalisation typo-formelle des équipements publics et de l'habitat social pendant les années trente, quarante et cinquante. Notre travail vise particulièrement à mettre en lumière les protagonistes de ce nouveau matériau et les acteurs précurseurs de cette tendance moderne dans un contexte pluridisciplinaire, à dimension architecturale, historique et d'ingénierie, afin d'identifier les techniques de conception que le béton se propose d'offrir et de cerner son impact sur la formulation d'une catégorie architecturale spécifique. On peut donc, à juste titre affirmer qu'en Algérie, la notion de ce patrimoine architectural associé à cette période, est fortement une problématique.

Autour de cette problématique générale, deux questionnements se posent :

-Qui sont les acteurs précurseurs de cette tendance et quels sont les ouvrages majeurs qui symbolisent l'architecture moderne en béton ?

-Quelles sont les techniques de conception architecturales, les caractéristiques et les potentialités structurelles du béton qui ont permis la réalisation de cette catégorie de patrimoine ?

Objectif et Etat de l'art

La naissance d'une nouvelle architecture dite coloniale moderne faite à base de béton armé a produit des œuvres non seulement d'une grande qualité esthétique et technique mais aussi avec des valeurs qui peuvent lui conférer le statut de patrimoine. Tirant profit des recherches effectuées dans différents champs scientifiques, à l'instar d'Aïche Boussad sur la culture architecturale et le rôle des

INTRODUCTION

architectes algérois, pendant les années 1930, et sur la politique et les règlements urbains de la production de cette période établie par Zohra Hakimi et Said Almi, notre recherche s'oriente vers la mise en valeur des caractéristiques du cadre bâti entre 1930 et 1960, non seulement sur Alger, mais dans plusieurs villes d'Algérie. La recherche se focalise principalement sur l'étude du béton en tant que nouveau matériau qui a marqué l'histoire architecturale du pays durant cette période. En effet, notre objet de recherche se construit autour des objectifs suivants :

- Etude du parcours du béton et plus particulièrement de ses protagonistes
- Identification des techniques et des types de structures offerts par le béton.
- Le rôle du béton dans l'introduction d'une nouvelle expression architecturale
- Identification des caractéristiques formelles et structurelles des édifices représentant le pouvoir colonial
- Cerner l'impact du matériau béton sur la formulation de ce patrimoine moderne.

Dans ce contexte relatif à l'architecture produite à partir des années 1930 jusqu'à l'indépendance, la majorité des recherches abordent seulement la première décennie ou la période entre les deux guerres et se focalisent sur la production algéroise. En effet, les travaux de J.J Deluz [9], N.Oulebsir [6], Roland Simounet [10], Myriam Bacha [11] et de Nabila Cherif [12] traitant l'évolution de l'urbanisme d'Alger durant la période moderne, ont permis d'alimenter la phase de l'analyse historique du corpus d'étude et de comprendre les paramètres induisant l'émergence et l'évolution du mouvement moderne. Ainsi l'exploitation des sources archivistiques inédites jamais exploitées ont été étudié mettant l'accent sur la production du logement social pendant les années 1950¹ La phase de l'analyse descriptive de quelques édifices sera alimentée par des travaux de recherches scientifiques à l'exemple d'A. Henni-Chebra [13], A. Djaileb [14], F. Achir [15], S. Bertaud du Chazaud [16], M. Foura Mohamed [17] et par les articles publiés par René Janon, René Lespes et Jean Coterrau dans la Revue Chantier Nord-Africain pour compléter les études monographiques².

¹ Il s'agit d'un ensemble d'archive des architectes DPLG, dont une copie se trouve au niveau de la bibliothèque du centre d'étude diocésain et portant sur les œuvres conçues par Alexandre Daure et Henri Beri dans le cadre du programme de logement social

² Revue Chantier Nord-Africain, année 1934, 1935, 1937 et 1938.

INTRODUCTION

Par ailleurs, ce qui distingue notre recherche c'est son axe d'ingénierie orienté vers l'analyse historiographique du matériau. De ce fait, les travaux de Bernard Espion [1], Jacques Gubler [18], Antoine Picon [19], Makhoulouf Nadia [20], Joseph Abram [21] et de Philippe Potié & Cyrille Simonnet [22] s'imposent.

Les études de Gwenaël Delhumeau portées sur les Hennebiques [23], l'ouvrage «Les frères PERRET, l'œuvre complète » de Maurice Culot [24], David Peycere et Gilles Ragot et la Revue Le Béton Armé, Organe des Concessionnaires et Agents du Système Hennebique³, vont alimenter la recherche menée sur les protagonistes du béton armé. Ainsi, un protocole d'évaluation de l'état structurel et du comportement mécanique du béton employé dans la construction de la Cathédrale Sacré-Cœur d'Alger, exemple particulièrement significatif de l'apport de ce nouveau matériau à l'expression architecturale moderne de l'équipement de culte, sera élaborée en s'appuyant sur les études similaires de Dora Foti [25], Sigrid Adriaenssens [26] et de M. T. Cristofaro [27].

Cadre théorique et hypothèses de recherche

A la fois économique, monolithique, indéformable et défiant les incendies, le béton convient à la structure aussi bien d'ailleurs qu'aux couvertures, aux terrasses ou encore au décor. Depuis son avènement, il a montré son adaptation formelle et structurelle grâce aux propriétés de ses constituants. En effet, les protagonistes de ce nouveau procédé ont cherché à forger un nouveau style architectural qui exprime ses possibilités techniques en développant des approches sur des nouveaux types de béton à l'exemple du précontraint et du préfabriqué. L'expression de ces derniers a offert aux architectes et ingénieurs l'occasion d'innover de nouvelles formes et de nouveaux types structuraux à l'image de l'ossature, du porte à faux, des coques et des voiles minces annonçant l'émergence d'une architecture moderne dans toute l'Europe et principalement en France.

Par ailleurs, l'Algérie a vécu, à l'ère coloniale, comme tout autre pays, l'émergence de cette architecture moderne faite à base de béton à travers la réalisation d'un programme très riche. Cette stratégie volontairement axée sur la promotion de l'architecture moderne a été lancée par l'administration coloniale fixant son choix sur

³ Revue LE Béton Armé, Organe Des Concessionnaires et Agents du Système HENNEBIQUE. Revue mensuelle parut de 1898 jusqu'à 1939.

INTRODUCTION

des architectes proches de la section algérienne de la Société d'Architectes Modernes (SAM). Cependant, faisant du pays un champ d'expérimentation pour exprimer les potentialités du béton à l'essor du modernisme, cette diversité architecturale participe à la composition d'une tranche du patrimoine colonial couvrant la période de 1930 à 1960.

Au regard de la problématique que nous nous sommes posés, deux hypothèses sont proposées :

- le contexte de la production moderne en Algérie dépend des événements qui se sont déroulés en France et dans le monde et se soumet principalement à l'influence du structuralisme classique de Perret et des théories et des principes de Le Corbusier. Ces deux facteurs sont clairement interprétés dans les immeubles de rapport, les églises, les bâtiments administratifs, les logements, les équipements de loisirs et les monuments commémoratifs, réalisés entre les deux-guerre et après-guerre.
- l'invention de nouvelles réflexions structurelles, le développement des approches constructives et l'amélioration des caractéristiques physiques et mécaniques du béton ont permis de produire une nouvelle expression formelle.

Méthodologie et déroulement de la recherche

Sur la base des hypothèses préalables, le présent travail de recherche sera élaboré suivant deux étapes :

-la première étape aborde d'abord l'aspect théorique qui récapitule les notions liées à notre sujet de recherche puis passe à l'analyse du contexte de l'architecture moderne exprimé par le béton à l'échelle internationale et nationale. Dans la perspective d'élargir les connaissances sur l'origine de ces deux concepts, un support documentaire a été construit résultant de la collecte de :

Ouvrages : collectés depuis la consultation de plusieurs centres de recherches et bibliothèques dont ; le centre diocésains d'Alger, le centre culturel français d'Alger, le centre de documentation historique sur l'Algérie, CDHA de Marseille, la bibliothèque de l'IREMAM à Marseille, la bibliothèque de l'EPAU, la bibliothèque de la cité Chaillot à Paris, etc... Cette catégorie comprend principalement les ouvrages

INTRODUCTION

généraux portant sur l'architecture moderne, sur le béton et des ouvrages spécifiques sur l'histoire, l'architecture, le modernisme et le patrimoine en Algérie.

Revue et périodiques : Notre intérêt a porté sur le support de presse de la revue « Le Béton Armé » d'Hennebique qui représente une source documentaire unique sur l'histoire du béton ainsi que de la revue « Chantiers nord-africains », un périodique apparu pendant les années trente qui tente à représenter la nouvelle architecture par la publicité des doctrines modernistes à travers des articles traitant majoritairement la production architecturale en Algérie affiliée à l'architecture moderne et au style méditerranéen. Elle est structurée d'articles dont les membres sont des architectes et des urbanistes comme : Xavier Salvador, Marcel Latuilière, Léon Claro, René Lespes, Paul Guion.

Archives : il s'agit de l'exploitation des sources archivistiques pour alimenter la recherche par des informations parfois inédites pour comprendre et identifier le contexte du cadre bâti. En effet, cette exploitation a été élaborée au sein du centre d'archives d'outre-mer (ANOM) à Aix en Provence, en France, des archives de l'archevêché d'Alger-Centre et au Centre national d'archive à Birkhadem, A la section des archives au Centre des Glycines à Alger.

Travaux de recherches : cette catégorie de documentation comprend les mémoires, les thèses, les articles, les actes de colloques et les rapports disponibles au niveau des bibliothèques, des instituts universitaires et en format numérique sur des sites web et bases de données. L'analyse de ces documents a permis d'enrichir la recherche par rapport à son aspect historique, architectural et expérimental porté sur l'ingénierie du matériau.

Sites web : illustre un outil informatique qui dispose de bibliothèques et revues numériques accessible en free ou par abonnement.

Cette base théorique servira à construire un fond sur lequel s'appuie la phase opérationnelle de la recherche.

-la deuxième étape sera divisée en deux catégories d'investigations : la première sera consacrée à une approche monographique du corpus d'étude reposant sur l'articulation entre une analyse critique et interprétée des sources historiques, d'une part, et une description synthétique de nos observations ressorties au cours de

INTRODUCTION

l'étude et relatives aux caractéristiques, architecturales, formelles et esthétiques des œuvres, d'autres part, afin de montrer l'interprétation des principes du modernisme sur l'aspect conceptuel et structurel. La seconde investigation sera orientée vers la caractérisation du matériau en termes de performance. Elle s'appuie sur l'exploration des données archivistique recueillies, pour évaluer en premier lieu le comportement structurel par un modèle préliminaire tridimensionnel d'éléments finis à l'aide du logiciel de calcul approprié ROBOT BAT. Ainsi, pour évaluer les caractéristiques et la qualité du béton par la méthode des essais non destructif à l'aide d'une auscultation dynamique à l'ultrason et au scléromètre.

Structure de la thèse

Notre méthode d'approche nous a conduit à présenter notre recherche dans un enchainement évolutif appuyé sur de deux parties dont chacune s'articule autour de plusieurs chapitres.

La première partie illustre une approche théorique et conceptuelle constituée de trois chapitres qui retracent l'historicité et l'évolution du béton par les spécialistes ainsi que l'émergence du modernisme sous son expression.

Il s'agit en premier lieu d'étudier et d'analyser le parcours du béton depuis sa découverte jusqu'à son apogée, notre approche se développe dans le temps selon l'évolution du matériau. En effet, ce chapitre témoigne la naissance du béton, sa formulation, son évolution et le développement de ses différents types.

En second lieu nous allons mettre en lumière la diffusion du béton armé par les entreprises pionnières de ce matériau dont les plus connues sont les Hennebique et les Perret frères. Ce chapitre vise à identifier les techniques et les systèmes développés par les précurseurs qui ont permis de forger un nouveau style architectural propre à ce matériau tout en offrant une structure monolithique

En troisième lieu, nous allons explorer les contextes international et national qui régissent notre thème. De ce fait, la première analyse sera portée sur la chronologie d'émergence du mouvement moderne dans le monde, principalement en France et sur l'expression formelle introduite par le béton. Dans un second temps, il sera question de l'étude du contexte du modernisme en Algérie en termes d'architecture et d'urbanisme sous l'influence de ses pionniers (Perret et Le Corbusier).

INTRODUCTION

La deuxième partie de la thèse est consacrée à une approche méthodologique et opérationnelle. Elle a pour objectif d'identifier les figures emblématiques qui ont marqué le paysage Algérien en termes d'architecture et d'urbanisme moderne et de mener des investigations *in-situ* pour cerner l'impact du béton sur la typomorphologie de ces ouvrages et identifier ses caractéristiques. Cette partie sera divisée en trois chapitres :

Le premier chapitre traite une analyse historique sur la politique de l'habitat en Algérie et le programme lancé par la municipalité dans le cadre de la production en masse. Ce chapitre exploite pour la première fois des archives inédites d'Alexis Daure, un architecte moderne qui a marqué la production Algérienne par la réalisation des Grands ensembles pendant les années cinquante.

Le deuxième chapitre dresse une monographie approfondie des édifices publics qui permettra de comprendre le contexte historique de ce patrimoine en béton à travers les différentes lectures et analyses documentaires. Ainsi, l'analyse descriptive va nous démontrer l'expression architecturale à travers la lecture des œuvres (implantation, organisation spatiale, composition des façades...) et les paramètres structuraux à travers une étude des technicités du matériau pour identifier ses caractéristiques formelles et structurelles et tirer les principes du modernisme introduits dans chaque œuvre.

Le troisième chapitre détaille l'étude de la Cathédrale Sacré-Cœur de Jésus d'Alger. Ce chapitre comprend deux approches dont la première sera élaboré sur une monographie bien détaillée reposant sur des analyses historique et descriptive pour étudier le contexte et les caractéristiques architecturales à travers l'exploitation des archives de l'archevêché. Tandis que la deuxième s'attachera à une analyse numérique (modélisation) effectué par la méthode des éléments finis pour déterminer la structure et la technicité de réalisation de la basilique et vérifier sa stabilité conformément aux normes parasismiques actuelles, ainsi qu'une campagne d'essais dynamique non destructifs par l'ultrason et le scléromètre pour vérifier la qualité du béton.

À l'issue de ces deux parties, une conclusion générale est formulée pour répondre aux questionnements posés et vérifier nos hypothèses de recherche.

1. LE BETON ; IDENTITE, PREMICES, ET APOGEE

Introduction

Dans sa mise en œuvre, qui remonte à la haute antiquité, le béton a été fabriqué à partir d'un mélange de liant hydraulique (ciment), d'agréments (sable et gravier) et d'eau. La quantité de brevets déposée par les inventeurs a montré le succès des systèmes du béton (système Cottancin, Hennebique...), ce que lui a permis de s'imposer dans le monde du bâtiment et des travaux publics.

L'évolution des connaissances autour du béton et les besoins économiques ainsi que techniques ont incité les chercheurs à développer une diversité d'applications et de nouvelles méthodes de formulation introduisant des produits (armature, acier, fibre, addition minérale) qui permettent d'améliorer les propriétés et le comportement du béton.

Très vite, il est devenu un matériau révolutionnaire irremplaçables dans tous les secteurs de construction dont les bâtiments (résidentiels ou industriel) et les ouvrages d'art (pont, barrage, piste d'atterrissage...). C'est le matériau utilisé par excellence à l'échelle mondiale.

1.1. Historiographie du béton

1.1.1. Naissance du béton :

L'histoire du développement du béton de ciment remonte à l'antiquité romaine dont ces derniers l'utilisaient dans de nombreux bâtiments de la Rome antique qui témoignent de la résistance de leurs constructions. Ainsi, l'origine de ce matériau s'associe au premier liant issu d'un mélange de chaux grasse et de pouzzolanes (cendres volcaniques), permettant d'ériger des structures extraordinairement durables [28].

1.1.1.1. Chez les romains :

Si on veut réellement dater la naissance du matériau Béton, la coupole gigantesque du Panthéon de Rome, construite au I^{er} siècle avant J.C, semble constituer une référence reconnue en étant premier ouvrage significatif du béton coulé en place. Avec un diamètre de 43.3 m, elle reste la coupole la plus grande du monde en béton non armé (Fig1.1 et 1.2).

Depuis l'antiquité, le principe du béton a été familier pour les Romains. Ces derniers ont maîtrisé son usage dès la première ère en faisant calciner le calcaire et le

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

transformant en chaux vive. Ils fabriquaient des liants hydrauliques, de sorte qu'ils fassent prise sous l'eau, en mélangeant cette matière obtenue (chaux) à des minéraux siliceux comme la brique pilée ou la roche volcanique de pouzzolane [29](cendres volcanique provenant de Pozzuoli, dans la baie de Naples).

Cette découverte leur a permis de construire des ports protégés par des jetées en béton qui faisait prise sous l'eau. Mais ce savoir-faire et cet art du ciment romain s'est vite perdu au moyen Age, et ce n'est qu'à la fin du XVIII^e siècle que des ingénieurs l'ont redécouvert suite à la nécessité de trouver des liants hydrauliques à petit coût pour le développement structurel d'infrastructure [18](ponts, routes, canaux, équipements portuaires).



Figure1.1 : Le Panthéon de Rome

Source : <https://polychromieblog.wordpress.com/2016/04/28/le-pantheon-de-rome/>



Figure1.2: Le dôme du Panthéon, vue d'intérieure et extérieure.

Source : <http://www.rome-passion.com/pantheon.html>

1.1.1.2. Chez les français

a. Louis Vicat 1786-1861 :

Afin de jeter les premières bases de compréhension de l'hydraulicité du ciment, il convient de revenir aux travaux du Français Louis Vicat, datant du début du XIX^e siècle. A partir de ses études sur les mortiers utilisés par les Romains dans la construction des ponts sur tout le pourtour de la Méditerranée, l'auteur a su que ces derniers utilisaient des pouzzolanes comme matière première.

Le progrès de la chimie a permis à Vicat d'établir ce que John Smeaton (1724-1792) avait entrevu, cet ingénieur anglais qui avait besoin d'un mortier faisant prise rapidement lors d'une reconstruction d'un phare sur roche [1]. En faisant des expériences systématiques avec des chaux, il découvre toutefois que les chaux les plus hydrauliques ne sont pas faites avec des calcaires purs mais avec des roches marneuses contenant un peu d'argile. Parallèlement aux travaux de ce dernier, Vicat découvre les propriétés des mortiers de ciment en mélangeant artificiellement des roches argileuses et du calcaire, et en soumettant le tout à cuisson après homogénéisation [18].

A l'occasion de la construction du pont de Souillac en Dordogne entre 1812 et 1822 (Fig1.3), Vicat s'est chargé de sa construction en qualité d'ingénieur des ponts et chaussées. Il travaillait sur la mise au point du nouveau mortier pour réaliser des piles en rivière. En effet, la lente construction du pont à cause du financement lui a permis de profiter du temps pour étudier l'hydraulicité des chaux et en 1818, Vicat élabore la théorie de l'hydraulicité qui précise les proportions des différents composants ; argile Alumine (Al_2O_3) et Silice (SiO_2) ; nécessaires à la constitution du ciment artificiel lors de la cuisson [20]. Vicat ne dépose pas de brevet, ses travaux et ses découvertes vont permettre l'essor de l'industrie cimentière pour la construction de quais, phares, ouvrages maritimes nécessitant l'emploi d'un mortier hydraulique capable de résister à la fois aux effets mécaniques des tempêtes et à l'attaque chimique de l'air et de l'eau de mer et aux milieux corrosifs [30]. Cependant, le premier brevet de fabrication de ciment est déposé par l'Ecossais Joseph Aspdin en 1824, au moment où il a obtenu réellement après cuisson et broyage des nodules vitrifiés (clinker) cette poudre grise que l'on appelle Ciment.

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

En 1828, à Argentat, Louis Vicat réalise un pont suspendu qui démontre la qualité de son ciment, puis il parcourt la France afin de découvrir plus de trois cents carrières capables de fournir ces chaux hydrauliques. En 1833, le polytechnicien, Pavin de Lafarge, installe des fours à chaux au Teil,. et en 1848, Dupont et Demarle ont créé la première usine de ciment à Boulogne-sur-Mer [18].

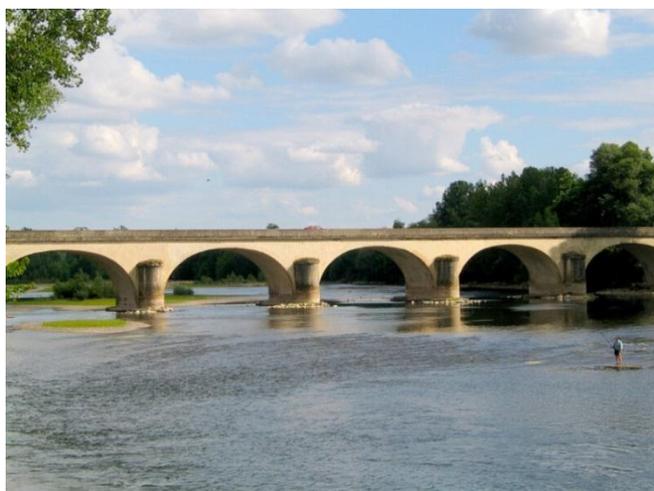


Figure 1.3: Pont de Souillac en Dordogne

Source : Charles Legueltel, https://bybeton.fr/grand_format/pont-louis-vicat-aux-origines-ciment-industriel

b. François Coignet 1814-1888

L'industriel lyonnais, François Coignet, qui a marqué son époque et qui a marqué la ville de Saint-Denis, est non seulement un fabricant de produits chimiques avec sa famille, mais, il porte également un intérêt pour les matériaux. La création d'une filiale de produits chimiques à Saint-Denis en 1851, lui fournit l'occasion de développer de nouvelles techniques et méthodes constructives qu'il appellera «béton moulé » puis «béton aggloméré » [31]. Les développements du béton débutent dans les années 1830. Or, c'est avec François Coignet qu'ils connaissent leur véritable essor, quand ce dernier a déposé son brevet pour un béton économique en 1854. Il s'attache notamment au développement des possibilités structurelles (de planchers, de voûtes et d'arcs en béton) et réalise en 1952, sa propre maison à Saint-Denis (Fig1.4), qu'il présente à l'exposition universelle de 1855, sur la base des plans de Théodore Lachez avec des façades monolithiques et un plancher terrasse de 25 cm d'épaisseur en béton renforcé (aggloméré) [32].

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

Il agit par la suite en industriel cherchant à capter les marchés où il dépose entre 1855 et 1859 une série de brevets (bétons hydrauliques, béton plastiques et pierre factice) connus en Grande-Bretagne, aux États-Unis et en Australie.

En 1861, Coignet publie dans son livre « bétons agglomérés appliqués à l'art de construire » que la révolution dans l'art de bâtir par ce nouveau matériau va assurer l'hygiène et l'économie, tout en permettant des constructions sûres, saines et rapidement bâties. Il démontre aussi qu'il était l'un des premiers à utiliser les bétons hors sol au moment où ils étaient avant tout un matériau d'infrastructure. Ainsi, il développe sur le plan technique le monolithisme du matériau à travers une gamme d'applications aux grands travaux hydrauliques (réservoirs, ponts, aqueducs) et travaux d'art (théâtres) [18].



Figure 1.4 : La maison Coignet, à Saint-Denis.

Source : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Maison_François_Coignet

b.1.production

Coignet s'entoure d'ingénieurs chevronnés pour créer une industrie immense et lucrative et parvient à fonder en avril 1864, « La Société centrale des bétons agglomérés système Coignet ». Cette dernière réalise par la suite des chantiers de construction d'importance majeure dont :

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

- la digue de la baie de Saint-Jean-de-Luz
- le phare de Port-Saïd en Égypte pour la Compagnie universelle du canal maritime de Suez (Fig 1.5).
- les rampes du Trocadéro de l'architecte Davioud
- Escalier de l'Empereur dans le quartier de Passy à Paris
- les murs de soutènement du cimetière de Passy l'escalier dit de l'Empereur
- 200 kilomètres d'égouts à Paris, Mulhouse et Bordeaux,
- 59 des 130 kilomètres de l'aqueduc de la Vanne à Villeneuve-sur-Yonne.

Coignet cherchait toujours à convaincre les architectes d'utiliser son procédé qui assure une bonne tenue dans le temps comme le montre les murs de soutènement du cimetière de Passy. Il tente notamment de se défendre en expliquant que sa maçonnerie n'est pas plus perméable que bien des murs de pierres et qu'il suffit de l'enduire [18]. Sa première réalisation architecturale importante était l'église du Vésinet en 1862 par l'architecte L.A. Boileau (Fig1.6).

En 1874, Coignet verra son béton utilisé avec succès pour le pont de Cleftridge, dans le parc de Brooklin à New York. En effet, cet ouvrage noble édifié par Calvert Vaux et John C. Goodridge, se révèle à la fois très économique et de bonne facture esthétique.

François Coignet s'est également passionné pour l'habitat économique et conçoit ses premières maisons en « béton-pisé » à Lyon dès 1847. Coignet juge sévèrement le « type de maison économique pour les ouvriers » et croit que même les ouvriers méritent d'avoir des logements plus accueillants, plus sains, plus vastes. De ce fait, il construit de modestes maisons à Saint-Denis, à Suresnes et un immeuble rue de Miromesnil en 1867 (Fig 1.7), ainsi que d'autres projets rue de la Terrasse et au Raincy. Il renouvelle l'expérience à Saint-Denis avec un nouvel immeuble et l'achève finalement à New-York [33].

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

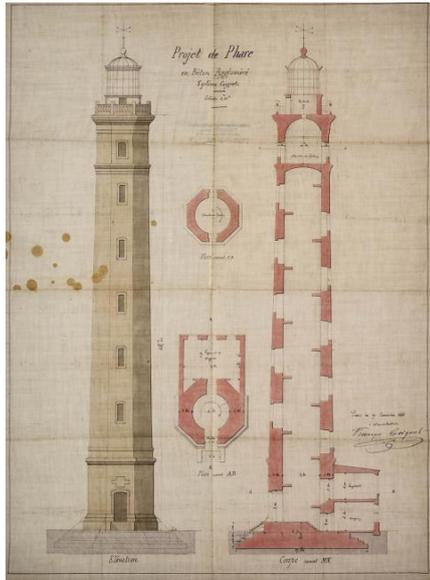


Figure 1.5 : Le phare de Port-Saïd en Egypte

Source : AMT Roubaix



Figure 1.6 : L'église du Vésinet

Source : G. Richaud, focus François Coignet plaine commune dans Villes-Pays-d'art-et-d'histoire



Figure 1.7 : L'immeuble de la rue de Miromesnil à Paris

Source : Olivier Boé, focus François Coignet plaine commune dans Villes-Pays-d'art-et-d'histoire.

1.2. Du béton au béton armé :

Parallèlement à la naissance du béton, germe l'idée de son armature. Si l'invention du béton est liée à l'histoire des mortiers et à la mise en œuvre des pisés depuis l'antiquité, l'idée d'armer le béton s'inscrit, quant à elle, dans les traditions

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

constructives de l'architecture gothique et classique, où on plaçait des tiges de métal dans la maçonnerie pour empêcher l'écartement. L'histoire de l'architecture révèle que l'invention du béton armé découle de la « barque imputrescible » de Joseph Lambot en 1847, puis de la caisse horticole de Monier en 1867 [20].

A la fin du XVIII^e siècle, l'introduction d'armatures ainsi que l'incorporation du fer et de treillis métalliques dans le mortier et le béton de chaux sont déjà dans l'air grâce à de nombreux projets qui se concrétisent, à l'instar de Labrouste en 1830 pour la réalisation de la voûte de la Bibliothèque nationale Sainte-Geneviève ou de Coignet en 1852 pour le toit de sa maison à Saint-Denis [18]. En fait, l'idée d'associer du ciment avec une armature en fer est née indépendamment dans l'esprit de quelques précurseurs dans divers pays comme Lorient en 1774 ou Loudon en 1792 et bien d'autres.

En Grande Bretagne, on reconnaît William B. Wilkinson (1819-1902) de Newcastle, un des nombreux fabricants de petits éléments décoratifs et de constructions non armés. En 1854, cet ingénieur dépose un brevet pour la construction de planchers en béton renforcés d'armatures, qui apparaît beaucoup plus développé que celui de Coignet par rapport à la disposition et l'ancrage des armatures. La seule application est un cottage construit à Newcastle en 1865 à travers laquelle Wilkinson a utilisé une armature constituée de câbles de mine réemployés [1].

Aux États-Unis, c'est l'ingénieur mécanicien William Ward (1821-1901), qui a probablement pris connaissance du béton aggloméré de Coignet. En 1873, Ward construit à New York une maison de 1200 m² entièrement en béton dont tous les éléments sont renforcés d'armatures métalliques [1].

En France, l'histoire du béton armé fait remonter la première construction à la barque de Lambot en 1848 (Fig 1.8). Cependant, c'est ici où le béton armé a connu son essor et son développement avec la contribution de plusieurs précurseurs dont :

1.2.1. Joseph Lambot 1814-1887 :

Joseph Louis Lambot est un agriculteur à Brignoles qui mène une vie très active, consacrée à l'agriculture et à d'utiles inventions.

Lambot invente du ciment armé et donne naissance au béton armé à travers des caisses pour oranges, des réservoirs et des étagères en fil de fer recouvert de

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

ciment qu'il confectionne en 1845. Le jeune ingénieur construit par la suite une barque en fer et ciment baptisée le « bateau ciment » pour canoter sur l'étang de sa propriété à Miraval comme il imaginait [34].

Lambot dépose son brevet en 1855, en vue de sa présentation à la seconde Exposition Universelle à Paris, et précise que cette solution technique peut aussi être employée pour des madriers et caisses à eaux. Néanmoins, sa réalisation est passée inaperçue, au milieu des 20 000 exposants.



Figure 1.8 : La barque de Lambot

Source : <https://escales.files.wordpress.com/>

1.2.2. Joseph Monier 1823-1906 :

C'est à Joseph MONIER, un jardinier du Louvre que revient l'invention du « ciment armé ».

Un peu à l'instar de Lambot, cet horticulteur paysagiste cherchait un moyen de produire des pots à orangers moins chers et plus résistants. Cependant, le développement des années 1952, de l'art des rocailles pour les jardins lui a permis de passer aux caisses à fleur en ciment armé. Il dépose plusieurs brevets, notamment en 1867, relatifs à un système de fer et ciment pour fabriquer des bacs à fleurs, des caisses pour les orangers, des tuileries et des réservoirs à eau (Fig 1.9). Mais, comme Lambot, Monier ne saisit pas l'enjeu du « matériau de

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

construction » de son invention et son brevet est inscrit dans la catégorie « Agriculture, meunerie et boulangerie »⁴

Pour développer son invention, Monier a multiplié rapidement les additifs à son brevet dans des domaines plus variés : ponts, passerelles bassins et escalier. Il dépose, en 1878, un brevet pour des poutres droites et propose neuf ans après un système de construction pour des maisons, fixes ou portatives, hygiéniques et économiques en ciment et fer.

Joseph Monier délaisse son métier de jardinier pour devenir « cimentier rocailleur » et fonde une entreprise de construction des réservoirs et des éléments décoratifs de jardins. En 1876, Il tente de diffuser ses techniques en présentant son invention devant la Société Centrale des Architectes mais il reçoit un accueil mitigé. Ce qui pousse, Monier à chercher des moyens de son développement à l'étranger en présentant son brevet en Belgique, en Autriche et en Allemagne, où des entrepreneurs comme Freytag et Wayss achètent les droits de ses procédés [34]. En 1888, Monier construit le réservoir de Clamart (Fig1.10) et déclare faillite malgré son développement international du béton armé.

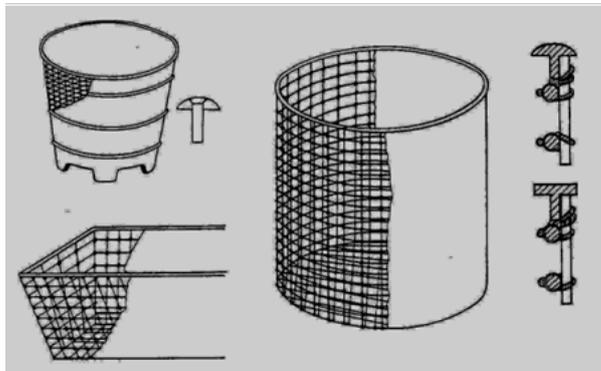


Figure 1.9 : Brevet déposé pour la fabrication de pots et caisses.

Source : Bernard Espion dans Histoires de béton armé - Patrimoine, Durabilité et Innovations



Figure 1.10: Le réservoir de Clamart

Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki>

1.2.3. Paul Cottancin 1865-1928 :

Diplômé de l'Ecole Centrale des Art et Manufactures à Paris en 1886, Paul Cottancin s'est établi comme ingénieur représentant de M.J. Monier fils. Membre de

⁴ Janine Tissot, Ce jardinier, inventeur du béton armé, devient chef d'entreprise et auteur de 19 brevets. Malgré cela, il meurt dans la misère dans les Actus DN en collaboration avec FDAF.

la Société des ingénieurs civils, il présente, en février 1889, le principe et les caractéristiques des constructions en ciment armé pour susciter l'attention sur ce nouveau matériau. Son procédé se rapproche du principe mis au point par Monier et ses recherches se focalisent sur le rôle joué par la configuration des armatures avec le béton. Pour cet ingénieur, le principal facteur de la solidité des ouvrages n'est autre que l'adhérence entre ces deux éléments [35].

Après avoir analysé les procédés de construction américains, Cottancin dépose son premier brevet sur le système de « Travaux en ciment avec ossature métallique » permettant la réalisation de voiles très minces. Selon ses hypothèses, un fort dosage de ciment peut diminuer l'épaisseur des parois jusqu'à 5 cm. Ce système consiste en une sorte de toile métallique dont la trame et la chaîne sont formées par le même fil de fer. Paul Cottancin indique que « *ce système est donc un des plus rationnels puisqu'il fait travailler les deux corps employés de la façon la plus avantageuse : le fer, à la traction, et le ciment, à la compression [..]* » [19]. Ainsi, son système prévoit l'ajout des nervures, dites « épines-contreforts rationnelles » pour rendre les voiles plus résistants. Par l'entreprise qu'il a créée, il a appliqué son principe sur plusieurs ouvrages construits en collaboration avec l'architecte Anatole de Baudot dont la réalisation des planchers et voûtes en voiles minces de l'église Saint-Jean-de Montmartre (1894-1904) à Paris (Fig 1.11).

1.2.3.1. Ouvrages avec le système Cottancin :

- 1892 : Maison de Paul Cottancin, à l'angle des rues de Lonchamp et Pomereu par Anatole de Baudot
- 1893 : Restauration des planchers du château de Blois.
- 1894-1896 : Planchers du lycée Victor Hugo, rue de Sévigné, à Paris par Anatole de Baudot
- 1894 : Hôtel particulier d'Anatole de Baudot.
- 1899-1902 : théâtre les 7 collines de Tulle par Joseph Auberty et Anatole de Baudot (Fig1.12)
- 1902-1907 : Methodist Church à Exeter, Royaume-Uni.



Figure 1.11: L'église Saint-Jean-de Montmartre

Source : <https://www.patrimoine-histoire.fr/Patrimoine/Paris/Paris-Saint-Jean-de-Montmartre.htm>

1.2.4. Anatole de Baudot 1834-1915 :

Elève de l'école des beaux-arts et disciple de Labrouste et de Viollet-le-Duc, Anatole de Baudot est un architecte diocésain et inspecteur générale des monuments historiques. En 1879, il succède comme chef de file de l'école rationaliste après la mort de son maître Viollet-le-Duc. Passionné par le système constructif du ciment armé de Cottancin, de Baudot indique que ce procédé est l'occasion d'ouvrir une nouvelle voie au rationalisme structurel et utilise ce système dans tous ses chantiers [36].

De Baudot s'est servi de son intuition des véritables possibilités du béton armé pour formuler la plupart de ses projets. En 1894, à Saint-Jean-de Montmartre, il s'inspire du principe de l'unité structurelle du ciment armé et de la brique armée de Cottancin à travers la construction des voûtes minces (7 cm d'épaisseur), renforcées par des épines-contreforts qui mettent en scène le cheminement des efforts comme les nervures de l'architecture gothique. Entre 1894 et 1896, il reprend le système au lycée Victor Hugo (Fig1.13), dans lequel les portées des planchers atteignent 7 à 8 mètres. Il associe l'enjeu esthétique à une vision sociale. Selon lui, le principe de l'unité de structure doit abolir la distinction entre architecture riche et pauvre, et doit ramener l'architecture à son véritable rôle de construction [37].

Pendant les années 1900, Le béton fait l'objet d'un grand développement, en particulier dans les bâtiments liés à l'Exposition Universelle de 1900. Mais

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

l'effondrement de quelques bâtiments a poussé l'administration d'arrêter tous les chantiers dont celui de Montmartre et de créer une commission d'étude pour poursuivre l'expertise sur ce matériau. Cependant, le chantier n'a pu reprendre qu'en 1902 et le travail de la commission a conduit à l'adoption de la première réglementation sur le béton armé en 1906.

En effet, le système Cottancin est le premier qui a porté de nouvelles ambitions esthétiques liées au nouveau matériau mais sa mise en œuvre précise et coûteuse ainsi que l'impossibilité de sa modélisation ont conduit à son oubli progressif après 1914. Baudot retrouve l'empirisme des constructeurs du Moyen Âge dans le système de Cottancin, car selon lui, il impose une architecture fondée sur un raisonnement structurel et c'est pourquoi le ciment armé est le matériau qui le défend même contre le béton armé [38].



Figure 1.12 : Théâtre les sept collines de Tulle

Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_7_collines_\(Tulle\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_7_collines_(Tulle))



Figure 1.13 : Lycée Victor Hugo à Paris

Source : https://en.wikipedia.org/wiki/Lycée_Victor_Hugo_Paris

1.2.5. Hennebique 1842-1921 :

Entre 1880 et 1900, François Hennebique figure parmi les inventeurs qui ont travaillé sur le béton armé et c'est à lui qu'on doit le rôle majeur joué dans la diffusion du béton armé. Il tente de créer à son profit un monopole sur ce nouveau matériau.

Venant s'établir en Belgique, le petit entrepreneur dépose son premier brevet en 1886 et réalise en 1889, la première construction en béton armé. Il s'agit d'un plancher incombustible pour une villa. Quelques années plus tard, il dépose un brevet dans lequel il préconise l'emploi d'étriers pour relier les fers longitudinaux afin de répondre à l'effort tranchant. Ces étriers deviennent le symbole de la firme Hennebique et lui donnent une longueur d'avance sur ses concurrents [39].

Le système Hennebique comprend un ensemble monolithique formé par des dalles (hourdis), poutres et colonnes. C'est un système certes classique, mais en béton armé dans lequel des poteaux soutiennent des poutres, auxquelles elles sont reliées par des chapiteaux. Ces mêmes poutres portent un réseau de poutrelles sur lesquelles repose un plancher (Fig 1.14). Ce système constructif tranche par sa simplicité et sa facilité de pénétration des entreprises de construction de l'époque, contrairement au système Cottancin [40].

François Hennebique n'était pas le seul à promouvoir le béton armé et la façon d'armer les poutres. Parmi ses concurrents on peut retenir le nom d'Edmond Coignet ; le fils de François Coignet. Ce dernier qui dépose, en 1892, son brevet de système d'armaturage, était le premier à utiliser la préfabrication pour le casino de Biarritz et à qui l'on doit l'énoncé du premier modèle de calcul rationnel de fonctionnement d'une section de poutre en béton armé soumise à flexion [23]. En 1900, Hennebique réalise le premier immeuble en béton armé à Paris mettant en valeur le procédé poteau-poutre d'une invention qui aura les plus grandes retombées commerciales.

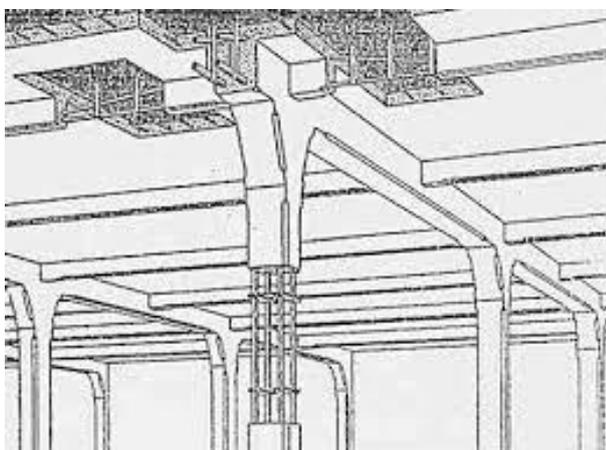


Figure 1.14 : Axonométrie présentant le système Hennebique.

Source : Armande Hellebois dans Histoires de béton armé - Patrimoine, Durabilité et Innovations

1.3. L'ingénieries du béton

L'emploi du béton Hennebique s'étend rapidement à la construction de nombreux programmes, dans lesquels il démontre son adaptation formelle liée à sa moulabilité. A partir de 1880, l'expansion de l'emploi du béton armé, en France, est simultanée au développement de la distribution de ses composants [41]. Mais, L'hétérogénéité du béton armé rend difficile sa modélisation et son calcul. Ainsi, l'équivalence des coefficients de dilatation et l'adhérence de ces deux matériaux bloquent la réflexion des ingénieurs. Cependant, plusieurs ingénieurs travaillaient pour prouver l'adhérence, comme Cottancin, Robins et Armand, mais ce n'est qu'en 1900 que Badois a démontré que le fer ne travaille pas de la même manière lorsqu'il est enrobé de ciment [42]. Quant à la similitude du coefficient de dilatation béton/acier, elle est étudiée à partir d'une série d'expérimentations scientifiques qui ont été réalisées dans plusieurs pays (Etats unis, Allemagne, France) par lesquelles

des poutres armaturées ont été soumises à des températures élevées afin de tester leurs qualités de résistance au feu [43].

En revanche, Wayss dépose en 1892, un brevet dans lequel il indique le rôle mécanique des composants du béton armé explicitement dont les efforts de traction pour les tiges métalliques, et la compression pour le béton [32].

En grande partie, le béton armé a été inventé, promu et développé en France. Après 1900, le béton armé continue d'évoluer et fait l'objet d'innombrables perfectionnements tant dans sa composition que dans sa mise en œuvre. Ce matériau composite formé de béton et d'acier est devenu incontournable. Les premiers ouvrages utilisant des barres d'acier doux lisses, qui ont ensuite été remplacées par des barres d'acier haute adhérence offrent une meilleure résistance [44]. En effet, le béton en lui-même est un mélange d'agrégats (sable, granulat) et de pâte composée de ciment portland, d'eau et d'adjuvant.

1.3.1. Rôles des constituants du béton

1.3.1.1. Pâte de ciment :

1.3.1.1.1. Ciment portland :

C'est une poudre sèche minérale ayant des particules très fines, dont le nom portland est tiré de la couleur du béton obtenu qui ressemble à une roche sur l'île de calcaire de Portland aux Etats-Unis. En contact avec l'eau, cette poudre forme une pâte qui colle, enrobe tous les granulats et durci pour former une masse solide [45].

Le ciment portland est fabriqué en ajoutant une faible quantité de gypse au clinker. Ce dernier est un mélange de pierre calcaire et d'argile cuit dans un four rotatif à 1500°C. Les ciments sont caractérisés par leur vitesse de réaction, leur chaleur d'hydratation et leur finesse.

On peut distinguer plusieurs types de ciment Portland :

- ciment portland normal
- ciment portland modéré
- ciment portland à haute résistance initiale
- ciment portland à faible chaleur d'hydratation.

-ciment portland résistant au sulfates.

3.1.1.2. Les additions minérales :

Pour modifier les propriétés du béton, plusieurs constituants cimentaires peuvent être ajoutés dans le béton dont :

- Ajout cimentaire hydraulique : s'hydrate même en absence du ciment comme le laitier de haut fourneau et les cendres volantes.

- Ajout cimentaire pouzzolanique : ne réagit qu'avec la présence du ciment portland comme les pouzzolanes naturelles

Ces additions permettent de remplir les micro-vides entre les agrégats (sable, graviers), et confèrent au béton une meilleure qualité de maniabilité. Elles participent à réduire le risque de fissuration thermique et à améliorer l'imperméabilité et la ténacité aux attaques chimiques [46].

3.1.1.3. L'eau :

L'eau est un ingrédient essentiel du béton, son ajout permet d'augmenter l'ouvrabilité du béton. Lors de la fabrication du béton, l'eau joue une fonction physique et une fonction chimique dont la première confère au béton sa maniabilité et ses propriétés rhéologique. Quant à la deuxième fonction, elle assure le développement de la réaction d'hydratation du ciment pour une prise et un durcissement [47]

Le rapport eau/ciment (E/C) est un paramètre essentiel qui a une forte influence sur l'ouvrabilité du béton y compris ; la porosité du béton, sa perméabilité, les résistances mécaniques, la durabilité, la microstructure, la cinétique d'hydratation, etc.

L'eau de gâchage peut avoir plusieurs origines. Mais ce ne sont pas toutes les eaux qui peuvent être utilisées pour gâcher le béton. Seule l'eau potable est présumée conforme aux exigences et aux normes en vigueur [48].

3.1.1.4. Les adjuvants :

Pour agir sur la mise en œuvre, la prise et les caractéristiques mécaniques du béton, les chercheurs voulaient introduire dans sa composition des adjuvants. Dès 1881, Candlot étudie l'action des accélérateurs et des retardateurs de prise. A partir de

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

1909, le sucre a été employé comme adjuvant mais ce n'est que vers les années 1930 que les entraîneurs d'air et les antigels sont fréquemment utilisés [49].

De ce fait, Les adjuvants sont des produits organiques et inorganiques solubles dans l'eau qui permettent d'améliorer certaines propriétés des bétons quand ils sont ajoutés en petite dose. Ils sont utilisés pour [50]:

1. Réduire le coût de mise en œuvre.
2. Donner au béton certaines caractéristiques plus efficacement que par d'autres moyens
3. Améliorer les propriétés des bétons durcis
4. Assurer la qualité du béton durant le malaxage, le transport, la mise en place et adapter leur fabrication par temps froid ou chaud.
5. Obéir à certaines urgences durant le bétonnage.

Il existe plusieurs types d'adjuvants, les plus connus sont [51]:

a. Entraîneur d'air : ce type représente des bulles qui entraînent une quantité définie d'air pour former des réservoirs et permettre de diminuer la pression exercée lors du gel/dégel.

b. Réducteur d'eau à moyen ou à forte action : ce type est utilisé afin de réduire la quantité d'eau de gâchage (5% à 10%) et de ciment et augmenter l'affaissement.

c. Adjuvants réducteurs d'eau de haute efficacité ou superplastifiant : ils sont beaucoup plus efficaces, ils produisent des bétons avec une ouvrabilité normale, améliorée voir même fluide en réduisant la demande en eau (12% à 30%) qui permet une haute résistance à la compression (≥ 70 Mpa) ainsi qu'une augmentation des gains de résistance au jeune âge.

1.3.1.2. Les agrégats :

a. Granulats :

En tant que principaux composants, C'est aux granulats que l'on doit le rôle de la résistance et de la durabilité, dans un mélange de béton. En effet, la maniabilité de ce dernier dépend des caractéristiques suivant [52]:

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

-Caractéristiques géométriques : granularité, texture, teneur en élément fins, forme, propreté des sables.

-Caractéristiques physiques : porosité, masse volumique, absorption d'eau, teneur en humidité.

-Caractéristiques chimiques : teneur en chlorure, teneur en sulfate, pétrographie, constituants influençant le durcissement du béton

-Caractéristiques mécanique : résistance à la compression.

-Caractéristiques de durabilité : résistance au gel-dégel, réactivité alcali-silice, résistance aux chocs, carbonations.

On distingue différents types de granulats selon le d (diamètre le plus petit) et le D (diamètre le plus grand) :

-les fillers : $D < 2\text{mm}$

-les sables : $D \leq 4\text{mm}$

-les graves : $D \geq 6,3\text{mm}$

-les gravillons : $d \geq 2\text{mm}$ et $D \leq 125\text{mm}$

-les ballasts : $d = 25\text{mm}$ et $D = 50$ ou 63mm

b. Types de granulats :

Il existe plusieurs types de granulats [53], on peut citer :

- Naturel : sont issus de roches meubles (alluvions) ou de roches massives et qui n'ont subi aucune transformation sauf un concassage, broyage, criblage ou lavage.
- Artificiel : sont issus d'un procédé industriel comprenant des transformations thermiques ou autres.
- Recyclé : des granulats obtenus pour recyclage de béton de démolition.

1.3.2. Formulation des constituants

La formulation des bétons consiste à déterminer un mélange optimal des granulats, de dosage en fines (ciment, ajouts) et d'eau. Elle permet de lier les constituants qui

soient les plus économiques possible et qui possèdent les propriétés désirées afin d'obtenir les qualités recherchées pour la construction de l'ouvrage.

La formulation des bétons relève de différents critères dont ; techniques, normatifs et aussi économiques [54], comme :

- les caractéristiques géométriques de l'ouvrage.
- l'environnement et les conditions de production et de mise en œuvre.
- les matériaux disponibles localement.
- les normes en vigueur.

1.3.2.1. Etapes de formulation de béton : La formulation du béton se résume dans les étapes suivantes [55]:

A. Détermination des quantités d'eau et de ciment : le choix du rapport E/C dépend de deux éléments essentiels :

- La classe d'environnement (chaque environnement à un E/C maximum).
- Les contraintes mécaniques

La résistance du béton est fortement influencée par le E/C, de ce fait la détermination de ce facteur dépend de la résistance à atteindre.

B. Prise en compte de la quantité d'air : il s'agit de prendre en compte une teneur moyenne d'air qui peut être de 1.5% à 2.5 %.

C. Détermination du volume des granulats : Le volume de granulats se détermine à partir de la masse volumique absolue de ciment, d'eau et d'air.

D. Détermination de la proportion volumique de chaque fraction granulaire : La composition du "squelette granulaire" vise à minimiser le volume des vides dans le béton, afin de garantir une faible porosité et par conséquent une durabilité élevée.

E. Détermination de la quantité d'adjuvant : Afin d'obtenir la consistance visée, la quantité d'adjuvant utilisée dépend des calculs de besoin d'eau ou sur l'étude en laboratoire.

F. Contrôles et ajustements éventuels : Pour envisager l'ajout des additions, trois éléments doivent être vérifiés [56]:

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

- La courbe granulométrique
- La teneur en fines
- Les bilans des chlorures et des alcalins

1.3.2.2. Méthodes de formulation du béton :

Plusieurs auteurs ont développé les méthodes de formulation de béton, selon le pays et l'école de pensée. Mais les plus utilisées sont la méthode Française, Britannique et Américaine.

- Méthode d'Abrams (1919)
- Méthodes de Bolomey (1925)
- Méthodes de Caquot (1937)
- Méthodes de Faury (1942)
- Méthodes de Valette (1940)
- Méthodes de Joisele (1952)
- Méthodes de Dreux GORISSE

1.3.3. Propriétés et Comportement du béton

Pour utiliser au mieux le béton, il faut bien connaître ses propriétés à l'état frais et à l'état durci :

1.3.3.1. A l'air frais :

Le béton frais est un béton qui a la capacité de se déformer et de s'écouler, c'est un béton qui n'a pas entamé son processus de prise et de durcissement et qui peut ainsi être transporté ou pompé et rempli dans des coffrages.

Les deux propriétés fondamentales caractérisant le béton frais sont :

-L'ouvrabilité :

Cette propriété présente la capacité du béton à pouvoir être mise en œuvre facilement. C'est-à-dire elle caractérise la fluidité du béton. Elle peut être désignée par la maniabilité aussi. L'ouvrabilité du béton est définie par la consistance. Celle-ci peut être mesurée par un essai d'affaissement en utilisant le cône d'Abrams [57]. Elle peut être affectée par plusieurs facteurs :

- Méthode et durée de transport
- le malaxage et la température.
- dosage d'eau et volume d'air.
- caractéristiques des composant.

En effet, la plupart des qualités du béton dépendent de l'ouvrabilité telles que : la résistance, l'enrobage et l'adhérence des armatures, les parements de belle apparence, l'étanchéité.

-Les paramètres rhéologiques

Cette propriété consiste à analyser le béton frais pour étudier la relation entre la contrainte de cisaillement et la déformation dans un milieu homogène. Pour cela, un rhéomètre spécialement conçu pour le béton a été développé au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées par De Larrard [58]. Ce dispositif permet la mesure simultanée du couple et de la vitesse auquel est soumis l'outil de malaxage [59]. La rhéologie présente la partie physique qui étudie la plasticité, l'élasticité, la viscosité et la fluidité des corps déformables.

Le béton frais est correctement décrit par l'équation : $\tau = \tau_0 + a\dot{\gamma}^b$

τ : contrainte de cisaillement (Pa)

τ_0 : seuil de cisaillement (Pa)

$\dot{\gamma}$: vitesse de cisaillement en (s^{-1})

a, b : deux constantes physiques du modèle [28].

1.3.3.2. A l'air durci :

Le béton durci est un matériau hétérogène formé d'un squelette de granulats (gros et fins) enrobé et lié par un tissu de pâte de ciment. Les propriétés du béton à l'état durci dépendent des caractéristiques [60] :

- de la pâte de ciment durcie.
- du squelette pierreux des granulats.
- de l'adhérence pâte-granulats

Le béton durci se caractérise par plusieurs propriétés, en particulier :

A. Propriétés mécaniques : il s'agit de la résistance mécanique liée fondamentalement à la performance mécanique des granulats.

-Résistance à la compression : Paramètre de base du béton, il est traduit par la relation contrainte/déformation présenté dans (Fig1.15). A travers la courbe on distingue trois phase majeur du comportement en compression :

1. Une phase de comportement analogue dont la relation entre la contrainte et la déformation est linéaire.
2. La phase de développement de la microfissuration (maximum de contrainte).
3. La phase de développement des surfaces de fracture et la propagation progressive de la rupture [61].

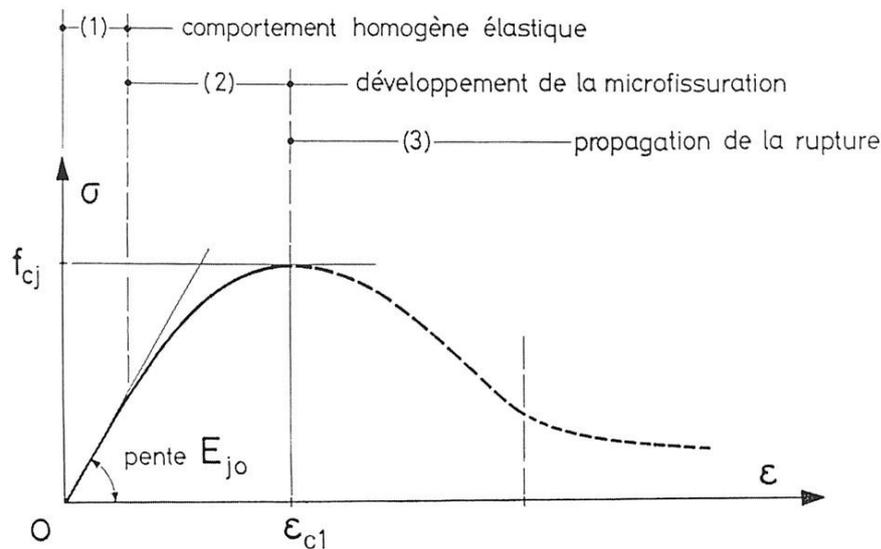


Figure1.15 : Courbe contrainte-déformation en compression.

Source : Hachemi Samya, Etude du Comportement du béton soumis à haute température

-Le module d'élasticité : ou le module de Yong E exprime le rapport entre la contrainte et la déformation, plus E est élevé plus le matériau est dur et peu déformable. Pour le béton, E dépend de son qualité : plus la résistance à la compression est grande, plus E est élevé.

-Résistance à la traction : Le béton a une résistance en traction très faible, qui n'est pas trop mise en valeur dans les structures. On distingue dans la courbe contrainte/déformation trois phases du comportement en traction [62] (Fig 1.16):

1. La phase ou le comportement est quasi linéaire.
2. Un endommagement diffus qui explique une petite non-linéarité.
3. L'apparition de la fissure.

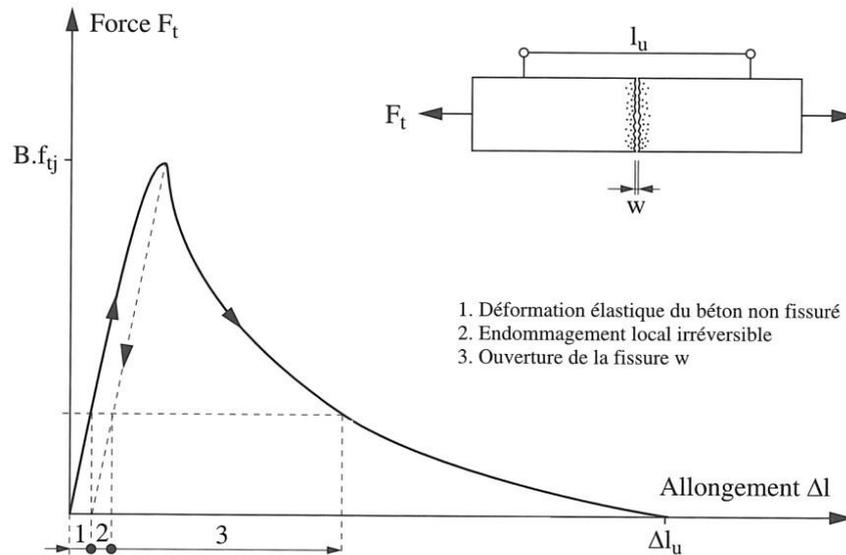


Figure 1.16: Comportement du béton en traction

Source : Nechnech Wahid, Contribution à l'étude numérique du comportement du béton et des structures en béton armé soumises à des sollicitations thermiques et mécaniques couplés

B. Propriétés physiques : cette résistance dépend de la composition physico-chimique des constituants du béton dont :

La porosité : est le paramètre qui conditionne la rugosité de surface et la quantité d'eau présente dans le matériau. Dans un béton, la résistance est fondamentalement dépendante du volume des vides qu'il comporte (air occlus, pores capillaires, pores de gel et air entraîné) [63].

De ce fait, Plus un béton est poreux (compact), plus ses performances seront élevées et sa durabilité est importante. Pour améliorer la compacité d'un béton, une optimisation de dimension et d'empilement des granulats ainsi qu'une réduction de quantité d'eau doit être nécessaire.

C. Durabilité :

Pendant leur durée de vie, les bétons exposés aux conditions atmosphériques sévères subissent l'infiltration des agents agressifs de l'environnement (Carbonatation, Alkali Réaction, Gel-Dégel). Ces agents augmentent par la suite le volume et causent des tensions à l'intérieur du béton, lui provoquant des fissurations

et des écailllements [64]. En effet, il faut entrainer une quantité d'air à l'aide d'un adjuvant chimique (entraîneur d'air) pour augmenter le volume et faire face à ces agressions physico-chimiques [65]. Par ce fait, le béton offrira une grande pérennité et sera adapté pour la réalisation d'ouvrages devant résister à des conditions difficiles et extrêmes.

1.4. Types de béton

1.4.1. Béton armé

Le premier béton armé revient à Lambot et Monier (infra, p17.p18). Il s'agit d'une association qui permet aux armatures en acier d'être enrobées dans du béton. Dans le béton armé, chaque élément joue un rôle : le béton possède une grande performance en compression par contre l'acier travaille en traction. De ce fait, l'emploi de l'acier sert à renforcer les zones sensibles et réduire le risque des fissurations. L'association de ces deux matériaux a pour objectif d'équilibrer les efforts dans les zones comprimées pour le béton et dans les zones tendues pour l'acier.

L'efficacité du béton armé dépend de l'adhérence entre ces deux constituants. Pour cela les armatures d'acier doivent être pourvues d'aspérités à leur surface [66].

Les armature incorporées dans le béton peuvent être dans des éléments horizontaux et verticaux :

- Les porteurs horizontaux : dalles, poutres et fondations
- Les porteurs verticaux : poteaux et voiles.

L'adhérence dépend donc de la résistance du béton, de la surface et de la forme des armatures. Elle est définie par deux coefficients : Le coefficient de fissuration du béton et le coefficient de scellement d'ancrage des armatures [67]

1.4.1.1. Type d'armature d'acier :

Pour le béton armé, on distingue deux types de barres d'acier :

- Les barres d'acier rondes lisses d'un diamètre de 5 à 50 mm, c'est des barres ou fils lisses en section circulaire et sans gravure.
- Les barres hautes adhérences, d'un diamètre de 6 à 50 mm : c'est des barres empreintes par des aspérités en creux, inclinées, destinées à favoriser l'adhérence

des armatures du béton assurant une meilleure transmission des efforts entre le béton et l'acier [68].

1.4.1.2. Formulation du béton armé

La formulation du béton nécessite trois étapes fondamentales :

- A. **L'assemblage des armatures** : cette opération consiste le coupage-façonnage des armatures sous forme de cages qui se fait soit dans un atelier pré de l'ouvrage, soit en coffrage (Fig1.17). L'assemblage est effectué par soudure ou par ligature à l'aide de fils d'attache en acier. La liaison entre les ferraillements des structures au niveau du bétonnage est assurée par un dispositif de couplage [69]. Ce dernier permet la continuité entre les parties par un filetage ou sertissage d'un « Manchon ».
- B. **Le coffrage** : est un outil essentiel pour le moulage du béton (forme voulue), il doit permettre la mise en place des armatures et la vibration du béton. De ce fait, le coffrage doit être rigide et stable pour supporter les charges induites lors du coulage. Il doit être aussi non absorbant, étanche et décoffrable pour ne pas endommager la texture de surface lors décoffrage [70].
- C. **Le coulage du béton** : après avoir vérifié la disposition du coffrage et des ferraillements, il est temps de vibrer le béton. La vibration du béton assure une bonne mise en place dans le coffrage à l'aide d'une aiguille (vibration interne) ou d'une règle ou truelle mécanique [71] (vibration superficielle). Elle permet de remplir intégralement les coffrages, d'obtenir un matériau compact et d'améliorer sa viscosité.

Il faut préciser que pour les éléments verticaux l'assemblage s'effectue hors coffrage tandis que pour les éléments horizontaux l'assemblage des armatures se fait après la mise en place du coffrage (Fig1.18 et 1.19).

1.4.1.3. Propriétés du béton armé :

Le béton armé offre :

- une performante résistance en compression et en traction.
- une facilité de manipulation et mise en place.
- une bonne résistance au feu.
- solidité et durabilité accrue.



Figure1.17 : Cages des armatures verticale (poteau)

Source :<https://www.materiaux.nc/produit/acier-coupe-faconne-assemble/>



Figure1.18 : Coffrage d'un élément

Source :<http://www.guidebeton.com/poteaux-beton>



Figure1.19 : Coffrage des éléments horizontaux fondation et plancher de dalle

Source : <http://www.guidebeton.com/coffrage>

1.4.2. Béton préfabriqué

L'idée de créer des éléments préfabriqués est apparue en 1891, lorsque Edmond Coignet (Fils de François Coignet) a développé la préfabrication pour des poutrelles du Casino de Biarritz. Cinq ans plus tard, Hennebique réalise les premières maisons préfabriquées en série destinées aux gardiens des voies ferrées. Mais ce n'est qu'en 1930, que l'échelle industrielle de la préfabrication est atteinte. Eugène Beaudouin et Marcel étaient les premiers en France à appliquer ce principe dans leurs projets, employant des murs de panneaux préfabriqués sur une ossature métallique [72].

Ce système constructif débuta après la seconde guerre mondiale, est venu pour répondre aux besoins énormes de reconstruction des secteurs de bâtiments en

particulier celui du logement. La préfabrication a permis l'industrialisation des secteurs et de ce fait le développement vers une industrie de construction [73].

1.4.2.1. Types de système préfabriqué :

De nombreux systèmes de construction en béton préfabriqué ont été développés, les plus courants sont [74] :

A. Bâtiments en panneaux de grandes dimensions en béton : consiste la construction par portiques avec colonnes et grandes poutres de toiture utilisés pour les grands espaces intérieurs comme les halls d'usine, bâtiments de stockage, centres commerciaux, etc.

B. Bâtiments à ossature, avec éléments linéaires ou portiques : il s'agit des colonnes et poutres liées entre elles pour composer l'ossature de la construction. Le système par ossature est utilisé pour des immeubles de bureaux, écoles, hôpitaux, parkings, etc.

C. Bâtiments à structure mixte, panneaux et ossature linéaire : permet la construction des parois intérieures de bâtiments et des noyaux centraux utilisés dans les bâtiments résidentiels.

D. Bâtiments avec cellules tridimensionnelles : ce système consiste des constructions composées de cellules en béton complètement préfabriquées. Il peut être utilisé pour des salles de bain, cuisines, garage, et même pour des bâtiments entier (hôtels, prisons...).

-La construction préfabriquée se fait en béton armé ou en béton précontraint (Fig 1.20). Elle est utilisée dans deux grands secteurs dont logement et celui de la construction industrielle. Elle offre [75]:

- Une rapidité de construction
- Une réduction des couts
- Une qualité élevée des éléments structuraux.
- Industrialisation des constructions.
- Une durabilité du matériau
- Une excellente résistance au feu.

1.4.2.2. Classes de la préfabrication

On distingue deux classe fondamentales de la préfabrication

-Préfabrication légère : elle est utilisée pour des éléments d'ossature comme les poutrelles, les cloisons de séparation, les panneaux de façade, les prédalles.

-Préfabrication lourde : elle est utilisée pour des murs entiers, des poutres, les planchers.

1.4.2.3. Les éléments préfabriqués utilisés :

- les éléments structuraux horizontaux : fondation, longrines, poutres, planchers (dalle alvéolé, prédalle, plancher nervuré).

- les éléments structuraux verticaux : escaliers, murs, mur voile, pré-mur, poteaux...(Fig 1.21)

- les éléments de modénature de surfaces : les reliefs et les éléments architectoniques décoratifs



Figure1.20 : Charpente préfabriqué en béton armé et précontraint

Source : <https://www.rector.fr/systemes/charpente-beton>



Figure1.21 : Escalier préfabriqué en béton

Source : <https://be.all.biz/escaliers-en-beton-prefabrique>

1.4.3. Béton précontraint

Eugène Freyssinet (1879-1962), ingénieur Français du béton à qui on doit l'invention du béton précontraint, dépose le premier brevet qui définit le fonctionnement théorique du « béton précontraint » en 1928. Pour déplacer le problème de la résistance à la traction du béton, FREYSSINET eut l'idée de la précontrainte par des armatures (fils en acier) à très haute résistance pour absorber les efforts de traction et permettre au béton de travailler seulement en compression [76].

Le béton précontraint est un matériau de construction composite dans lequel des câbles de torons sont incorporés afin de solliciter le béton en compression par adhérence. La précontrainte consiste donc, à appliquer une tension sur les câbles en acier à l'aide de vérins de précontrainte qui une fois détendus, le béton sera déjà comprimé suffisamment (Fig1.22). Cette technique permet d'améliorer la résistance du béton face à des charges et des tractions dangereuses, comme la charge d'exploitation ou la charge climatique [77].

En raison de sa grande résistance, Le béton précontraint, est préconisé dans la réalisation d'ouvrages de grande envergure pour des structures résistantes, performantes économiques et même élégantes [78], comme les ponts, les ponts à hauban, les silos, les structures et les bâtiments industriels, ainsi que les enceintes de réacteurs nucléaires.

1.4.3.1. Types de précontrainte :

Deux grands types de précontrainte peuvent être appliqués au béton :

A. Précontrainte par pré-tension : dans ce type, les armatures de précontrainte (fils ou torons) disposées dans le coffrage sont tendues avant la prise complète du béton. Après le coulage, le béton frais est mis au contact des torons. Lorsqu'il durci, il acquit suffisamment de résistance, à ce moment on libère les torons. Cette opération permet les torons de solliciter le béton en compression par effet d'adhérence [79]

Cette méthode est appliquée seulement en usine de préfabrication.

B. Précontrainte par post-tension : Dans cette méthode, des conduites (gaines) destinées à recevoir les torons sont placés dans le coffrage (Fig1.23, 1.24). Après la prise complète du béton et son durcissement, une tension est effectuée sur les torons ancrés de manière à comprimer l'ouvrage [79]. Cette technique nécessite l'emploi de grandes pièces disposées de part et d'autre de l'ouvrage. De ce fait, elle n'est destinée que pour les ouvrages exceptionnels (ponts, bâtiments industriels...)

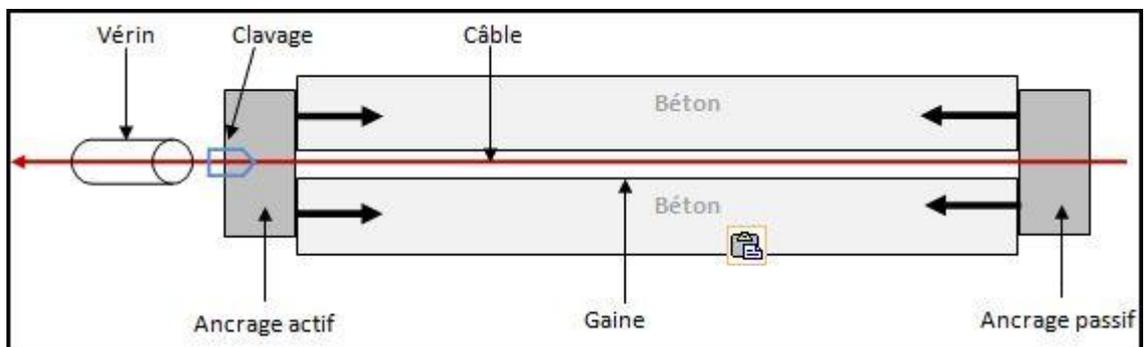


Figure1.22 : Schéma d'un dispositif de précontrainte.

Source : <http://doc.lerm.fr/principe-precontrainte/>



Figure1.23 : Zone d'ancrage



Figure1.24 : Mise en place d'un vérin.

Source : <http://doc.lerm.fr/principe-precontrainte/>

1.4.4. Béton à haute performance

A partir des années 1940, les lois de résistance et de composition du béton exploitées, ont indiqués que pour améliorer les performances d'un béton, il convient de limiter le pourcentage des vides (la porosité) et de réduire le rapport Eau/ Ciment. A partir de ce constat, la composition du béton haute performance a été élaboré [80].

Connu sous l'abréviation BHP, le Béton Haute Performance est un béton spécial apparu en 1980 au Japon. Il possède des propriétés mécaniques et des performances plus intéressantes que le béton ordinaire grâce à ces trois composants :

- une granulométrie très fine permettant de combler le maximum de vide.
- ciment et additifs de cendre volante ou laitier haut fourneau qui permettent une forte résistance et une forte compacité.
- une teneur en eau faible avec des superplastifiants pour assurer la répartition des particules fine dans le ciment [81].

Le béton haute performance est employé pour la réalisation des ouvrages qui nécessitent une excellente résistance comme, les tunnels, les ouvrages d'art, les travaux en milieu marin, les ouvrages exceptionnels tels que les centrales nucléaires ou les ponts (Fig 1.25).

1.4.4.1. Propriétés du béton haute performance :

Le béton haute performance offre :

- une résistance à la compression à 28 jours supérieure à 50 MPa

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

- un rapport EAU/CIMENT inférieur à 0,40

-une meilleure ouvrabilité due à la présence de super plastifiants et d'une très faible porosité.

-une très bonne résistance aux agents agressifs du fait de sa faible perméabilité.

-son excellente résistance mécanique lui permet de faire face aux cycles gel/dégel et de résister à la déformation, en assurant une optimisation des structures, une réduction des frais d'entretien et de maintenance, une pérennité architecturale des ouvrages et une durabilité accrue [82].

1.4.4.2. Types de béton haute performance :

Les béton haute performance sont classé selon leur performance de résistance en compression en 28jr :

-béton haute performance : résistance à la compression entre 45 et 60 Mpa

- béton très haute performance : résistance à la compression entre 65 et 100 Mpa

-béton ultras haute performance : résistance à la compression est supérieur à 150 Mpa



Figure1.25 : Colonnes et panneaux en dentelles en béton haute performance.

Source : <https://www.archdaily.com/400727/mucem-rudy-ricciotti>

1.4.5. Béton fibré

L'idée de renforcer le béton avec des fibres date depuis l'antiquité. Il a été indiqué que la paille ou les poils d'animaux ont été utilisés pour renforcer les briques. Quant aux fibres d'amiante, elles ont été introduites pour renforcer la pâte de ciment portland. En effet, en Finlande, les fibres d'amiante ont été utilisés pour renforcer des poteries en argile [83].

Le béton de fibres est un matériau composite qui reprend la composition du béton traditionnel dans lequel sont incorporées des fibres (mécaniques, organiques ou minérales). Ces fibres permettent d'améliorer les performances en fonction de l'usage recherché [84](Fig1.26).

Ce type de béton a le même objectif que le béton armé, si les armatures renforcent la solidité, la fibre limite les risques de fissuration du béton et améliore sa résistance sur le long terme. De ce fait, Les propriétés du béton fibré dépendent du type et des caractéristiques de fibres [85].

1.4.5.1. Types de fibres :

Pour le renforcement, les fibres sont de types variés. Elles sont classées selon leur origine, leur forme, leur dimension ainsi que leurs propriétés mécaniques (Fig1.27). Les fibres les plus couramment employées sont [20]:

- Fibres minérales : consistent l'amiante, l'alumine, le verre...
- Fibres végétales : la cellulose, fibre de poiles, fibres de liber
- Fibres synthétiques : regroupent le nylon, polypropylène, acryle, polyster.
- Fibres métalliques : par ces fibres on trouve, l'acier, l'inox et la fonte.



Figure 1.26 : Le béton fibré avant et après le durcissement

Source : <https://www.master-builders-solutions.com/>



Figure 1.27 : Les différents types de fibres.

Source : <https://www.toutsurlebeton.fr/le-ba-ba-du-beton/beton-fibre/>

1.4.6. Béton projeté :

En 1907, l'américain Carl Akeley invente la première machine à projeter pour construire des faux rochers dans un zoo après avoir déposé son brevet en 1909. Ce dernier s'est vite aperçu que son invention peut être utilisée dans d'autres travaux. En 1918, ce béton a servi en France aux réparations des ouvrages et des habitations endommagées après la première guerre [86].

Ce type de béton est mis en œuvre à l'aide d'une lance par projection sur une paroi sous l'impulsion d'un jet d'air comprimé (Fig1.28). Cette technique de projection est utilisée pour la réalisation d'ouvrage à section variable ou dans les chantiers où il est difficile d'amener un outil coffrant. Elle permet de réaliser des couches très fines

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

de béton et de lier parfaitement le profil du support. Il existe deux techniques de projection :

-Par voie sèche : Dans ce cas, le mélange sec (granulats, ciments) fabriqué dans le malaxeur est propulsé par de l'air comprimé le long d'une tuyauterie vers la lance de projection. A sa sortie, l'eau est ajoutée afin de constituer le béton humide qui se déposera sur la surface à enduire [87]. C'est la technique préférée pour les chantiers difficiles en extérieur, des chantiers de faible importance ou nécessitant des arrêts fréquents.

-Par voie humide : La projection par voie humide consiste à malaxer d'abord l'intégralité du mélange de béton (granulats, ciment et eau) dans une toupie ou une centrale à béton, puis le pomper jusqu'à la lance de projection. La projection est assurée par l'association de l'air comprimé éventuellement avec des adjuvants liquides [87]. Cette technique est la plus utilisée notamment dans les tunnels, les piscines et les surfaces complexes (Fig1.29).



Figure1.28 : Béton projeté pour un mur de soutènement.

Figure1.29 : Béton projeté pour une piscine

Source : <https://artisanbeton.be/beton-projete/>

1.4.7. Béton autoplaçant

Le béton auto nivelant, auto compactant ou béton hyper fluide sont les différents termes définissant le Béton Autoplaçant (BAP). En 1986, l'idée de produire des bétons autoplaçants est apparue pour la première fois au Japon, pays pionnier dans le développement de cette technique. La première génération des bétons autoplaçants formulée contient des agents de viscosité afin de résister à la ségrégation des gros granulats [88].

CHAPITRE 1 : LE BETON, IDENTITE, PREMICES ET APOGEE

Le béton autoplaçant est un béton extrêmement fluide, homogène et stable, ce qui lui permet en premier lieu de remplir complètement l'espace entre les banches lors du coulage, ainsi d'enrober parfaitement les armatures et les ferrillages. Il est composé à base de béton ordinaire et des adjuvants. C'est en ajoutant en effet des additions minérales et des adjuvants chimiques (agents colloïdaux) qu'on réussit à le formuler. Les agents colloïdaux permettent d'améliorer la viscosité et la stabilité du béton par conséquent l'amélioration de la cohésion [89].

Les bétons autoplaçants offrent un grand nombre de possibilités très intéressantes dans de nombreux domaines : constructions, renforcement et réparation d'ouvrage d'art. De plus ils permettent la réalisation de : éléments préfabriqués à haute résistance, bétons confinés, pieux, fondation superficielle, dalles, radier, voiles...etc.

4.6.1. Propriétés de béton autoplaçant : Les bétons autoplaçants permettent [90]:

- une résistance à la compression remarquable
- un rapport Eau/Ciment bas.
- une facilité de manipulation et de mise en œuvre.
- une texture fine et plastifiée avec un rendu bien plus esthétique (Fig1.30).
- une liberté accrue des formes de coffrage
- un rendements améliorés et exécution plus rapide.

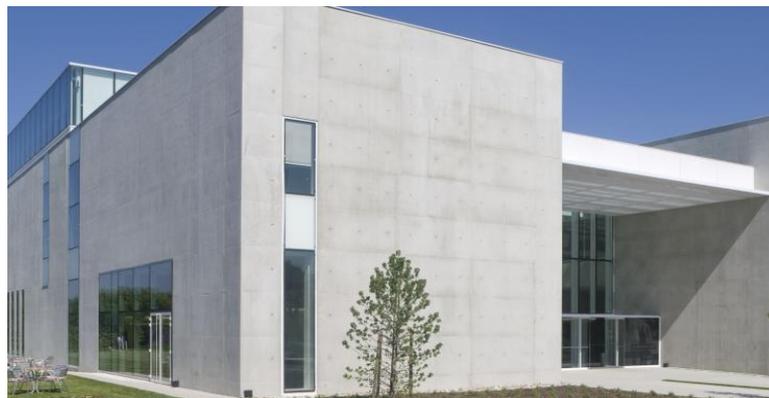


Figure 1.30: L'aspect esthétique du béton autoplaçant.

Source : <https://www.eqiom.com/betons/produits/betons/flexcimo-architectonique>

Conclusion

L'état de l'art des connaissances du béton a mis l'accent sur deux axes fondamentaux dont :

-L'axe historique a montré que l'invention du béton n'est pas attribuée à un seul inventeur, mais elle revient à l'impulsion de Louis Vicat (1817) et Aspdin (1824) après avoir été confectionné par les Romains. La découverte de ce procédé a permis par la suite une convergence d'un faisceau de réflexions sur les systèmes et techniques de son application ainsi que son développement et par cela ; la naissance du béton armé qui s'est rapidement étendue sous les brevets de Joseph Lambot, Monier, Coignet, Cottancin et Hennebique.

-L'axe d'ingénierie présente quant à lui le rôle de chaque constituant du béton (pâte de ciment et agrégats) ainsi que les étapes et méthodes de sa formulation. Cet axe a déterminé les propriétés responsables de la qualité du béton à travers son comportement à l'état frais et à l'état durci afin de comprendre les besoins des chercheurs à améliorer les caractéristiques du béton et l'innovation des différents types apparus.

2.LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

Introduction

Depuis son apparition, le béton n'a pas cessé de se développer pour connaître à la fin du XIX^e siècle une croissance tout azimut avec la construction de charpentes en béton armé, notamment en Allemagne par GA Wayss, aux Etats-Unis par Ernest et en France par François Hennebique [91]. Ce dernier qui, sur les traces de l'invention du béton armé par Joseph Monier, crée un système qui a révolutionné le monde de construction. Il fonde une entreprise considérée comme pionnière à introduire le béton armé dans le secteur de construction privé comme public tout en réalisant un grand progrès.

Comme annoncé brièvement dans le précédent chapitre, Hennebique n'était pas le seul à imposer le béton dans l'art de bâtir. Face à l'empire de cet entrepreneur venu s'installer au départ en Belgique, Josef Abram évoque dans ses études l'attachement d'Auguste Perret au béton armé montrant la volonté de ce dernier à inscrire la construction moderne dans un ordre architectural en quête de durabilité et de démocratisation en gardant un goût très vif au Classicisme [21]. Avec son frère Gustave, ils affirment leur réputation d'incomparables techniciens à travers la nouveauté portée dans leur œuvre. A ce sujet, les innovations de ce nouveau procédé s'enchaînent et les polytechniciens et ingénieurs particulièrement des Ponts et Chaussées, à l'image d'Eugène Freyssinet ou Eduardo Torroja Miret, continuent de révolutionner le monde de la construction avec des techniques et systèmes innovants.

Ce chapitre montre dans le détail le champ d'application du béton armé, dont la France est en pointe, notamment avec les entreprises protagonistes dans le secteur de construction, faisant de l'Europe et de l'Algérie en particulier un vrai chantier.

2.1. François Hennebique :

Né dans une famille de tailleurs de pierre le 25 avril 1842 à Neuville-Saint-Vaast, François Benjamin Hennebique devient un maçon après son certificat d'étude. A l'âge de 23 ans, Il franchit les frontières pour diriger un chantier de reconstruction d'une église détruite par un incendie à Courtrai-Belgique. En 1867, il s'établit à Bruxelles où il crée sa propre entreprise vouée à la restauration des églises et à la réfection des bâtiments et réalise plusieurs travaux.

2.1.1. Le Système :

Pendant son long séjour en Belgique, Hennebique s'intéressait à l'alliance du fer et du béton en faisant noyer les barres de fer dans ce dernier pour les protéger contre le feu. Lors de la construction d'une maison incombustible pour son ami, en 1889, il découvre le principe de l'étrier ; armatures de fers placées aux dessus et en dessous de la poutre, renforcées par des étriers [92]. Il s'agit de munir la poutrelle d'une enveloppe protectrice en béton qui travaille à la compression et ne laissant au fer que le travail à la traction. Cet étrier de renforcement est devenu l'une des clefs du béton Hennebique et fait l'objet de plusieurs brevets.

Hennebique a développé ses idées pour différents éléments en béton armé dont la structure comprend un ensemble monolithique afin d'assurer une meilleure résistance aux efforts [93]. Cet ensemble est formé par des dalles hourdis, poutres, piles porteuses, colonnes, etc. Ainsi, il construit son premier plancher incombustible considéré comme première application de son système c'est à dire béton armé avec étriers (infra, p23). En effet, il a fallu des années pour affiner le système afin de le commercialiser sur le marché du bâtiment.

Hennebique n'a pas voulu céder ses brevets aux acquéreurs et a choisi de développer son système sous sa propre responsabilité et sous son contrôle [94]. Pour cela, il abandonne le chantier, ne se présente plus comme entrepreneur et se concentre sur les études et l'exploitation de ses brevets. En 1892, il fonde son bureau d'études à Bruxelles à travers lequel il dépose son premier brevet intitulé « Combinaison particulière du métal et du ciment en vue de la création de poutres très légères et de haute résistance » [22]. Cette admirable invention a été améliorée par des brevets complémentaires qui concernent la redéfinition de l'étrier en 1893 et ensuite la poutre continue en 1897 [95].

Delhumeau tente de porter un regard nouveau, dans sa thèse, sur l'évolution de la notion de "système constructif" vers celle d'un "matériau" [23]. Selon l'auteur, passer du système au matériau, c'est passer des particularités de chaque entrepreneur de béton armé à l'usage d'un produit qui prend sa place aux cotés de la pierre et du métal en tant que produit et non pas en tant que procédé [96]. Il ajoute que les brevets de Hennebique se sont développés dans deux directions complémentaires : la résistance au feu et la construction des planchers/plafonds [96].

Avec ses dix-sept inventions brevetées en Belgique, le système Hennebique a très vite évolué et dominé nettement le marché belge du béton armé avant la Première Guerre mondiale. Plus de 80% des projets en béton armé à Bruxelles implique ce système. Hennebique publie, en 1893 une brochure intitulée « Plus d'incendies désastreux » qu'il diffuse en 3000 copies et dans laquelle il vante les mérites du béton armé [97]. La facilité de sa mise en œuvre, sa fiable qualité d'exécution, son efficacité sur le plan structurel et ses faibles coûts sont des facteurs qui ont permis sa grande réussite commerciale [41].

2.1.2. La Firme :

Pour Hennebique, les brevets ont assuré l'exploitation commerciale de son invention. Or cette tâche était trop vaste pour qu'il soit en mesure de la mener seul. Il décide alors de créer une organisation qui se chargerait des entreprises à travers un réseau de concessionnaires dirigés par des agents régionaux [94]. Ces derniers sont chargés d'ouvrir des bureaux techniques partout en : France, en Italie, Suisse, Espagne, Belgique, Angleterre, Allemagne, Russie, Egypte de même que pour les colonies (annexe 2.1.2). Une fois son bureau central transféré à Paris, en 1897, il représente désormais une figure dominante de la maîtrise d'œuvre française [98]

Le rôle principal de ces agents est d'assurer les calculs et de contribuer au maintien de la qualité des chantiers et des projets envoyés par les entrepreneurs. Ces agents constituent des ingénieurs et dessinateurs bien formés responsables de la configuration du renforcement, des sections de structures et de la composition des éléments de béton. En contrepartie de ces services, les concessionnaires doivent reverser des honoraires au bureau du montant total des travaux exécutés [99].

Promoteur d'un nouveau système de construction, Hennebique a réussi à créer un véritable empire multinational, une puissante firme d'ingénierie qui s'est étendue très rapidement grâce à la politique simultanée des études et exécutions. Cette expansion a connu un étendu spécifique du réseau avec 45 concessionnaires Belge dont les plus productifs étaient Bolsée et Hargot, Hargot & Somers d'Anvers, Delvaux de Saint-Gilles, Louis de Waele de Bruxelles et Maurice Prax [98]. Cela indique l'attachement de Hennebique à la Belgique, là où son monopole n'a pas cessé de grandir.

L'Exposition universelle de 1900 a offert à Hennebique et au béton armé la consécration officielle. Ainsi la réglementation de 1906, en Europe, concernant l'emploi du béton armé a permis une progression exceptionnelle de la société pour la réalisation des ouvrages audacieux [18]. En effet, le nombre s'est multiplié de 3 agents en 1894 à 32 en 1900 et à 60 en 1909. Il en est de même pour le nombre d'œuvres qui n'a pas cessé d'augmenter de 6 œuvres en 1892, à 1129 œuvres exécutées en 1900, à 1970 œuvres en 1909 pour atteindre les 30 000 œuvres exécutées en 1913 [95]. Avec un chiffre de 7000 affaires traitées par an, la société est contrainte de marquer un arrêt de 60 000 projets étudiés, lors de la Première Guerre mondiale. D'après Delhumeau, son activité n'a pas pu reprendre qu'après cette dernière mais avec un chiffre très réduit surtout hors France. En 1967, elle accomplit définitivement son activité avec une moyenne de 150.000 dossiers traités [41].

2.1.3. La Revue

Afin de convaincre les architectes et les entreprises à propos de la particularité de son système et assurer sa commercialisation, Hennebique a créé, en 1897, un congrès annuel de trois jours sur le Béton Armé, qui permet de développer les connaissances et d'échanger les idées. Cette stratégie adoptée n'était pas suffisante pour augmenter la cohésion entre les membres de l'organisation, Hennebique a eu l'idée alors de fonder un journal pour mettre à jour et tenir au courant chaque concessionnaire et agent de ce qui se passe un peu partout. Lors du Congrès, de février 1898, il lance la Revue « Béton Armé » dont le premier numéro est sorti quatre mois après [94].

Il s'agit donc d'une tribune à la fois privée et publique entre les concessionnaires dont toutes les notes sont envoyées pour être insérées sous la bienveillance de Hennebique. Le journal figurait sous deux formes : la première publique sur papier blanc et destinée aux clients abonnés, donne des renseignements techniques et fait connaître le système Hennebique. Quant à la seconde privée et imprimée sur papier rose, elle formait le numéro complet avec tous les renseignements adressés exclusivement aux concessionnaires et agents [94].

Pendant les premières années, cette plateforme était présidée par Samuel de Mollins (agent de Hennebique en Suisse) et Edouard Hennebique comme

secrétaire en collaboration avec d'autres agents membres de rédaction dont on cite F.Perret à Renne, E.Le Brun à Nantes, J.Martinez à Paris, Ribéra en Espagne...etc.

La lecture attentive de la revue et l'analyse de son contenu a permis de distinguer deux grandes phases fondamentales de son parcours dont la première concerne la période de l'avant-guerre tandis que la seconde porte sur l'entre deux guerres.

2.1.3.1 Phase d'avant-guerre

Le premier numéro de la Revue publié en juin 1898, intitulé « Le Béton Armé, organe des concessionnaires et des agents du système Hennebique » représente une charte de fondation accentuée sur les origines du béton armé à travers : son histoire, l'étrier, l'épreuve du temps, la création du réseau Hennebique ainsi que les congrès annuels et la fondation du journal [94] (buts et fonctionnement) (Fig. 2.1). Tout comme les congrès annuels, la revue semble présenter un moyen publicitaire essentiel qui a permis d'imposer l'autorité d'Hennebique dans la construction en béton. Delhumeau [95] et Simonet [43], indiquent qu'avec une moyenne de 3 000 à 10 000 exemplaires tirés chaque mois et distribués partout dans le monde, l'objectif d'Hennebique à travers cette stratégie publicitaire et politique était d'assurer une large diffusion du béton armé associée typiquement à son système.

La collection, par son caractère international et sa durée de vie (1898 à 1939), a réussi, en effet, à fournir presque toute l'histoire du béton armé et les domaines de son emploi depuis son invention jusqu'à la deuxième Guerre Mondiale [100]. La revue offre un aperçu sur la structure et sur le fonctionnement de l'entreprise sur la base d'articles traitants les procès-verbaux, l'avancement des projets, les correspondances, détails des travaux du mois...etc. Elle insiste sur les nouveautés et le développement des applications du béton armé dans le secteur de construction, à travers des thématiques essentielles comme la sécurité incendie et la création d'une nouvelle architecture en béton armé, en restant sur le point de domination. Toutefois, le langage polémique de la revue permet de la mettre à la limite entre information et propagande [98].

Face aux différentes revues spécialisées que comptait la Belgique : « La Technique des Travaux » de la Compagnie Internationale des Pieux Franki et la revue franco-belge « Revue du Béton Armé » ; seule la Revue « Le Béton Armé » d'Hennebique présente une source de documentation unique sur l'histoire du béton Armé.

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

L'analyse de la revue montre l'attachement de Hennebique à la Belgique au regard du nombre de bâtiments construits par son Système. Il semble aussi qu'après la France, la Belgique est bien présente dans la revue, et le mot « Belgique » a été cité plus de 1000 fois (Fig 2.2). D'après les articles écrits par des ingénieurs belges, ce pays est considéré comme un cas d'étude représentatif par excellence, qui illustre toutes les techniques et applications du béton, introduisant un nouveau style architectural. C'est d'ailleurs dans ce pays où le monopole du béton n'a pas cessé de grandir [101].

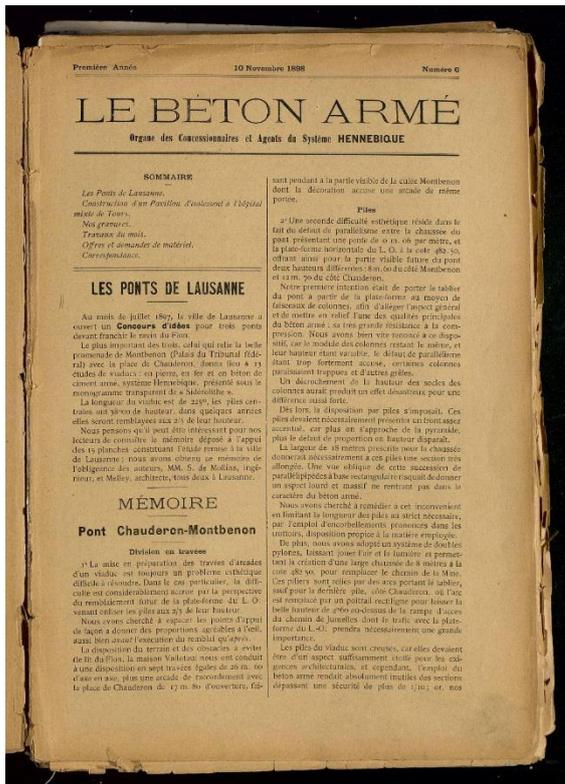


Figure 2.1 : Aperçu de la couverture du premier numéro de la revue juin 1898.

Source : <http://lib.ugent.be/lebetonarmer/>

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES



Figure 2.2 : Aperçu de la couverture de la revue montrant la domination de la Belgique

Source : Stephanie Van de Voorde « LE BÉTON ARMÉ ». la genèse de la construction en béton armé en Belgique au travers de la revue de François Hennebique dans histoires de béton armé - patrimoine, durabilité et innovations.

2.1.3.2. Phase de l'entre deux-guerres

Au lendemain de la première guerre mondiale, l'entreprise Hennebique a commencé à perdre sa spécificité et son pouvoir commercial. De même, le contenu de la revue s'est transformé en raison de l'évolution qu'a connue l'emploi du béton armé et le nombre croissant d'ingénieurs spécialisés. La revue a changé de titre pour devenir « Revue technique et documentaire en béton armé système Hennebique », et pour ne plus faire par la suite référence au nom Hennebique (Fig 2.3). Aussi, elle a perdu toute sa valeur informative et l'originalité des articles dont la majorité de son contenu ne concernait que des publicités des concessionnaires ou des articles reproduits provenant d'autres revues [98].

La détérioration de la revue n'a pas cessé. En effet, la concentration des derniers numéros seulement sur les détails des laboratoires belges en particulier celui de l'université de Gand, ainsi que la consécration du contenu de la revue, dans la rubrique « Saviez-vous » (Fig 2.4), uniquement à la rétrospective des 50 ans de béton armé en Belgique à travers tout ce qui y a été construits (ponts, ouvrage d'art, structure importante, bâtiments) ont conduit à la mort de la Revue en 1939 [95].

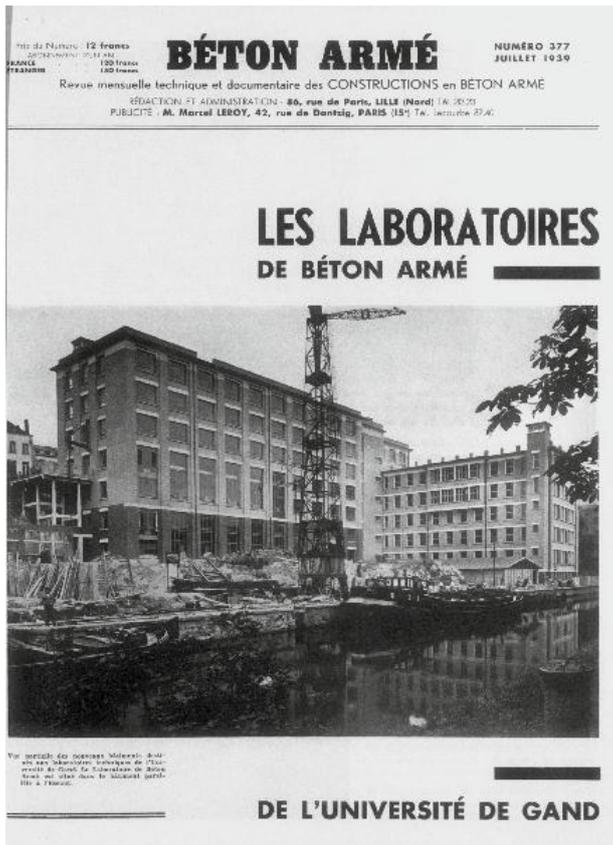


Figure 2.3 : Aperçu de la couverture de la revue dans son avant dernier numéro

Source : Stephanie Van de Voorde « LE BÉTON ARMÉ ». la genèse de la construction en béton armé en Belgique au travers de la revue de François Hennebique dans histoires de béton armé - patrimoine, durabilité et innovations.

Figure 2.4 : Aperçu de la rubrique « saviez-vous » de la revue

Source : Stephanie Van de Voorde « LE BÉTON ARMÉ ». la genèse de la construction en béton armé en Belgique au travers de la revue de François Hennebique dans histoires de béton armé - patrimoine, durabilité et innovations.

SAVIEZ-VOUS

QUE PLUS DE 5.000 CONSTRUCTIONS ONT ÉTÉ EXECUTEES EN BELGIQUE EN TOUT OU EN PARTIE D'APRES LES PLANS HENNEBIQUE

PARRMI LESQUELLES :

A BRUXELLES :

- LE PASSAGE SOUTERRAIN DEVANT LA GARE DU NORD
- L'HOPITAL FRANÇAIS REINE ELISABETH
- LES ENTREPOTS DE BRUXELLES-MARITIME
- LES PAVILLONS FRANÇAIS (14 ETAGES)
- LES MAGASINS DU BON MARCHÉ
- LA CAISSE DES REPORTS
- LA BANQUE DE BRUXELLES
- L'UNIVERSITE DU SOLSBOCH

A ANVERS :

- LE BAZAR DU BON MARCHÉ - LES HUILERIES MERXEM
- L'HOTEL TERMINUS - LE FRIGORIFIQUE
- LES DOCKS - LE ZOO

L'UNIVERSITE DE LOUVAIN
LE PONT DU PAIN-PERDU A GAND
LE PONT DE LIEGE
LE CASINO DE SPA

ET UN TRÈS GRAND NOMBRE D'IMMEUBLES, HABITATIONS, PORTS, ETC.,

BRUXELLES
Passage souterrain place Rogier
ENTRETRIEF FANGEL & SONSERS

2.1.4. Les Archives

Conservé au Centre d'archives d'architecture du 20^{ème} siècle de la Cité de l'architecture et du patrimoine à Paris et au Conservatoire National Des Arts et Métiers à Paris (CNAM), le fond Hennebique demeure l'une des archives les plus pertinentes sur l'histoire de construction en béton armé couvrant la période 1870-1965. Ce fond comprend quatre formats de documents : dossiers d'études, pièces d'agences, plus de 6 500 photographies et presque la totalité de la revue Béton Armé [102]. Chaque document est coté et classé selon le système de la firme dans six grandes séries (habitations, bâtiments publics, bâtiments industriels, ponts et passerelles, silos et réservoirs, divers) divisées en 32 catégories dont chacune correspond à un répertoire enregistré par les archivistes du bureau central (Fig2.5).

2.1.4.1. Les dossiers d'études :

Classée suivant un numéro de commande, cette catégorie d'archive constitue le corps fondamental du fonds avec 400 mètres linéaires étalées de 1892 à 1939. Elle se compose de trois types de documents [103]:

-pièces écrites dressant la commande des matériaux, des notes de calcul, détail de structure, feuilles de quantité... etc.

-documents graphiques techniques qui consistent en les différents tirages des plans de structure et de ferrailage.

-documents graphiques architecturaux qui consistent en les calques des plans d'architecture.

2.1.4.2. Pièces d'agence

Ces dossiers contiennent environ 7 mètres linéaire de documents assez variés entre brochures, procès-verbaux, pièces de comptabilité, dossiers de contentieux, compte-rendu de réunion, bordereaux d'expéditions et même des correspondances par rapport à l'activité de l'entreprise ainsi que la personnalité de François Hennebique

2.1.4.3. Les photographies

La photographie représentait un outil important par lequel le bureau d'études réinvestit le chantier, illustrant l'activité de la firme dans plus de trente pays. Quelles soient des cartes postales, des vues stéréoscopiques ou des vues d'ensemble ou

de détail des ouvrages, ces photographies sont envoyées par les différents agents et concessionnaires afin d'être publiées dans les brochures commerciales, dans la Revue ainsi pour être exposées dans les salons, les congrès et les expositions universelles [104] (Fig2.6). L'ensemble des photographies a été archivé au siège du bureau central au 1 rue Danton à Paris.

2.1.4.4. La revue

Cette catégorie d'archives représente presque la collection complète de la Revue « Béton Armé » créée en 1898 par La firme et parut jusqu'en 1939 (Infra 53). Elle a été numérisée et référencée selon le système de classement propre à l'agence. La revue consiste à publier les travaux de la firme dans les quatre coins du monde à travers des planches imprimées détaillant la mise en œuvre du système Hennebique et montrant les réalisations les plus significatives et leurs détails techniques [105]. La rareté de la collection a empêché, jusqu'ici, plusieurs études sur la revue ; ce n'est qu'en 2009, que la collection de l'Université de Gand a été complétée grâce à une donation des fonds Hennebique de Paris.

Depuis 2011, toute la collection de la revue « Le Béton Armé » est consultable sur la base de données de la cité de l'architecture (l'Institut Français d'Architecture) sous format numérique en partenariat avec l'Université de Gand (Belgique) (<http://lib.ugent.be/lebetonarme/>).

L'ensemble des archives est contrecollé sur des cartons de présentation pour être communicable au Centre d'archives d'architecture du 20^{ème} siècle de Paris. La majorité des documents et des photographies sont en bon état de conservation dont certains tirages ne présentent aucun signe d'altération.



Figure 2.5 : Service des archives du bureau central



Figure 2.6 : Panneau de photographies des ouvrages pour l'exposition universelle de 1913.

Source : Simon Vaillant, PRÉSENTATION DES ARCHIVES HENNEBIQUE dans histoires de béton armé - patrimoine, durabilité et innovations.

2.1.5. Les Réalisations :

Grand Promoteur du béton armé, Hennebique est responsable de la croissance rapide de la construction en béton armé dans les quatre continents. Son produit était adapté à tous types de bâtiments (industriels, agricoles, publics, ouvrages d'art ...etc.) et son système a permis un succès proche du monopole. L'entreprise compte plus de 2000 ouvrages réalisés seulement entre 1892 et 1910 dont plus de 1300 ponts, 50 imprimeries, 90 hôtels de ville [18].

En 1900, à Paris, au n° 1 rue Danton, il réalise avec l'architecte Edouard Arnaud son premier immeuble entièrement en Béton armé pour installer ses bureaux. Hennebique visait à montrer les possibilités exceptionnelles de son procédé par les sculptures, les encorbellements et les moulures qu'il réalise sur la façade (Fig 2.7). Les quatre premiers étages de l'immeuble consistent en des logements tandis que les trois derniers comprennent les bureaux de ses ingénieurs. Implanté au cœur de la ville, cette construction fut une véritable publicité qui témoigne de la maîtrise du béton armé par Hennebique [106].

En 1901, dans un environnement verdoyant et convivial à Bourg La Reine, Hennebique intègre sa propre demeure à travers laquelle il prouve les ressources du béton armé dans l'architecture d'une habitation. Il s'agit d'une villa familiale unique dans son architecture dont François Hennebique a pris une grande liberté de forme. Il démontre l'expérience de son système et illustre à merveille la

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

souplesse de son matériau par : le décrochement des volumes, saillies des terrasses en encorbellement, jeu de niveaux, portées importantes ainsi qu'une tour de 40 m de haut (Fig 2.8). Cette dernière est surmontée de quatre dragons orientés vers les quatre sens afin de promouvoir le savoir-faire de Hennebique internationalement (Fig 2.9). Constituant un réservoir d'eau pour l'arrosage des serres et des jardins de terrasses, la tour-minaret démontre l'élasticité et l'étanchéité de ce nouveau matériau au début du XX^e siècle [107]. Inscrite à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques en 1972, la villa est un manifeste qui se présente comme un catalogue des possibilités du béton armé.

Hennebique réalise toutes sortes de projets à travers le monde dont il était pionnier dans certains comme le pont du Risorgimento de Rome, construit en 1911 et estimé le plus long du monde à cette époque. En effet, les premiers plus grands chantiers que François Hennebique a menés étaient la raffinerie parisienne de Saint-Ouen en 1894, les filatures Barrois à Tourcoing en 1895, le réservoir à Charbon de Saint-Vaast en 1898, le réservoir d'Héliopolis en 1900 et la manufacture de chaussures de Boston en 1911. Ces réalisations ont montré que le béton armé peut s'imposer pour le bâtiment technique ou industriel [108].



Figure2.7 : Immeuble de bureau Hennebique

Source : <https://www.unjourdeplusaparis.com/paris-insolite/rue-danton-premier-immeuble-beton-arme-paris>

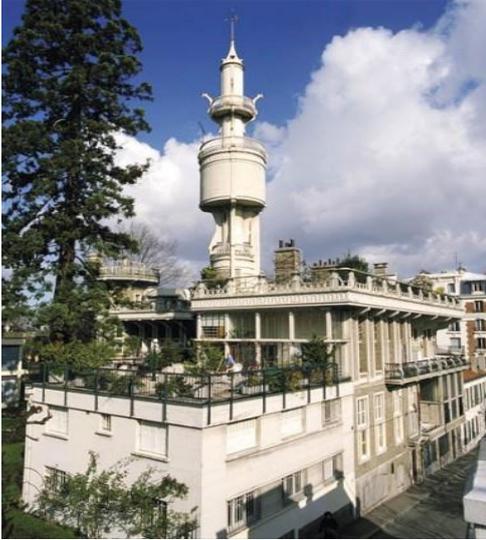


Figure 2.8 : La tour de 40m de la villa



Figure 2.9 : Vue montrant le jeu de volumes

Source : <https://structurae.net/fr/ouvrages/villa-hennebique>

2.1.5.1. A l'international :

Hennebique a construit tant en France qu'à l'étranger, la maison Hennebique, depuis ses agences a participé à la construction d'une série d'ouvrages audacieux dont les principaux sont [103]:

En France :

- 1900 : Pont Camille-de-Hogues à Châtelleraut, premier grand pont en béton armé en France (Fig1.10)
- 1901 : villa Majorelle à Nancy par l'architecte Henri Sauvage.
- 1903 : immeuble Les Chardons à Paris par l'architecte Charles Klein
- 1905 : Immeuble au 26 cours Lieutaud à Marseille par Charles Heraud.
- 1908 : la Gare et le château d'eau de la gare de Metz
- 1909 : Pont du tramway de la Vésubie, Alpes-Maritimes
- 1910 : immeuble d'ateliers d'artistes construit, Paris.
- 1925 : Cité internationale Universitaire de Paris (Fig 2.11)
- 1939 : Basilique Notre-Dame de la Trinité de Blois.
- les imprimeries de : Le Matin et le Petit Parisien (Paris), Le Progrès et Le Nouvelliste (Lyon), La dépêche de Constantine, La Petite Gironde (Bordeaux).
- les hôtels de villes de : Paris, Aubusson, Bailleul, Armentières, Guéret, Péronne...etc.



Figure2.10 : Pont Camille-de-Hogues à Châtelleraut

Source : <http://www.poitou-charentes.culture.gouv.fr/>



Figure2.11 : Cité internationale Universitaire

Source : <https://www.pariszigzag.fr/>

En Belgique :

Après la France, la Belgique est le deuxième pays qui compte plus de 5000 ouvrages exécutés adoptant le système Hennebique parmi lesquels [109]:

- 1904 : passerelle Mativa ou pont Hennebique, à Liège, classé monument en 2016(Fig2.12).
- 1908 : le stade de jeux et le théâtre en plein air de Namur(Fig2.13).

A Bruxelles : Le passage souterrain devant la gare du nord, l'hôpital français reine Elisabeth, les entrepôts de Bruxelles-maritime, les pavillons français (14 étages), les magasins du bon marché, la caisse des reports, la banque de Bruxelles et l'université du Solsboch

A Anvers : Le bazar du bon marché - les huileries Merxem, les docks - le zoo, l'hôtel terminus - le frigorifique, le casino de spa, l'université de Louvain, le pont du pain-perdu à Gand et le pont de liège et un très grand nombre d'immeubles, réservoirs, ponts, etc..



Figure2.12 : Pont Hennebique où Mativa à Liège

Source : <https://www.cirkwi.com/fr/point-interet/516305-pont-mativa>

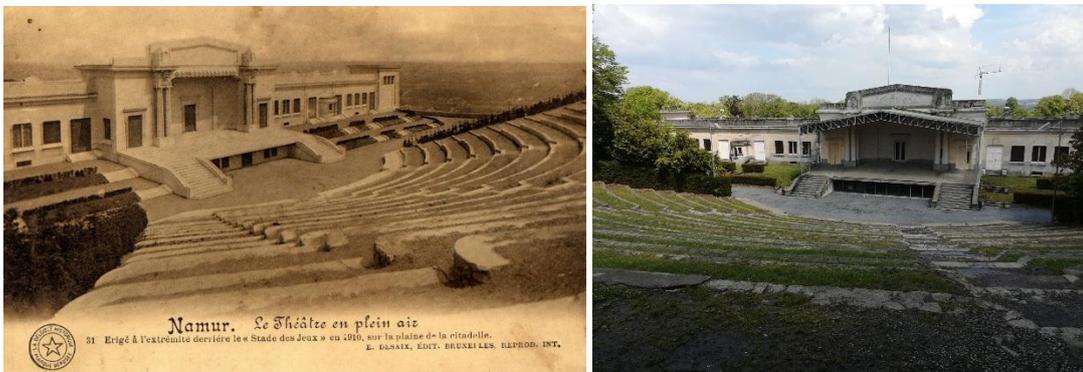


Figure2.13 : Le stade de jeux et le théâtre en plein air de Namur

Source:https://www.waymarking.com/waymarks/WMZ93E_Stade_des_Jeux_et_Thtre_de_Verdure_Citadelle_Namur_Wallonie

En Italie :

- Le pont du Risorgimento de Rome, en 1909, est le premier pont en Italie formant une arche unique en béton armé de 100 m de portée et d'une flèche de 10 m. Construit par l'ingénieur Giovanni Porcheddu ; le seul agent Hennebique en Italie, nommé Roi du béton armé par le Roi Victor Emmanuel III lors de l'inauguration (Fig2.14).
- Reconstruction à l'identique et renforcement du Campanile de Saint à Venise, en 1912.
- Chemin de roulement pour la Marine Italienne, Messine en 1918.
- Usine Michelin et Compagnie à Turin en 1925.
- Eglise Sainte-Catherine, Catane en 1926.
- Théâtre Alhambra, rue Sangivliano, Catane 1933.



Figure2.14 : Le pont du Risorgimento de Rome.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Pont_du_Risorgimento

Aux Etats-Unis :

Hennebique a construit plusieurs bâtiments à partir des années 1916 à San Francisco dont :

Sheldon Building, San Francisco, Westbank and Flood Buildings, Saint-Clair Building, Mac Donald Building etc...(Fig2.15)

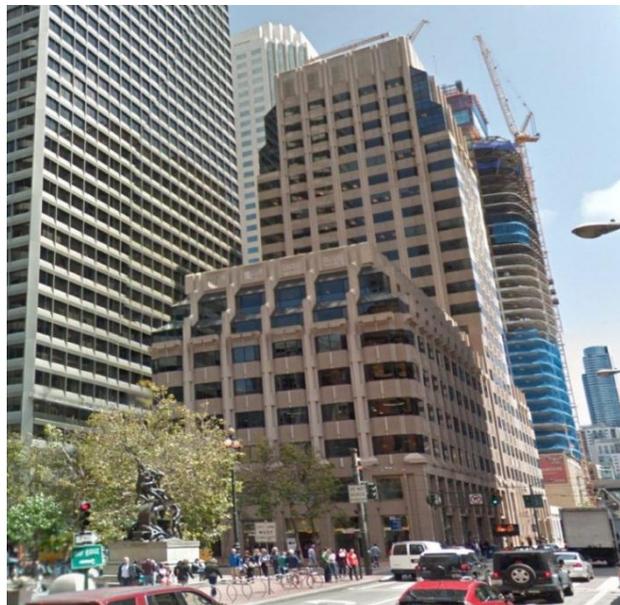


Figure2.15: Vue du Sheldon Building, San Francisco

Source : <https://www.rentcafe.com/>

Au Royaume-Uni :

Le Royaume-Uni compte plus de 7000 structures construites selon le système Hennebique y compris des bâtiments, des ponts et châteaux d'eau dont les principaux sont :

-1897 : le Weaver Building- Pays de Galles, premier bâtiment en système Hennebique

-1911 : le Royal Liver Building à Liverpool, premier gratte-ciel de grande Bretagne et la plus grande structure en béton armé dans le monde avec 98m de hauteur (Fig2.16).



Figure2.16 : Vue sur le Royal Liver Building à Liverpool

Source : <http://europe-re.com/barings-finances-acquisition-of-historic-royal-liver-building-liverpool-gb>.

En Egypte:

-1902 : le musée des antiquités égyptiennes au Caire. (Fig 2.17)

-1905 : la ville d'Héliopolis près du Caire y compris la basilique, le Palais Empain, les logements populaires, (Fig2.18)

- 1919 : pont tournant sur le canal de Suez, Al Qantara.

-1928 : Banque pour la société belge Miser au Caire.



Figure2.17 : Le musée des antiquités égyptiennes

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Musée_égyptien_du_Caire



Figure2.18 : Le Palais Hindou pour le Baron Empain

Source : <https://www.researchgate.net/figure/Le-Palais-hindou-realise-a-Heliopolis-pour-le-Baron-Edouard-Empain>

2.1.5.2. En Algérie :

Comme en métropole, l'entreprise Hennebique est venue s'installer à Alger où plusieurs architectes ont été conquis par sa nouveauté et son système notamment Paul Guion, Paul Regnier, René Lugan, Henri Petit [110]. En association, ils ont produit dans plusieurs villes d'Algérie y compris la Capitale de véritables chefs-d'œuvre en béton armé (Voir annexe 2.1.5.2). Parmi les constructions principales [103]:

- 1902 : théâtre casino municipal d'Oran.
- 1904 : immeuble du journal La Dépêche, la Préfecture d'Alger (Fig 2.19) et groupe scolaire à Tizi Ouzou.
- 1905 : théâtre municipal de Sidi Bel Abbès, Viaduc sur le Rummel à Constantine.
- 1906 : Hôpital civil Mustapha ; pavillon-Alger.
- 1908 : cathédrale et l'hôpital civil de Constantine, la Banque de la Compagnie Algérienne de Sétif
- 1912 : hôtel de préfecture et Caserne militaire Saint Philippe à Oran.
- 1913 : théâtre municipal de Philippeville-Skikda (Fig2.20)
- 1916-1930 : Quartier de l'Oriental (Debussy) et quartier Lafférière sud (ossature béton)
- 1921 : les magasins de Bon Marché de la rue d'Isly
- 1926 : Cité Bobillot à Mustapha

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

- 1924 : immeuble de rapport et agence Hennebique rue Berthèzene actuel Docteur Saadane Alger
- 1932 : Nombreux immeubles de la rue Michelet.
- 1927 : Immeuble Lafont Bd Saint Saëns et Immeuble Garcia rue de Constantine
- 1928 : le garage Vinson 136-140 rue Sadi Carnot (annexe)
- 1928 : hôpital militaire à Batna
- 1929 : immeuble de rapport boulevard Baudin actuel rue Amirouche (Fig2.21).
- 1929 : université rue Didouche et Michelet.
- 1929 : hôtel Cirta et Garage Citroen à Constantine.
- 1932 : immeubles des rues Denfert Rochereau et Clauzel, des boulevards Victor Hugo et Edgar Quinet
- 1935 : l'Hôtel d'Angleterre boulevard Bugeaud Alger.
- 1935 : église Sacré-Cœur à Constantine (Fig2.22). Ainsi que des hôtels de poste, hôtels de villes, des minoteries, des ponts et caves, réservoirs, des immeubles de rapport et bâtiments, des phares, des gares, garages et tout type de construction dans toutes les villes et communes d'Algérie.



Figure2.19 : Préfecture d'Alger actuel siège de wilaya

Source : <http://www.aps.dz/regions/73360-archives-audiovisuelles-35-000-boites-stockees-dans-les-sous-sols-du-siege-de-la-wilaya-d-alger>



Figure2.20 : : Théâtre municipal de Philippeville-Skikda

Source : <http://www.aps.dz/culture/74177-le-theatre-regional-de-skikda-un-chef-d-oeuvre-ressuscite>



Figure2.21 : Immeuble de rapport d'Alger centre

Source : <http://www.lesechosdalger.com/>



Figure2.22 : Eglise Sacré-Cœur à Constantine. Actuel mosquée d'Istiklal.

Source : <http://www.constantine-hier-aujourd'hui.fr/LaVille/plan%20lumiere.htm>

2.2. Les frères Perret ; Auguste (1874-1954) Gustave (1876-1952), Claude (1880-1960) :

Nés à Ixelles dans la région de Bruxelles, d'un père tailleur de pierre, exilé en Belgique où il avait fondé son entreprise de maçonnerie en 1882, Auguste, Gustave et Claude ont donné à l'architecture de béton armé ses lettres de noblesse en restant dans la quête du classicisme français. Ils ont coulé dans le béton les fondations de la modernité dès le début du XX^e siècle.

Prenant la suite de l'entreprise de leur père, après leur retour en France en 1880, Auguste a créé en 1905 l'entreprise de béton « Perret frères » associé à une agence d'architecture dont lui-même était le concepteur, le pédagogue et le maître. Gustave dessine et gère l'agence tandis que Claude est gestionnaire de l'entreprise et de sa filiale d'Alger. Cette organisation originale sans équivalent en France a permis aux trois jeunes frères, malgré leurs études incomplètes à l'école des beaux-arts, d'exploiter les richesses du béton et de confronter très tôt des programmes nobles, impliquant un rapport étroit entre l'étude architecturale et l'exécution en béton armé. Spécialisée dans la construction du béton armé, l'agence-entreprise de travaux publics Perret frères est l'une des premières à employer ce nouveau procédé bien maîtrisé par Auguste et Gustave [111].

2.2.1. Auguste Perret :

A l'âge de 11 ans, Auguste Perret découvre les ouvrages d'Auguste Choisy et surtout d'Eugène Viollet-le-Duc et apprend le dessin classique. Il a effectué ses études à l'École des Beaux-arts de Paris. Étant l'élève du théoricien de l'architecture

contemporaine Julien Guadet, ce dernier lui a bien transmis les règles et démarches rationaliste et les potentialités contemporaines de la culture classique. Au même moment, Auguste Perret s'intéressait aux procédés de construction moderne au sein de l'entreprise de son père et décide de quitter l'école pour la rejoindre [112]. Au début des années 1900, il saisit l'intérêt constructif du béton armé et invente un ordre architectural classique appuyé sur ses performances techniques et formelles. Ce matériau à la fois économique et robuste lui a permis de poser le principe de la structure poteau-poutre-dalle, du plan libre et du style sans ornement. La réflexion d'Auguste Perret a bien montré qu'une construction est simplement fondée sur une structure porteuse et un remplissage avec des cloisons et baies [106].

Architecte et entrepreneur, il a joué un rôle de premier plan dans la définition esthétique et spécifique au béton armé. Auguste Perret cherche à défendre ses idées modernistes et impose le béton pour bâtir des tours et des œuvres sans ornement mettant fin aux errements de l'art nouveau. Pendant les années 1920, il théorise sa pensée à travers des articles dans des revues et tient le poste de président de la Société des Architectes Modernes, puis membre élu de l'Académie des Beaux-arts et ensuite Président de l'Ordre des architectes. Ainsi il dirige un atelier spécialisé dans le béton et enseigne à l'école d'architecture où il est entouré par un groupe de jeunes architectes modernes dont Le Corbusier, Roger Jauny et d'autres [113]. Auguste Perret est le premier et le principal artisan de l'acceptation du béton armé en tant que matériaux propre.

2.2.2. Les Réalisations :

A la tête de l'entreprise Perret Frères, tout en recherchant un nouveau classicisme, Auguste construit avec Gustave, des édifices très marquants ; leurs premières œuvres significatives sont l'élégant immeuble d'habitation à ossature 25 bis, rue Franklin, en 1902 (premier immeuble locatif) et le grand garage, rue de Ponthieu en 1906 (Fig 2.23). Mais leur coup d'éclat était la réalisation du théâtre des Champs-Élysées en 1911 (Fig 2.24), exécuté sur la base d'une ossature en béton armé apparente dans les poteaux de la salle. Ce projet a mis au point la notoriété internationale et la célébrité des Perret [114].

En 1923, les frères illustrent leur maîtrise technique brillamment à travers l'église Notre Dame du Raincy. Il s'agit bien d'une empreinte de la doctrine rationaliste à

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

travers laquelle ils interviennent en tant qu'architectes. Conçue entièrement en béton avec des éléments préfabriqués, des coques et voiles minces, des vaisseaux inondés de lumière, des colonnes très fines de 11 m et d'un clocher de 43 m, elle empreinte un classicisme associé à la modernité (Fig 2.25). Identifié à une Sainte-Chapelle du béton armé, son architecture moderne a inspiré plusieurs grandes églises [115].

A l'occasion de l'Exposition universelle de 1937, les Perret ont construit sur l'avenue d'Iéna, colline du quartier Chaillot le Musée des travaux publics, actuel siège du Conseil économique, social et environnemental. L'édifice réalise l'idéal du "monument parfait" que définit Viollet-le-Duc dans sa lecture rationaliste du temple grec (Fig 2.26). Avec sa rotonde et son hémicycle abritant trois cent places couverte d'une double coupole, le musée illustre un des moments clés de la carrière de l'agence [116]

Après 1945, l'atelier Perret a été retenu par le Ministère de la reconstruction et de l'urbanisme pour la reconstruction du centre-ville du Havre après sa destruction pendant la Seconde Guerre. Il s'agit d'appliquer leurs théories pour une ville neuve entièrement rebâti en béton armé (Fig 2.27). Auguste Perret avec son équipe d'architectes a fait du Havre une expérience de reconstruction unique à travers les procédés urbanistiques, la cohérence constructive et les techniques de préfabrication. Mais, malheureusement il est mort avant l'achèvement du chantier et le seul bâtiment qu'il ait pu réaliser est celui de la rue de Bretagne, l'Hôtel de ville du Havre. Ainsi, l'Eglise Saint-Joseph était le dernier manifeste d'Auguste Perret, laissant derrière lui le reste du programme notamment : l'église Saint-Michel pour Henri Colboc, le Musée d'Art Moderne pour Gyu Lagneau, Collège Raoul Dufy pour l'architecte Lambert [24].

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES



Figure2.23 : Immeuble locatif 25 bis

Source :<https://structurae.net/fr/ouvrages/25-bis-rue-benjamin-franklin>



Figure2.24 : Théâtre des Champs-Élysées

Source :<https://www.francebleu.fr/emissions/le-top-3-de-france-bleu-paris/107-1/l-histoire-du-theatre-des-champs-elysees>



Figure2.25 : Notre Dame de Raincy

Source :<https://journals.openedition.org/in-situ/4718>



Figure2.26 : Le palais d'Iéna

Source :https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:P1030812_Paris_XVI_avenue_d%27I%C3%A9na_palais_d%27I%C3%A9na_rotonde_rwk.JPG



Figure 2.27 : Vue sur le centre-ville du Havre après la reconstruction

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Centre-ville_reconstruit_du_Havre

2.2.2.1. En France :

Les Perret approfondissent leurs expériences dans une vaste série d'œuvres comprenant des musées, des églises, des théâtres, des usines, des immeubles à appartements...etc., représentant un écart significatif par rapport aux ouvrages réalisés en béton armé de la même époque. Les principaux projets réalisés en France sont :

- 1919 : ateliers Esders en 1919,
- 1920 : ateliers Marinoni en 1920,
- 1924 : la tour Perret de 94m de hauteur de Grenoble
- 1925 : l'église de Montmagny
- 1926 : l'atelier Chana Orloff, à Paris
- 1927 : a chapelle de franciscaines de l'Immaculée Conception, dite chapelle Auguste Perret Arcueil
- 1927 : projets pour la Société des Nations
- 1928 : salle de musique de la rue Cardinet, la salle Cortot à Paris.
- 1929 : les bâtiments administratifs de la Marine dit « Bâtiment Perret »
- 1936 : Garde-Meuble national.
- 1939 : les usines des horlogeries Dodane à Besançon.
- 1946 : nouveaux ateliers à l'école des beaux-arts

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

-1949 : la tour Perret, immeuble résidentiel et de bureaux à Amiens

-1950 : centre d'études nucléaire Saclay.

-1951 : reconstruction du Vieux-Port, Marseille

2.2.2.2. En Algérie :

Installés à Alger en 1930, les frères, Auguste, Gustave et Claude Perret sont déjà connus par leur construction du pavillon de l'Algérie lors de l'exposition coloniale de 1906. Ils ont aussi beaucoup construit à Casablanca (Maroc). Depuis leur installation, ils ont produit des œuvres lumineuses notamment :

- Hôpital clinique de neurochirurgie Barbier-Hugo, Alger entre 1936-1955
- Hangar dans l'aérodrome d'Alger-Maison-Blanche, Dar el Beida en 1947
- Kiosque à musique, place Coquillat, Alger en 1949
- Cathédrale, Oran. 1908-1912 (Fig2.28)
- Maison de l'agriculture, Alger entre 1929-1932
- Bureaux du Gouvernement général d'Algérie, Alger entre 1929-1934
- Hôpital, Sétif en 1934
- Yacht club d'Alger, transformations entre 1934-1952
- Lycée de jeunes filles, Constantine entre 1937-1942 (Fig2.29)
- aménagements Place du Maréchal-Foch, Alger entre 1935-1941
- Gare maritime, Alger en 1948
- Centre d'accueil et de séjour ICOSIUM, Alger (Algérie). 1953-1954
- Cité universitaire de Ben Aknoun 2000 lits 1956
- Cathédrale Sacré cœur d'Alger en 1956.



Figure 2.28 : Cathédrale Sacré-Cœur d'Oran

Source : https://www.tripadvisor.fr/Reviews-La_Cathedrale_du_Sacre_Coeur-Oran_Oran_Province.html



Figure 2.29 : Lycée de jeunes filles, Constantine.

Source : auteur

2.3. Entreprises de béton armé :

Parallèlement aux travaux d'Hennebique et de Perret, une autre ère est fondée entre les ingénieurs et polytechniciens des ponts et chaussées sur l'utilisation du béton armé et son développement en matière de conception, de qualité, de solidité et d'esthétique. Parmi ces ingénieurs du XX^e siècle qui ont marqué le génie civil avec leur invention et techniques novatrices on cite :

2.3.1. Considère Armand (1841-1914)

Polytechnicien puis ingénieur des ponts et chaussées, Armand Gabriel Considère est né le 8 juin 1841 à Port-sur Saône en France. Il a occupé plusieurs postes dans l'administration avant de passer au secteur privé, en 1871. Il est chargé du service de la navigation et de l'hydraulique à Reims puis des services de la voirie, en 1874. Lors de son passage en tant que directeur des forges et chantiers de La Chéléassière et de Saint-Nazaire de 1874 à 1883, il portait un grand intérêt pour l'acier de la construction mettant au point une nouvelle méthode de production d'acier sans soufflures qu'il brevète en 1876 après avoir demandé un congé illimité [117].

Considère réintègre l'administration après un long congé mais son enthousiasme envers la résistance mécanique de l'acier et ses phénomènes (striction, d'érouissage) n'a pas cessé. Il invente la technique du fretage du béton, consistant à noyer des spires en acier dans la masse pour augmenter sa résistance à l'écrasement tout en limitant ses risques de gonflement. Il dépose son brevet du béton freté en 1901 à travers lequel il montre la disposition longitudinale des spires ou hélices autour des armatures afin de renforcer la structure. Son procédé est adapté aux poteaux, aux pieux et peut aussi être employé dans les poutres [117].

Cette invention lui a permis de continuer ses expériences et ses essais, ce qu'il a poussé à quitter ses fonctions en tant qu'inspecteur général des ponts et chaussées, surtout après avoir été empêché de présenter des conférences sur son procédé au sein de l'école. Considère décide alors de prendre sa retraite auprès de l'Etat après une carrière de quinze ans, en 1905, et se consacre à développer son système de béton freté par la fondation de son propre bureau d'études « Considère & Compagnie ». Spécialisée dans la conception des ouvrages en béton armé et en béton freté, la société prend le nom de Considère-Pelnard & Compagnie après que le polytechnicien ingénieur Louis Pelnard et gendre de Considère l'a rejoint. En

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

1912, Caquot, l'un des plus grands ingénieurs du béton armé s'associe à Considère et à Pelnard, donnant toute la dimension de son talent. La société, devenue Pelnard-Considère et Caquot, entreprend plusieurs constructions appuyées par la circulaire ministérielle de 1906 [118].

Après la mort de Considère en 1914, l'activité de la société s'est interrompue à cause de la deuxième guerre mondiale pour reprendre juste après. En ce moment, Pelnard et Caquot ont mis à profit les années de reconstruction pour diversifier l'activité de la société et exploiter le système partout dans le monde. Ils ont réussi à créer trois filiales mais cela n'a pas duré longtemps et la société a fermé ses portes en 1970. Armand Considère a mis en pratique ses innovations en construisant notamment [18]:

-1897 : phare de l'île Vierge

-1906 : le pont sur la Sée, Normandie.

-1906 : le pont Hardi de la nouvelle chocolaterie Menier à Noisiel ainsi que le bâtiment (Fig2.30)

-1908 : trois ponts en arc pour la ligne de tramway, les Alpes-Maritimes

Les filiales de la société sont :

-La Société anonyme de constructions industrielles et de travaux d'art (SACITA)-
1918-1956

-La Société centrale de la Prodorite (1925-1936)

-La Société d'étude et de travaux d'art au Maroc fondée par la SACITA

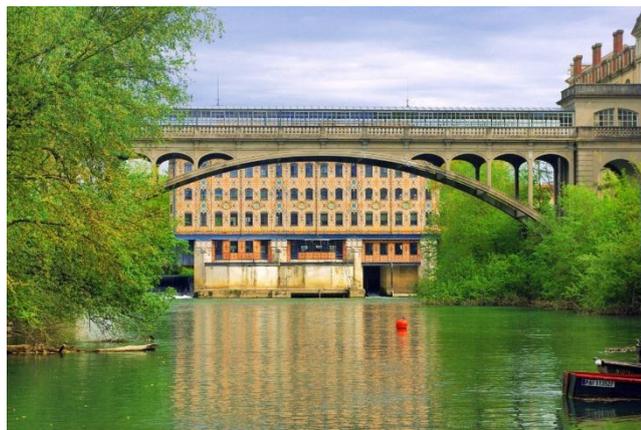


Figure 2.30 : Le pont Hardi et la chocolaterie Menier

Source : <https://mon-grand-est.fr/chocolaterie-menier-noisiel>

2.3.2. Freyssinet Eugène 1879-1962

Né à Objat en 1879, Eugène Freyssinet est un polytechnicien puis ingénieur des ponts et chaussées dans le département de l'Allier. Ce poste d'ingénieur ordinaire au service de l'administration des Ponts lui a permis de rencontrer l'entrepreneur François Mercier. Lors de l'avant-projet du pont Boutiron, ce dernier a proposé au bureau de Freyssinet de construire trois ponts sur le même principe dont Freyssinet a été nommé pour assurer leur contrôle par le conseil général de l'Allier. Ces trois ponts, Veudre, Boutiron et Châtel-de-Neuvre, marquent un point de départ à travers lequel Freyssinet passe au secteur privé pour commencer une carrière de bâtisseur [119].

Connu comme père du Béton Précontraint, Freyssinet a beaucoup travaillé sur la déformation du béton à travers des essais de retrait et de fluage de ce matériau et commence à s'intéresser à l'impact de sa composition sur ces deux phénomènes. En s'association avec l'entrepreneur Claude Limousin et Mercier, en 1916, il devient directeur de la société « Limousin et Compagnie, Procédés Freyssinet » et réalise, pendant la première guerre mondiale, son premier pont de la Libération de Villeneuve-sur-Lot dont il introduit des vérins imposant un état de contrainte aux arcs pour la mise en compression [1]. Il poursuit ses recherches sur l'idée de pré-comprimer le béton et dépose son premier brevet en 1928 (infra, p39).

Afin d'exploiter ce système de précontrainte dans le monde, quatre ingénieurs ; Rinaldi (Italie), Bruggeling (Néerlande), Gooding (Angleterre) et Fernandez (Espagne), ont eu l'idée de créer une Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP) par collaboration avec Freyssinet [120]. Mais ce n'est qu'en 1943, que la société Freyssinet-International-STUP⁵, qui est devenue ensuite Freyssinet seulement, a été créée par Edmé Campenon. Un entrepreneur très convaincu de l'invention de la précontrainte, qui propose à Freyssinet de mettre à sa disposition les chantiers de son entreprise (en France et en Algérie) pour appliquer et développer son invention tout en lui permettant d'exploiter ses brevets avec d'autres entreprises [121].

La société a marqué le génie civil français et devenu un spécialiste mondial des Haubans support des ponts. Elle appartient maintenant au groupe Vinci. En effet,

⁵ Société technique pour l'utilisation de la précontrainte.

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

Freyssinet n'était pas seulement inventeur du précontraint mais aussi créateur de voutes fines, et de coquilles d'œuf. En association avec plusieurs sociétés et entreprises, Freyssinet et son système ont permis d'équiper une série de grands ouvrages en béton armé dont [122]:

- 1919 : le pont de la Libération Villeneuve-sur-Lot (Fig2.31).
- 1922 : le pont de Saint-Pierre-du-Vauvray sur la Seine avec arche de 131 m (Fig2.32).
- 1927 : le Hall Freyssinet de la gare d'Austerlitz à Paris.
- 1933-1935 : rénovation de la gare maritime du Havre.
- 1936 : conduites d'eau de l'oued Fodda, Algérie
- 1937 : barrages des Portes de Fer et de Béni Badhel, Algérie
- 1947 : pistes d'aviation de l'aéroport d'Orly.
- 1955 : barrage à voûtes multiples d'Erraguene sur l'oued Djen-Djen, Algérie.
- 1959 : pont Saint-Michel à Toulouse.



Figure 2.31 : Pont de la Libération Villeneuve-sur-Lot

Source : https://www.architecture-contemporaine-lotetgaronne.fr/mobile.php_Pont-de-la-Liberation

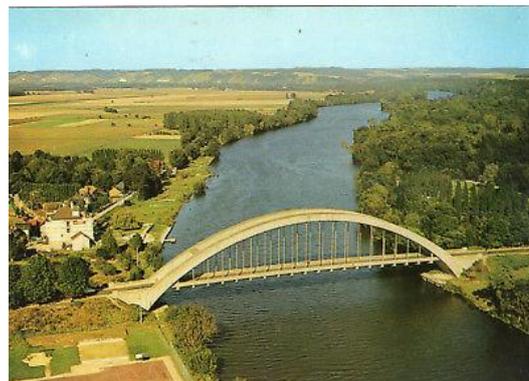


Figure 2.32 : Pont de Saint-Pierre-du-Vauvray

Source : <https://www.ebay.fr/itm/SAINT-PIERRE-DU-VAUVRAY-Le-Pont-sur-la-Seine->

2.3.3. Edgard Franki 1882-1954

Fondée en 1911, la société Franki ou la « Compagnie Internationale des Pieux Armés Frankignoul » tire son nom de son fondateur belge Edgard Frankignoul ; l'inventeur du système de compression du sol « les pieux Franki » qui s'associe avec Armand Baar dans cette entreprise afin de l'exploiter dans d'autres pays [123].

Tout a commencé, en 1909, lorsque ce dernier a déposé un brevet pour une technique de compression mécanique des sols. Il s'agit de l'exécution d'un pieu en

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

béton moulé dans le sol avec une base élargie pour améliorer le système de fondation face à des sols difficiles [124] (Fig2.33). Ce procédé a rendu possible des réalisations très complexes qui répondent aux exigences de qualité et de sécurité des constructions ; sa réussite a permis à la Compagnie de décrocher rapidement de nombreux contrats malgré les difficultés affrontées au début [125].

La société représente un essor incontournable dans le secteur de construction en Belgique grâce à ce procédé novateur. Par cela, le terme Pieux Franki est devenu très générique et sa technique a donné naissance à une entreprise de poids dans le bassin liégeois qui s'est très vite internationalisée et diversifiée. Dès la fin des années vingt, la société compte plus de trente filiale à travers le monde grâce à la forte demande des pieux et se taille une solide réputation. En ces temps, l'ingénieur Edgard Frankignoul a voulu développer et élargir son invention en exerçant son savoir-faire, non seulement dans les fondations, mais aussi dans des travaux de haute technologie.

Après la mort de son fondateur en 1954, la société n'a pas cessé de croître de même que son expansion géographique. Dans les années cinquante elle s'implante aux USA pour s'étendre dans tous les continents (Europe, Asie, Afrique du nord, Amérique) via des filiales et des licences à travers 44 pays [126]. Les années soixante, la société a connu l'évolution de nouvelles techniques, pieux Atlas, grappin rotatif pour les pieux forés et son développement en matière d'infrastructure lui a permis de travailler sur des projets emblématiques notamment à Anvers, Rio De Janeiro, Sydney. Une ère de difficulté dont la crise du pétrole de 1970 a empêché cet empire de continuer, aucun des changements actés par la société n'a pu sauver sa situation pour que cette dernière tombe en faillite en 1994 [127].

C'est à la société Franki qu'on doit des chantiers de renoms dont :

- 1920 : la Basilique de Koekelberg à Bruxelles.
- 1923 : la Résidence Palace reposant sur 2458 pieux à Bruxelles (Fig2.34).
- 1930 : hotel Safir ex Aletti Alger
- 1931 : le creusement dans du tunnel sous l'Escaut à Anvers.
- 1956 : la Basilique Sacré-Cœur d'Alger.
- 1958 : l'opéra de Sydney en Australie (Fig2.35).

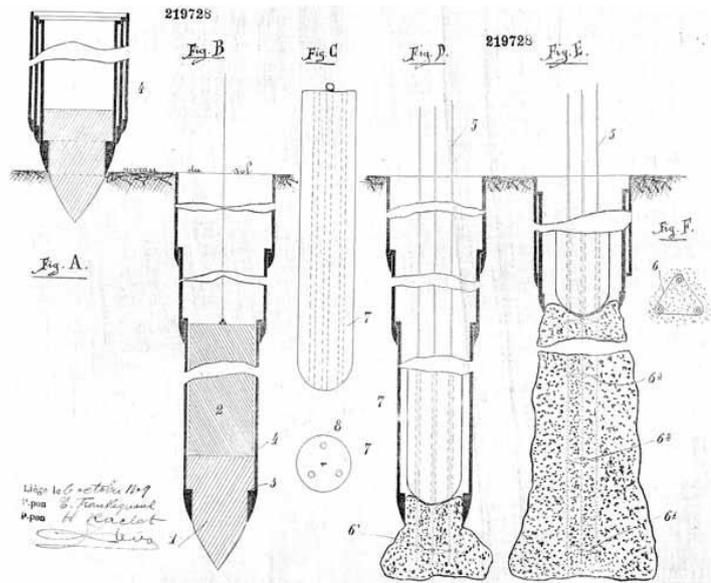


Figure 2.33 : Un pieu franki coulé en place

Source : Armande Hellebois, Première génération de béton armé : le règne des brevets, entre systèmes commerciaux et normes naissantes dans histoires de béton armé - patrimoine, durabilité et innovations.



Figure2.34 : La Résidence Palace à Bruxelles

Source : <https://www.flickr.com/photos/129231073@N06/23476970611>



Figure2.35 : L'opéra de Sydney en Australie

Source : <https://blogvoyages.fr/visiter-opera-sydney/>

2.3.4. Torroja Eduardo (1899-1961):

Architecte et ingénieur civil, l'espagnol Eduardo Torroja Miret est né à Madrid en 1899 dans une famille scientifique. Après avoir terminé ses études, en 1923, il s'intègre dans la Société des constructions hydrauliques et civiles, en 1927. Son Affiliation à l'assemblée des constructeurs de la Ville universitaire de Madrid était pour lui l'occasion de rencontrer les grands architectes de l'époque, ce qui a permis d'orienter ses idées esthétiques [128].

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

Torroja s'est intéressé à la technique et les réflexions des structures en portant ses recherches vers les possibilités offertes par le béton armé. Il se distingue par sa vision esthétique du principe de la contrainte et invente la construction en coque, montrant que tous les points ont la même importance par rapport à leur distribution spatialisée qui permet de partager les forces entre élément porteur et élément porté. La réévaluation du toit comme élément fondamental a conféré une renommée internationale à Torroja à travers ses projets et ses ouvrages singuliers. En effet, sa simplicité et son objectivité en architecture ne l'ont pas empêché de garder un certain baroquisme dont les toits et les coques forment des parachutes. Torroja cherche à remplacer le statisme de l'orthogonalité par le dynamisme des courbes, une technique que seul le béton armé, par son économie de matière et sa forte résistance aux pressions, permet de la réaliser. Afin d'exploiter son invention à travers le monde, Torroja fonde son « Institut technique de la construction et du bâtiment » en 1934, et associe par la suite son travail avec l'enseignement par sa participation à des congrès internationaux [129].

Tout comme Robert Maillart, Pier Luigi Nervi et Eugène Freyssinet, pendant les années vingt, Torroja a réussi à populariser l'emploi du béton armé dans le monde. Si pour Frank Lloyd Wright c'est l'ingénieur qui a mieux exprimé les principes de l'organicité de la construction pour Freyssinet c'est le « maître des constructions originales » [19]. Ses constructions et prouesses techniques innovantes ont révolutionnés les structures de son époque comme :

- 1926 : Pont de San Telmo - Séville
- 1932 : Centrale thermique de la ville universitaire –Madrid.
- 1934 : le marché central d'Algésiras (Fig2.36).
- 1935 : l'hippodrome de la Zarzuela-Madrid (Fig2.37).
- 1935 : le fronton de Recoletos- Madrid
- 1935 : Coque de la toiture de l'église de la paroisse de Saint André apôtre-Madrid.
- 1959 : Église de San Nicolás –Gandie.



Figure2.36 : Couverture du Marché central d'Algésiras

Source :<https://structurae.net/fr/ouvrages/marche-d-algesiras>



Figure2.37 : Couverture de la tribune de l'hippodrome de la Zarzuela

Source :<https://archidose.blogspot.com/2013/06/todays-archidose-687.html>

Conclusion

La première moitié du XXe siècle a constitué une phase charnière pour l'essor du béton armé comme matériau de construction dont les architectes et les constructeurs ont certes été les principaux responsables de sa popularité et de sa diffusion rapide.

Nous avons vu l'importance du rôle joué par François Hennebique pour imposer le nouveau matériau sur le marché de la construction des ouvrages d'art, qui grâce à son système technique, à son organisation commerciale via sa firme et à sa promotion publicitaire notamment via sa revue « Le Béton Armé » et son Congrès annuel, a su s'imposer dans le paysage français, belge et international de la construction donnant naissance à un nouvel art de bâtir en béton armé. La revue d'Hennebique avec ses 378 numéros, présentant un organe de ses concessionnaires et agents ainsi que les archives conservés dans la cité de l'architecture et du patrimoine offrent un outil précieux pour comprendre l'héritage d'Hennebique.

Et si Hennebique était responsable de l'acceptabilité purement technique du béton armé comme matériau de construction, Auguste Perret l'a rendu admissible en tant que matériau architectural. Ses ouvrages, en effet, font ressortir ses propriétés esthétiques propres sans recours au pastiche ni à l'embellissement. Il apparaît comme un grand novateur et chef de file du Modernisme Classique.

Le développement des techniques et des performances du béton armé ainsi que son système constructif (la précontrainte, le béton fretté, les pieux franki...), a permis

CHAPITRE 2 : LE BETON ENTRE INGENIEURS ET ARCHITECTES

le développement d'une nouvelle forme de bâtiment entière et de nouveaux éléments architecturaux (coque et voile mince, la préfabrication) donnant naissance à une nouvelle architecture dite moderne.

3. L'ARCHITECTURE DU XX^E SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON.

Introduction

Les bouleversements historique, technique et socioculturel, liés à l'ère industrielle du XIX^e siècle, ont permis une diversité de programme et une accélération des théories qui ont marquées l'architecture au siècle suivant. Ainsi, l'émergence des nouvelles solutions techniques de conception et des nouveaux matériaux, en particulier le béton, brevetés et expérimentés par les ingénieurs de cette ère, ont permis aux architectes de créer des structures et des formes innovantes, développant un nouveau langage décoratif et une expression architecturale moderne [130].

En effet, le contexte de l'architecture du XX^e siècle s'inscrit dans la continuité des évolutions déjà engagées en mettant fin à l'académisme. Ses prémices affirment le désir de liberté des architectes de cette époque par la création d'une architecture originale.

Ce chapitre illustre l'étude du contexte de l'architecture moderne et son émergence dans le monde et plus particulièrement en France à travers les évènements survenus et les différents projets réalisés dans ce cadre afin de comprendre son influence sur la production architecturale Algérienne pendant la première moitié du XX^e siècle.

3.1. L'Architecture du XX^e siècle

3.1.1. L'ère moderne

L'évolution d'une société plus ouverte, plus urbaine et moins académique réclame une architecture qui tient compte de la rapidité d'exécution, de l'efficacité et du confort avec un bon prix [131]. Vecteur d'une architecture renouvelée et considéré comme matériau de la modernité, seul le béton armé par ses qualités de malléabilité, ses techniques et ses performances mécaniques et physiques a permis aux architectes de rêver à de nouvelles utilisations d'ordre fonctionnel et esthétique, tout en passant d'une ère industrielle vers les temps modernes. Cette période, qui s'étale de la fin du XIX^e siècle jusqu'à la première moitié du XX^e siècle, a connu l'évolution d'une architecture moderne, dont l'effet d'une véritable vague s'est répandue partout dans le monde et sous différents courants et styles. L'histoire de l'architecture moderne se divise en trois pans majeurs :

3.1.1.1. Le modernisme de l'avant-garde

Ce pan de l'histoire, allant des années 1890 jusqu'à 1914 et marquée par deux mouvements fondamentaux, comprend la période qui précède la première guerre mondiale, dont :

a. L'École de Chicago

Suite au grand incendie de 1871 qui a ravagé la totalité de la ville de Chicago, un programme architectural et urbanistique a été lancé par la municipalité afin de la reconstruire dans un nouveau contexte faisant d'elle la ville la plus moderne de l'Amérique. L'occasion s'est présentée donc aux architectes de l'Ecole d'Architecture de Chicago d'en faire un laboratoire où une nouvelle approche transforme la ville agricole en une vraie cité moderne [132].

Un tel événement a donné naissance au mouvement Chicago ou l'Ecole de Chicago. Ce mouvement est illustré par la construction rationnelle de bureaux, de grands magasins, d'appartements, d'usines et de gares. Il a mis au point l'utilisation de l'acier en tant que nouveau matériaux pour la construction des grattes ciel sans façades porteuse, dans l'objectif de limiter les ornementsations.

Le style Chicago est marqué par l'utilisation de la Tripartite (base, partie intermédiaire, sommet) de Louis Sullivan. Ce dernier présente la figure dominante de l'Ecole de Chicago par son fonctionnalisme en élaborant un verticalisme des façades par rapport aux travées de la construction [133]. Parmi ses gratte-ciels fonctionnalistes : l'Auditorium Building (1886-1890) à Chicago, le Wainwright Building (1890-1891) à Saint Louis, Missouri, le Stock Exchange Building (1893-1894) à Chicago (Fig 3.1) et le Guaranty Building à Buffalo, New York [133] (1894-1895). Associé à Dankmar Adler, Sullivan a réussi à créer un modèle urbain qui marque les villes américaines au XX^e siècle.

Disciple de Louis Sullivan, Frank Lloyd Wright partage avec son maître l'ambition de créer une architecture moderne. Connu par la Prairie School, Wright établit ses propres principes pour la construction d'un habitat unifamilial marqué par les lignes centrales des toitures et l'emplacement de la cheminée. Ainsi les débords des toits, le jeu de terrasses et l'horizontalité dominante de ces maisons sont pour lui une manière d'intégrer son architecture dans la nature [134]. Parmi ses plus belles maisons : la maison Willitts (1901) à Highland Park comme première application de ses théories, la maison Robie (1909) à Chicago (Fig3.2), la maison Avery Coonley

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

(1908) à Riverside, la Dana House à Springfield (1904), à travers lesquels il exprime l'esprit des Prairies Houses

Les architectes de l'école de Chicago :

Parmi Les principaux architectes de ce mouvement, on cite : William Holabird, Martin Roche, William Le Baron Jenney, Henry Hobson Richardson, et pour la génération suivante Daniel Burnham, John Wellborn Root et Dankmar Adler,

Les Principales réalisations :

-Le First Leiter Building, construit en 1879 par William Le Baron Jenney est le premier de ces immeubles sans mur porteur en façade.

-Le Home Insurance Building, construit en 1885 également par William Le Baron Jenney à Chicago est considéré comme le premier gratte-ciel de l'histoire de l'architecture avec ses 42 mètres de hauteur (Fig3.3).

-Manhattan Building (1889-1891) et Ludington Building (1891) par William Le Baron Jenney, affirment les possibilités offertes par l'ossature en acier.

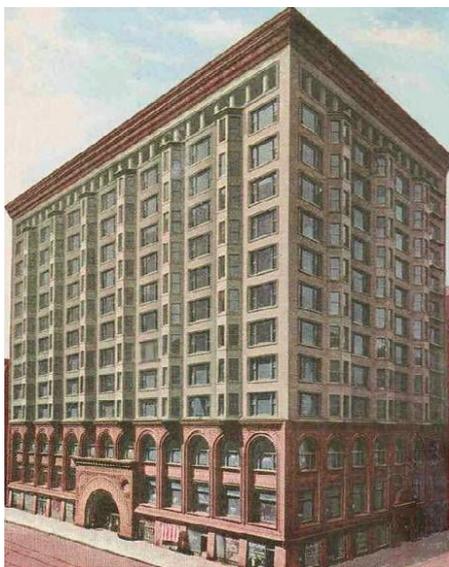


Figure 3.1: Le Stock Exchange Building à Chicago

Source: <https://architecturefarm.wordpress.com/2010/10/07/old-chicago-skyscraper-of-the-week-stock-exchange/>



Figure 3.2 : La maison Robie à Chicago

Source : https://en.wikipedia.org/wiki/Robie_House

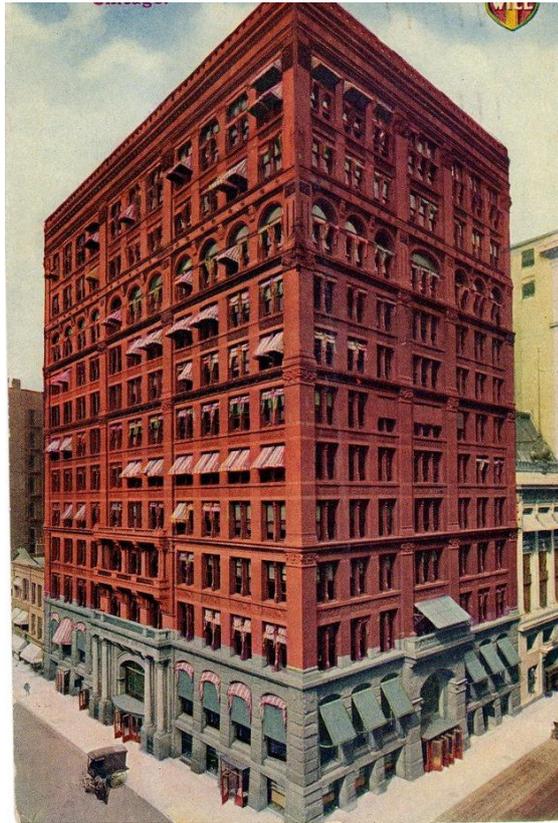


Figure3.3: Le Home Insurance Building à Chicago

Source: <https://www.skyscrapercenter.com/building/home-insurance-building/9071>

b. L'art nouveau

Sous le règne des précurseurs du modernisme exprimant la révolte prêchée contre les clichés architecturaux, Victor Horta, Henry Van de Velde et Paul Hankar ont donné naissance, en 1892 à Bruxelles, à une architecture dénommée « l'art nouveau ». En Belgique puis en France, les théories de Van de Velde, le talent de Hankar, les réalisations de Horta ainsi que les écrits théoriques de Viollet-le-Duc ont permis un développement très rapide de ce mouvement dans toute l'Europe [135]. Caractérisé par l'ornementation, le rythme et l'inventivité, l'art nouveau cherche l'effet par une grande liberté en mettant en place un univers personnel favorable à l'évolution de l'homme moderne [136]. Ses prémices sont attachées à de grands événements qui se sont déroulés dans de grandes Capitales de l'Europe, parmi ces évènements :

-la construction de l'hôtel d'Emile Tassel à Bruxelles par Horta (Fig 3.4), dans lequel il exploite la ligne courbe et la fluidité des espaces. Son œuvre représente un édifice inédit dont le rythme des éléments architecturaux s'adapte aux meubles et aux

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

dessins de tapis donnant naissance à la première réalisation architecturale de l'Art nouveau [137].

-la publication du manifeste « le *Déblaiement d'Art* » de Henry Van de Velde, en 1894, montre sa réflexion en tant que première intellectualisation indiquant la valeur des arts décoratifs et l'importance de l'harmonie dans le travail de décoration [138].

- l'ouverture du magasin et centre d'exposition la Maison de l'Art nouveau à Paris en 1895, par Siegfried Bing pour populariser ce mouvement au grand public.

En France, le rationalisme de Viollet-le-Duc joue un rôle primordial. Il utilise des formes et techniques nouvelles pour dépasser les styles anciens par la suppression des plafonds voûtés et les arcs-boutants tout en gardant une fonction ornementale et esthétique. Ses théories influencent de grands architectes de l'Art nouveau comme Horta, Francis Jourdain, Louis Sullivan et Auguste Perret [137].

Cette architecture a connu un développement international regroupant tous les mouvements de l'avant-garde en Europe notamment :

-En France : l'art nouveau reflète majoritairement les théories de Viollet-le-Duc dont plusieurs architectes s'en inspirent, comme Perret et Garnier, à travers l'utilisation du béton armé donnant un esprit de géométrie et de cohérence structurelle. Mais le maître de l'art nouveau à Paris reste Hector Guimard, qui influencé par les nouveautés en Belgique, il a réussi à créer son propre style. Particulièrement à Nancy, la France compte plusieurs réalisations emblématiques de ce mouvement pour des architectes peu connus dont [139]:

-L'hôtel Lutetia réalisé par Louis-Hippolyte Boileau et Henri Tausin et le sculpteur Paul Belmondos. (Fig 3.5)

-La Samaritaine par Frantz Jourdain et Henri Sauvage.

- Le Castel Béranger à Paris par Hector Guimard.

-La Cigale, une brasserie à Nantes conçue par l'architecte-céramiste Émile Libaudière.

-La villa Jika de Louis Majorelle édifée par Henri Sauvage à Nancy

-En Allemagne : Jugendstil identifié aussi par Reformstil ou Secessionstil est un mouvement connu par la production en masse et l'émergence de l'individualité. Parmi les architectes actifs de ce mouvement : Paul Möbius Hermann Muthesius et Julius Meier-Graef [139].

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

-En Autriche : Sezessionstil ou la Sécession viennoise est le mouvement art nouveau en Autriche qui se référence au palais de la Sécession construit par Joseph Maria Olbrich en 1897, parmi les architectes de ce mouvement : Otto Wagner puis Josef Maria Olbrich Adolf Loos et Josef Hoffmann [140].

-En Espagne : Modernismo ou modernisme Catalan est un mouvement prôné par Antoni Gaudi dans Casa Batllo en 1905 (Fig 3.6) et Lluís Domènech i Montaner dans Casa Rull, Reus en 1900 ainsi que le Palais de la musique catalane en 1905-1908 [140].

-Au Royaume-Uni et en Ecosse : Le Modern Style ou Glasgow Style ou Art & Crafts, correspond à l'art nouveau et se caractérise par l'emploi de formes épurées prônant le motif naturel. Parmi ses principaux auteurs : Morris, Voysey, Ashbee, Mackmurdo Charles Rennie Mackintosh. Le Wightwick Manor conçu par Edward Ould en 1893 reste l'une des rares maison illustrant le Art & Crafts [134]. (Fig3.7)

-En Russie : C'est le Modern qui est l'une des réalisations majeures illustrant le mouvement art nouveau en Russie est l'hôtel Métropole. Construit en 1907 par William Walcot et Lev Kekushev [140], il représente le plus grand Hôtel à Moscou avec une architecture très raffiné. (Fig 3.8)

Après l'analyse de ce mouvement, on affirme que l'art nouveau représente un art total et un mouvement artistique par excellence qui comprend non seulement les éléments architecturaux mais également la verrerie, la peinture, la sculpture, la céramique et l'ameublement. Il est marqué par de grandes figures comme : Hector Guimard, Jules Lavirotte, Alexandre Bigot, Alfons Mucha, Henri Sauvage, Emile Gallé, Jacques Gruber, Louis Majorelle, Antonin Daum, Emile André, Lucien Weissenburger, Victor Prouvé, Victor Horta, Henry van de Velde, Paul Hankar, Ernest Blerot, Gustave Serrurier-Bovy, Koloman Moser, Charles Rennie Mackintosh, Antoni Gaudi, Otto Wagner, Peter Behrens, William Morris

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON



Figure 3.4 : L'hôtel d'Emile Tassel à Bruxelles par Horta

Source :http://patrimoine.brussels/images/decouvrir/hotel-tassel-facade/image_view_fullscreen



Figure 3.5 : L'hôtel Lutetia à Paris par Boileau

Source :<http://architecpassion.canalblog.com/archives/2019/06/16/37170783>



Figure 3.6 : Casa Batlló de Gaudí à Barcelone

Source :<https://lewebpedagogique.com/histoiresdesartscamus/casa-batllo-antoni-gaudi-1406/>



Figure 3.7: Le Wightwick Manor par Edward en Angleterre

Source:https://fr.qwe.wiki/wiki/Wightwick_Manor

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON



Figure 3.8 : L'hôtel Métropole par William Walcot à Moscou

Source : <http://architecpassion.canalblog.com/archives/2018/12/08/36777216.html>

Les prémices de cette avant-garde ont montré l'apogée du béton armé en tant que matériau architectural offrant de nombreuses applications. Le modernisme de cette période se dessinent déjà à travers les applications de Albert Kahn et Frank Lloyd Wright (1905), les techniques développées par Freyssinet et Maillart pour la construction des ponts à partir de 1901 et les sections paraboliques (Hangars de Orly), les œuvres emblématiques des frères Perret qui tiennent le premier rôle, le projet théorique de cité industrielle de Tony Garnier, les écrits de Gropius ainsi que le système novateur Dom-ino développé par le Corbusier en 1914 [141]. En effet, l'histoire de l'architecture moderne, à partir de la première décennie du XX^e siècle, a été marquée par une période de réflexion où les architectes ont produit plus de théories mais ont peu construit, tandis que la seconde illustre une période d'activité : beaucoup de constructions et très peu de théories. Cependant, l'expression de cette nouvelle architecture ne pouvait être concrétiser que par une rationalisation et une standardisation de la production [17]. En ce temps, le Futurisme⁶ Italien et le Stijl⁷ Hollandais expriment une tendance novatrice rationaliste et internationaliste de l'architecture moderne.

⁶ Mouvement né en Italie caractérisé par la vitesse, le dynamisme sous toute ses formes (pures et nettes) qui conviennent à la mécanisation. L'architecte futuriste illustrant ce style moderne est Antonio Sant'Elia

⁷ Mouvement né en Hollande et s'étendait en Pays-Bas, en France, en Allemagne et en Pologne. Créé par le groupe Stijl qui développe la juxtaposition de plans séparés.

3.1.1.2. Entre les deux guerres ; Emergence du modernisme

Suite à la première guerre (1914-1918), l'évolution de l'architecture moderne a connu un long arrêt en termes de production. Au lendemain de la guerre, les architectes se divisent entre traditionaliste et moderniste. Sir Reginald Blomfield, l'architecte champion du traditionalisme, explique dans son ouvrage *Modernismus* la différence entre les deux courants : moderniste-traditionaliste. Il indique que les premiers souhaitent donner un élan nouveau à la ville et créer un point de départ pur en balayant le passé. Quant aux traditionalistes, ils prétendent continuer à évoluer en conservant l'image de la ville ancienne [142].

En effet, un style international prédomine entre les deux guerres à travers des constructions qui prennent des formes stéréométriques simples dans des volumes minces et sans poids dépourvues de toute texture. Cette période a défini deux piliers fondamentaux sur lesquels l'architecture moderne s'appuie : le fonctionnalisme et le rationalisme [143]. Associé l'un à l'autre, ces deux principes, introduits par Sullivan et Wright, montrent que la forme du bâtiment doit exprimer son usage avec des lignes épurées et des volumes simples dépouillés de toute ornementation. Grâce à la technique du béton, cette architecture développée privilège la fonctionnalité, le confort et la lumière naturelle en visant une architecture rationnelle. En revanche, Le fonctionnalisme porte une préoccupation particulière de l'implantation humaine et intervient à l'échelle urbaine, donnant naissance à de nouveaux projets urbains [143].

En Europe, l'après première guerre mondiale voit l'apparition et la consécration des têtes de proue du mouvement moderne. Parmi ces têtes modernistes, nous citons : Le Corbusier, Robert Mallet-Stevens, et André Lurçat en France, Konstantin Melnikov en Russie et Walter Gropius et Ludwig Mies van der Rohe en Allemagne.

a. En France

Les écrits historiques ont montré que l'architecture en France de cette époque a été marquée par trois tendances [142]:

-une architecture académique : il s'agit d'une architecture faite par des moyens nouveaux mais dissimulée sous les pastiches des monuments anciens.

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

-une architecture moderniste : qui est plastique plus que constructive, conçue par des matériaux nouveaux, dissimulée sous les revêtements et influencée par les travaux d'art et les bâtiments industriels.

-une architecture classique : c'est celle qui emploie les nouveaux matériaux avec une structure apparente mais qui renoue de la grande tradition française.

Entre Modernistes traditionalistes, deux grandes figures marquent l'architecture française : la première est forte du point de vue idéologique (Le Corbusier) tandis que la deuxième gouverne dans la pratique (Perret).

Auguste Perret :

A la fois traditionaliste et moderniste, Auguste Perret « fait du béton armé » comme le dit son élève Le Corbusier. Il a réussi à créer un vocabulaire formel classique, modernisé et français en développant un rationalisme structurel spécifique au béton armé [18]. Cette approche est très lisible dans ces projets notamment celui de Notre Dame de Raincy en 1923. (Infra, p67)

Architecte et entrepreneur spécialisé en béton armé, Perret a donné naissance à un nouveau classicisme par l'emploi du béton armé partout (pilier, caissons, balcon, colonnes...). En effet, il interprète les éléments classiques en s'appuyant sur les potentialités du béton pour réaliser des éléments préfabriqués [144]. Ainsi, il produit des chapiteaux, des corniches, des baies, ...etc., d'une bonne facture pour montrer la noblesse du béton. Cette approche a permis à Perret de créer un vocabulaire architectonique propre au béton, grâce à toutes ses œuvres qui portent une empreinte de performance décorative, statique et distributive. Par sa définition d'une esthétique spécifique au béton armé, il a été une source d'inspiration de plusieurs architectes [145].

Le Corbusier

Connu sous le pseudonyme de Le Corbusier, l'architecte Franco-Suisse Charles-Édouard Jeanneret-Gris est le précurseur de l'architecture moderne en tant qu'écrivain, artiste et bâtisseur. Dessinateur chez Auguste Perret à Paris puis chez Peter Behrens à Berlin, Le Corbusier se revendique d'une formation autodidacte, loin des écoles, fondée sur le côtoiement de quelques maitres et sur ses voyages en Europe et autour de la Méditerranée [146]. Installé à Paris, grâce à Perret, il a eu l'occasion de rencontrer le peintre Amédée Ozenfant, celui qui a salué chez lui

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

la flamme de la peinture et a dévié sa vie et son œuvre. Devenus amis, Le Corbusier et Ozenfant fondent, en 1920, la revue « L'Esprit Nouveau ». Ainsi, ils donnent naissance au purisme : un nouveau courant artistique caractérisant l'essentiel du fonctionnalisme par sa rationalité [147].

Par ailleurs, le Corbusier cherche une nouvelle architecture qui permet de répondre aux besoins de la société nouvelle et il finit par développer le concept de plan libre par le système de structure ossature Dom-ino en 1914. Ce système offre une indépendance aux fonctions du plan du moment que le remplissage (murs) des fonctions de la structure ainsi que les ouvertures peuvent être mis en place sans interrompre l'ossature. Cela permet d'assurer une relation naturelle entre l'espace ouvert et la structure [143]. En effet, ce concept a été développé dans ses cinq célèbres points par la suite pour définir les critères d'une construction fonctionnaliste :

- circulation libre au RDC assurée par les Pilotis
- utilisation rationnelle des espaces par le plan libre.
- mur rideau ouvert ou fermé par la Façade libre
- prolongation de l'intérieur vers l'extérieur par les Fenêtres Continues
- relier la toiture au paysage environnant par le toit terrasse-jardin.

Pour Le Corbusier, la fin des années vingt a été marquée par l'application de ses cinq principes notamment dans : la cité weissenhofsiedlung, en 1927, avec Gropius, Scharoun, Oud, Mies et d'autres (Fig 3.9) ; le palais des Nations, en 1928 à Genève ; la villa Savoye en 1928 à Poissy ; le pavillon suisse à Paris, en 1930. Il emploie ainsi ces principes pour développer d'autres types de construction comme l'habitation normalisée (l'unité d'habitation de Marseille) ou le musée spiral. En revanche, Le Corbusier, dans ses projets penche plus pour des surfaces rudes et irrégulières. Il construit seulement en béton armé laissé brut de décoffrage comme dans le couvent de la Tourette réalisé entre 1953 et 1960 (Fig 3.10).

La villa Savoye et la Cité Radieuse ; un patrimoine Mondial de l'humanité

La villa Savoye : Appelée aussi la villa Les Heures claires, elle représente un exemple classique de l'architecture fonctionnaliste dans laquelle Le Corbusier applique ses cinq points de la nouvelle architecture. Construite en 1927 sur une

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

colline, sa radicalité formelle et le caractère novateur montrent une pureté totale d'une œuvre puissante et d'une qualité poétique incomparable dans le secteur de la résidence individuelle [148].

Par cette construction, Le Corbusier illustre la combinaison entre la rigueur structurale et la liberté spatiale. A l'intérieur, l'originalité de l'organisation spatiale offre une véritable promenade architecturale interprétant les relations topologiques du domaine privé. Tandis qu'à l'extérieur, le volume simple permet d'intégrer la villa dans un contexte urbain et naturel plus large [149]. Force est de constater que le Corbusier choisit, comme matériau de construction principal, le béton pour sa couverture et le béton armé pour sa structure. (Fig 3.11)

La cité Radieuse : En marge du débat sur le problème de lotissement rationnel et la conception des cités jardin lors du 3^{ème} Congrès International Architecture Moderne, en 1930, Le Corbusier présente les planches de la ville radieuse. En effet, Le Corbusier très critique, envers les expériences urbanistiques et architecturales menées en Europe sur les cités jardin, se lance dans l'idée d'innover et de théoriser le modèle de « Cité-jardin verticale » [150].

Cette forme d'habitat vise à rétablir le contact entre l'homme et la nature, prenant en charge ses fonctions domestiques. Située dans le 8^e arrondissement de Marseille, avec ses 137 m de long, 24 m de large et 56 m de haut, l'unité d'habitation ou le village vertical compte environ 337 appartements de différents types séparés par des rues intérieures. Il comprend aussi des bureaux et autres services dont : un hôtel, un restaurant, une crèche, une pâtisserie, une librairie, situés au niveau de la rue centrale. Par ailleurs, le toit terrasse de la cité Radieuse offre des équipements publics comme un gymnase, une piscine, un auditorium et une piste d'athlétisme [151]. (Fig 3.12)

A travers cette cité, Le Corbusier définit la réintégration en milieu urbain et la forme architecturale compatible aux exigences de la civilisation machiniste. Ainsi, il montre le rôle du concept Modulor en tant qu'instrument de rationalisation, destiné aux problèmes d'aménagement du territoire qui s'étend de l'usine à la ferme, à l'habitat et enfin aux équipements [152]. La cité Radieuse interprète les théories publiées, en 1943, par Le Corbusier dans son ouvrage « La Charte d'Athènes », dans lequel il définit le soleil, la verdure et l'espace comme matériaux de l'urbanisme tandis que

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

ses clefs sont les fonctions suivantes : habiter, travailler, se recréer et circuler⁸ (Supra, p 110).

Œuvre :

Les diverses disciplines qu'aborde le Corbusier, son acharnement à théoriser sa pratique artistique, son approche originale pour renouveler son langage architectural tout en créant un cadre moderne ainsi que l'inscription de plusieurs de ses ouvrages au Patrimoine mondial de l'humanité de l'UNESCO, font de lui l'architecte le plus réputé de l'ère moderne. En effet, parmi ses œuvres qui incarnent l'esprit moderne, on cite :

-la maison Jeanneret-Perret en 1912, à La Chaux-de-Fonds, Suisse.

-la villa Ozenfant, en 1922 à Paris 14^e

-Palais du Peuple de l'armée du salut, en 1926, à Paris 13^e.

-le Centrosoyouz à Moscou, en 1930.

-siège des Nation Unies à New-York, en 1947.

-les maisons Jaoul à Neuilly-sur-Seine, en 1951.

-la Chapelle Notre Dame de Ronchamp à Haute Saone, en 1957.

-Musée national d'art occidental à Tokyo en 1959.

-Carpenter Center for the Visual Arts à l'Université Harvard en 1961.

Sur le même modèle et principe de la cité Radieuse de Marseille, le Corbusier réalise :

-Cité Frugès à Pessac en 1925.

-Cité radieuse de Rezé à Nantes en 1953.

-Unité d'Habitation à Berlin en 1957.

-Cité Radieuse de Briey en 1959.

En Inde, Le Corbusier réalise entre 1951 et 1959 :

-le Palais des Filiature, Villa Sarabhai, villa Shodan à Ahmedabad.

-Haute Cour du Pendjab et de l'Haryana, Musée et Galerie d'Art à Chandigarh.

-Palais de l'Assemblée, Secrétariat et Club Nautique de Chandigarh.

-Musée Sanskar Kendra à Ahmedabad.

-Bâtiment de l'École d'Art à Chandigarh.

⁸ Dictionnaire des Architectes : Les Dictionnaires d'Universalis, Encyclopaedia Universalis, 27 octobre 2015

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

Le Corbusier n'est pas connu seulement pour ses réalisations implantées partout dans le monde et particulièrement en France, mais aussi pour ses conférences, ses livres et ses articles publiés dont *Vers une architecture*, *La peinture moderne avec Ozenfant* et *L'unité d'habitation de Marseille*, *La maison des hommes*, ...etc.



Figure 3.9 : La cité weissenhofsiedlung

Source : <https://www.devolutionreview.com/the-weissenhof-estate-architectural-vision-or-political-blueprint/>



Figure 3.10 : Le couvent de la Tourette

Source : <https://www.flickr.com/photos/westher/29401114891/lightbox/>



Figure 3.11 : la villa Savoye

Source : <http://architecpassion.canalblog.com/archives/2019/01/25/36769643.html>



Figure 3.12 : le toit terrasse de la cité Radieuse.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Cit%C3%A9_Radieuse_de_Marseille

b. En Allemagne

Le Bauhaus, un mouvement moderne de design (1919-1933) :

Créée juste après la guerre, en 1919, par Walter Gropius à Weimar, le Bauhaus est une institution d'enseignement d'architecture et de design à travers laquelle le

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

fondateur cherche à développer de nouvelles idées en art et en architecture, en réunissant des architectes, peintres et sculpteurs [153]. Après avoir commencé les cours en 1919, le siège de l'école a été transféré, en 1926 à Dessau, dans un bâtiment en béton armé conçu par Gropius lui-même dans lequel il interprète les principes du Bauhaus en montrant l'image d'un nouveau mode de vie de l'homme. Le volume du bâtiment comprend trois ailes dont chacune est destinée à accueillir une fonction entre école, ateliers et dortoirs (Fig 3.13). En 1933, les Nazis ont fermé les portes de l'école peu après avoir été dirigée par Mies Van der Rohe et plusieurs changements formels y ont été effectués.

Le Bauhaus représente un courant artistique novateur qui regroupe l'architecture et les arts appliqués, mettant en valeur toute une réflexion sur la sobriété, l'épure des lignes et les formes rationnelles. L'idéologie du Bauhaus s'appuie sur l'association de l'art et la technique pour développer une esthétique objective à base de connaissance scientifique, qui selon Gropius doit « donner aux produits de la machine un contenu réel et signifiant » [154]. L'architecture du Bauhaus se caractérise par le fonctionnalisme puisque la forme suit la fonction et par le rapport étroit entre art et technologie. Elle se fonde aussi sur le matériau fait partie de l'objet et chaque objet fait partie d'un tout répondant à la fonctionnalité de l'ensemble [155]. Parmi les œuvres iconiques du mouvement Bauhaus, on cite :

- la ville de Tel Aviv classé patrimoine de l'Unesco par les diplômés du Bauhaus.
- la maison Haus am Horn à Weimar en 1924 par Gropius
- l'école du Bauhaus de Dessau en 1925 par Gropius (Fig 3.14)
- le Pavillon Allemand de Barcelone en 1929 par Mies Van Der Rohe. (Fig3. 15)
- la villa Tugendhardt en 1930 à Brno par Mies Van Der Rohe
- le Siège de l'UNESCO à Paris en 1958 Pier Luigi Nervi

Les interprètes de l'architecture fonctionnaliste en Allemagne :

Walter Gropius

Fondateur du Bauhaus, le jeune architecte, designer et urbaniste allemand a commencé sa carrière en tant que chef d'atelier chez Behrens avec les deux pionniers du fonctionnalisme : Le Corbusier et Mies Van Der Rohe. A chaque étape de son parcours, Walter Gropius développe une approche. En 1911, en association

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

avec Adolf Meyer, il réalise le projet de l'usine de Fagus dans laquelle il inaugure l'architecture à ossature et utilise de larges fenêtres en verre formant des écrans qui permettent à l'intérieur de se prolonger vers l'extérieur [156].

Entre 1919 et 1928, Gropius a été nommé pour le poste de directeur de l'École des arts visuels de Weimar par van de Velde, puis directeur du Bauhaus jusqu'à 1928. Pendant ce temps, il a développé des méthodes de rationalisation industrielle dans la construction par la création des espaces résidentiels fonctionnels et accessibles au plus grand nombre. L'objectif de cette approche est de répondre à un impératif artistique lié à la machine (standardisation) à travers des immeubles d'appartements en hauteur orientés en fonction du soleil. Cette approche qu'il nomme « Immeuble lamelliformes » a fait l'objet de réflexions lors du Congrès international d'architecture moderne (C.I.A.M.), en 1930. Cette nouvelle unité entre art, industrie et technique a inspiré de nombreux architectes [157].

Après son exil en Angleterre par les Nazis, en 1934, Gropius a poursuivi sa carrière aux Etats-Unis en tant que directeur et enseignant à l'école d'architecture où il prolonge son approche au Bauhaus en mettant l'accent sur une vision sociale et collective et en cherchant l'unicité du langage visuel [157].

Mies van der Rohe :

Allemand, naturalisé américain, Mies Van Der Rohe est un architecte rationaliste connu pour son style capitaliste dans la production des gratte-ciels et des habitations. Son architecture s'empare des nouveaux matériaux (béton, acier et verre), en préférant l'ossature d'acier à celle de béton et une enveloppe de verre pour créer un rapport avec le paysage extérieur [158]. Il a été nommé directeur du Bauhaus, de 1930 à 1933, par Walter Gropius après avoir fait sa connaissance dans l'atelier de Behrens. Ensuite, il s'occupe du département d'architecture du Chicago (Illinois Institute of Technology IIT) où il s'est installé après son exil par les Nazis en 1937 [158].

Sous l'influence du classicisme prussien, du constructivisme Russe et De Stijl Néerlandais, Mies Van Der Rohe développe un design basé sur les techniques de construction avancées avec un choix esthétique exprimé par des formes claires, radicales et dépouillées de toute ornementation. Connu par la célèbre « Less is More », son architecture est caractérisée par les espaces neutres, l'intégrité

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

structurale, la transparence et la mise en valeur du rapport intérieur-extérieur [159]. Dans ses projets, Mies Van Der Rohe s'intéresse à l'articulation des membres structuraux et des jointures, il cherche des techniques et solutions pour ouvrir l'espace intérieur sur l'extérieur et le décroisonner en réduisant au minimum les structures porteuses. Au début de sa carrière en Allemagne, Mies Van Der Rohe s'exprime entre théories et réalisations, à la fois par des dessins et par des textes, mais c'est aux Etats-Unis qu'il a laissé son héritage emblématique [160].



Figure 3.13 : L'école du Bauhaus vue du ciel

Figure 3.14 : L'école du Bauhaus vue de face

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Lilly_Reich#/media/Fichier:Bauhaus_Dessau_2018.jpg



Figure 3.15 : Le Pavillon Allemand de Barcelone en 1929

Source : <https://agence-deflandre.com/actualites/centenaire-du-bauhaus-le-pavillon-allemand-de-barcelone/>

c. En Russie

Au lendemain de la révolution russe de 1917, des recherches ont été lancées pour une nouvelle architecture soviétique dépouillée du néoclassicisme traditionnel. Mais ce n'est qu'à partir de 1921, qu'un groupe d'artiste, dirigé par Aleksandr Rodchenko, fait émergé un mouvement d'architecture constructiviste russe. Leur objectif est de

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

trouver l'expression communiste des structures matérielles à travers la construction des clubs de travailleurs, des immeubles d'habitation communaux et des cuisines collectives. Cette architecture, dans son principe, se caractérise par une composition géométrique rigoureuse au moyen de formes simple de type cercle ou triangle [161].

Konstantin Melnikov est l'un des premiers architectes constructivistes à Moscou. Il réalise sa propre maison Melnikov House en 1929 et le pavillon soviétique pour l'exposition internationale des arts décoratifs et industriels modernes à Paris en 1925 dans lequel il exprime son constructivisme à travers un immeuble vertical en verre et acier traversé par un escalier diagonal [162](Fig 3.16). Ainsi plusieurs projets exprimant le constructivisme russe ont été réalisé par un groupe dirigé par les frères Vesnin et Moisei Ginzburg, dont la centrale hydroélectrique du Dniepr de l'Ukraine en 1932 (Fig 3.17) et le Mausolée de Lénine à Moscou, par Alexeï Chtchouev en 1924 [162]. Cette tendance artistique du constructivisme s'est concentrée à Moscou et Leningrad ou des centres industriels régionaux et des villes socialiste ont été réalisés dans le même style.



Figure 3.16 : Le pavillon soviétique pour l'exposition internationale des arts décoratifs et industriels modernes à Paris

Source :https://lapisblog.epfl.ch/gallery3/index.php/2014070901/melnikov_konstantin_maquette_pavillon_soviets_1973

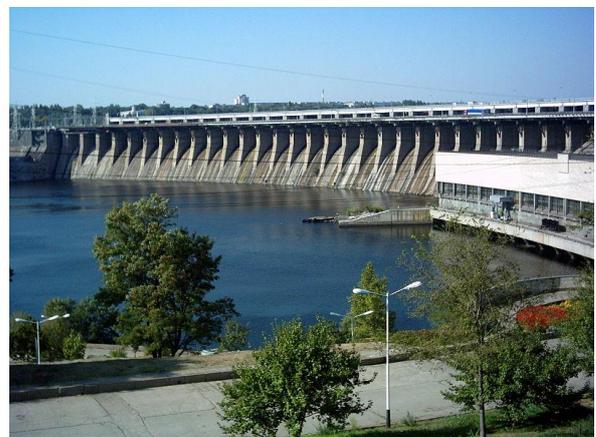


Figure 3.17 : La centrale hydroélectrique du Dniepr en Ukraine.

Source :https://fr.wikipedia.org/wiki/Dnipro_HES

3.1.1.3. L'Après seconde guerre mondiale

L'avènement de l'architecture moderne ou du Style International, aux Etats-Unis après la seconde guerre mondiale, dépend de deux facteurs : le premier revient à une exposition organisée par Philip Johnson au Museum of Modern Art, en 1932 à New York et le deuxième est lié essentiellement à l'exile des maitres du mouvement Bahaus (Gropius, Mies van der Rohe) aux Etats-Unis, où ils ont fait du modernisme le style le plus dominant. En effet, la construction des grands ensembles pour loger les soldats revenants de la guerre, ainsi que les édifices de bureaux en grands blocs pour remplacer les gratte-ciels illustrent parfaitement le mouvement de l'époque [163].

Après la seconde guerre mondiale, beaucoup de grandes villes se sont retrouvées complètement détruites par les bombardements comme Londres, Berlin, le Havre et Brest. Par conséquent, des opérations de reconstitution importantes ont été lancées en termes d'architecture et d'urbanisme. En effet, les conséquences de la guerre ont eu un impact majeur sur les formes architecturales et les nouvelles innovations, marquant la montée du modernisme dans le secteur de construction notamment pour le logement [164].

En Europe, la reconstruction du Havre en France représente l'un des importants projets de l'époque. A cette occasion, le maitre du béton armé Auguste Perret a conçu tout un centre-ville avec de nouveaux immeubles à titre commercial, culturel, gouvernemental et aussi d'habitation, s'appuyant sur les possibilités techniques des matériaux et les principes d'architecture et d'urbanisme moderne.

Par ailleurs, l'architecture moderne de l'après-guerre se manifeste par une nouvelle diversité. Il s'agit de systématiser l'architecture fonctionnaliste, Mies Van Der Rohe dans ses bâtiments montre le caractère d'articulation des structures. Sa Galerie Nationale de Berlin illustre bien ce processus. Le Corbusier, à son tour, montre à travers le couvent de la Tourette et ses bâtiments monumentaux à Chandigarh l'articulation plastique (Fig3.18), tout en assurant un caractère identitaire propre à la société concernée [143]. Quant à Louis Kahn, il cherche à travers ses œuvres à donner au bâtiment un contenant plus que fonctionnel. Son principe figure particulièrement dans la Synagogue de Hurva et dans ses édifices à Ahmedabad et

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

à Dacca. Alvar Aalto est considéré comme éminent protagoniste de cette période avec son approche organique dans des édifices fonctionnalistes [143].

a. Les figures du modernisme après la guerre en Europe

A partir des années cinquante, les possibilités plastiques et les potentialités structurales du béton armé ont fait l'objet de plusieurs recherches expérimentales.

-En France : Le Corbusier dans l'unité d'habitation montre la forte présence physique par l'emploi du béton brut

-en Italie : Pier Luigi Nervi, en tant que spécialiste du béton armé, marque ses édifices entièrement structuraux par un emploi imaginatif du béton.

-En Belgique : connu par la construction du Centre Hospitalier Universitaire de Liège, Charles Vandenhove fut le moderniste le plus en vue après la guerre.

-En Finlande : Alvar Aalto est l'architecte le plus connu par son modernisme adapté aux matériaux, au paysage et à la lumière

-En Allemagne : Johannes Krahn figure parmi les modernistes allemands à qui on doit un rôle majeur dans la reconstruction par ses ouvrages d'art.

-En Grande Bretagne : le modernisme de cette période figure dans le Théâtre National Royal construit en béton brut par Denys Lasdun sur la rive de la Tamise en 1967.

b. Les figures du modernisme après la guerre aux Etats-Unis

Le modernisme américain comprenait les travaux notables de :

-Frank Lloyd Wright : son modernisme figure notamment dans le musée Guggenheim construit à partir de 1946 à New York, comprenant la forme de bol.

-Louis Kahn : connu par son aspect monumental et solide utilisant le béton. Parmi ses bâtiments les plus cruciaux : le Kimball Art Museum de Fort Worth à Texas (Fig 3.19) et le projet de City Tower, en 1952 à Philadelphie.

-Philip Johnson : influencé par les idées de Kahn et dirigé vers l'expressionnisme. Son gratte-ciel le 550 Madison Avenue à New York illustre parfaitement son modernisme (Fig 3.20).

-IM Pei : impliqué dans le modernisme de Gropius et de Le Corbusier. La construction du laboratoire Mesa est un projet frappant du modernisme traditionnel.

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON



Figure 3.18: Palais des Assemblées du Pendjab

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/L%27%C5%93uvre_architecturale_de_Le_Corbusier



Figure 3.19: Le Kimball Art Museum

Source : https://en.wikipedia.org/wiki/Kimball_Art_Museum



Figure 3.20 : Le 550 Madison par Philip Johnson

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Sony_Tower

3.1.2. Le Béton armé, expression d'une architecture moderne

Revenant à l'ingénierie, le développement des structures en béton armé a permis la naissance de nouvelles formes et de nouveaux types structuraux, à l'image du porte à faux, des voiles et des coques minces. Développées par plusieurs architectes et ingénieurs d'Europe, dès le début du XX^e siècle, ces innovations techniques ont été interprétées en un langage architectural par plusieurs bâtisseurs comme Le Corbusier, Wright, Luigi Nervi, ...etc. Ces éléments font leur apparition dans la construction des espaces publics et des Halls industriels, comme le dôme

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

du marché d'Algésiras et le porte-à-faux de l'hippodrome de Madrid réalisés par l'ingénieur espagnol Torroja. Pier Luigi Nervi, à son tour, construit des hangars d'aviation pour l'armée de l'air italienne coulés sur place et d'autres travaux en éléments préfabriqués. Il en va de même pour Le Corbusier qui s'appuie sur le béton armé pour créer le plan libre et dissocier l'ossature des fonctions. Le monolithisme et la plasticité du béton armé ainsi que la résistance par la forme sont exprimés par :

3.1.2.1. Le porte à faux

En tant que matière moulée, le béton se prête aux structure continues formant des dalles étanches flottantes qui n'ont pas besoin de s'appuyer sur des assises solides. Dans le strict respect de ce principe, Robert Maillart, ingénieur suisse, invente le plancher champignon en 1910, dans lequel la dalle est soutenue seulement par des colonnes. La finesse des lignes tendues qu'il adopte rend ses ouvrages plus esthétiques. Le pont de Salginatobel en est le parfait exemple [165] (Fig 3.21). Freyssinet marque ses réalisations par les grandes portées qu'il adopte pour repousser les limites du béton armé comme dans le pont sur l'Elorn à Plougastel en France de trois travées de 172 m [166].(Fig .3.22).

Les potentialités et les performances techniques du béton armé autorisent la formule du porte-à-faux. Ce dernier a permis aux architectes modernes d'explorer une liberté totale de la forme et de l'espace. Frank Loyd Wright emploie la liberté des structures en porte-à-faux dans deux types d'éléments. Pour le premier, il s'agit de la dalle champignon en tant qu'élément symétrique comme dans les bureaux de la société Johnson Wax à Racine (Fig 3.23). Quant au second type, il correspond aux larges éléments dissymétriques projetés dans la nature. La maison sur la Cascade est l'exemple le plus significatif [167] (Fig3.24).

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON



Figure 3. 21 : Le pont de Salginatobel en Suisse

Source : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Salginatobelbruecke_suedwest_quer.jpg



Figure 3.22 : Le pont Albert-Louppe

Source : <https://mapio.net/pic/p-17150689/>



Figure 3.23 : Le siège de la Johnson Wax

Source : <https://arquiscopio.com/archivo/2013/02/24/sede-de-la-empresa-johnson-wax/?lang=fr>

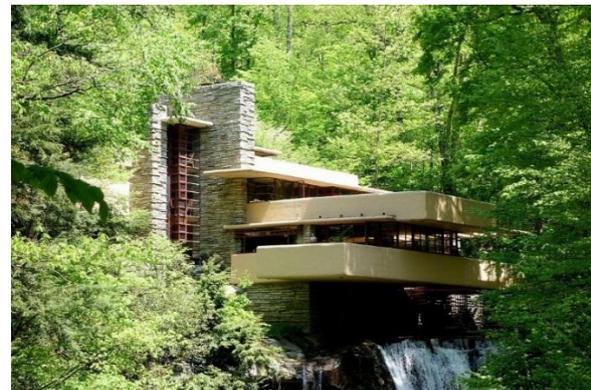


Figure 3.24 : Villa sur Cascade

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Fallingwater_-_DSC05643.JPG

3.1.2.2. Les voiles et coques minces

L'histoire des structures en coque remonte bien évidemment aux premières civilisations, avec comme première coque le dôme du Panthéon de Rome, réalisé en béton sans armatures. Cependant, ce n'est qu'à partir de 1922 que les couvertures minces en béton armé font leur apparition avec le dôme hémisphérique de l'usine de Zeiss à Iéna, construite par l'ingénieur Walter Bauersfeld pour la même société. Réalisé en béton projeté sur un treillis métallique de 4000 barres en acier, avec 16 m de diamètre et 3 cm d'épaisseur, il représente le premier dôme de l'histoire des structures en béton [1].

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

Avant de se lancer dans la technique du béton précontraint, Freyssinet invente le voile mince en conoïde qu'il brevète en 1927. Il construit avec l'entreprise Limousin-Procédés Freyssinet, des ateliers sheds à éclairage zénithal en conoïdes de 17 m de portée et 5 cm d'épaisseur [168]. En revanche, l'ingénieur Bernard Lafaille, est connu, lui aussi, comme père de voile mince en paraboloïde hyperbolique avec la construction d'un auvent de 12 m en porte-à faux et de 5 cm d'épaisseur à Dreux en 1933 [169].

De leur côté, Eduardo Torroja par la Couverture du court Fronton Recoletos et Pier Luigi Nervi par sa salle d'exposition de Turin et le petit palais de sport à Rome (Fig 3.25), ne semblent pas les seuls à exploiter les possibilités techniques et architecturales offertes par la structure des voiles minces. Le mathématicien, ingénieur et architecte Felix Candela adopte comme marque de fabrique la forme de paraboloïde hyperbolique. D'ailleurs, l'église de la Vierge miraculeuse de Mexico, en 1954, et le restaurant Los Manantiales en Xochimilco, à Mexico, en illustrent des exemples très frappants (Fig 3.26). Parmi les exemples remarquables de l'utilisation du béton pour des formes autostables, on cite aussi le pavillon du béton de Robert Maillart pour l'Exposition Nationale Suisse à Zurich en 1939 et la salle de conférences de l'Unesco à Paris par Nervi [91].

Dans les couvertures en voile mince de béton armé, c'est à la forme qu'on doit la résistance et la rigidité à travers le plissé de la dalle qui forme la poutre. On peut distinguer trois types de voiles mince : les voiles simple (les voûtes), les voiles à double courbure comme les coupoles et les paraboloïdes hyperboliques et enfin les voiles plissés [1].

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON



Figure 3.25 : Palazzetto de Rome

Source : <https://www.wantedinrome.com/news/rome-to-restore-palazzetto-dello->

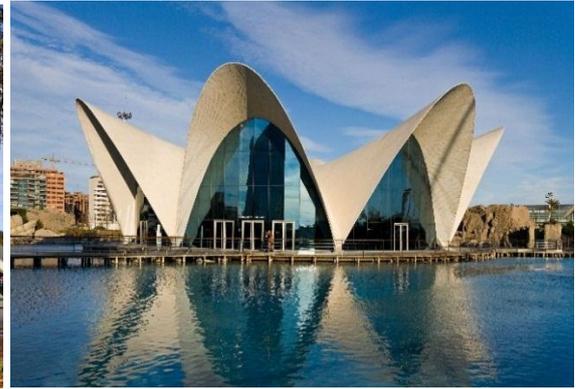


Figure 3.26 : Le restaurant Los Manantiales

Source : <https://www.innovaconcrete.eu/what-is-concrete-shell-architecture/>

3.1.2.3. La forme libre

Considéré comme le matériau préféré des architectes, le béton par l'évolution des techniques de sa mise en œuvre, offre aux architectes une nouvelle vision formelle très libre. Moulable à volonté, l'exploitation des potentialités plastiques et sculpturales du béton a permis de créer un expressionisme formel à travers lequel il rend possible toute forme imaginée [18]. La célèbre tour Einstein construite par Erich Mendelsohn pendant les années 1920 à Potsdam en Allemagne, illustre un monument symbole de l'expressionisme et de la liberté fournis par le béton armé [18]. (Fig 3.27)



Figure 3.27 : La Tour Einstein, Potsdam

Source : <https://travel.sygic.com/en/poi/einstein-tower-poi:9034>

3.1.2.4. L'industrialisation

Choisi pour résoudre les problèmes d'économie et d'efficacité de construction de logements en très grand nombre, le béton se présente par excellence dans l'industrialisation du bâtiment grâce à son système de préfabrication [167] (infra, p 36, 37). Vouant faire face à la production du plus grand nombre de logement dans le nouveau Francfort, Ernest May développe des techniques standardisées et industrialisées. Il s'agit donc d'utiliser le béton armé à grande échelle à travers des éléments en panneaux (mur, cloison, plancher,...etc.) fabriqués en usine puis transportés sur chantier pour la mise en œuvre. Ainsi, l'industrialisation du bâtiment signifie l'utilisation des éléments répétitifs et identiques [17].

Connu par sa tradition dans l'ingénierie du béton, la France se considère parmi les pays avancés dans ce domaine, où ce matériau a permis la production en masse et l'avènement des grands ensembles pour absorber la crise du logement en assurant un bon confort. On peut considérer d'ailleurs que parmi les architectes modernistes, certains comme Le Corbusier, Gropius et Mies Van Der Rohe, ont marqué l'architecture de la première moitié du XX^e siècle par la collaboration entre le standard et le module : deux concepts sur lesquels l'industrialisation s'appuie [18].(Fig 3.28).

L'industrialisation se caractérise par la disparition totale des potentialités structurelles du béton (porte-à-faux, pilotis et parfois les balcons), à cause de son emploi en tant que matériau économique permettant les grandes hauteurs.



Figure 3.28 : Immeuble lamelliformes de Gropius

Source : <https://art-zoo.com/walter-gropius/>

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

Après la seconde guerre mondiale, les architectes modernistes ont commencé à porter un intérêt envers l'aspect esthétique et le potentiel de texture en béton. Quelques-uns explorent sa performance plastique en utilisant des panneaux préfabriqués pour montrer les textures originales qu'il offre [22]. Par ailleurs, Le Corbusier s'intéressant à la trace et aux imperfections laissées par les coffrages, commence à travailler sur sa mise en œuvre dans le but de maîtriser les défauts du béton en adoptant un nouveau programme plastique qu'il présente dans la cité radieuse de Marseille. Il s'agit de bien contrôler la dimension, l'orientation et le calepinage du coffrage et bien choisir la texture [146]. Cela a permis de créer une expression plastique esthétique propre au béton.

3.1.3. L'architecture moderne à travers les CIAM

3.1.3.1. Fondation du CIAM

Dès la fin des années 1920, les voyages des architectes modernistes et leurs intenses échanges des idées ont permis une progression cruciale de l'architecture moderne, non seulement en Europe, mais à l'échelle internationale. En effet, ils proposent, en 1927, d'organiser une rencontre internationale regroupant les grands architectes modernistes afin de jeter les bases théoriques d'un style architecturale et urbanistique commun [170]. L'idée de la fondation d'un Congrès International d'Architecture Moderne émerge suite aux rejets de plusieurs projets modernes et fonctionnalistes soumis par les architectes, et Le Corbusier en tête, particulièrement lors du concours du palais de la société des Nations à Genève. Pour toutes ces raisons, ils décident de se réunir afin de promouvoir leurs idées fonctionnalistes de l'architecture et de l'urbanisme moderne dans le monde [170]. Par ailleurs, le CIAM par sa doctrine et son style a réussi à déterminer les principes et les théories de l'architecture moderne après la Seconde Guerre diffusant un style international [171].

3.1.3.2. Les éditions du CIAM

a.La première séquence du CIAM 1928-1937 : Cette période comprend les cinq premiers congrès de l'entre deux guerre.

-Le CIAM I en 1928 : ce premier congrès, tenu du 26 au 28 juin dans un château à la Sarraz en Suisse, illustre la première réunion qui regroupe 28 architectes européens dont : Auguste Perret, Robert Mallet-Stevens, Tony Garnier, Walter

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

Gropius, Mies van der Rohe, Ernst May, Erich Mendelsohn, Adolf Loos, Alvar Aalto ; et à travers laquelle Le Corbusier en tant qu'organisateur propose un manifeste axé sur l'architecture [172].

-le CIAM II en 1929 : ce congrès tenu à Frankfurt, est marqué par la dominance des socialistes Allemands. Les CMEI ont traité le thème de l'habitat à Loyer Modéré et les questions des hauteurs des blocs et celle de l'emploi rationnel de l'espace et du matériau.

-le CIAM III en 1930 : consacré aux Méthodes rationnelles pour les groupes d'habitation, ce troisième congrès qui s'est tenu à Bruxelles, porte sur l'occupation du sol dans la construction des logements pour savoir s'il vaut mieux choisir le plan de la ville contemporaine de Le Corbusier, ou les blocs en rangées espacées de Gropius, ou encore garder la tradition de la maison individuelle [173].

-le CIAM IV en 1933 : cette quatrième réunion du CMEI est spécifique en quelque sorte. Devant se tenir à Moscou, elle a été purement et simplement annulée pour des raisons politiques. C'est pourquoi, ce quatrième congrès s'est déroulé à bord d'un paquebot de croisière naviguant de Marseille à Athènes, avec pour thème centrale de discussion la ville fonctionnelle. Suite à l'étude de 34 villes, les délégués ont réussi à rédiger un texte sur l'organisation des villes modernes appelé « La Charte d'Athènes » [173].

-Le CIAM V en 1937 : le dernier congrès de cette séquence s'est tenu à Paris. Consacré à l'habitation et la récupération, les membres continuent à discuter encore la question du logement social. Ils ont prévu de se réunir, en 1939 aux Etats unis mais à cause de la seconde guerre mondiale il en a été autrement.

b.Deuxième séquence des CIAM 1947-1956 : cette période concerne les cinq derniers congrès tenus après la Seconde Guerre.

-le CIAM VI, qui s'est tenu en 1947 à Bridgwater (Angleterre). Il s'agit de la Réaffirmation des objectifs du groupe CMEI

-le CIAM VII, en 1949, à Bergame (Italie). Il s'agit de la mise en œuvre de la Charte d'Athènes

-le CIAM VIII, en 1951, a été tenu au cœur de la ville de Hoddesdon en Angleterre.

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

-le CIAM IX, en 1953, consacré aussi à l'habitat, ce congrès tenu à Aix-en-Provence à Marseille (France), tient une place spécifique dans l'historiographie du Mouvement Moderne.

-le CIAM X, en 1956, tenu à Dubrovnik (Croatie) et lui aussi consacré à la question d'habitat, il s'agit du dernier congrès organisé par la jeune génération appelé Team Ten qui par leurs actions ont mis fin à l'unité des CIAM.

L'analyse des dix CIAM permet d'envisager que les trois premiers congrès ont été dominés par les réalistes Allemands tandis que les six suivants par Le Corbusier et le dernier par le Team-Ten. Parmi ces congrès tenus au cours des 28 ans, l'héritage de la pensée moderniste et en urbanisme et en architecture revient aux CIAM IV et CIAM IX :

-La Charte d'Athènes (CIAM IV) : consiste en un document qui regroupe les nouvelles idées portant sur l'urbanisme moderne et basées sur les principes de Le Corbusier. En effet, les cent et une propositions résolues se résument dans : Espace dégagé, Soleil et Verdure. La Charte d'Athènes définit l'urbanisme selon les quatre fonctions fondamentales ; Habiter, Travailler, Se récréer et Circuler [174]. Le Corbusier clarifie à travers ces notions les conditions prioritaires d'un urbanisme assurant un meilleur confort. Il montre que le logis doit être inséré dans une unité d'habitation haute, implantée dans un espace dégagé favorisant l'ensoleillement et les surfaces vertes nécessaires pour la récréation et les loisirs avec une circulation recommandée. En revanche, une cinquième priorité concernant la sauvegarde des bâtiments historiques a été rajouté par la suite [17].

Rédigée sous forme d'un procès-verbal publié en 1933 en Français, la Charte d'Athènes avait deux autres versions : la première a été publiée aux Etats-Unis par José-Louis Sert intitulé Can our cities survive ? et la deuxième est celle publiée par Le Corbusier en 1943 [171].

-La Charte d'Habitat (CIAM IX) : après la doctrine officielle sur la ville et l'urbanisme du mouvement moderne (la Charte d'Athènes), le CMEI s'est réuni à Aix-en-Provence pour une charte d'habitat. Ce neuvième congrès est marqué par plusieurs évènements, dont les principaux sont :

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

-la crise intérieure entre la génération des maîtres du modernisme et la jeune génération critique du fonctionnalisme (futur Team Ten) qui marque sa différence. Elle concerne les questions posées pendant les années 1950 par rapport à une doctrine et des idées élaborées pour l'essentiel dans les années 1920, et celle pour formuler une doctrine d'habitat convenable pour les pays développés et en cour de développement [175].

-les objectifs envisagés par Le Corbusier qui consistent à publier la Charte d'habitat en l'honneur des 25 ans d'activités du CIAM, et à passer le pouvoir aux jeunes architectes tout en défendant le style méditerranéen. Pour cette seconde question, Le Corbusier choisit de tenir le dixième congrès à Alger dans lequel il sera soutenu par la jeune génération de l'école corbuséenne d'Alger [176](Roland Simounet, Pierre-André Emery, Jean de Maisonseul, Louis Miquel).

-le départ de Le Corbusier et des autres modernistes d'avant-garde.

3.2. L'architecture moderne en Algérie : un patrimoine colonial Français

Depuis la conquête, l'Algérie a connu l'adoption et l'adaptation de plusieurs styles architecturaux sous l'influence des événements qui se sont déroulés en France. Ces courants ont participé à l'image urbaine des grandes villes particulièrement la capitale de colonie et le siège des activités principales : Alger. Parallèlement à son avènement en France et dans le monde, le modernisme fut un courant qui a révolutionné l'architecture dès les années 1930. Aïche Boussad aborde dans sa thèse les fondements relatifs aux courants et leurs effets sur la production architecturale algéroise de cette période dans le cadre de l'émergence du mouvement moderne à Alger [3]. Pour comprendre cette production moderne qui a fait des villes algériennes de véritables chantiers d'expérimentations, l'analyse des recherches établies sur l'histoire d'architecture en Algérie a montré le contexte qui a permis la naissance de ce mouvement notamment à Alger. En effet, Lathuillière indique que le Néo-mauresque reste le courant qui a induit la présence du modernisme en Algérie [12]. Ce courant a été prospéré, dès 1900, sous le règne du gouverneur Charles-Célestin Jonnart, qui recommande aux architectes de construire des édifices publics inspirés des formes orientalistes et arabisantes [177]. Portant son nom, le style néo-mauresque ou « style Jonnart » est proclamé par la suite comme le style officiel de l'état, selon Zohra Hakimi, Jonnart visait à conserver

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

l'identité traditionnelle locale tout en laissant son empreinte [4]. Parmi les édifices icones du néo-mauresque se distingue le bâtiment prestigieux de La Grande Poste réalisé par Jules Voinot et Marius Toudoire en 1914.

En revanche, dès le début du XX^e siècle, la production architecturale en Algérie est marquée par l'apparition de nouveaux matériaux notamment le béton, grâce à Hennebique, qui en association avec plusieurs architectes comme Henri Petit et Paul Guion, a introduit ses techniques de construction en béton armé pour réaliser de grands ouvrages sur tout le territoire (infra, p 65). De même, les frères Perret, avec leur système structurel en béton armé, ont fait partie d'une période aussi riche en termes de production architecturale par la réalisation, entre autres, de la Cathédrale Sacré-Cœur d'Oran en 1912.

Les recherches consacrées à la production de cette période ont montré que le style néo-mauresque a été abandonné très tôt faisant place à la ville moderne sans références à l'art musulman et sans souveraineté protectrice [178]. Les architectes modernistes appelés « les algérienistes », souvent nés en Algérie et formés à Paris près du rationalisme structurel de Perret et des idées moderne de Le Corbusier, cherchent une architecture spécifique en métissant tradition et modernité dans cette rive sud de la méditerranée [11].

En outre, l'architecture moderne en Algérie se caractérise par deux périodes fondamentales : l'une datant des années 1920 et 1930 prépare la célébration du centenaire alors que l'autre datant des années 1950 correspond à l'après seconde guerre. Ainsi, le modernisme comprend non seulement la production massive des édifices publics mais également la construction de l'habitat social.

3.2.1. Expériences française de 1930 à 1962

L'Algérie représente un chantier d'expérimentations pour la mise en œuvre des principes du modernisme plus particulièrement entre 1930 et 1962. Pendant cette période, la production architecturale a été marquée par l'impact des esprits de l'école d'Alger sous l'impulsion des instruments d'urbanisme

3.2.1.1. L'école d'Alger

a. Les Perrets à Alger

Après la métropole, l'Algérie est considérée comme le territoire qui abrite le plus grand nombre de réalisations de l'entreprise pionnière du béton armé « FRERES

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

PERRET ». Installée à Alger, en 1936, la filiale Algéroise des Perret développe un langage adapté au climat méditerranéen, appuyé sur l'ossature ouverte, et contribue surtout à la diffusion de la modernité dans l'Afrique du nord [179]. Ce qui caractérise l'activité des Perret c'est qu'ils s'engagent en tant qu'architectes et interviennent en tant qu'entreprise. Ils représentent l'idée de la modernité pour la majorité des architectes algériens.

Responsable du prix, du délai, de la qualité et de la solidité, grâce à l'emploi du béton armé, l'entreprise Perret est devenue « l'âme de l'affaire » accumulant une série d'édifices, dont la première réalisation remonte à la cathédrale d'Oran [180]. Par ailleurs, les Perret réalisent de nombreux projets de grande envergure, d'une ligné à la fois classique et structurelle, comme le palais de gouvernement, qui annonce l'avènement d'une nouvelle architecture en Algérie [181]. En outres, l'emploi des techniques et matériaux modernes (béton armé, verre, isolation) dans la maison de l'agriculture témoigne une influence omniprésente des Perret.

L'influence d'Auguste Perret semble particulièrement dominante sur le milieu des architectes algérois au point où nombreux parmi eux qui ont été marqués par son classicisme structurel sans même avoir une relation directe avec lui, à l'image de Guiauchain, de Claro et de Bienvenu. Certains architectes ont complété leur formation au sein de son atelier et d'autres ont quitté leurs ateliers pour rejoindre celui de Perret comme Michel Luyckx, Forestier et Lathuilière [181]. Cette influence est illustrée parfaitement dans les travaux lancés à l'occasion des festives du centenaire de la conquête.

b. Le Corbusier à Alger

Ancien élève d'Auguste Perret puis son grand rival, Le Corbusier adopte une démarche très accentuée sur l'aspect fonctionnel, fortement liée à une esthétique de pureté, de simplicité, de géométrie ordonnée et dépouillée de tout ornement [182]. Son architecture vise ainsi à offrir une vie moderne pour les hommes et à satisfaire leurs besoins, à travers un cadre bâti en phase avec la production industrielle standardisée et montrant son attrait aux techniques de la machine [183].

Captivé par l'architecture de Perret à Alger et impressionné par le site et l'architecture de la Casbah lors de son premier voyage en Algérie, en 1932, Le Corbusier tisse des relations avec le réseau autour de l'association *Les Amis d'Alger*

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

et influe par ses conférences et ses expositions la jeune génération d'architectes et administrateurs de la ville [3]. Il convient de rappeler d'ailleurs que des maisons individuelles et des logements collectifs inspirés des recherches de Le Corbusier sur l'habitat ne cessent de voir le jour depuis 1930 jusqu'en 1950.

Pour défendre enfin les thèses de Le Corbusier à propos des grands ensembles, un petit groupe comprenant Miquel, Simounet, Bourlier, Ducollet, Bize, Geiser et Maisonneul constitue l'école corbuséenne d'Alger. Parmi eux se détache notamment André Emery, qui est formé dans l'agence Le Corbusier et qui semble avoir accentué davantage l'esprit corbuséen dans ce groupe se revendiquant de la culture méditerranéenne [184].

Même si Le Corbusier n'a rien construit en Algérie, quelques projets phares témoignent de la trace et de la marque corbuséennes sur les architectes algérois, à l'exemple de :

- L'IMMEUBLE-PONT construit sur un ravin par Pierre Marie, en 1952, est couvert d'une toiture-terrace qui reçoit une chaussée pour les véhicules et des trottoirs pour piétons. Cet immeuble fait référence au principe d'immeubles viaducs de Le Corbusier.

- La CITE DJENAN EL-HASSAN conçue en 1958 par Roland Simounet, est inspirée du projet Roq et Rob imaginé par Le Corbusier pour le Midi de la France. Cette cité de transit concrétise une étude présentée lors du CIAM d'Aix en Provence sur le bidonville de Mahieddine [184].

- L'AERO-HABITAT de Louis Miquel, conçu entre 1950 et 1954, illustre la synthèse des réflexions de Le Corbusier (maitre) appliquée par son élève (Louis Miquel). Les immeubles interprètent à la fois les principes du Plan Obus en termes d'urbanisme et les idées de l'Unité d'habitation de Marseille en termes d'architecture [185].

L'influence de Le Corbusier s'exprime également par l'œuvre d'Emery (usine d'incinération des ordures ménagères à Hussein Dey) et par les premières réalisations de Marcel Lathuillière (orphelinat de Beni Messous et les HBM du boulevard Champagne).

c. Les amis d'Alger et les expositions :

L'association des Amis d'Alger est fondée par Rodolphe Rey, en 1929, dans le but de développer et de diffuser l'architecture et l'urbanisme moderne de l'Algérie. Cette

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

fondation offre l'occasion aux architectes, aux urbanistes et à plusieurs personnalités de promouvoir des idées nouvelles et des techniques innovantes sur la ville et l'habitat. L'association comprend Guiauchain, René Lespes, Jean Alazard entourée par les membres de la section algérienne du SAM (société d'architecture moderne) dont Seiller, Claro, Salvador, Lathuillière, Bienvenu et Montaland [3].

Au le lendemain de la célébration du centenaire, L'association les amis d'Alger organise deux grandes manifestations faisant d'Alger un théâtre de débats autour des projets de modernisation qui permet d'ouvrir cette capitale sur la scène internationale et de la classer au rang des grandes villes européennes [3]. Ces évènements, gérés par Emery, ont ouvert une piste aux architectes et urbaniste afin de mener des réflexions et de proposer des thèses modernes sur la ville comme celles de Le Corbusier, d'Henri Danger et de Post Rotival.

-la Première exposition d'architecture et d'urbanisme a eu lieu en 1933 dans la maison de l'agriculture. Elle a été organisée par la société des Amis d'Alger et placée sous le patronage de la société des architectes modernes (SAM). L'exposition a eu plus de succès que celle organisée à Paris.

-la Deuxième exposition qui a eu lieu au foyer civique, en 1936, est consacrée au thème de la ville moderne, encourageant l'adaptation et l'emploi des techniques modernes dans la construction des édifices. Cette exposition a été l'occasion pour les architectes d'Algérie de présenter leurs réalisations et de montrer à travers des revues françaises l'esprit moderne ainsi que l'expression régionale de l'architecture en Algérie [181].

d.Le plan d'aménagement de le Corbusier : Le plan Obus

Après avoir diffusé ses idées dans des conférences pour le compte Des Amis d'Alger, Le Corbusier propose plusieurs projets d'urbanisation pour la capitale algéroise, à l'instar de l'un des plus impressionnants d'entre eux qui est le plan Obus et qui prévoit [186]:

- une cité d'affaire sur le terrain de la marine avec des bâtiments très hauts perpendiculaires à l'horizontale de la ville, dérivés du modèle gratte-ciel
- une cité de résidence sur les terrains de Fort l'Empereur par le moyen d'une parcelle jetée de la cité d'affaire vers les terrains libres.

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

-des voies de circulation indépendantes du sol formant un site artificiel à l'échelle de la mer, des collines et du soleil.

-lier les deux banlieues extrêmes d'Alger : St-Eugène, Hussein Dey par une autoroute.

Mais aucun de ses projets n'a été réalisé suite à leur grande envergure et aux dispositifs qu'ils impliquent.

3.2.1.2. Pour un urbanisme moderne

Tout comme Alger, les villes d'Oran et d'Annaba ont connu une croissance urbaine, dès 1930, marquée par une production moderne dont les projets obéissent au règlement d'urbanisme et aux exigences du confort moderne adoptés par les instruments urbanistiques. Said Almi et Zohra Hakimi abordent l'analyse de ces instruments qui parviennent à maîtriser la croissance des Grandes villes moyennant des dispositifs issus des réflexions et principes d'un urbanisme moderne qui influencent la production architecturale. Parmi ces instruments on cite :

a-Le Plan d'Aménagement d'Embellissement et d'Extension PAEE

Après la première guerre mondiale, la loi Cornudet institue l'urbanisme de Plan par la création du PAEE, transformant Alger en un grand chantier de construction. Elaboré par René Danger et Henri Prost dans le cadre des théories et expériences urbaines du mouvement moderne, le Plan d'Aménagement d'Embellissement et d'Extension approuvé officiellement, en 1931, apporte des solutions au disfonctionnement de la ville et prévoit son extension [3]. Il permet [6]:

- l'aménagement des voies de communication par des alignements directeurs, l'élargissement d'anciennes voies et l'ouverture de voies nouvelles.
- la création des services publics ou d'intérêt collectif (adduction d'eau, égout, assainissement du sol).
- l'établissement des servitudes d'ordre hygiéniques, archéologiques ou esthétiques.
- la détermination des espaces libres pour la création de jardins et de réserves boisés.

Ainsi, le PAEE propose des règlements pour améliorer les conditions de la construction dans l'ensemble de la commune.

b. Le Plan Régional

Tracé par Henri Prost et Maurice Rotival, en 1936, pour compléter le PAEE, le Plan Régional fixe les grandes lignes de la circulation d'Alger et précise les problèmes de la circulation frontale des voies reliant le Sahel au front de mer. Il se distingue des communes de banlieue, communes rurales et côtières. En effet, le Plan Régional a permis de développer l'habitat sur les hauteurs et les collines offrant un climat plus salubre et traçant un grand maillage routier [6].

Force est de constater que le Plan Régional s'amorce avec de nombreux travaux à travers lesquels Alger entre dans une ère de grandes opérations à partir de 1948 afin d'améliorer non seulement la circulation par divers aménagements, mais de diminuer aussi le chômage et les problèmes sociaux en donnant du travail aux entreprises [6]. Parmi ces travaux on cite [181]:

- les nouveaux alignements et élargissements de voies, le distributeur hélicoïdal vers el Biar et Mustapha supérieur
- le programme du centenaire (le foyer civique, la maison d'agriculture, l'hôtel de ville, le palais de gouvernement, la gare maritime, ...etc.)
- le tunnel sous les facultés, le tunnel de la Marine et la rampe de Tafourah
- la place publique au champs des manœuvres, les voies de liaison entre le port et la ville
- l'aménagement des terrains de sport
- L'aménagement du plateau des Annasser

le Plan Régional, par ses grandes réalisations, inaugure une urbanisation algérienne dominée par l'idéologie et les principes progressistes de Le Corbusier en termes d'aménagement comme d'architecture permettant de faire d'Alger la capitale du nord d'Afrique dans le bassin de la méditerrané où se rencontre l'Europe et l'Afrique L'islam et l'occident [187].

2.1.2.3. L'Agence du Plan

Après la fusion du service de l'urbanisme et de l'association pour l'étude et le développement de l'agglomération algéroise, Le maire d'Alger Jacques Chevallier crée l'agence du Plan en juin 1954, comme une nouvelle instance consultative pour les services d'urbanisme, et met à sa tête l'urbaniste-conseil Pierre Dalloz. Ce

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

dernier choisit pour le seconder, un nouveau protagoniste sur la scène algéroise, Gérald Hanning, l'élève de Le Corbusier [187]. L'agence est un organe technique qui n'a aucune relation avec le conseil municipal.

L'agence du Plan repense l'ancien PAEE, mais après que Wattez et de Maisonseul aient rejoint son conseil d'administration, elle a repris à son actif les hypothèses et les tâches d'urbanisme du Plan Régional. Dans ce contexte, l'agence développe des travaux sur la densité urbaine de Maisonseul, de Marcel Roux et de Pierre Faure avec comme perspective la mise en point du règlement d'utilisation du sol et le système de rendement du terrain qui ont annoncé la conception du COS (coefficient d'utilisation du sol) [187]. En effet, tous ces praticiens s'appuient sur la Grille CIAM d'urbanisme en tant qu'instrument de travail.

Par ailleurs, l'Agence du Plan, en procédant à l'aménagement du plateau des Annasser pendant les années 1950, elle a mené l'opération la plus significative

2.1.2.4. Le Plan de Constantine

Entre une crise sociale, urbaine et une ambiance de guerre, le maire d'Alger, Jacques Chevallier, tente de mettre en œuvre le Plan de Constantine, en 1958, pour la construction rapide à grande échelle des quartiers destinés à loger les populations des bidonvilles [188]. Il s'agit d'une formule permettant de répondre à la question du logement social posée après la seconde guerre mondiale.

A cet effet, Chevallier a fait appel à Fernand Pouillon, disciple d'Auguste Perret, pour construire ces nouveaux quartiers. Le programme ainsi lancé a mis fin apparemment aux débats sur l'architecture algérienne. Le but de cette opération est de construire 50000 logements par an tout en inaugurant la formule des ZUP (zone urbanisée en priorité), au niveau de deux zones retenues pour Alger, qui sont le plateau des Annasser et le quartier Rouiba-Reghaia [9]. Réalisé sous la direction de l'Agence du Plan, le programme a été critiqué par les architectes modernes algérois par rapport aux méthodes de Dalloz et Hanning, de même que pour l'absence du caractère urbain, matérialisé à travers la notion de l'ilot, les principes de l'unité d'habitation et les espaces verts. Seuls quelques architectes qui font équipe avec l'Agence comme Daure et Béri, Bize et Ducollet, ont remis en œuvre les préceptes de la charte d'Athènes [181].

3.2.1.3. Le logement social et les grands ensembles

Pour aborder le sujet du logement social pré et post guerre de libération, il faut d'abord comprendre les circonstances de son émergence. En effet, nombreuses sont les recherches consacrées à la question de l'habitat social en Algérie pendant la colonisation. Zohra Hakimi aborde dans son ouvrage « Alger politique urbaine » les mesures de l'habitat social européen et musulman. A son tour, Boussad Aiche dans sa thèse analyse le contexte politique et social du logement à travers les premières expériences des HBM et des cités indigènes.

L'analyse de la politique d'habitat en Algérie et du phénomène des bidonvilles des années 1920 a permis de comprendre la production architecturale des années 1950, particulièrement lorsque le bidonville Mahiédine a été abordé par le CIAM-Alger⁹ lors du neuvième Congrès du CIAM à Aix en Provence 1953. Cependant, le CIAM en tant qu'instrument de propagande de l'architecture et de l'urbanisme moderne a permis aux architectes modernes de générer un style international basé sur les données de la vie moderne et militant pour la standardisation et la production en série. Le paysage algérien a été doté, pendant les années cinquante par un ensemble de réalisations mesurant l'effet des CIAM et les théories corbuséennes sur la production, à l'exemple de l'immeuble pont (Burdeau) en 1952, le Pont garage de Tombarel et l'Aéro-habitat ou le modèle de la cité Radieuse d'Alger (Fig 3.29). Il en est de même pour la reconstruction d'Orléanville après le séisme de 1954 par Maisonseul conformément à la doctrine de Le Corbusier [184].

Défendant la cause corbuséenne, dès 1947, Jean de Maisonseul s'inspire des idées d'urbanisme britanniques de Socard et de l'équipement et du traitement en unité de voisinage des quartiers résidentiels d'Outre-mer pour les quatre cités satellites implantées à El-Harrach, aux Annasser, à Châteauneuf et à Bouzareah. Il regroupe chaque ensemble d'habitations de 1000 à 2400 habitants dans une unité résidentielle tandis que chaque 3 à 5 unités forment un quartier disposant de tous les services nécessaires (écoles de marché de terrain de sport) [187].

Dans ce contexte de production en masse, Jacques Chevallier, dès son arrivée à Alger en avril 1953, favorise les immeubles d'habitation gigantesques. Il se

⁹ CIAM-Alger comprend pierre-André Emery, Jean de Maisonseul, Louis Miquel et Jean pierre Faure, Roland Simounet.

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

consacre dans le cadre de la restructuration du Plan régional au développement d'une politique d'industrialisation et de standardisation du bâtiment. Il transforme Alger en un immense chantier où se manifestent de nouvelles organisations et politiques avec des méthodes et des techniques novatrices, marquées par l'emploi du béton armé et les éléments préfabriqués [187]. Sous son impulsion, Alger a connu, à partir des années cinquante, l'émergence des grands ensembles à travers son programme adressé à la population musulmane. Ainsi, Chevallier soutient les idées de Roland Simounet, qui débute sa carrière sous son mandat pour la réalisation de plusieurs projets, à l'exemple de l'ensemble de la Montagne. Simounet développe ce premier projet de logement en collaboration avec Alexis Daure et Henri Béri, deux architectes parisiens ayant gagné le concours en 1955 et s'associe avec eux pour le projet de logement de la Cité Carrière Jaubert en 1957 [6].



Figure 3.29 : L'Aéro-habitat à Telemly Alger

Source : https://www.vitamedz.com/alger-telemly-l-aero-habitat/Photos_347_199890_16_1.html

Conclusion

L'histoire de l'architecture moderne atteste de l'apparition de nouveaux matériaux, comme le béton. Un tel matériau a permis de produire un cadre bâti exceptionnel, symbolisant toute l'ingénierie de la première moitié du XX^e siècle grâce à ses potentialités structurelles, ses types et ses techniques (voiles minces, porte-à-faux, l'industrialisation, le paraboloid hyperbolique, ...etc.)

CHAPITRE 3 : L'ARCHITECTURE DU XXE SIECLE, AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

A cette époque, l'Algérie, en tant que colonie française, n'est pas restée en marge des événements qui se sont déroulés ailleurs. En effet, ses ingénieurs et architectes modernes, qui ont très vite adopté l'esprit des grandes figures de ce mouvement, ont trouvé dans ce pays colonisé un lieu pour développer sans conteste leur savoir-faire.

L'approbation de certains instruments d'urbanisme moderne comme le PAEE, le Plan Régional et le Plan de Constantine ont permis d'entreprendre un ensemble de réalisations en matière d'équipement de ville et d'habitat annonçant une période très expressive et très riche en termes de production architecturale en béton. En effet, une série de projets dont le Palais de Gouvernement, le Foyer Civique et l'Hôtel de ville ; a été lancé particulièrement dans le cadre des festivités du centenaire jusqu'aux années cinquante. Par ailleurs, un programme ambitieux pour absorber la crise du logement est mise en œuvre faisant de l'Algérie le premier champ qui aborde la construction des grands ensembles à moindre coût. Ainsi, le programme de Constantine lancé par De Gaulle comprend de grandes opérations en terme d'habitat social y compris les œuvres conçues par Simounet, Pouillon, Alexandre Daure et Henri Béri,

A ce sujet, une étude monographique détaillée comprenant l'aspect historique et architectural sera élaborée dans les prochains chapitres afin de mettre en évidence la production architecturale de cette époque et les figures majeurs qui ont marqué cette dernière.

***4. LES GRANDS
ENSEMBLES : FIGURE
DE LA PRODUCTION EN
MASSE EN ALGERIE***

Introduction

En réponse à une crise politique, sociale et urbaine des années 1950, les municipalités françaises en Algérie lancent un programme très riche pour faire face aux besoins de logement, transformant Alger en un immense chantier de construction d'immeubles d'habitations sous l'influence de la simplicité et de la pureté du modernisme. En effet, l'Algérie s'est illustrée dans sa production architecturale par la forme industrielle permettant aussi bien la fabrication en série et que les prouesses techniques. La revue chantier publie d'ailleurs un manifeste de ces prouesses de la production moderne en termes d'habitat, dès 1952, qu'elle intitule « Alger se couvre d'une parure d'immeubles modernes » [189].

Dans ce contexte marqué par une effervescence créative, Alexandre Daure et Henri Béri font de la ville d'Alger et de plusieurs autres villes algériennes un chantier d'expérimentation de leurs œuvres. Ce chapitre met en exergue une exploitation systématique des archives inédites portant sur l'habitat social¹⁰ qui a permis d'effectuer une analyse historique du contexte de cette tranche d'architecture, dressant un inventaire détaillé de toutes les réalisations de cette figure de la modernité très peu connue en Algérie qu'est Alexis Daure.

4.1. Politique de l'habitat social :

Après l'approbation du PAEE en 1930 et le Plan régional soumis à la municipalité d'Augustin Rozis, un ensemble de réalisations à la fois architecturales et urbaines ont été mises en œuvre, mais rien n'a visé la situation sociale des musulmans et le problème d'habitat posé, à part quelques types. Même si la municipalité de Pierre Gazagne, en 1947, porte un intérêt à cette question et affirme sa priorité, elle ne fait que poursuivre le programme d'aménagement du Plan Régional concernant les problèmes de circulation [4].

Suite à la forte poussée que connaît l'accroissement démographique musulman et à la dégradation des conditions de vie de la population européenne, une crise urbaine s'est manifestée risquant d'aggraver les tensions sociales ; ce qui a nécessité en urgence une remise en cause du PAEE afin d'absorber la crise de logement qui bat son plein [4]. De ce fait, une vaste enquête auprès des communes,

¹⁰ Alexandre Daure ; Archive des architectes DPLG, portant sur les œuvres conçues par Alexandre Daure et Henri Béri, bibliothèque du centre d'étude diocésain.

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

a été lancée par les autorités dès 1946, pour réaliser un plan d'action communal (programme de développement). Trois types d'intervention ont été mise en place par l'état, dont [4]:

-un programme spécial de « cités de recasement » servant à la résorption de l'habitat précaire.

-un programme d'habitation à loyer modéré destiné aux musulmans et aux couches les plus déshéritées de la population européenne.

-un programme de financements spécial visant à relancer l'investissement privé dans le secteur.

Bien que des efforts soient déployés et des plan d'urbanisme et d'aménagement soient initiés auprès du gouverneur général en vue de faire de la ville d'Alger une capitale, le problème de l'habitat demeure posé pour le plus grand nombre, jusqu'à la municipalité de Jacques Chevallier en 1953 [10]. Quand ce dernier est élu maire d'Alger, il place d'emblée le problème du logement comme première préoccupation déclenchant un programme d'amélioration de l'habitat dans le but de faire face à l'explosion démographique et au problème des bidonvilles. Il nomme Fernand Pouillon architecte en chef de l'office des HLM pour construire rapidement plusieurs cités, comme Diar Essaâda en 1953 (Fig 4.1), la cité Diar El Mahçoul en 1954, la cité Concorde de Bir Mourad Raïs et le quartier Climat de France à Bab El Oued en 1957 [190]. A ce moment, il était trop tard car les algériens se soulèvent contre l'occupation française et la Guerre d'Algérie éclate en 1954.

Le retour du général De Gaule au pouvoir de la France en 1958 a renvoyé le « plan d'urbanisme » en faveur d'un autre plan d'aménagement qu'il aurait envisagé. Depuis la préfecture de Constantine en septembre 1958, De Gaule annonce le lancement d'un plan de développement économique et social de l'Algérie, c'était le fameux plan de Constantine à travers lequel il voulait affaiblir le FLN de l'époque et perturber le peuple algérien via notamment des actions économiques et sociales [191]. Il s'agit de la réalisation de grandes cités d'habitation destinées aux « indigènes ». Le plan de Constantine a été réalisé dans la précipitation. Dans la foulée, on a assisté à la naissance de plusieurs cités (Diar El Afia, Diar Echems, El Bahia) dont beaucoup ont été réalisées dans l'urgence au profit des populations « indigènes ».

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

Le Plan de Constantine vise le relogement d'un million de personnes dans les campagnes et dans les villes. Cette opération coordonnée est prévue pour une échéance quinquennale, de 1958 à 1963. Le plan de Constantine insiste sur le relogement des populations ainsi que sur la transformation des structures spatiales ; cette initiative était considérée comme la meilleure voie d'une intégration sociale et culturelle, une sorte de promotion sociale pour une partie de la population algérienne. Parallèlement à la création d'emplois et au développement industriel, le plan donne une place importante à l'habitat et au logement devant être répartis de la manière suivante [192]:

- Des logements urbains réalisés selon des normes conventionnelles, allant des immeubles de la catégorie supérieure aux logements semi - urbains, soit un total de 200 mille logements.
- Des logements ruraux destinés à remplacer les gourbis traditionnels ou à loger décentement des personnes sans logement.



Figure 4.1 : Vue sur l'ensemble de Diar Saada de Pouillon

Source : <http://diarssaada.alger.free.fr/>

4.2. Les grands ensembles d'Alexis Daure :

En relation avec l'industrialisation du bâtiment et avec la fabrication en série des éléments répétitifs que le béton armé a autorisé pour faire face à des programmes de construction considérables, Alexis Daure reste une figure très peu connue qui a marqué le modernisme algérois par la production des grands ensembles dans plusieurs villes algériennes (voir annexe) Ses conceptions architecturales sont guidées par :

- une mise en œuvre de disposition d'économie d'énergie.
- une utilisation du béton et des éléments préfabriqués.
- une architecture influencée par le contexte physique, géographique, climatique et culturel.
- l'orthogonalité, la massivité, l'axialité, l'utilisation des formes géométriques simples et pures.

En effet, dans le cadre des opérations organisées par le Plan de Constantine et le Plan régional, nombreux sont les immeubles qui représentent aujourd'hui l'apogée du modernisme algérois, mais qui n'ont pas bénéficiés de recherches approfondies. Ils demeurent à ce jour non étudiés, non répertoriés, non identifiés, et non reconnus officiellement. Parmi ces grands ensembles, ceux d'Alexandre Daure.

4.2.1. Contexte historique :

Chevallier visait à créer une architecture à dimension monumentale de style méditerranéen et urbaine inspirée des traditions locales. Il a fait donc appel à Fernand Pouillon pour réaliser de grands projets de logements sociaux et ce dernier a fait appel à son disciple Alexandre Daure pour travailler avec lui [193]. Dans ce contexte marqué par une effervescence créative, Alexandre Daure associé avec Henri Béri, fait de la ville d'Alger et de plusieurs villes algériennes un chantier d'expérimentation de leurs œuvres.

Daure réalise son premier projet de la cité Montagne avec Béri en collaboration avec Simounet, et marque de sa personnalité, quelques temps après, la cité des Palmier de 800 logements dans la zone d'oued Ouchayah, un ensemble d'habitat où la prise de site. Leurs silhouettes et leur espace intérieur ont une certaine intensité expressive. Au clos Salembier, Daure et Béri ont construit la cité les Jasmins dont les façades ont été tracées avec la régulation de la section d'or et de ses harmoniques [9].

Dans le contexte de cités de recasement, caractérisées par une densité énorme et une transgression du style de Casbah, Daure et Béri ont eu à leur actif trois opérations – Taine F Taine E, Carrières Jaubert et Dar el Kef (Fig 4.2), toutes destinées aux habitants des bidonvilles. Alexis Daure garde de son maître Pouillon une certaine indifférence aux modes, une vigueur et un goût pour les compositions

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

fortes qu'il pousse très loin avec ses réalisations. Le tableau 5.1 fournit un inventaire général de ses projets, réalisés principalement en Algérie [194].



Figure 4.2 : La tour cylindrique Dar El Kef d'Alexis Daure.

Source : <https://algerrois.skyrock.com/1932368347-LE-GOLF-LA-REDOUTE.html>

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

Ville	Site	Nombre de logements
Alger	-Cité les annasser: Diar El Afia	-1555
	-Résidence Antares	-154
	-La Concorde S.E	-826
	-La Concorde N.O	-353
	-Tour Dar El Kef	-100
	-Cité des Carrieres Jaubert	-776
	-Cité Frais Vallon Tainee	-279
	-Cité les Jasmins	-271
	-La Montagne	-2000
	-Les Oliviers	-5700
	-les Palmiers	-800
	-Réghaya Nord	-432
	-Réghaya Sud	-411
	-Rocher Noir	-396
Constantine	-Cité les Apotres	-108
	-Cité El Bir	-1142
	-Cité les Peupliers	-390
Sétif	-Champs des manoeuvres	-1200
	- Bel Air	-100
Tizi Ouazou	- cité Million	-253

Tableau 4.1 : L'ensemble des réalisations de Daure et Béri en Algérie.

Source : Auteur

4.2.2. Notice Monographique des exemples :

4.2.2.1. ALGER :

Dans le cadre de l'amélioration de l'habitat, un programme d'urbanisme prévoit pour le périmètre de la commune d'Alger, de Kouba et de Birmandreis, un ensemble important de logements sur le plateau des Annassers et de la Concorde.

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

a. Le site de Diar El Afia-Les Annassers : L'ensemble de l'opération constitue un programme de 1550 logements (Fig 4.3, 4.4) achevé entre octobre 1960 et octobre 1962. L'opération est réalisée en trois tranches :

1°-825 logements type économique simplifié.

2°-459 logements type économique simplifié amélioré.

3°-266 logements type économique.

Partie architecturale : le plan de masse (Fig 4.5) établi par l'A.P.D de la ville d'Alger et les volumes des immeubles ayant été précisés en collaboration avec les architectes pour :

- Densifier les quartiers, les espaces libres étant regroupés en larges zones vertes.
- Détruire l'impression de monotonie qui pourrait résulter de la densification par la diversité des perspectives et par l'exploitation de la géographie du terrain

Caractéristiques générales :

- Surface construite au sol 10.870 m²
- Surface totale de plancher 58.560 m²
- Surface estimée du terrain 90.000 m²
- Rendement : 64%
- Densité : 173 logements à l'hectare

Parti constructif : l'ensemble est réalisé par des techniques nouvelles notamment pour les gros œuvres.

1/Gros œuvres :

- fondation : puits et semelles filantes
- murs porteurs : refends et contreventements en béton banché de 0.15.
- joints de dilatation dans les contreventements évitent le doublage des voiles banchés
- remplissage, murettes et cloison : briques creuses
- plancher couvrant avec chape incorporée poncée
- terrasse inaccessible, étanchéité auto protégée.

2/Menuiseries : bois d'un type standardisé pour l'ensemble.

3/Plomberie sanitaire : 1 potager avec évier – 1 lavabo – 1 w.c – 1 pomme de douche.

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

4/Peinture vitrerie finissant les appartements



Figure 4.3: Vue sur la façade postérieure de la cité Diar El Afia

Source : Auteur

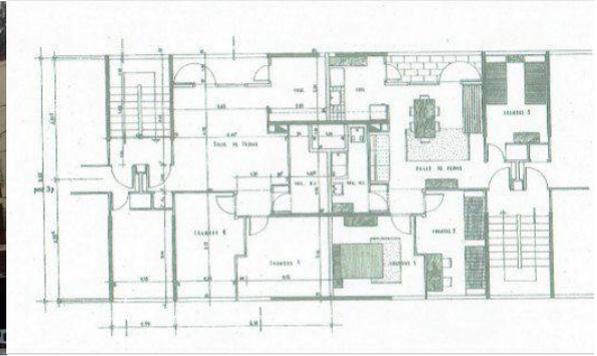


Figure 4.4 : Vue en plan des cellules

Source : Archive Alexandre Daure

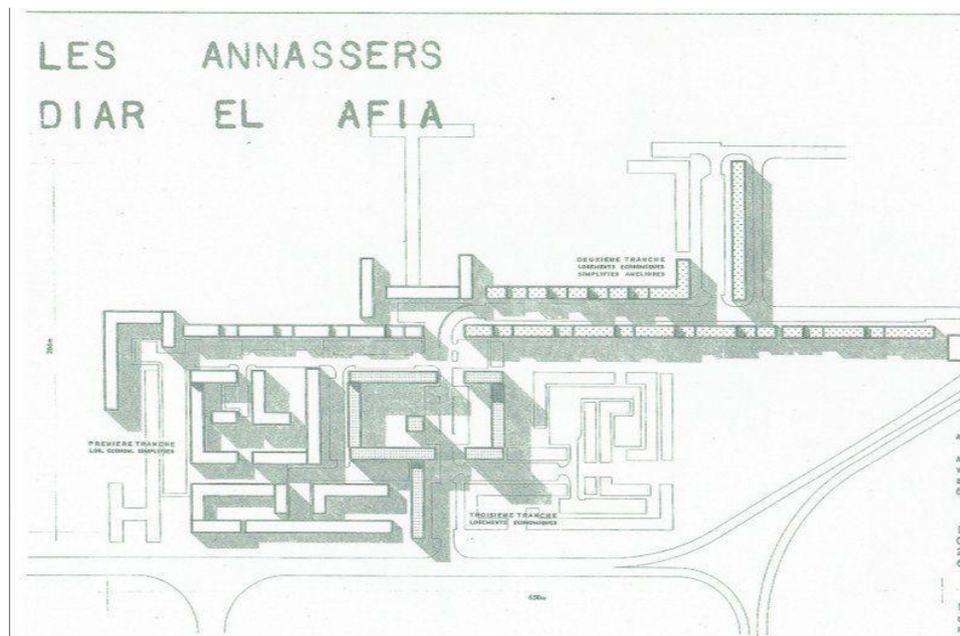


Figure 4.5 : Plan de masse de la cité Diar El Afia sur le plateau des Annassers d'Algier.

Source : Archives Alexandre Daure

b. Le site de Birmandreis La Concorde I : les travaux du programme (Fig 4.6) ont débuté en février 1957 et ont été achevé en décembre 1959, il s'agit de :

-674 logements économiques avec groupe scolaire de 24 classes ainsi que 48 boutiques.

-353 logements économiques simplifiés avec 67 boutiques et une boulangerie.

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

Partie architecturale :

Le plan de masse se caractérise par une circulation principale établie sur une courbe de niveau des chemins de piétons, des coursives, des escaliers extérieurs et intérieurs qui rattrapent les jeux de niveaux imposés par le terrain et assurent la desserte des immeubles (Fig 4.7), ainsi que l'utilisation de la cellule coursive pour :

- Permettre l'accès du bâtiment sur la courbe de niveau choisis
- Desservir un bâtiment de hauteur supérieure à R+4 (Fig 4.8) par un seul groupe d'ascenseur, c'est-à-dire que la hauteur économique des bâtiments est déterminée par les seuls besoins de plan des masses et non par les coûts des ascenseurs.

Caractéristique générale :

- Surface construite au sol : 16.052 m²
- Surface totale de plancher 83.429 m²
- Rendement 90.8%
- Densité 112 logements à l'hectare

Partie constructive : la cité est construite selon les techniques moderne de l'époque avec un système constructif extrême dont le béton était indispensable.

1/Gros œuvre :

- la trame est de 3,5m, composée de refends porteurs en béton banché de 0.15 m d'épaisseur (Fig 4.9)
- Les contreventements sont assurés par les banchés d'escaliers et de courettes.
- Les façades en double paroi de briques creuses.

2/Menuiserie : 3 types de fenêtres sont utilisés :

- 1type de persiennes repliables pour chambre et cuisine.
- 1type à imposte ouvrante, étroit, sans volet pour le hall d'entrée.
- 1type porte fenêtre à imposte ouvrante et volet coulissants pour loggia. Les rangements sont équipés de portes coulissantes et portes iso planes.

3/Equipements :

- gaine sanitaire pour 2 logements de type logéco.
- 1 meuble passe plats en bois vernis, séjour-cuisine.
- 1 chauffe-eau.

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

4/Peinture : lavable dans cuisine, salle d'eau, WC, escalier et des portes d'entrées laquées.

5/Electricité : éclairage du hall d'entrée par staff.



Figure 4.6 : Vue sur l'ensemble de la cité Concorde I

Source : <https://blanchealger.skyrock.com/1393780681-ALGER-Cite-La-concorde-Bir-Mourad-Rais-100-Fans.html>

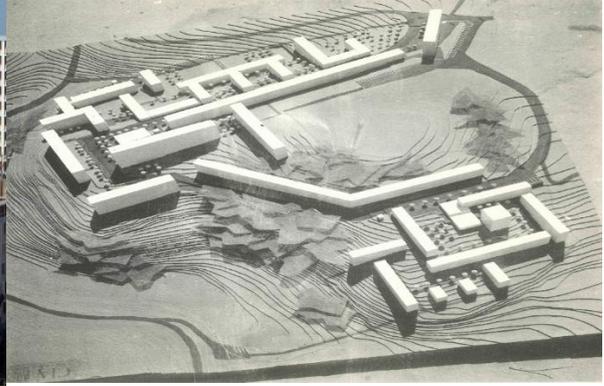


Figure 4.7: Vue sur le plan de masse de la cité La Concorde I

Source : Archive Alexandre Daure

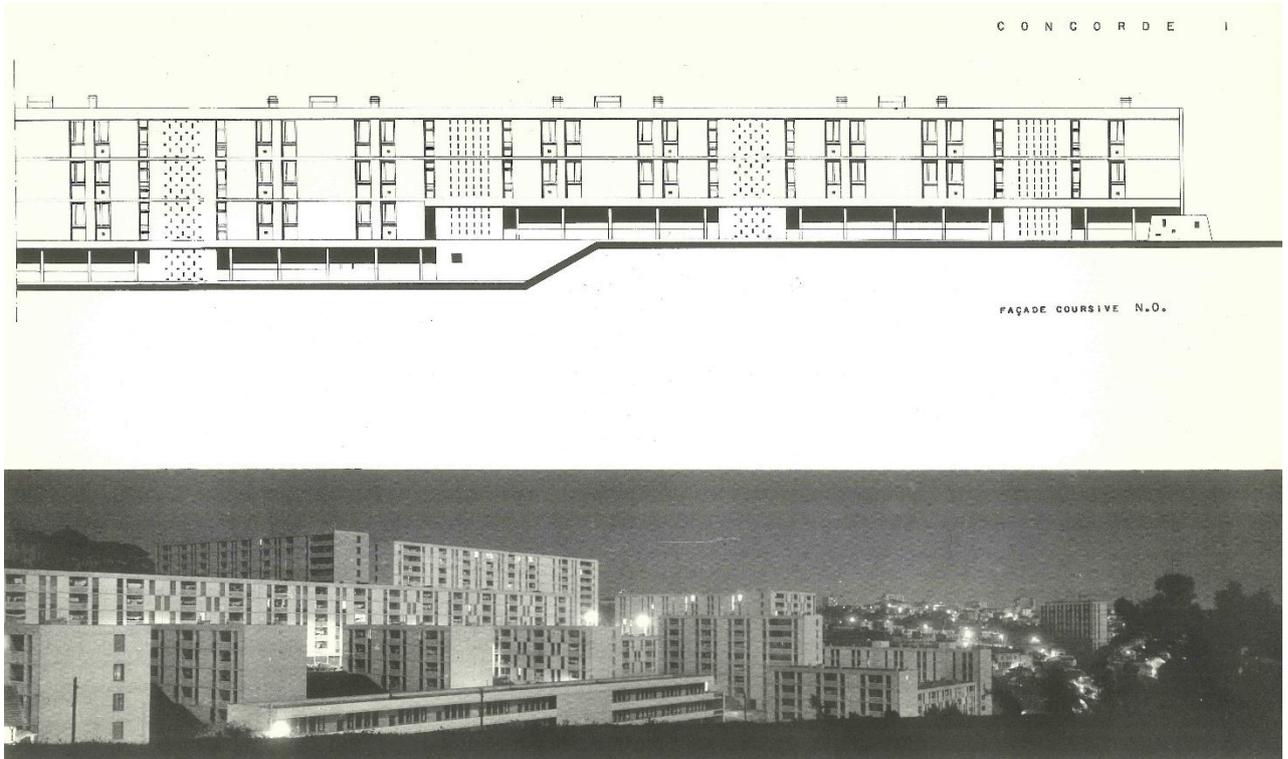


Figure 4.8 : Façade coursive Nord-Ouest de La Concorde I

Source : Archive Alexandre Daure

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

Ce programme envisage de juxtaposer des logements de type différent et donc d'habitat de diverses conditions sociales, depuis ceux avoisinant Bab El Oued du type recasement, en passant par des logements million.

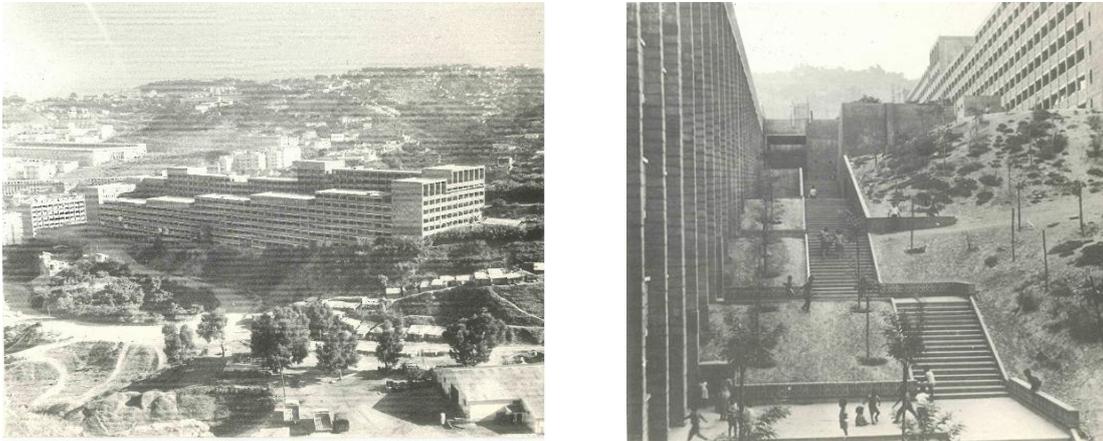


Figure 4.10 : Vue d'ensemble sur l'escalier de desserte montrant la pente du terrain

Source : Archive Alexandre Daure

Parti architectural

Sur la trame de l'agence du Plan, deux immeubles sont implantés sur un terrain de 3.5 Ha. Cet ensemble de 18.000 m² comprend 776 logements dont 114 de 2 à 3 pièce en duplex (20/40m²) de 2.53 m de hauteur sous plafond (Fig 4.11).

L'aménagement de blocs sanitaires, de loggias et de coursives assez larges, conduit à une surface construite de 31.000 m², ce qui donne une proportion importante par rapport à la surface utile, soit 1.75%.

Les bâtiments sont desservis par 8 escaliers dont l'accès par le chemin des Carrières Jaubert aboutissant au boulevard de champagne est doublé de parking

Les Statistiques générales

- Surface du terrain : 35000m²
- Surface bâtie au sol :4.806m²
- Surface de plancher :31.600m²
- Rendement : 90%
- Densité : 208 logements à l'hectare et 1850 habitants à l'hectare.

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

Parti constructif

Gros œuvres : Fondation, longrines et pieux en béton armé refends et contreventements en béton banché. Remplissage des façades en parpaings de ponce de 0.24 d'épaisseur

Plancher à nervures, dalle de compression sur hourdis creux.

Sol : carreaux de ciment sur lit de sable

Terrasse : partie inaccessible, étanchéité auto protégée type paxalumin.

Murs porteurs de 0.2m à 0.15m en béton

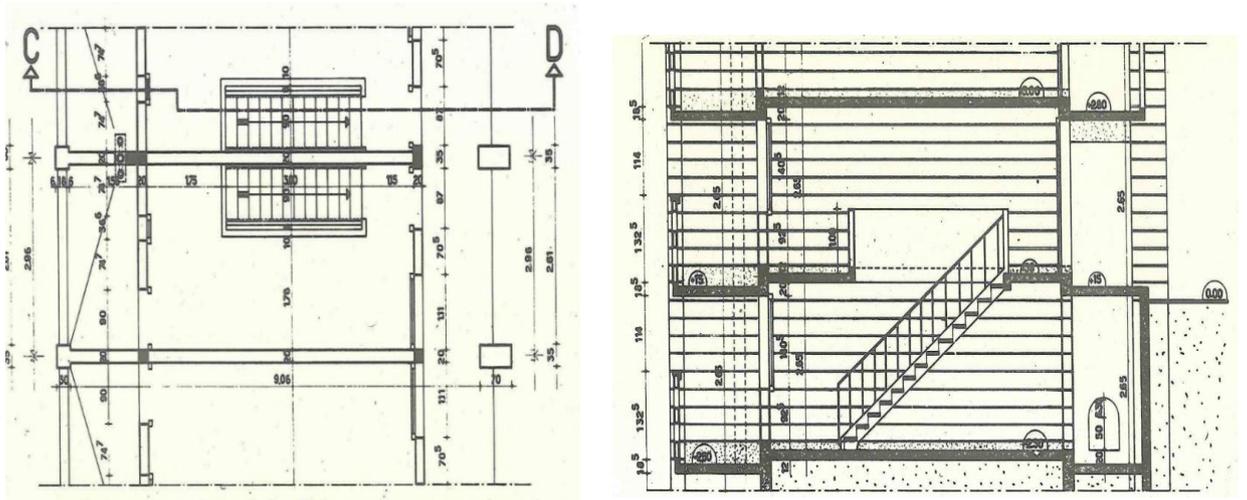


Figure 4.11 : Cellule type duplexe du niveau supérieur

Source : Archive Alexandre Daure

4.2.2.2. CONSTANTINE :

L'opération élaborée à Constantine sert à assurer le logement de familles modestes et à démontrer que les ensembles collectifs pourvus d'équipements modernes répondent au vœu de la population locale, dans l'hypothèse de logements très simplifiés.

Le site : Cité El Bir

Cette cité semble être un logement de transition dans la notion d'habitat de hauteur, avec la possibilité qui est laissée de procéder à des aménagements internes suivant

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

les goûts de l'occupant et l'offre de transfert dans un logement amélioré dès que les ressources de la famille seront plus importantes (Fig 4.12).

Le programme de la Cité comprend 1142 logements évolutifs simplifiés par une moyenne de 228 logements à l'hectare avec 67 boutiques et 38 caves. L'ensemble reçoit 5000 habitants.



Figure 4.12: Vue sur la façade de la cité El Bir

Source : Auteur

Partie architecturale : De ce point de vue, l'ensemble de la cité se caractérise par :

- Les communications entre immeubles par chemins de piétons, trottoirs, coursives et passage sous les bâtiments (Fig 4.13).
- Les contreventements créent des alcôves utilisées comme tambour pour marquer l'entrée, chambre cuisine et WC (Fig 4.14).
- Une dalle doublée entre les contreventements de la pièce ajoute un volume de rangement confortable.
- Le WC sur loggia est assuré d'une ventilation totale.
- L'apport ou la suppression d'un contreventement modifie l'épaisseur des bâtiments et par là, la surface des logements.

Les statistiques générales :

- Surface construite au sol 9.713 m²
- Surface estimé du terrain 50.000 m²

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

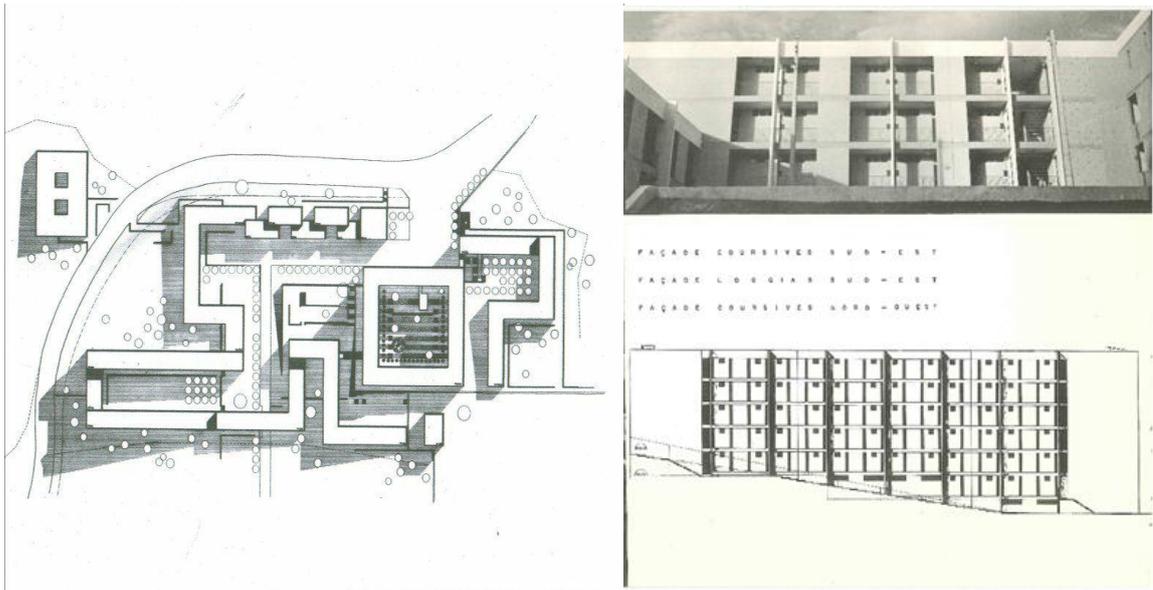


Figure 4.13 : Plan de masse de la cité El Bir et vue sur la façade nord-ouest de la cité El Bir

Source : Archive Alexandre Daure.

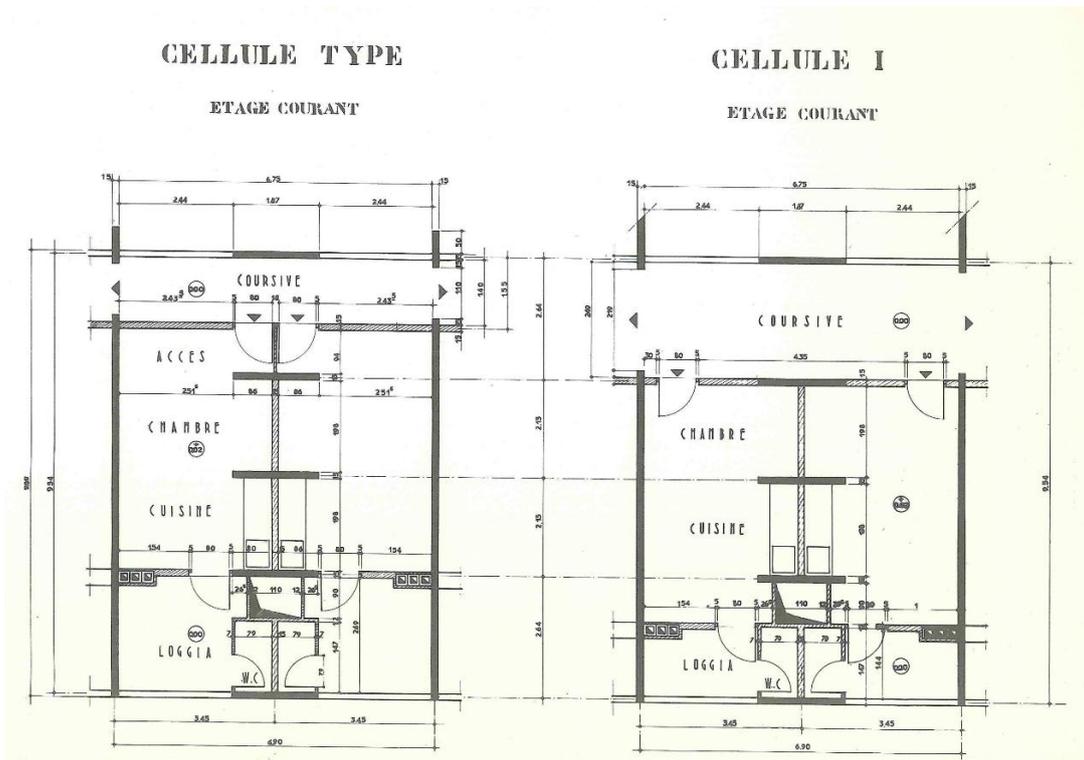


Figure 4.14 : Plan des cellules type de la cité El Bir

Source : Archive Alexandre Daure

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

Partie constructive :

- fondations sur pieux 10 à 40 T descendus à 4 m de profondeur moyenne.
- murs porteurs de 0,15 m en béton banché coulé entre coffrages standard à grands réemplois.
- refends transversaux tous les 6,90 m.
- cinq contreventements longitudinaux de 1,70 m entre ces refends.
- joints de dilatation dans l'axe des contreventements évitent le doublage des refends.
- hauteur sous plafond : 2,70 m.
- gaine sanitaire visitable entre WC et cuisine groupant : alimentation eau, évacuation et eaux usées, eaux vannes, eaux pluviales et ventilation de cuisines.
- remplissage : parpaings de ciment 20 cm.

4.2.2.3. SETIF

Le site de la Cité Bel Air

La cité des 100 logements est située à l'ouest de la cité de recasement, réalisé entre 1958 et 1959 dans le cadre du Plan de Constantine (Fig 4.15). Le programme de la cité comprend 100 logements HLM dont l'ensemble des logements sera constitué par un groupe d'immeuble référencié par A.B.C.D (Fig 4.16), dont :

- Immeuble A : 3 blocs de 3 à 4 étages
- Immeuble B : 2 blocs de 2 étages
- Immeuble C : 1 bloc de 2étages
- Immeuble D : 1 bloc de 2 étages



Figure 4.15 : Vue sur la façade principale de la cité Bel Air de Sétif.

Source : Auteur

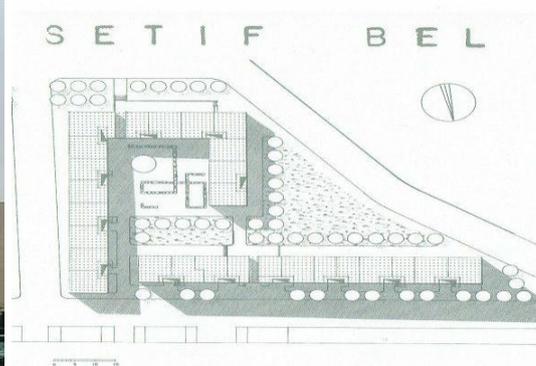


Figure 4.16 : Plan de masse de la cité Bel Air de Sétif

Source : Archive Alexandre Daure

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

Partie constructive :

- Les immeubles se dressent autour d'un espace carré avec un terre-plein au centre. Ils sont construits sur caves ou vides sanitaires avec une ossature en béton armé et des fondations sur pieux de 2 à 6 m de profondeur.
- Tous les éléments de structure sont en béton armé.
- Murs porteurs : refends et contreventements en béton banché de 0.15 m.

Conclusion

La construction des grands ensembles reflète les solutions que le mouvement moderne a cherché à apporter, au cours du XX^e siècle, aux enjeux de renouvellement des techniques architecturales afin de répondre aux besoins de la société à travers la production en série que le béton a autorisé. En effet, les grands ensembles réalisés par Daure témoignent de l'industrialisation du bâtiment et de la fabrication en série des éléments répétitifs, dont le béton armé était le matériau par excellence.

L'exploitation des archives inédites d'Alexis Daure nous a permis d'identifier les grands ensembles réalisés par cette figure à travers le territoire et plus particulièrement à Alger. L'expression architecturale nous a permis de lire les principes généraux qui ont guidé Daure dans ses conceptions architecturales à travers son utilisation du béton, l'orthogonalité, la massivité, l'axialité, l'utilisation des formes géométriques simples et pures. L'architecture de Daure est aussi influencée par le contexte physique, géographique, climatique, et culturel.

L'analyse historique et descriptive a montré que cette production architecturale présente plusieurs valeurs qui sont à la fois :

- Historique : par rapport aux événements qui se déroulaient dont la guerre d'Algérie
- Culturelle : par rapport à l'identité coloniale française qu'ils réfèrent
- Symbolique : cette production reste une œuvre d'art, un monument et une mémoire qui nous permet de se référencier à un aménagement urbain d'une époque particulière.
- Scientifique : par rapport au domaine d'investigation à travers l'utilisation du béton et des éléments préfabriqués et la production en série dans leur construction

CHAPITRE 4 : LES GRANDS ENSEMBLES : FIGURE DE LA PRODUCTION EN MASSE EN ALGERIE

- Sociologique : par rapport au mode de vie où le but du programme était de loger les habitants des bidonvilles
- Art et d'usage : les grands ensembles représentent un type d'habitat social qui s'inscrit dans un style moderne, rationnel et standard

*5.LES EQUIPEMENTS
PUBLICS : AUBE D'UN
MODERNISME EN
BETON*

Introduction

La volonté de moderniser le pays s'est manifestée dès les années 1920 donnant une poussée exceptionnelle aux travaux de construction à l'occasion des préparatifs de la célébration du centenaire dans les différentes villes d'Algérie et particulièrement à Alger, considérée en tant que foyer central.

En effet, cette commémoration était l'occasion de constater l'évolution de l'Algérie, marquée notamment par l'avènement de nouvelles réflexions et pensées architecturales. Le secteur du bâtiment a connu l'émergence de nouveaux programmes et de nouveaux procédés sous l'impulsion des spécialistes en la matière, des urbanistes, des architectes ainsi que des historiens et géographes, faisant d'Alger et des autres villes de province un laboratoire urbanistique et architectural de construction de quartiers, d'équipements publics et d'immeubles de rapport. Ces figures révolutionnaires ont changé l'histoire de l'architecture Algérienne orientant son style vers une architecture plus simplifiée, unitaire, méditerranéenne et moderne.

Ce chapitre vise à identifier le contexte de la production des bâtiments gigantesques, interprétant les caractéristiques et les théories des protagonistes de cette modernité à travers des notices monographiques du contexte historique et descriptif de huit œuvres architecturales qui ont exprimé la particularité et la richesse que le béton a introduit. Ces dernières sont classées dans un ordre chronologique allant de la célébration du centenaire jusqu'à l'indépendance, une période influencée par de grands événements internationaux dont la Seconde Guerre Mondiale. On constate cependant que durant la première moitié (1930-1945), le pouvoir porte un intérêt pour la construction des édifices publics. Quant à la deuxième moitié (1945-1960), il s'oriente vers le logement social et la production de masse. Ainsi, la monographie détaillée de chaque exemple brosse le parti pris de chaque architecte.

5.1. Palais de gouvernement-Alger 1929-1930

Le palais du gouvernement figure parmi les réalisations emblématiques de la période coloniale et se revendique comme icône de l'architecture moderne en Algérie. Construit dans un style moderne, il a été conçu en tant que monument obéissant à la méditerranéité.

5.1.1. Contexte historique

Dès le début de la conquête française, le cadre bâti existant des villes algériennes, dont notamment les palais du Vieil Alger ottoman sont investis. En effet, les services du gouvernement général français se sont regroupés dans les palais et demeures de la Casbah, et à ce titre le siège du gouverneur général, aux commandes du pouvoir, s'est concentré au niveau de Dar Hassan Pacha [195]. C'est un palais, édifié en 1791 par Hassan Pacha, qui avant d'être pris par l'Etat français qui s'en constitua locataire [196], était la propriété de Omar Bey et de sa sœur qui quittèrent l'Algérie au lendemain de la conquête française [197]. Quant à Dar Khdaouedj El-Amia, elle a accueilli la mairie, puis la maison de fonction des responsables militaires et administratifs pour devenir plus tard l'hôtel privé du premier président de la cour d'appel de la France coloniale [195].

Dès 1840, une période de stabilité politique a commencé par la nomination du Marechal Bugeaud comme gouverneur général. La politique prônée sous sa gouvernance se caractérise par les débats sur les méthodes de colonisation et d'occupation urbaine, ainsi que sur les modes d'installations à l'intérieur des remparts ottomans, au cœur même du tissu précolonial [187]. Six ans après, la répartition urbaine d'Alger a été réfléchi : la partie accidentée a été réservée aux projets des indigènes et la partie plane est destinée à accueillir les édifices publics ou d'intérêts militaires, comme les tribunaux, le théâtre, les places publiques et les hôtels des administrations [198].

En 1854, le général Charon propose un palais destiné uniquement au gouverneur et à l'empereur, mais le projet a été abandonné. L'idée s'est manifestée encore une fois au début des années 1910 par Lutaud, sans toutefois qu'elle ne soit concrétisée, à cause du déclenchement de la première guerre mondiale [199].

En fait, la volonté de construire un édifice regroupant tous les services en un seul immeuble s'est exprimée tout au long des cent ans de la présence française en Algérie. En 1928, Pierre Bordes, gouverneur général, se préoccupe de cette question de concentration des services et négocie avec la municipalité d'Alger la réalisation de nouveaux bureaux qui assurent de meilleures conditions aux travailleurs, en programmant leur inauguration au moment du centenaire. La

célébration de ce dernier a nécessité la création d'une caisse pour financer le programme lancé à cette occasion.

Le président du comité du centenaire M. Mercier consacre une importante partie du budget au financement de la construction des édifices de grands intérêts permettant d'accueillir des réceptions officielles, des cérémonies, des conférences, des spectacles, des expositions d'art, des congrès [199]. Tous ces monuments sont construits sous « un aspect moderne, en harmonie avec le climat et le pays » [200], dans le seul et unique but d'affirmer que l'Œuvre française en Afrique du nord est l'une des plus grandes que l'humanité ait accomplie dans le monde¹¹. L'un des plus importants édifices qui embellissent le paysage algérois et à travers lequel le gouverneur général a voulu matérialiser la puissance de la France, est le bâtiment des bureaux du gouvernement. Bien que ce dernier ait fait l'objet d'un concours, Pierre Bordes a fini par choisir le projet de Jacques Guiauchain, en voulant chercher surtout un bon rapport qualité-prix et délais [14].

Le palais de gouvernement est conçu par l'architecte Jacques Guiauchain et réalisé par l'entreprise de béton armé des frères Perret. L'immeuble illustre une œuvre une des œuvres emblématiques des années trente [24]. Nabila OULEBSIR, dans son ouvrage « les usages du patrimoine » aborde la célébration du centenaire et la volonté de mise en valeur du caractère méditerranéen d'Alger concrétisé avec l'essor du mouvement moderne [201]. D'après Maurice Culot David Peycere et Gilles Ragot, l'architecte Guiauchain présente, en 1927 « *son projet à Auguste Perret qu'il a connu durant ses études et lui demande conseil sur la structure en béton armé. Perret propose d'envoyer un de ses élèves et collaborateur d'agence pour repenser entièrement le projet trop couteux de Guiauchain : c'est ainsi que Pierre Forestier vient à Alger, où il demeure pendant une année pour réviser l'ensemble du projet* » [24]

En 1928, après une étude de faisabilité, Guiauchain suggère à la commission du centenaire, l'emplacement du rempart de l'extension française sur le boulevard de Laferrière comme terrain pour accueillir finalement ce rêve âgé d'un siècle. Cet emplacement est un symbole de la suprématie de la ville coloniale sur le noyau

¹¹ Rapports de délégations financières algériennes. Session ordinaire. Alger. 1ière séance. 20 mars 1929.

ottoman, marquant à jamais le déplacement du centre. Les dirigeants ne cherchent pas uniquement un site pour implanter leur siège du pouvoir mais un lieu qui porte une valeur représentative de puissance et de dominance.

En Mai 1929, les frères Perret ont été lauréats du concours lancé pour l'exécution des travaux de construction, choisis par le gouverneur général. L'entreprise prospère et accumule beaucoup d'expérience avec le béton armé [202].

A cause de la nature du sol qui a rendu les travaux difficiles, ce projet monumental n'a pas pu être prêt à l'inauguration pour la célébration du centenaire. De ce fait, la cérémonie officielle du palais s'est déroulée le 7 novembre 1933, sous la présidence de Jules Carde, gouverneur général de l'époque et par l'assistance de nombreuse personnalité, et toute l'équipe d'architecte, dont Jacques Guiauchain et le réalisateur Perret [203].

L'édifice a reçu de grandes figures emblématiques de l'architecture mondiale et algéroise à l'exemple de Le Corbusier qui, enthousiasmé de l'aspect « *lisse et ferme* » [204], lors de son parcours de cette œuvre architecturale en 1933, a accueilli une centaine de ses collègues membres de l'association des amis d'Alger et a animé une conférence sur l'architecture moderne [205].

5.1.2. Expression architecturale

5.1.2.1. Implantation

Edifié sur les hauteurs d'Alger, sur un terrain polygonal d'une surface de 13 560 m², le Palais du Gouvernement est limité par le Boulevard Khemisti (ex Laferrière) prolongé par la place du maréchal Foch et la rue de docteur Saadane (ex Berthezene). L'œuvre est implantée perpendiculairement aux courbes de niveaux en s'intégrant parfaitement à la pente du terrain.

5.1.2.2. Accessibilité

Elle est assurée par quatre accès dont l'entrée officielle se fait par la cour d'honneur qui donne sur le parking (accès1). L'entrée du premier ministère se fait du côté nord-ouest (accès2). L'accès des fonctionnaires se fait par deux entrées : la première est réservée au ministère de l'intérieur sur le côté sud-ouest (accès 3) et à côté de la salle Ibn Khaldoun (accès 4). (Fig 5.1)



Figure 5.1 : L'accessibilité du palais du gouvernement

Source : Auteur

5.1.2.3. Volumétrie

Le palais représente une forme fragmentée qui se développe en hauteur, composée de l'emboîtement de plusieurs bâtiments de différents gabarits et dont le corps principal forme une barre orientée nord-ouest sud-est et dressée parallèlement au boulevard de Laferrière (Fig 5.2). Elle est d'une longueur de 137.9 mètres et d'une largeur de 11.4 mètres conçue initialement à sept étages sur l'entrée d'honneur (aile A, et aile B1) et douze [206] sur la rue Dr Saadane aile B2.

De trois étages, moins hautes que la barre sur le côté nord-est, elle se greffe aux deux ailes (C1 et C2) de 53 mètre de longueur et de 11.5 mètres de largeur encadrant le jardin intérieur.

Du côté de la place du maréchal Foch, la barre est percée par deux petits bâtiments parallèles de deux niveaux qui s'inscrivent dans l'axe des deux ailes arrières. Ils mesurent 28.4 mètres de long sur 12.6 mètres de large qui encadrent et forment la cour d'honneur.

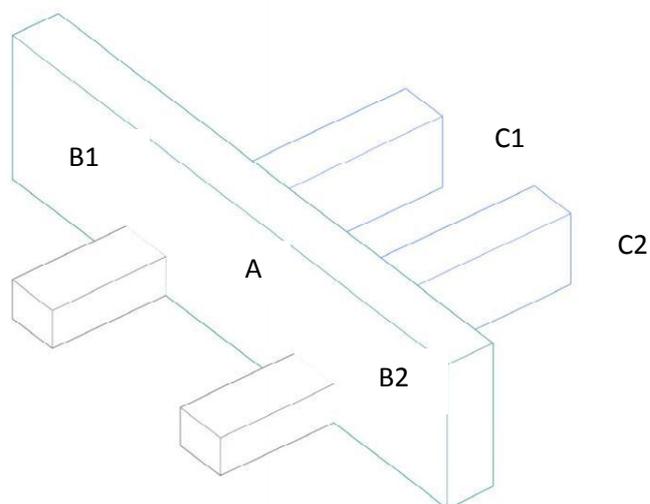


Figure 5. 2 : Volumétrie du palais du gouvernement

Source : Auteur

5.1.2.4. Organisation spatiale

Le plan du bâtiment dessine un grand H, dont la barre s'implante perpendiculairement aux courbes de niveau. Il est régi par une symétrie axiale et par un module structurel de 4.10 m correspondant à trois fenêtres. Les locaux de travail ont été idéalement subdivisés en cellules. Guiauchain a multiplié la cellule type de sorte que les dimensions de ces locaux soient hiérarchisées selon les occupants [207]. Par exemple, dans le cabinet du directeur on trouve cinq fenêtres tandis que dans celui du chef de bureau on trouve quatre jusqu'à ce qu'on atteigne une seule fenêtre dans les sanitaires. L'ensemble de l'édifice comprend 600 bureaux et s'élève sur R+ huit dont :

- la cour d'honneur avec ses jardins : se trouve en retrait et entourée sur les trois côtés par des loggias. Elle est dallée et plantée d'herbe et de palmiers et délimitée par une grille de clôture en fer. (Fig 5.3)

- le rez-de-chaussée : plus élevé de huit marches par rapport à la cour d'honneur ; l'accès à ce niveau se fait par une porte axiale ouverte sur un vestibule de 5.30 mètres de hauteur qui mène au jardin intérieur résultant de l'encadrement des deux ailes arrières.

Garni par des portes saillantes et des colonnes, le vestibule dispose de deux escaliers menant au premier étage. L'une des deux avancées qui donnent sur la

CHAPITRE 5 : LES EQUIPEMENTS PUBLICS : AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

cour d'honneur a été aménagée par une grande salle de réunion tandis que l'autre est occupée par une bibliothèque. Par ailleurs, les deux ailes arrières et celles de la barre abritent des bureaux [14]. (Fig 5.4)

-les premier et second étages : à partir des deux grands escaliers, on peut accéder aux différents niveaux qui abritent le bureau du gouverneur et du directeur de cabinet. Dû à leur importance, ces deux pièces sont définies depuis la façade au niveau du premier et deuxième étage par l'encadrement en saillie porté sur des colonnes qui marquent la porte d'entrée. (Fig 5.5)

Les deux avancées qui donnent sur la cour d'honneur abritent les salles de conseils alors que les ailes arrières et les ailes de barre renferment les bureaux et les sanitaires.

-étage courant : le reste des cinq étages courants abritent les autres bureaux où chaque service du palais possède sa propre organisation avec sa propre salle d'attente [208].

-dernier étage : ce huitième étage constitue une terrasse offrant une vue panoramique sur la ville et sur la baie d'Alger. Mais restant inutilisée elle a été majoritairement couverte par des auvents longitudinaux pour créer des zones d'ombre et installer un bar-restaurant. Mais après l'indépendance, même la partie découverte a été recouverte.

-entresols : ces niveaux sont aménagés par des annexes et des locaux techniques.



Figure 5.3 : Vue sur la cour d'honneur

Source : <https://www.livenewsalgerie.com/2020/06/23/remaniement-ministeriel-changement-a-la-tete-de-six-ministeres-importants/>

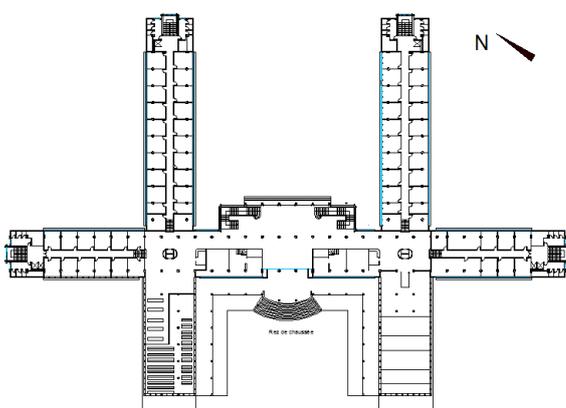


Figure 5.4 : Plan du rez de chaussé

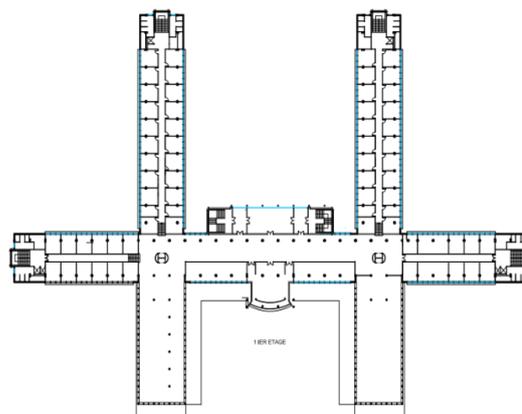


Figure 5.5 : Plan du premier étage

Source : Djaileb Aldjia, Etude des équipements majeurs de la période coloniale. Mémoire de master, p 47, p 50.

5.1.2.5. Circulation

Ce dispositif est réfléchi judicieusement par Guiauchain où la circulation verticale est assurée par des cages d'escaliers visibles de l'extérieur situées aux extrémités de chacune des ailes, et des cages d'ascenseurs vitrées qui matérialisent l'intersection du corps principal avec les deux ailes.

Tandis que la circulation horizontale est assurée par des longs corridors qui se développent dans les axes des barres donnant accès aux différents bureaux.

5.1.2.6. Façade

Les façades sont en porte à faux et en baies. Elles obéissent à une répétition d'un module de base qui est la fenêtre standard et sont marquées par l'emploi des claustras, des corniches et par le portique de la cour d'honneur. (Fig 5.6)

Guiauchain a marqué la symétrie de la façade principale par l'axe de l'encadrement de la porte d'entrée. Toute l'enveloppe est formée de grands panneaux opaques et lisses avec des fenêtres en longues bandes. Dans sa totalité, la façade est soumise aussi au principe de la rythmique, dont le découpage vertical se fait par le multiple du module de base pour créer des parties distinctes.

Guiauchain opte pour une composition en H afin d'assurer, même d'une quantité différente, la circulation d'air et la lumière à tous les espaces.



Figure 5.6: Vue sur la façade principale

Source : <https://algerie54.com/2020/02/05/conseil-du-gouvernement/>

5.1.3. Matériaux et Structure

Faisant du béton armé un nouvel enjeu théorique, Guiauchain cherche à forger un nouveau style architectural. Il s'agit d'un style moderne, propre à ce matériau qui offre une structure monolithique mais qui est restée, jusque-là, cachée sous un revêtement de briques ou de pierres qu'il mime le plus souvent. Dans sa conception, il a opté pour une construction en hauteur, symétrique, avec des lignes simples et pures prenant la forme d'un IGH, immeuble à grande hauteur pour cette époque, arborant aussi une hauteur au rez-de-chaussée d'environ cinq mètres et aux étages une autre hauteur moins importante de 3.50 mètres similaire pour tous les niveaux.

Le choix structurel pour ce lot s'est porté pour des fondations et pour une superstructure en béton armé (des pieux calculés au cisaillement et une partie supérieure en portique) avec des planchers nervurés d'une portée de 8.30 mètres par 4.10 mètres. Ces planchers CHRISTIN constituent des dalles en béton de 5 cm d'épaisseur reliant des poutrelles de 8 cm de largeur et de 2 cm de hauteur et débordant de la façade de 5 cm mètre pour constituer une corniche de 8 cm [14].

-la structure est consolidée par une poutre de rive de 16 cm sur 3 cm, avec ses potelets préfabriqués scellés aux dalles.

-Les poteaux sont circulaires et leur section varie selon l'étage.

-le bâtiment affiche un porte-à-faux, de 1.55 mètres et de 2.20 mètres pour les petites ailes afin de libérer les façades enduites de ciment blanc.

-Le bâtiment illustre une sobre décoration à travers le jeu d'ombre et de lumière de l'ossature en béton.

5.2. Hôtel Safir ex Aletti-Alger 1930

Inauguré en 1930 pour commémorer le centenaire et assurer un séjour confortable aux touristes, l'hôtel est associé à un théâtre dans un même bâtiment. Cette œuvre est conçue par les deux architectes Auguste Blyssen et Joachim Richard dans un style méditerranéen moderne.

5.2.1. Contexte historique

Au début du XX^e siècle, Alger a été marquée par le flux de la présence d'une population très aisée anglaise et américaine qui a été hébergée dans les villas d'El-Biar et du quartier Mustapha supérieur [201]. Après le casino construit en 1898 par l'architecte Albert Ballu [201] à Biskra que les touristes préfèrent pour son climat sec et ensoleillé, l'idée de construire un hôtel et un casino à Alger est venue par la nécessité d'accueillir des riches hiverneurs et leur assurer un confort moderne. Le projet du palais Aletti témoigne de la volonté d'assurer un séjour confortable en Algérie d'une part et de développer le tourisme et les loisirs d'une autre part. Sa construction était indispensable et a connu un grand succès par la création d'un équipement de réunion, de spectacle, de détente et de distraction [209].

La parcelle prévue pour implanter le casino municipale a été occupée par un campement militaire qui a connu par la suite la construction de foyer du soldat et un commissariat central, et la transformation du campement militaire en musée municipal des Beaux-arts [201]. Mais ces dernières ont été détruites pour laisser la place au nouveau projet de l'hôtel.

Le choix de la société immobilière et hôtelière représentée par M. Aletti (administrateur délégué) s'est fait sur un terrain communal d'une situation très appréciable. Il présente une certaines potentialités du fait qu'il est implanté en plein centre d'Alger, et bénéficie de l'une des plus belle vue panoramique sur la méditerrané, ainsi que sa proximité de la gare ferroviaire et du port de la gare maritime [210]. Le casino a été construit en huit mois et demi, une assiette

temporelle très courte, de 1929 et achevé en 1930, car il devait être prêt pour les grandes cérémonies du centenaire [211].

Par ailleurs, sa construction a rencontré plusieurs difficultés, entre autres l'existence des constructions qu'il a fallu démolir en parallèle de l'entame du nouveau chantier. L'adoption des récents principes et techniques du modernisme ainsi que l'utilisation du nouveau matériau sans une formation spéciale en une courte durée présentent aussi des contraintes.

A travers les différents services urbains qu'il abrite (casino, salon de thé, cinéma, restaurant, bar, salon de coiffure, boutiques, bar), l'Aletti se présente comme le rêve et l'endroit favori des colons. Il offre plusieurs activités de loisir dont les fêtes de mariage, les spectacles, les cérémonies, les défilés de mode, les réveillons de Noël ainsi que les congrès et les conférences qui se succédaient dans cet hôtel. (Fig 5.7).

Ce grand hôtel de luxe a été le lieu de rencontre des hommes d'affaires, des personnalités politiques, des artistes et des aventuriers. Il a connu le passage de nombreuses personnalités historiques comme Charlie Chaplin qui l'avait inauguré en 1930, Caroline et Albert de Monaco, Nelson Mandela, François Mitterrand, Charles Aznavour, Fidel Castro, le roi Hassan II, le politicien britannique Winston Churchill, Che Guevara, Djamel Abdenasser, Maître Verges, François Mitterrand, Jacques Chirac [212].

Après l'indépendance le casino municipal d'Alger est récupéré par l'état Algérienne, renommé hôtel Es-Safir en 1983.



Figure 5.7: Une fiche qui montre le programme du casino durant un week-end

Source : Haddad Nadira, contribution à la connaissance de l'architecture des années trente.
Mémoire de master, p49.

5.2.2. Expression architecturale

5.2.2.1. Implantation

Le casino s'étend sur une surface de 4225 mètre carré en forme quadrilatère irrégulière [211]. Il se trouve à l'ongle de la rue Mohand Oualhadj Amrouche, situé entre deux voies mécaniques principales : le boulevard Zighoud Youcef et la rue Asselah Hocine, considérées comme axes de structuration de la trame urbaine

L'hôtel se trouve en charnière entre deux grandes entités urbaines : le siège de la wilaya (ancienne Préfecture d'Alger) et le siège de l'actuelle APN (ex-hôtel de la ville). Il donne sur quatre voies mais reste ouvert seulement sur deux. (Fig 5.8)



Figure 5.8 : Situation de l'hôtel dans la façade de front de mer

Source : Auteur

5.2.2.2. Accessibilité

L'accès principal qui se fait à l'arrière du bâtiment par la rue Asselah Hocine permet l'entrée directe au hall d'accueil et à la salle Mougari. Sur la rue latérale au front de mer Amirouche, un second accès est réservé au service et aux personnels tandis que le troisième accès qui se fait par le boulevard Zighoud Youcef mène au casino en passant par un bel escalier monumental.

5.2.2.3. Volumétrie

Le corps du bâtiment est composé de la superposition de deux volumes qui se dressent sur six étages. Le premier est sous forme parallélépipédique de 69 m par 45 m, il constitue le soubassement qui abrite les activités ludiques et urbaines au niveau du rez-de-chaussée et des deux premiers étages. Par ailleurs, le deuxième qui se pose sur le premier prend la forme d'un U autour d'un patio pour produire un jardin sur terrasse tout en faisant profiter toutes les chambres d'une vue sur mer. (Fig 5.9)



Figure 5.9: Vue d'ensemble du casino municipal d'Alger, sur le boulevard de la république entre le passé et le présent.

Source : <http://albayazin.com/2019/08/22/hotel-es-safir-ex-aletti-un-hotel-pas-comme-les-autres/>

5.2.2.4. Organisation spatiale

L'ensemble de l'édifice est composé de 6 niveaux et trois sous-sols :

-rez-de-chaussée : abrite un hall d'accueil constitué d'un ensemble de salles ouvertes les unes sur les autres dont le salon de l'hôtel, illustrant parfaitement les principes de simplicité et du plan libre du modernisme ainsi que la richesse de la composition architecturale avec le vestibule qui se développe en double hauteur (RDC et entresol). (Fig 5.10)



Figure 5.10: Le hall d'accueil en 1930 et le hall d'accueil en 2015

Source : http://www.entreprises-coloniales.fr/afrique-du-nord/lmmob.+hoteliere_AFN.pdf

L'entresol est destiné à la gestion et à l'administration de l'hôtel, il contient les différents bureaux du directeur, du secrétariat, de salle de réunion, qui donnent sur le vide de la réception.

Le théâtre ou la salle El-Mouggar qui donne directement sur la rue Asselah Hocine avec une entrée indépendante, est d'une capacité d'accueil de 750 places [211]. (Fig 5.11)

-premier étage : c'est l'étage qui donne le nom de Casino municipal à la construction. L'accès se fait par l'escalier d'honneur qui mène au grand hall du casino, autour duquel un ensemble de salles et de services sont organisées dont le restaurant, salle de danse, ...etc. Le casino a connu des spectacles de danse, chant et défilé de mode de grands couturiers et stylistes de l'époque.

-deuxième étage : il est constitué d'un restaurant, bar, salle des fêtes, salle de conférences et salle de cinéma qui se développent en double hauteur ainsi que deux appartements et des chambres.

-troisième, quatrième et cinquième étages : l'ensemble des chambres commencent du troisième palier, au total 150 chambre, organisées en forme de U autour du jardin terrasse. Elles sont dotées de tous les services nécessaires et alimentées par tous les moyens qui assurent le confort le plus appréciable aux clients. Elles sont aussi aménagées par des meubles modernes et selon Kassab Tsouria, la décoration présente un intérêt particulier spécialement celle de la boiserie qui est encore d'origine et faite par C.L.Lavaliere [213].

-le jardin terrasse/solarium/patio terrasse/ jardin suspendu : représente un espace résidentielle « ses pergolas fleuries, ses fontaines, ses mosaïques, et ses palmiers constituent pour les nombreux étrangers attirés par la splendeur de notre ville, un cadre idéal du confort moderne, de luxe pittoresque et de fraîcheur » [214] (Fig 5.12)

-sous-sol : le premier sous-sol abrite les loges des artistes et des salles de stockage de la salle El-Mouggar ainsi que des ateliers de peinture et de menuiserie. On trouve aussi la chaufferie et les différents locaux techniques. Tandis que le deuxième sous-sol est divisé en deux salles avec une trappe dans chacune, le troisième est occupé par deux bâches à eau.

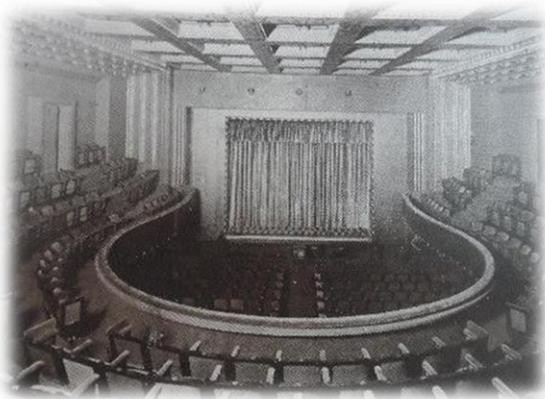


Figure 5.11 : Vue de l'intérieur de la salle El-Mouggar

Source : Revue Chantier Nord-Africain, Mai 1930



Figure 5.12: Vue sur le jardin terrasse et la baie d'Alger depuis une chambre de 4^{ème} étage

Source : Haddad Nadira, contribution à la connaissance de l'architecture des années trente. Mémoire de master, p62.

5.2.2.5. Circulation

La circulation est assurée par l'escalier d'honneur qui mène au casino et deux ascenseurs électriques autonomes à côté du hall d'accueil pour transporter les clients à leurs étages [212].

5.2.2.6. Les façades

A travers les détails du modernisme matérialisés par la simplicité des lignes et la grande sobriété des reliefs, la lecture de la façade qui donne sur le front de mer nous permet de déchiffrer et de lire les fonctions à l'intérieur en la divisant en trois parties. (Fig 5.13)

-Le soubassement : arbore une galerie avec arcades en double hauteur sous forme d'arc en plein cintre illustrant un modèle pur de l'architecture moderne et du style méditerranéen. Au-dessus de la galerie, de grandes baies vitrées englobent les deux étages et permettent d'éclairer et de rafraîchir le restaurant, le bar et la salle de réunion avec l'air frais de la mer. (Fig 5.14)

-Le corps : constitué du solarium marque la révolution et affirme la rigidité de l'enveloppe

-Le couronnement : est traité par des baies vitrées rectangulaires en bandeaux et se termine par un bandeau horizontal.

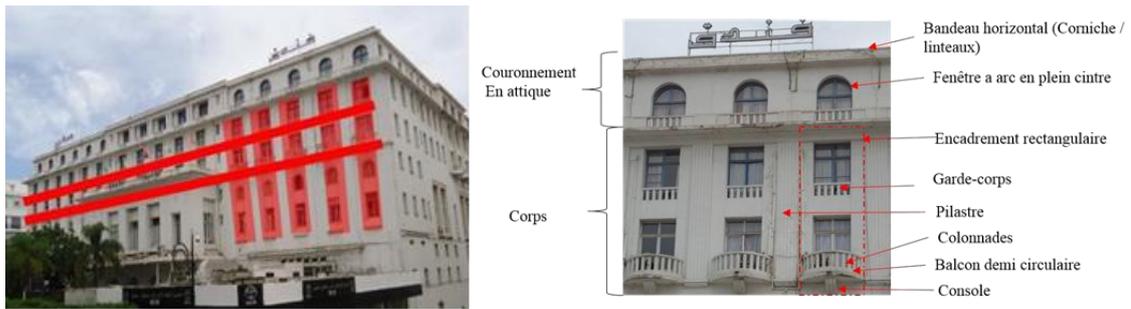


Figure 5.13: Les éléments de la façade de la rue Asselah Hocine

Source : Image traitée par l'auteur.

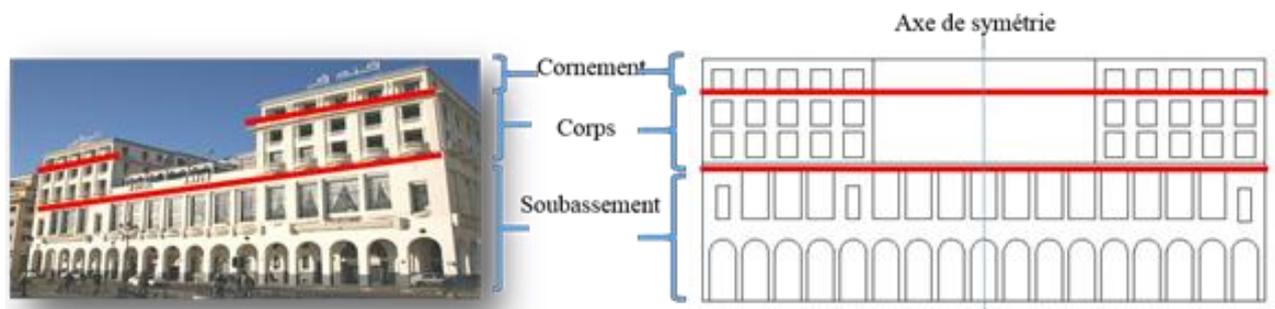


Figure 5.14: Décomposition de la façade sur le boulevard de la république.

Source : Image traité par l'auteur.

5.2.3. Matériaux et structure

La nature du sol a nécessité l'utilisation des pieux Franki pour chercher le bon sol et l'exécution des fondations a été faite par l'entreprise Franki [211] (Fig 5.15). Cette dernière constitue la première société des Pieux Armés Frankignoul qui a connu un succès considérable à travers le monde (Infra, p76). Le bâtiment est supporté par 335 pieux, chacun peut supporter 80 tonnes, ainsi les piliers des arcades sont fondés sur des pieux d'une profondeur variant entre 15 et 11 m [215].

-Un mur de soutènement en béton armé d'une épaisseur de 50 cm entour tout le premier sous-sol.

-Une structure en portique de poteau-poutre avec des planchers de dalle pleine en béton armé ; les portées de 32 m franchissent des poutres de 3.5 m de hauteur et 50 cm de largeur et le béton armé est ferrillé par des barres de 5 cm de diamètre.

-Les parois sont en double cloisons pour assurer une bonne isolation phonique contre les bruits venant du casino, du bar et de la salle des fêtes.

-Une harmonie avec l'esprit moderne est bien apparente par l'emploi des couleurs, des formes pures, simples et faciles à exécuter.



Figure 5.15 : La construction du casino en Avril 1929, utilisant le system frankignoul

Source : Revue Chantier Nord-Africain avril 1929, p 406.

5.3. Le foyer civique- Alger 1930-1935

Réalisée entre 1930 et 1935, le Foyer civique où Maison du peuple figure comme une œuvre monumentale imposante et très importante au pied du champ de Manœuvres. Classé comme troisième édifice que Léon Claro a conçu à l'occasion des festivités du centenaire, le bâtiment exprime largement les penchants stylistiques de l'architecte.

5.3.1. Contexte historique

Si la mairie d'Alger est le siège de l'administration municipale, le foyer civique, dont les travaux sont aujourd'hui très avancés, répond à d'autres besoins [216]. Le projet a été lancé dans le cadre de créer un édifice communal qui réunit un vaste programme articulé autour d'un hall d'expositions pour des fêtes et des banquets, un conservatoire de musique, un auditorium, une salle de spectacle ainsi que des offices affectés à des chambres syndicales et des groupements mutualistes. S. Cotereau écrit dans le journal ECHO d'Alger de 1932 « *il manquait à la vie sociale de notre cité algéroise une cadre architectural, où puissent se dérouler des*

manifestations. On doit féliciter notre municipalité d'avoir pensé à combler cette lacune » [217]

Afin que cette ville puisse développer sa vitalité sociale et politique, l'œuvre fut proposée à un jeune architecte éminent et brillant et la première pierre a été posée par M. Brunel, Maire d'Alger, qui signe le procès-verbal et lance le discours de la cérémonie (Fig 5.16). Léon Claro associé à Albert Cès s'est chargé de la réalisation de ce véritable palais suivant un plan harmonieux que traduisent les majestueuses façades.

En étant pionnier de l'architecture moderne, Claro a réalisé une œuvre monumentale remarquable en béton armé sur le terrain du Champ de Manœuvres qui a connu à cette période une phase de construction massive. Le style de l'édifice participe à la fois des formules de l'art moderne et des inspirations de l'art antique. Dénommé aussi Maison de Peuple, le langage formel du foyer civique peut être lié à celui du théâtre des Champs Elysées réalisé par les frères Perret, dont on retrouve le même programme composant entre art et architecture [201].

L'auteur du projet ne s'est pas cantonné dans le cadre qui lui était tracé. Il a fort judicieusement fait œuvre d'urbaniste en concevant le nouvel édifice public comme une partie d'un ensemble que formeront avec lui, une école primaire supérieure de garçons et un groupe scolaire important [216]. La terrasse qui domine le séculaire Mustapha-supérieur de l'Alger turc, invitait autrefois le visiteur à humer un bol d'air frais, qui soufflait de la Villa et de la cité Mahieddine. L'exposition de la cité Moderne reste l'un des importants événements dont le foyer civique a été témoin.



Figure 5.16: Le maire d'Alger pose la première pierre accompagnée par Claro

Source : http://algerroi.fr/Alger/champ_manoeuvres/pages_liees/60_photo_premiere_pierre_foyer_echo_1933_francis.htm

5.3.2. Expression architecturale

5.3.2.1. Implantation et accessibilité

Situé sur l'ancien champ de Manœuvres, en bordure sud du boulevard Charles Lutaud actuel boulevard Aissat Idir, le bâtiment du foyer civique s'élève par une surface de 3000 m² sur un terrain de 25000 m². Sa construction majestueuse se dresse au milieu de la verdure, précédée de parterres, de miroirs d'eau et d'arbustes d'un effet décoratif le plus remarquable [216].

L'entrée principale se fait par trois portes de bronze, dignes d'un temple antique et marquées par quatre colonnes donnant accès direct au rez-de-chaussée où se trouve un hall, dont la superficie atteint environ 1500 m². (Fig 5.17).

5.3.2.2. Volumétrie

Le corps du bâtiment est composé d'un bloc principal reposant sur un parvis et deux ailes latérales portées par des pilotis, où les lignes horizontales et verticales se

croisent pour définir trois étages [216]. L'association entre rationalisme, classicisme et tradition indique le parti architectural que Claro adopte de manière constante dans ses différents projets [201]. (Fig 5.18)



Figure 5.17 : L'entrée principale du foyer civique actuel UGT

Source : <https://www.algerie360.com/hassi-rmel-laghout-bras-de-fer-entre-les-travailleurs-et-lunion-locale-ugta/>



Figure 5.18 : Composition volumétrique de l'ensemble.

Source : http://alger-roi.fr/Alger/champ_manoeuvres/pages_liees/36_foyer_civique407.htm

5.3.2.2. Façade

L'édifice est conçu selon une parfaite symétrie des plans et des façades adoptant un aspect monumental qui est soutenu par une ossature de béton armé [3].

La façade du foyer civique est couronnée par deux bas-reliefs appartenant aux sculpteurs George Béguet et Paul Belmondo (Fig 5.19). Cette dernière nous fait rappeler la façade surmontée d'un bas-relief du théâtre des Champs-Élysées. Elle se dresse sur 70 m de largeur, coupée par un péristyle de 23 m, que supportent quatre colonnes d'une envolée de 19 m [216]. Elle abrite sous un entablement saillant, un porche dans lequel s'ouvrent en retrait trois portes monumentales de bronze.

Les deux ailes sur pilotis sont marquées par un jeu de vide et de plein matérialisé par trois lignes de baies vitrées découpées par des éléments en béton armé créant une régularité rythmique sur les deux façades latérales. (Fig 5.20)

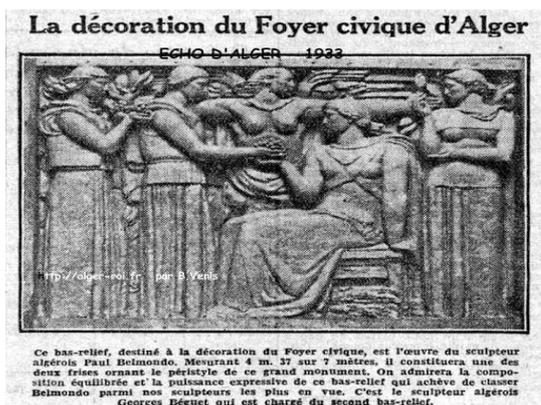


Figure 5.19 : Décoration du foyer civique

Source : http://alger-roi.fr/Alger/champ_manoeuvres/pages_liees/61_decoration_foyer_echo_1934_francis.htm

Figure 5.20 : Photographie montrant les pilotis et l'entrée

Source : <https://www.judaicalgeria.com/pages/alger-batiments-et-monuments-1.html>

5.3.2.3. Programme

-le rez-de-chaussée s'ouvre sur un vaste hall d'exposition de 46 m sur 23 m accompagné de galeries. Il dispose aussi de dix salles de commissions et d'archives et deux grandes salles de réunion. Tandis que le soubassement postérieur de l'œuvre est aménagé en bureaux pour 14 chambres syndicales.

-le premier étage est accessible par un jeu d'escaliers, et comprenant une salle d'auditions carrée de 23 m de côté aménagée d'au moins 1200 places assises, qui sert encore de salle de conférences et de fêtes, bordée de promenoirs contenant une fosse d'orchestre, une scène de 161 m² et trois foyers de 12 m de large [216].

-Les deux ailes latérales abritent le conservatoire municipal de musique qui dispose de deux étages autant que les groupes de mutualistes. Un étage est affecté à la bibliothèque, dont la grande salle mesure 40 m de longueur, à un musée de peinture et à un théâtre.

-Les terrasses sont accessibles par ascenseurs et escaliers. Elles abritent une école en plein air et ont reçu les aménagements nécessaires à l'installation de terrains de culture physique et de jeu [218].

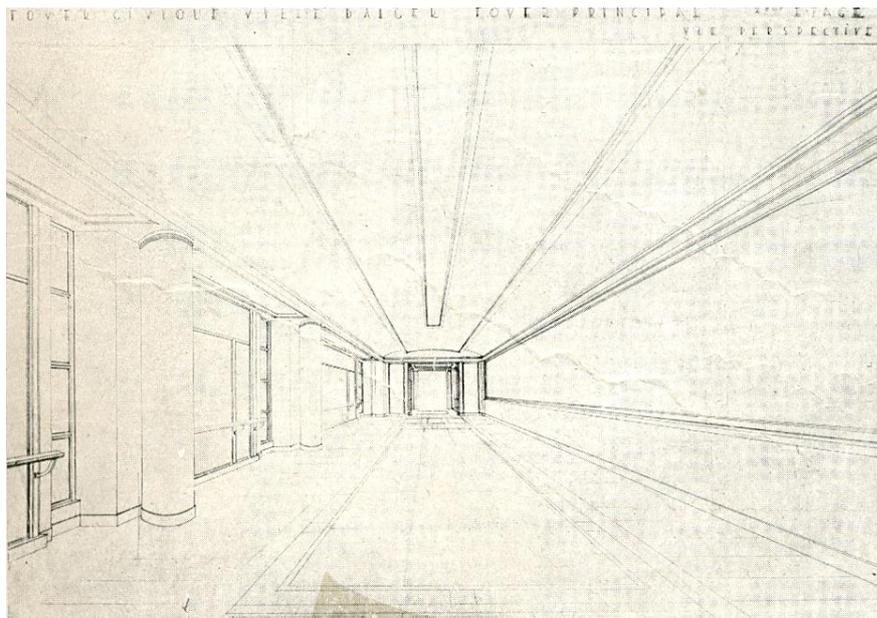


Figure 5.21 : Une vue sur l'intérieur du foyer civique

Source : https://archiwebture.citedelarchitecture.fr/fonds/FRAPN02_PERAU/inventaire/vignette/document-1885.

5.3.3. Matériaux et structure

L'ensemble de la structure du foyer civique est en béton armé. La paroi extérieure du bâtiment est réalisée au moyen d'assemblage des plaques de béton armé préfabriquées et encadrées par des éléments de structure en saillie.

Claro favorise pour la composition générale de ses façades la verticalité des traits et des éléments. De ce fait, il opte pour l'utilisation de grandes baies vitrées combinées, d'une part, avec l'élancement des poteaux soulignés en façade et d'autres parts, avec l'orientation des dalles de remplissage en béton [219]. Il a eu recours à des pilotis en béton armé portant les ailes latérales et marquant la modernité de l'œuvre.

La décoration semble des plus riches dans le sens esthétique. Outre la beauté des matériaux, piliers, dallages, revêtement, etc..., la sculpture et la peinture apportent leur concours artistique sur la frise du péristyle que L. Fernez, E. Claro, A. Assu, L. Carré, Belmondo, Béguet et d'autres ont exécutées [220].

5.4. L'hôtel de ville –Alger 1934-1951

L'hôtel de ville d'Alger s'inscrit dans le programme ambitieux lancé pour la célébration du centenaire. Construit dans un style moderne, sa monumentalité marque la puissance de l'époque coloniale.

5.4.1. Contexte historique

Lors de la célébration du centenaire de la colonisation, la municipalité d'Alger a voulu se doter d'un nouvel hôtel de ville qui impose sa stature et son architecture. Elle a choisi de le construire sur l'ancienne manutention militaire, en bordure du boulevard du Front de Mer, entre le bâtiment de la Préfecture (wilaya) de Henri Petit et l'hôtel Alletti (Safir) de Richard et Bluysen [221]. En 1934, un concours a été lancé pour ce projet et le jury retient le projet des frères Niermans architectes à Paris et M. Ferlié architecte D.P.L.G à Alger [221]. Ces derniers ont reproduit quelques idées appliquées sur leur conception de l'hôtel de ville de Puteaux en France.

Le projet a été lancé à une période où le secteur du bâtiment est secoué par une crise économique grave. Le chantier a duré plus de 15 ans (1936-1951) et son coût est très vite revu à la hausse à cause des aléas et interruptions connus lors de la guerre. Suite à plusieurs circonstances, la réalisation de l'édifice a connu des vicissitudes et le projet a subi des modifications d'année en année.

Entre 1942 et 1945, des déménagements provisoires ont été effectués par des services administratifs civil et militaire et démolis par la municipalité après. Suite à l'insuffisance des moyens financiers disponibles et à la pénurie des matériaux, les travaux n'ont pas pu démarrer que lentement. En 1949, la réapparition des moyens a permis à la nouvelle municipalité de terminer les travaux [222]. Cette dernière a fait un grand effort pour accélérer la cadence du chantier et a fait appel à environ quarante entreprises en même temps. Et ce n'est qu'en 1951 que les travaux ont été achevés pour accueillir les services de l'Hôtel de ville.

Après l'indépendance le bâtiment change de vocation et devient le siège du conseil populaire de la ville d'Alger (CPVA) jusqu'à 1965. En 1977, le CPVA cède le bâtiment à l'assemblée populaire nationale (APN) où des modifications sont apportées à l'édifice afin de l'adapter à sa nouvelle fonction en aménageant les espaces, les services techniques et les dépendances.

5.4.2. Expression architecturale

Contemporain du projet de l'hôtel de ville de Puteaux que réalisent les frères Niermans en 1929, le projet d'Alger fait référence à des codes esthétiques similaires même si l'ordonnancement du front de mer et la servitude urbaine qu'il impose en prolongeant le rythme des arcades définissent des particularismes liés au contexte paysager de la ville [3] .

Non seulement connu par son importance historique mais aussi par son emplacement stratégique dans un centre historique important où on trouve le boulevard Zighout Youcef (ex: Sadi Carnot) construit entre 1860 et 1866, et les immeubles immenses établis entre 1870 et 1930.

5.4.2.1 Situation

Le siège de l'hôtel de ville d'Alger s'étend sur 10.000 mètres carrés en emprise de sol. Il se trouve à proximité des grands ensembles administratifs et se situe, plus précisément, entre l'Hôtel Safir (ex Aletti) et le siège de la Wilaya (ex Préfecture). L'œuvre est délimitée par la rue Asselah Hocine et la rue Djilali Ben Amara sur les façades arrière et latérale, tandis que sa façade principale donne sur le boulevard Zighoud Youcef et le Front de mer en contre haut du port d'Alger.

5.4.2.2. Volumétrie

L'édifice, emboîté dans un volume de cube, déploie une façade sur près de 95 mètres, avec une hauteur totale de 48 mètres. Ces dimensions indiquées par M. Ferrier, le conseiller municipal chargé de la haute surveillance du bâtiment, donnent une idée sur l'importance de cet édifice et sa monumentalité.

L'architecture de l'édifice évoque l'œuvre navale inspirée par son positionnement. Le bâtiment est percé en effet de fenêtres circulaires en forme de hublots empruntés à l'architecture navale et évoquant le « style paquebot » couramment utilisé dans les années 1930 [223].(Fig 5.22)



Figure 5.22 : Composition de l'ensemble

Source : Auteur

Bien que la conception de l'édifice était inspirée par l'hôtel de ville de Puteaux, en France, l'ouvrage est un mélange savant entre le style Moderne par : (la clarté, la sobriété et les lignes géométriques) et le Style Néo-classique par : (l'effet monumental et l'utilisation des ordres classiques). Cette combinaison s'exprime bien à travers les éléments de façade.

5.4.2.3. Les Façades

Les façades de l'APN ont été bien soignées afin d'exploiter le maximum de l'éclairage naturel, ce concept est introduit à travers les larges baies vitrées.

La façade principale, animée par une importante colonnade (style Néo-Classique) placée en avant des baies vitrées, dispose également d'une loggia marquée par des arcs en pleins cintres. Elle se singularise par une axialité et une symétrie parfaite [221].

Les façades latérales sont dotées de fenêtres en bandeaux rectangulaires régulièrement espacées entre elles avec une répétition le long de la façade, ce qui a créé un certain rythme. La particularité de cet édifice est la présence des fenêtres circulaires en forme de hublot pour marquer le concept de « l'œuvre navale ». (Fig 5.23)



Figure 5.23 : Façade de l'Hôtel de ville en 1954

Source : Auteur

5.4.2.4. Organisation spatiale

Le projet se compose de deux parties essentielles ; d'une part le vaste hall public avec une entrée située sur le boulevard Carnot et d'autre part la salle des fêtes avec son escalier monumental et ses annexes sur la rue de Constantine.

Le volume de l'édifice est constitué de neuf (9) étages y compris les deux sous-sols. Ses espaces intérieurs sont organisés autour d'un grand hall permettant la distribution spatiale [223].

-Le Grand Hall : Au cœur du bâtiment, se lance un vaste hall de 58 m de longueur sur 26 m de largeur qui rassemble les nombreux guichets destinés au public, sa fonction principale est d'accueillir les présidents, les députés et les VIPs. Il est éclairé par des dalles de béton translucides à partir du vaste patio dans lequel sont aménagés de grands bassins et autour duquel s'organisent les bureaux des étages supérieurs. (Fig 5.24)

-Rez-de-chaussée (RDC) : L'entrée du rez-de-chaussée mène directement vers le grand hall qui est caractérisé par la présence de quatre grandes colonnes. On trouve également au niveau du RDC les Salles d'honneur où se déroulent les conversations officielles avec les délégations.

Au niveau du RDC se situe la salle la plus importante par sa fonction : la salle de conférences au niveau de laquelle se déroulent les discussions et l'opération de

vote, cette salle est constituée d'un amphithéâtre de 460 chaises avec une scène présidentielle, un espace de journalistes et d'invités et la salle d'audio-visuel pour l'enregistrement des activités du conseil et la garantie de la diffusion directe.

-Deuxième niveau (1^{er} étage) : On y trouve Toujours le grand hall autour duquel s'organisent les bureaux, la salle principale d'activités scientifiques et académiques, la bibliothèque informatique et le club des journalistes.

-Troisième niveau (2^{ème} étage) : On y trouve principalement les bureaux des adjoints du président de l'APN (neuf bureaux), et il y'a également la salle des réunions

-Quatrième et cinquième niveau (3^{ème} et 4^{ème} étage) : Dans ces niveaux se distribuent les bureaux de la direction générale de législation, les salles de commissions permanentes (parmi lesquelles on trouve : commission des finances, commission des affaires légitimes et commission des affaires extérieures) et la salle de réunion.

-Sixième niveau:(5^{ème} étage) : Un étage plus privé que les autres, dans lequel se situe le bureau du Président de l'APN et la salle spéciale du bureau de l'assemblée, avec la présence de galeries et toujours le hall.

-Les sous-sols sont destinés aux garages et aux services techniques.

5.4.2.5. Circulation

Inspiré de l'hôtel de ville de Puteaux, les architectes Niermans ont opté pour le même concept de distribution qui se fait à partir d'un élément central qui est le Grand Hall. Un autre élément qui marque le concept de monumentalité utilisé par l'architecte au RDC c'est : l'escalier principal qui mène vers le premier étage et assure la circulation verticale ainsi que deux autres escaliers secondaires et sept ascenseurs.

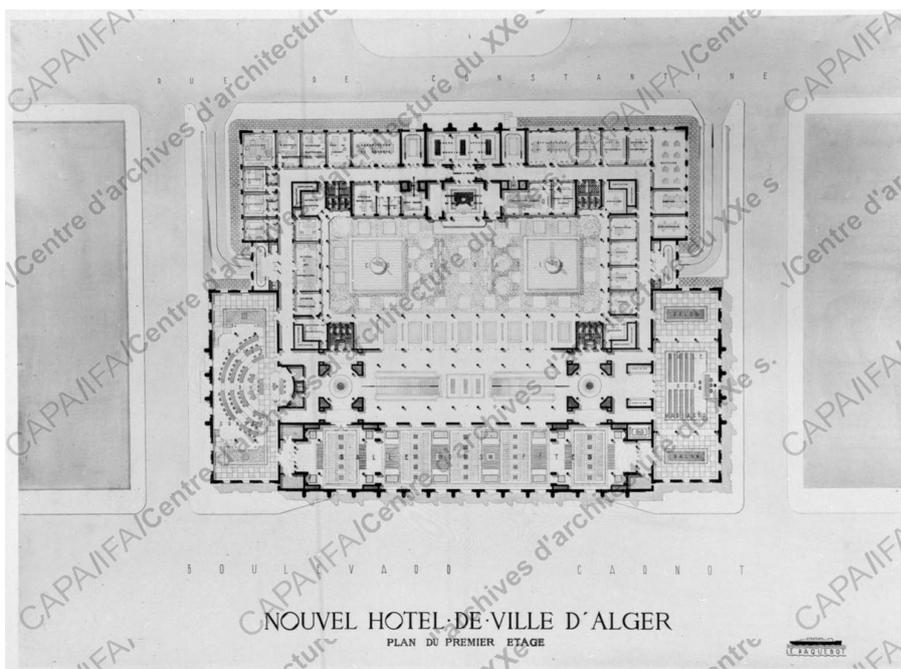


Figure 5. 24 : Plan général du nouvel Hôtel de ville

Source : https://archiwebture.citedelarchitecture.fr/fonds/FRAPN02_PERAU/inventaire/vignette/document-1885

5.4.3. Matériaux et structure

L'ensemble de l'ouvrage est en béton avec une structure poteau poutre et une variété de matériaux utilisés où on distingue que les revêtements muraux sont en pierre de Hauteville. Le plafond est en béton translucide et les hautes fenêtres sont encadrées de travertin romain clair et piqué de petits trous.

-les parois en stuc grisé et parquet de bois précieux,

-les colonnes sont en marbre, les portes monumentales sur les rues et les cages d'escalier sont en ferronnerie.

5.5. L'hôpital régional de Sétif 1936

Connu comme inspecteur de l'architecture du gouvernement général, Xavier Salvador a été le maître d'œuvre principal d'un programme d'établissements hospitaliers, en l'occurrence les hôpitaux régionaux de Miliana, de Sidi Bel-Abbes et celui de Sétif, conçus tous les trois en 1936.

5.5.2. Contexte historique

L'une des qualités qui caractérise certainement le gouvernement général de l'Algérie, à l'époque coloniale, c'est celui d'organisateur d'une forme d'assistance

moderne. Le réseau des établissements hospitaliers régionaux qui s'est renforcé par l'inauguration d'hôpitaux modernes dans les trois départements, témoigne d'une conception large et généreuse qui, à ce jour, ne cesse de démontrer son excellence [224]. Dans ce contexte précis, l'hôpital de Sétif est le type d'un hôpital d'arrondissement en Algérie, conformément au projet qui a été mis au point par la direction de la santé publique et exécuté sous le contrôle du service d'architecture.

Le plus bel éloge qu'on puisse faire, en confrontant les réalisations les plus caractéristiques de Xavier Salvador est la preuve d'une recherche d'adaptation totale de son talent au milieu, à la fonction et à toutes les circonstances nouvelles qui sollicitent son intelligence. Une recherche à travers laquelle Salvador aboutit à une création qui porte l'empreinte d'une forte personnalité [224].

La construction de l'hôpital régional de Sétif montre les deux problèmes majeurs que l'architecte s'est imposé à résoudre dont le premier est esthétique, celui du matériau. Pour Xavier Salvador « *si l'architecte moderne soit-il, attaché à la technique hardie et souple du béton armé qui permet seule les grandes portées et la rapidité, la pierre reste le critérium de la belle œuvre durable* » [224]. De ce fait, il a eu recours à l'application du béton en éléments vibrés, bouchardés, façonnés, et moulés mais d'un volume réduit pour être aisément manipulés sans l'aide de forts engins de levage et aussi proches que possible des pierres appareillées et offrant les mêmes avantages qu'elles.

L'autre problème à résoudre est un problème de destination pure. Xavier Salvador cherche un système de construction qui permettrait l'accès le plus facile, la circulation et le groupage de toutes les canalisations à travers l'édifice [224]. La solution adoptée par l'architecte est d'insérer une galerie en sous-sol pour assurer tout d'abord la circulation des malades admis, l'épouillage et les soins d'hygiène préliminaire ainsi que l'évacuation discrète vers la morgue en cas de décès. Cette voie souterraine permettra aussi la distribution des canalisations à travers tout l'établissement et des réseaux dissimulés dans les éléments du béton moulé.

Contrairement à la typologie pavillonnaire, Xavier Salvador a conçu cet hôpital selon une composition linéaire avec une typologie en dents de peigne en R+02. Cette typologie rappelle l'image de l'hôpital de BEAUJON à CLICHY, conçu en 1932 qui correspond à l'exemple des hôpitaux blocs américains. Pour lui, la typologie en bloc

apporte une bonne fonctionnalité et une rentabilité des coûts de construction et d'exploitation, car 40% moins élevé qu'une construction pavillonnaire [225].

5.5.2. Expression architecturale

5.5.2.1. Situation et accessibilité

L'hôpital régional de Sétif où l'actuel CHU « Saâdna Abdenour » occupe un emplacement stratégique par rapport à la ville. Il représente un point de convergence de plusieurs routes nationales : RN 28 (Batna), la RN09 (Bejaia), RN05 (Msila, BBA), ce qui facilite les évacuations venantes des wilayas limitrophes.

L'accessibilité à l'enceinte de l'hôpital est assurée par plusieurs accès, le principal d'entre eux se fait par l'axe du bâtiment d'entrée à partir duquel on peut accéder directement aux services d'hospitalisation. (Fig 5.25)

5.5.2.2. Volumétrie

Le projet est composé de trois corps indépendants formant un U. Le bâtiment d'entrée et le bâtiment des contagieux sont les deux barres parallèles à l'axe du bâtiment principal. Ce dernier se compose de trois grandes ailes en R+1 parallèles aux même axes et reliées entre elles par une barre perpendiculaire d'un R+2. (Fig 5.26)



Figure 5.25 : Entrée principal par le bâtiment d'accueil entre passé et présent

Source : Eichaker, Revue Chantier Nord-Africain, février 1938 p49.

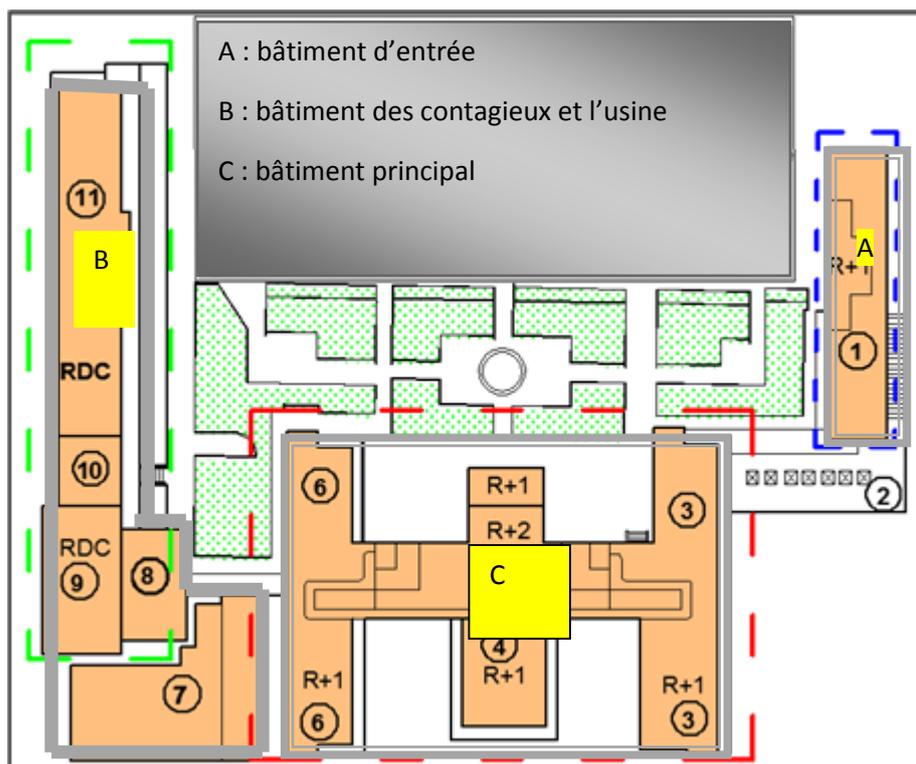


Figure 5.26 : Composition volumétrique de l'ensemble

Source : Auteur

5.5.2.3. Façade

L'architecte a eu recours aux éléments moulés et moulurés qui forment parois, auvent, appuis de fenêtres en composant un beau dessin et qui portent en eux tout le détail décoratif des lignes de l'ensemble. (Fig 5.27)

Pour Xavier Salvador, le procédé prend toute sa valeur quand il s'agit, par exemple, d'une grande surface sans ouverture et qui ne peut s'exprimer que par le matériau et l'assemblage de ses éléments et devient une pierre reconstituée comme le montre la façade de l'aile du bâtiment principal avec son mur en éléments moulés [224](Fig 5.28).

Dans le même esprit, des poutres supportent les planchers de dalles de béton assemblées. (Fig 5.29). Par ailleurs, les nombreuses baies sont garnies de stores et volets en lames de pitchpin avec un système interchangeable assemblées par graphes galvanisées.

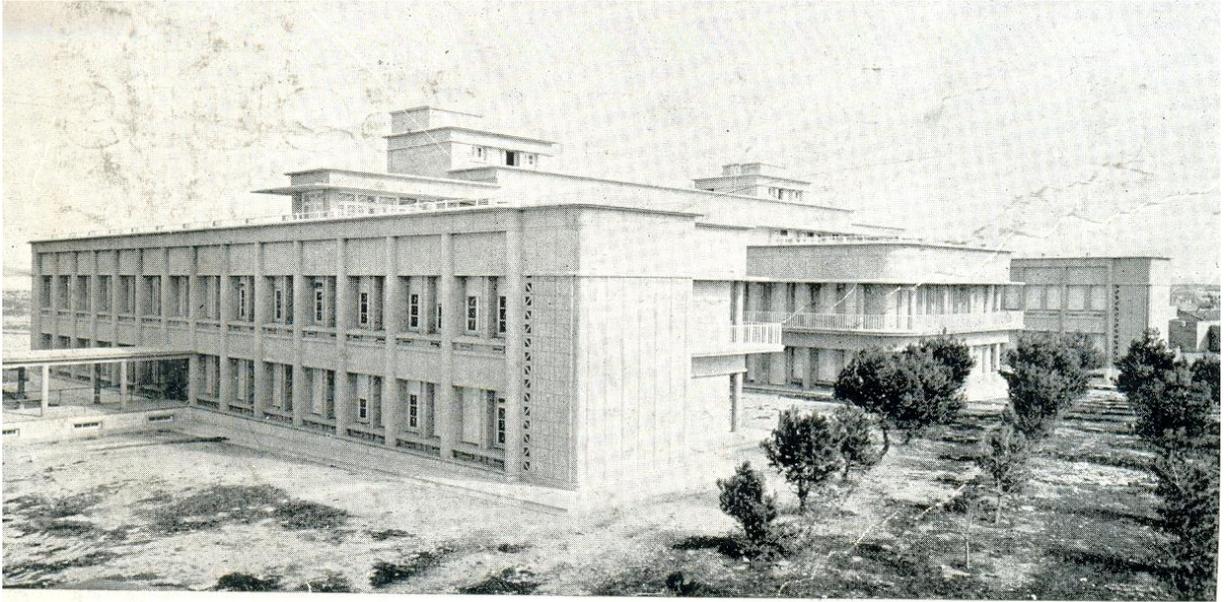


Figure 5.27 : Vue sur les façades du bâtiment principale

Source : Eichaker, Revue Chantier Nord-Africain, février 1938 p 54



Figure 5.28 : Mur en élément moulé

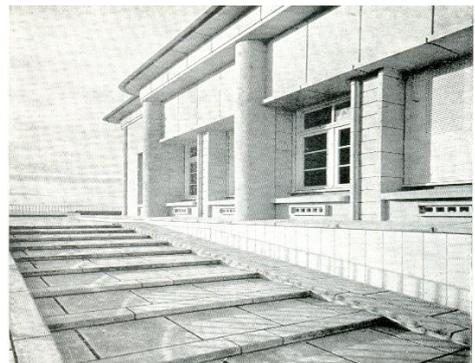


Figure 5.29 : Détails de façade du bâtiment d'entrée

Source : Eichaker, Revue Chantier Nord-Africain, février 1938 p 48 , p 49.

5.5.2.4. Programme

Selon le programme tracé par l'architecte, l'ensemble de services du groupe hospitalier est composé de quatre bâtiments :

1-Le bâtiment d'entrée : comprend l'administration et les services de consultation extérieure

2-Le bâtiment principal : constitué de trois grandes ailes reliées au centre et qui s'élèvent sur quatre niveaux ainsi détaillés :

CHAPITRE 5 : LES EQUIPEMENTS PUBLICS : AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

-Le sous-sol : ce niveau est traversé par une galerie qui permet de circuler entre les différents services sans passer par les cours et d'accéder à la morgue en cas de décès. On trouve aussi différents services tels que la dépense, dépôt de lingerie, garage, débarras, entrepôt, magasin de marchandises de cuisine ainsi que des locaux techniques (service de désinfection, centrale de chauffage).

-Le RDC : est aménagé par un service de médecine générale pour hommes et un autre pour femmes, quartiers des enfants, pharmacie générale et un service des vénériens pour hommes. (Fi 5.30)

-Le premier étage : abrite deux services de chirurgie générale hommes et femmes, une maternité, un bloc opératoire, un service de radiologie, deux services d'ophtalmologie (hommes et femmes) et deux services d'oto-rhino (hommes et femmes). (Fig 5.31)

-Le deuxième étage : est composé d'un service pour tuberculeux hommes et femmes et d'un petit service de radiodiagnostic.

3-Le bâtiment des contagieux : ce bâtiment est constitué de bureau de docteur, d'infirmier, d'épouillage et d'un office d'alimentation entourés par des boxes individuels de 4 m sur 3,50 m avec un WC et lavabo individuel dans chaque boxe

4-L'usine : située entre le bâtiment principal et celui des contagieux, il regroupe tous les services nécessaires au fonctionnement de l'hôpital, dont on peut citer :

-La cuisine avec d'autres dépendances comme la lingerie

-La chaufferie générale et la dépense au sous-sol : elle sert à produire l'eau chaude ainsi que la vapeur basse pression qui alimente la machine à laver, la vaisselle, le percolateur et les plonges.

-La buanderie comprend le maximum de matériel moderne pouvant laver 70 kg de linge, elle est aménagée d'une machine à laver, d'uneessoreuse centrifuge, des bacs à laver, d'un séchoirs aérotherme, d'un moteur diésel puissant en cas de panne d'électricité, des sonneries automatiques, d'un téléphone automatique.

-Le service de désinfection : comprend une étuve à vapeur fluente pour la désinfection du linge sale et un four à incinérer les ordures et les pansements.

5.5.3. Matériaux et structure

L'architecte opte pour le système structural des ossatures en béton armé avec des planchers en hourdis creux. Des dalles de liège de 4 cm y ont été incorporées afin d'éviter la transmission phonique.

Au niveau des parois extérieures, on peut distinguer des parties en béton moulé et vibré et des parties en masques de béton armé liées à l'ossature, coulés au fur et à mesure de la construction du bâtiment. Ces masques sont suspendus au plancher et aux poutres par des joints de dilatation en bandes de chape souples soudées pour assurer l'étanchéité du côté intérieur.

La construction présente un nombre assez limité d'éléments de béton moulé et vibré standardisés, s'adaptant aux parois ouvertes et se composant de gaines servant aux multiples canalisations nécessaires à la vie du bâtiment : chauffage, ventilation, électricité, ...etc. L'ensemble des revêtements extérieurs est réalisé soit en béton armé coulé avec l'ossature, soit en béton d'éléments, moulé et vibré et mise en place en forme de pierre

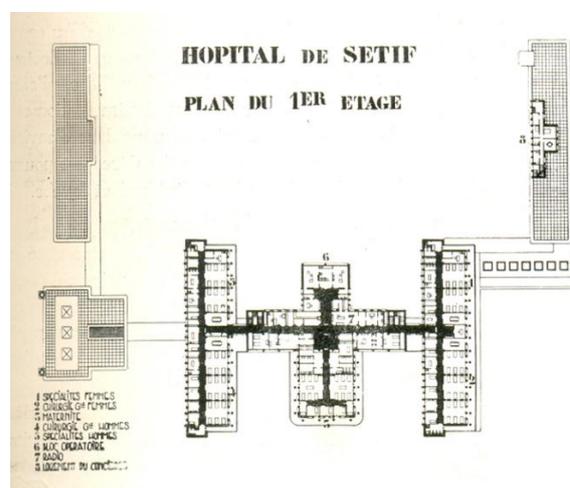
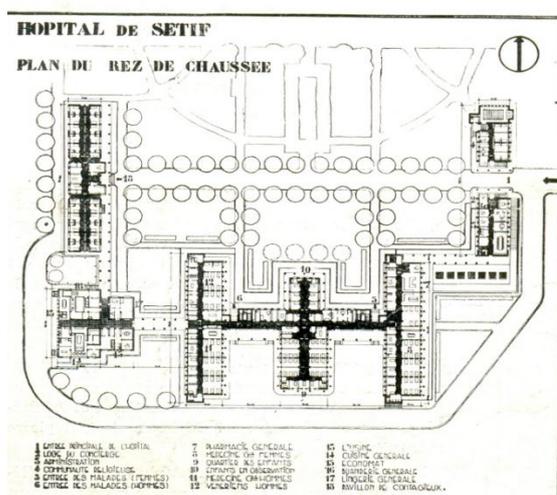


Figure 5.30 : Vue en plan du rez-de-chaussée **Figure 5.31** : Vue en plan du premier étage

Source : Eichaker, Revue Chantier Nord-Africain, février 1938 p 48

5.6. Le marché couvert de Annaba 1938

5.6.1. Contexte historique

Entre 1840 et 1885, l'activité économique était régie par deux *souks* extra-muros qui se tenaient chaque vendredi : le marché aux bestiaux (*souk el Mawachi*) et le marché au grain en plein air (*Rahba*). L'extension de la ville européenne, vers l'actuel cour de la révolution en 1860, a permis la construction du marché français ou « Fondouk de Bône » en 1885 afin de résoudre les problèmes d'hygiène causés par le marché hebdomadaire de grain « *Rahba* » [226]. Le *fondouk* de Bône appelé aussi le marché arabe qui occupait l'emplacement de la *Rahba* était destiné à accueillir les récoltes de jardins des marchands autochtones.

En 1935 et suite à l'état vétuste, à la dégradation des conditions d'hygiène et de l'environnement immédiat du marché arabe, ce dernier a été démoli par les services de la commune de Bône et un nouveau marché couvert a été construit sur le même emplacement [227]. Proposé en remplacement du *souk* arabe, le nouveau marché couvert a été construit en 1936 et inauguré en 1938 par Paul Pantaloni, maire de Bône.

Cette œuvre incarnant l'architecture moderne des années trente est conçue par les deux architectes Pierre Choupaut et Pierre Truchot et exécutée par la société algérienne des entreprises Léon Ballot. Ces deux architectes sont nommés comme pionniers de l'architecture moderne à Annaba si l'on se réfère à leurs œuvres, à l'exemple de la gare, de la poste centrale, du stade ainsi que du marché couvert [228]. Le bâtiment occupe la totalité de l'îlot obtenant une forme trapézoïdale, Il devait être bien éclairé, très bien aéré et devait répondre aux exigences modernes d'hygiène et de salubrité.

Ces différentes transformations et mutations ont fait du marché couvert un lieu historique où s'est perpétuée la fonction marchande : partant d'un espace d'échanges commerciaux à proximité de la médina, vers un espace couvert répondant aux exigences modernes de salubrité [228]

5.6.2. Expression architecturale

5.6.2.1. Implantation et accessibilité

Situé en plein centre-ville d'Annaba, sur une superficie de 4200 m², le marché couvert prend l'angle de l'intersection de la rue Ibn Khaldoun (ex. Gambetta) et Emir

Abdelkader (ex. Bugeaud) et à l'intersection des rues Jean Jaurès et Négrier. (Fig 5.32). L'accès au marché est assuré par deux accès : la principale entrée est marquée par une Rotonde et des escaliers circulaires.



Figure 5.32 : Situation du marché couvert d'Annaba

Source : Auteur

5.6.2.2. Volumétrie

L'ensemble du marché se présente comme un volume compact qui s'inscrit dans la forme trapézoïdale de l'îlot et se développe sur deux niveaux. Il montre la forte inspiration des architectes liée à deux projets de la figure du béton armé Auguste Perret, car la rotonde du marché, par exemple, ressemble fortement à celle du palais d'Iéna de Paris classé comme patrimoine mondiale de l'Unesco, tandis que le minaret prend la forme du clocher de l'église de Raincy conçue aussi par Perret et classée monument historique (figure 5.33). La toiture, quant à elle, bien qu'elle soit un peu inspirée de celle de l'église de Raincy, elle offre un jeu de volumes avec de faibles pentes grâce à des retraits successifs qui se développent sur différents niveaux [229] (figure 5.34).



Figure 5.33 : La rotonde du palais d'Iena et le minaret de l'église de Raincy

Source : <https://www.google.com/>

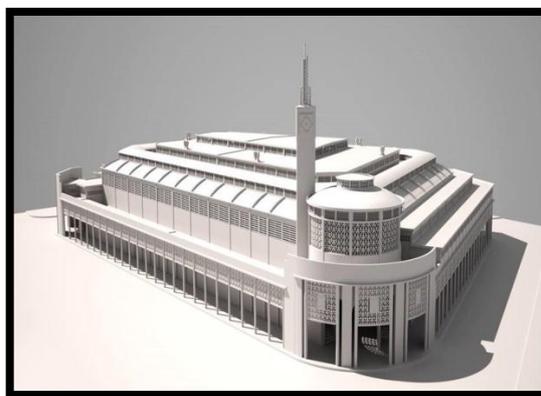


Figure 5.34 : Ensemble volumétrique montrant le jeu de volume de la toiture

Source : <https://www.annaba-patrimoine.com/marche-couvert/>

5.6.2.3 Façade

L'œuvre est conçue selon une parfaite symétrie avec une rotonde marquant l'axe qui divise la façade en deux. Cette dernière est bordée par deux galeries aux colonnes et aux claustras qui sont en béton armé, ainsi qu'une série de persiennes en béton armé qui longent l'ensemble des façades au-dessus des galeries. Ces éléments permettent la ventilation et l'éclairage naturel (Fig 5.35).

5.6.2.4. Programme

Le marché est composé d'un R+1 où le rez-de-chaussée abrite une série de 64 boutiques qui s'ouvrent sur les deux galeries tandis qu'à l'intérieur on trouve une grande poissonnerie au centre et un bureau de contrôle (Fig 5.36).

CHAPITRE 5 : LES EQUIPEMENTS PUBLICS : AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

L'étage comporte des cases de marchand de légumes et fruits ainsi que des boucheries.

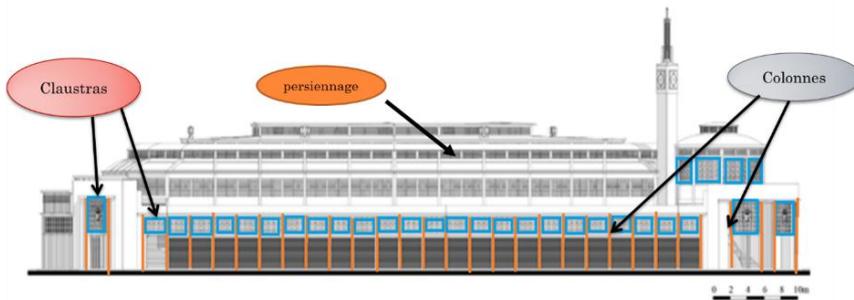


Figure 5.35 : Détails de la façade de l'Emir Abdelkader

Source : Auteur



Figure 5.36 : Organigramme spatial du marché

Source : Auteur

5.6.3. Matériaux et structure

Le système d'infrastructure du marché présente une diversité de structure entre pieux ancré à 14 m sur la partie centrale, des fondations en radier pour les galeries périphériques et des semelles isolées pour la galerie qui donne sur la rue Emir Abdelkader. Le système structural des planchers est en poteaux poutres en béton armé. Quant à la coque de la toiture parabolique et à la toiture centrale, elles sont portées par des fermes en béton armé [230] (Fig 5.37)

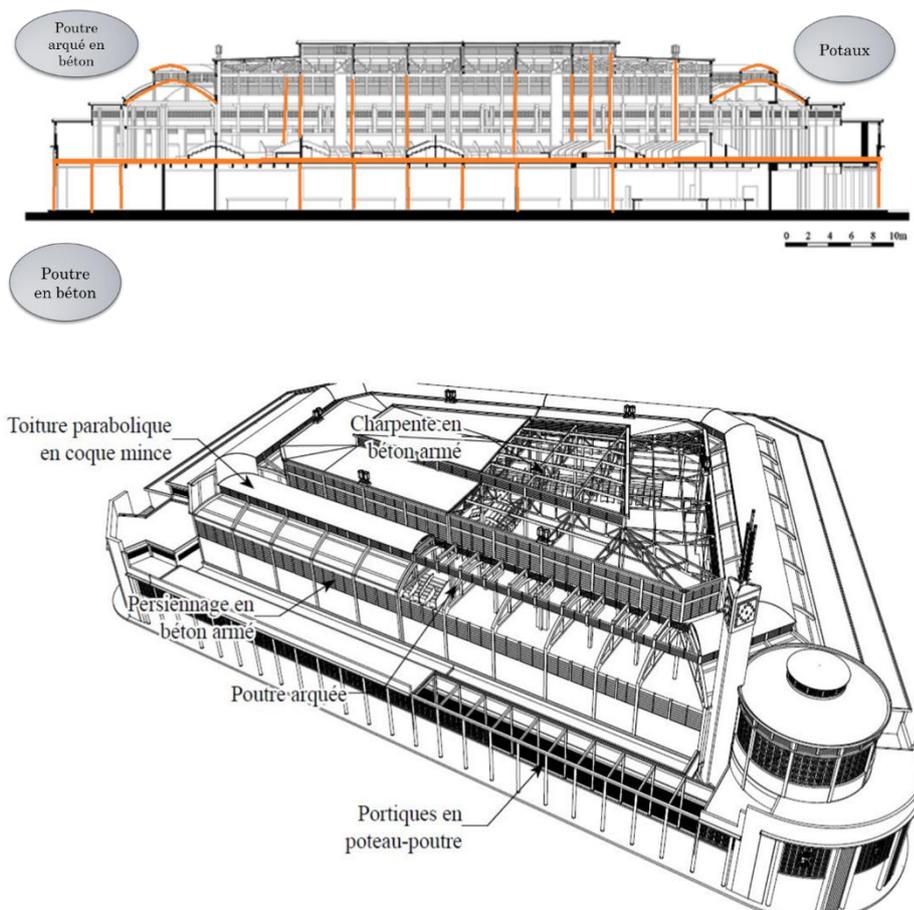


Figure 5.37 : Matériaux et système structural du marché couvert

Source : <https://www.annaba-patrimoine.com/marche-couvert/>

5.7. L'école des beaux-arts d'Alger – 1950

Révélées comme l'œuvre la plus emblématique de Léon Claro, l'Ecole des Beaux-arts d'Alger a été le foyer de formation d'un noyau d'architectes qui a modelé le paysage et le panorama d'Alger.

5.7.1. Contexte historique

Depuis sa création en 1843, l'Ecole des Beaux-arts a connu plusieurs localisations. Ayant juste un rôle préparatoire sans décerner de diplômes, de simples locaux lui ont été réservés, nichés dans une vieille mosquée de la rue d'Orléans dans le quartier de la Marine [231]. Mais grâce au combat mené par Léon Claro, l'école régionale d'architecture a obtenu un nouveau statut et la nécessité d'attribution de nouveaux locaux s'est imposée afin d'accueillir un plus grand nombre d'étudiants.

En 1929, lors du congrès d'architecture et d'urbanisme moderne ; Claro a proposé de délocaliser l'ancienne école dans un nouveau bâtiment. Cependant, il fallait attendre jusqu'à 1942 pour que les autorités du département de l'intérieur et des Beaux-arts prennent cette décision [231]. Mais ce n'est qu'en 1947 que la prise en urgence du terrain Severin Houge du parc Galtiff est promulguée [231]. A ce moment, un projet d'extension du Musée des Antiquités était en étude mais face au besoin urgent de nouveaux locaux pour l'Ecole, le budget alloué à la construction du musée s'est redirigé vers la construction de l'école.

Les travaux ont débuté en 1950 et ont duré quatre ans. L'implantation d'un nouveau foyer de production artistique sur la bordure du Telemly était très favorable surtout que ce dernier fut un réel chantier d'expérimentation des œuvres du mouvement moderne à cette époque. Cette empreinte moderniste a donné un sens sensible au choix du site grâce à son patrimoine architectural divers, à la présence du Musée des Antiquités et aux nombreux jardins [15].

La position du terrain de Severin Houge dans lequel la nouvelle Ecole sera implantée, permet une fenêtre ouverte sur la baie d'Alger et un panorama dégagé de tout obstacle.

En restant fidèle aux principes du modernisme méditerranéen, Claro opte pour une intégration respectueuse au site tout en profitant de ses avantages. Il a implanté sa conception perpendiculairement aux courbes de niveaux. Avec la prise en charge

des caractéristiques climatiques, il a aligné sa conception par une composition harmonieuse avec l'air et le soleil. Claro divise son œuvre en divers parties afin de permettre à chacune d'avoir une orientation directe à l'air et à la lumière, d'une part, ainsi pour découvrir le beau panorama de la baie, d'autre part. L'architecte précise « *De partout on découvre le magnifique panorama du port et de la baie d'Alger* » [232]. Pour relier ces différentes parties, une succession de jardins et cours étaient proposée créant un cœur central au projet dédié à la rencontre.

Dans sa globalité le bâtiment de l'Ecole des Beaux-arts est non seulement destiné à accueillir l'école régionale d'architecture mais aussi d'autres disciplines artistiques. De ce fait, Claro se fixe comme priorité de convenir aux besoins de chacun des départements d'architecture et d'art et créer une corrélation entre ces deux disciplines car selon lui « *l'artiste devra toujours prédominer chez l'architecte* » [233].

A travers ce projet, Claro comptait exprimer sa vision de l'architecture afin de mettre une image référentielle à la qualité de la formation architecturale à Alger.

5.7.2. Expression architecturale

5.7.2.1. Implantation

Le terrain Severin Houge qui a accueilli l'Ecole des Beaux-arts d'Alger est d'une surface totale de 10.572 mètres carré en forme irrégulière. La parcelle est délimitée par différentes voies à circulation piétonne et motorisée. Tandis que pour la desserte mécanique, elle est délimitée à l'est par le boulevard Telemly actuel Krim Belkacem, par le chemin Ziryab au sud et par un long escalier au nord.

5.7.2.2. Accessibilités

L'entrée à la parcelle se fait par trois accès dont le premier est par le boulevard Telemly, le second par le long escalier et le troisième par le chemin du parc Galtiff ou actuel Ziryab.

L'accessibilité piétonne est abritée par les jardins sous une succession de pentes et de marches qui permet de créer un parcours et un cheminement qui mène au cœur du bâtiment.

5.7.2.3. Volumétrie

En prenant en considération les données topographiques et la forte pente qui marque la parcelle, Claro a opté pour l'ensemble du projet une décomposition en fragment auquel il assigne des fonctions distinctes. L'œuvre se décompose en trois blocs selon trois fonctions : le premier, dédié à l'enseignement, représente le corps principal et. Le deuxième bloc longitudinal est réservé à l'administration tandis que le troisième comprend les dépendances (Fig 5.38)

L'Ecole des Beaux-arts réserve son nom au bloc de l'enseignement. Ce bâtiment principal prend la partie la plus haute du terrain et se compose de trois sous volumes dont deux grandes ailes parallèles orientées Sud-est / Est-nord reliées par une aile transversale orientée Est-ouest qui dégage en son rez-de-chaussée un espace sur pilotis pour créer un espace ouvert et couvert qui permet la circulation entre les deux ailes longitudinales [232]. Chacune de ces ailes abrite une fonction : l'aile Nord désigne le département d'art alors que l'aile Sud est affiliée au département d'architecture. L'aile centrale symbolise un élément de jonction entre les deux départements et elle abrite des ateliers et une galerie (Fig 5.39).

Les unités sont constituées de quatre niveaux chacune et affectent sensiblement la forme d'un H à ailles non égales tout en abritant en son centre une cour que Claro nomme : la cour d'honneur [232]. En somme, la forme volumétrique se résume en un jeu d'emboîtement et de niveau. Cette disposition générale permet en premier lieu de créer des espaces dégagés dédiés à la détente et d'avoir une double orientation pour chaque partie en second lieu.

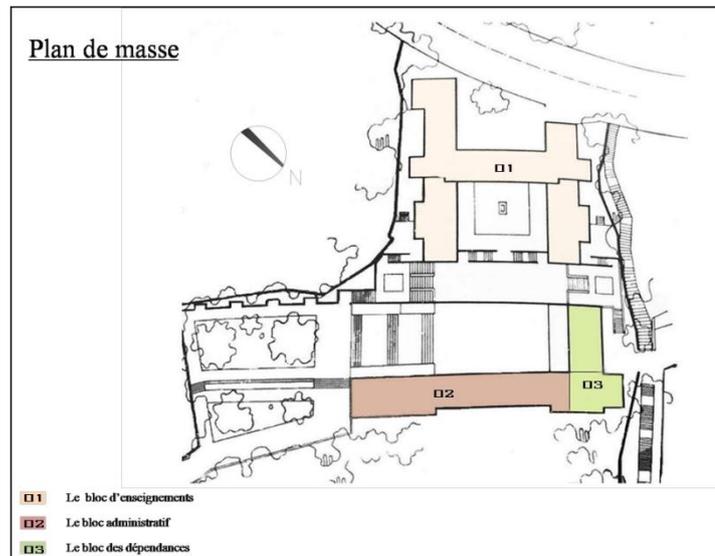


Figure 5.38: Plan des entités fonctionnelles avant modification.

Source : Achir feriel, Léon Claro et l'École des Beaux-arts d'Alger : Entre classicisme et modernité. Mémoire de master, p 85.

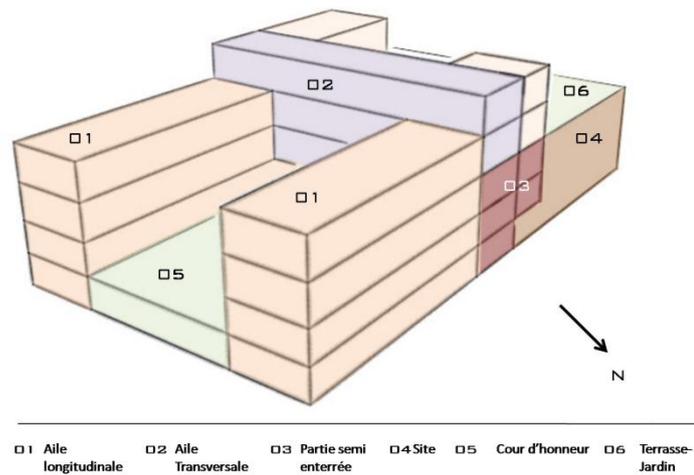


Figure 5.39 : Composition volumétrique de l'ensemble

Source : Achir feriel, opcit p 80

5.7.2.4. Organisation spatiale

-La cour d'honneur : est un espace entouré par les deux ailes longitudinales afin d'accueillir un aménagement central de bassin d'eau et de végétation bordés par des passages de bancs dont Claro voulait en faire un espace de regroupement où les étudiants peuvent s'arrêter le temps d'une discussion [6].(Fig 5.40)

-Le préau : est l'espace dégagé par les pilotis en dessous de l'aile centrale, il abrite l'espace d'affichage et d'exposition et représente l'espace principale pour circuler entre les deux ailes.

-Les deux cours dallées : situées juste après le préau sur l'axe des deux ailes. Entourées par des colonnades de style moderne, ces deux cours sont découvertes et constituent au centre un point d'eau en donnant l'impression d'un « *west-ed-dar* » des maisons de la Médina. Claro a voulu intégrer dans sa vision du projet tous les courants sans discriminations [187]. (Fig 5.41)

-Les sous-sols : en double hauteur, ce niveau est destiné à accueillir les deux premiers ateliers. Ces deux salles jumelles sont disposées parallèlement et comprennent le même aménagement ; l'une est un atelier de sculpture dans le département d'art est l'autre est un atelier de mécanique dans le département d'architecture. Le sous-sol abrite en lui aussi deux locaux administratifs et des locaux d'ordre techniques et de gestion d'entretien. (Fig 5.42)

En étant chef de département d'architecture, Claro dans sa conception n'a favorisé aucune discipline au contraire sa démarche conceptuelle concrétise et affirme encore l'idéologie qu'une œuvre architecturale est d'une œuvre d'art [234].

-Le rez-de-chaussée : sur ce niveau des modifications ont été apportées à la partie arrière du bâtiment par l'extension de nouveaux espaces sur le même axe des ailes longitudinales. En somme ce niveau comporte les ateliers d'enseignement des deux départements ainsi que le préau qui est suivi d'une arrière-cour en cryptoportique [235]. Le département d'art a subi une extension irrégulière en adoptant la forme du terrain. Ce dernier comporte l'atelier de relieur ainsi que les cages d'escalier et les deux blocs sanitaires qui restent constants à tous les niveaux. Quant au département d'architecture, lui aussi a connu un allongement de ses locaux, il comporte dans sa partie initiale l'atelier d'architecture et technique du bâtiment et l'atelier de miniature [15]. Ce dernier atelier est suivi par le nouveau bloc qui abrite l'atelier de céramique. Les deux ateliers sont séparés chacun de l'autre par un espace destiné aux bureaux des enseignants. (Fig 5.43)

-Premier étage : ce niveau est partiellement différent des deux précédents, par l'intégration du nouveau volume de l'aile transversale qui est surélevée sur des pilotis. Sur les deux ailes, il constitue l'atelier de construction pour le département d'architecture et l'atelier d'ornementation pour celui d'art.

CHAPITRE 5 : LES EQUIPEMENTS PUBLICS : AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

Par ailleurs, le nouveau volume de l'aile centrale s'étend sur trois étages et reprend le rôle de la circulation horizontale du préau en reliant les deux ailes longitudinales. A ce niveau, cet espace comporte des aménagements ainsi qu'une galerie d'exposition.

-Deuxième étage : ce niveau présente un dernier étage pour l'aile centrale de son côté Est alors que pour son côté Ouest est un second étage qui abrite l'office d'atelier de dessin.

A cet étage, le département d'architecture comporte le même enchaînement d'espaces de l'étage précédent et l'atelier principal est repris par l'atelier de gravure. En outre, le département d'art a connu quelques changements de fonction sur la partie arrière où la salle destinée à l'atelier est remplacée par un bureau de secrétariat général suivi par un bloc administratif.

-Troisième étage : c'est à ce niveau que le jeu de volume fait son apparition car cet étage ne concerne que l'aile centrale et la partie ouest des ailes longitudinales. (Fig 5.44)

A cet étage, le département d'architecture abrite l'atelier de peinture ainsi que la bibliothèque et la salle de lecture. Le bloc administratif du département d'art quant à lui n'a pas connu de modification sauf pour le bureau du secrétaire qui est attribué au directeur.



Figure 5.40: Aménagement de la cour d'honneur et la cour qui donne sur la baie d'Alger

Source : Auteur

5.7.2.5. Circulation

En reliant les deux ailes longitudinales, l'aile principale assure une meilleure circulation horizontale par le biais du préau et de la passerelle suspendue ainsi que les différents allées et passages dessinés. Quant à la desserte verticale, elle est assurée par les différentes cages d'escalier et l'ascenseur nichés dans les intersections des deux ailes principales avec l'aile centrale. Ces différents éléments de liaison ont permis une circulation directe et indépendante entre les différents espaces de l'Ecole.

De ce fait, Claro a réussi à concrétiser la notion de promenade architecturale, l'un des principes apportés par Le Corbusier au mouvement moderne, jugeant que l'architecture classique réduisait le parcours à un passage rigide et régi par une perspective frontale [236]

5.7.2.6. Façades

-Façade principale : constituée de trois entités, cette façade orientée Est comporte en elle les deux parties des ailes longitudinales ainsi que le côté le plus long de l'aile centrale. Claro par cette conception répond au souci d'orientation des espaces majeurs surtout que cette façade donne sur la baie d'Alger. Il regroupe sur cette façade les différents ateliers destinés à l'enseignement dans les deux départements dans le but de faire profiter du panorama et de créer des espaces ouverts sur une vue propice à l'inspiration et à la créativité.

Par ailleurs, la façade Ouest suit le même schéma de la façade Est et comporte en elle des activités administratives ou tertiaires.

-Façades latérales : s'étend sur le long de l'aile Nord et de l'aile Sud, elle permet à chaque espace des deux départements de profiter d'une aération et d'un éclairage naturel.

Ces façades démontrent un découpage vertical obéissant à un module de base, et le jeu entre le vide et plein se différencie d'un élément à un autre. En effet, sur les entités des deux ailes le jeu se fait entre les dalles et les grandes fenêtres en biais. Quant à l'aile centrale, le jeu du vide et du plein est matérialisé par les baies vitrées et le percement. Hormis ces baies vitrées divisées en damier et la structure apparente, Claro a eu recours à des éléments de remplissage préfabriqués en béton

armé vibré et moulé au pied de l'immeuble qui par leurs dimensions procurent un découpage rythmé sur les façades [219]. (Fig 5.45)



Figure 5.45: Les éléments de la façade principale.

Source : Auteur

5.7.3 Matériaux et structure

Claro affirme qu'une œuvre architecturale ne mérite vraiment le nom d'œuvre d'art que lorsqu'elle est définitivement exprimée par un ou plusieurs procédés sincères et honnêtes [219]

Les panneaux de remplissage préfabriqués à pied d'œuvre constituant la façade extérieure sont à base de béton vibré, moulé et de béton plaqué recouvert d'un ciment blanc pour surligner la structure en façade [232]. (Fig 5.46)

L'utilisation de ce matériau est généralisée, au-delà du système structurel à d'autres composantes. Claro par sa réflexion justifie l'apparition des éléments de structure intérieure au même titre que les éléments d'architecture à l'extérieur. En effet, pour créer de grandes surfaces libérées de tout obstacle, il a eu recours à un système de poteaux poutres à grande portée en Béton Armé. Cette structure générale conclue les fondations et l'hyper-structure.

CHAPITRE 5 : LES EQUIPEMENTS PUBLICS : AUBE D'UN MODERNISME EN BETON

-Les fondations : à cause de la nature du sol et la présence d'eau dans le quartier du Telemly, le système structurel devait apporter une certaine stabilité. De ce fait, Claro a opté pour le système de semelle de répartition à large empâtement [232] qui permet de répartir les charges transmises par la superstructure sur le sol.

-L'hyper-structure : cette structure est divisée en quatre grandes parties séparées par des joints de dilatations à chaque limite.

La structure A : reprend le corps des deux ailes longitudinales, elle obéit à une portée de 9 mètres par 4 mètres.

La structure B reprend le corps de l'aile centrale, sur une portée de 7,50 mètres par 3,70 mètres.

La structure C reprend les cages d'escalier, et représente une structure indépendante du reste du bâtiment.

La structure D reprend le jeu de passerelles suspendues, et possède des portés similaires de 3,70 mètres avec des poteaux circulaires sur poutrelles.

En somme, cette structure supporte l'intégralité des planchers de dalles en Béton Armé. Ce système est composé de poutrelles préfabriquées en béton armé servant de chaînage entre les poutres principales sur lesquels la dalle de béton a été coulée [232].



Figure 5.46 : La mise en valeur de la structure sur les façades

Source : Auteur

5.8. Le Centre Albert Camus, Orléans ville -1955

Le territoire dépouillé semble prêt à recevoir l'aménagement d'une ville nouvelle après le séisme qui a rasé Orléans ville le 9 septembre 1954. L'opportunité se présente pour accueillir les théories neuves de l'architecture du mouvement moderne qui ont accompagné la mise en place des équipements inédits, comme le centre de jeunesse et de sport construit par Louis Miquel et Roland Simounet.

5.8.1. Contexte historique

Un cataclysme sans précédent a frappé la vallée du Chéouli. Le séisme qui a totalement détruit la ville et ravagé les centres environnants a pris l'ampleur d'une catastrophe nationale. Deux secousses de 6.7 et 6.2 de magnitude sont ressenties le 9 et le 10 septembre 1954 [237]. Un immense territoire de 600 000 hectares environ a été touché dont Orléansville est le plus gravement atteint. Le bilan est grave : 1600 morts, 5000 blessés, 65 000 maisons détruites dont 25 000 très endommagées [238].

A la suite de cette catastrophe un décret du 6 octobre 1954 met en place un Commissariat à la reconstruction qui dépend du Gouvernement général. Le projet de reconstruction est intéressant dans la mesure où il est un exemple d'élaboration d'un plan de ville nouvelle comme cela se fut pour la reconstruction des villes bombardées durant la Seconde Guerre mondiale [239]. Au lendemain de la catastrophe, Jean de Maisonneuve, directeur du Service départemental de l'urbanisme de la région d'Alger, était à Orléansville pour mesurer la gravité des dommages. Il commence dès son arrivée à organiser les différentes tâches, le déblaiement, les abris provisoires, et la reconstruction. Quelques jours plus tard, Gérard Blachère est nommé commissaire de la Reconstruction des régions sinistrées du Chéouli pour faciliter et accélérer les travaux de reconstruction [238].

La période de l'Après-guerre, la reconstruction en France et le dynamisme lancé par la reconstruction d'Orléansville sont l'occasion de recherches industrielles pour rationaliser la construction, ainsi que pour renouveler et moderniser le cadre de vie en Algérie. Pierre-André EMERY atteste à ce propos que « *La reconstruction de la ville, dont le plan d'urbanisme avait été établi par Jean de Maisonneuve [...] sera en quelque sorte – par sa diversité et sa qualité – la synthèse d'une période courte*

mais féconde d'un mouvement architectural qui aura marqué une époque et un pays » [240]

L'idée d'un centre de jeunesse et de sports vient de Jean de Maisonneul qui le fait accepter par Gérard Blachère. Le projet relevant du programme du plan d'aménagement et de reconstruction de la ville est administré par l'académie d'Alger qui le considère au titre de complément aux collèges et écoles d'Orléansville.

Au départ, Jean de Maisonneul a choisi seulement Louis Miquel pour accomplir ce projet, mais comme ce dernier admire le talent de son ami Roland Simounet et son empreinte incontestable sur le bâtiment, il lui fait appel pour contribuer au projet. Dans un numéro de la revue Chantiers Afrique du Nord de 1958, un article sur le Centre de la jeunesse et de sports est publié : Louis Miquel est désigné en tant qu'architecte et Roland Simounet comme urbaniste [241]

« Comme beaucoup de Français d'Algérie à la recherche de leur identité, il revendiquait la culture méditerranéenne pour laquelle il plaide lors d'une "exposition de la cité moderne" à Alger en 1936 » [242]. Ce portrait de Louis Miquel par Jean-Jacques Deluz résume parfaitement l'état d'esprit de l'architecte et de celui de Roland Simounet, deux « enfants du pays », attachés à leur terre natale et déchirés lorsqu'il a fallu la quitter [16].

Le délai d'exécution est fixé à deux mois après la signature du contrat pour l'avant-projet et trois mois pour le projet définitif. La parcelle choisie pour le projet était l'ancienne pépinière du génie militaire ; une large cuvette avec une végétation abondante, située sur les rives d'Oued Tsighaout. Pour Louis Miquel et Roland Simounet, l'objectif était de conserver la beauté environnante du lieu, préserver les arbres et la végétation en s'adaptant à la topographie des lieux [243].

En 1961, à l'inauguration, le centre porte le nom de Centre de la jeunesse et des sports Albert Camus ; un vibrant hommage à Albert Camus, décédé un an auparavant. Après l'Indépendance de l'Algérie, le nom « d'Albert Camus » est remplacé par celui de « Larbi Tebessi ».

Le programme était de construire un centre pouvant accueillir des jeunes, des artistes, des comédiens, des sportifs et toutes catégories sociales confondues. Ce centre serait un lieu de rencontre, de détente et d'évasion [241].

5.8.2. Expression architecturale

5.8.2.1. Implantation

Situé en plein centre-ville, le projet occupe un terrain en creux en forme d'amphithéâtre romain boisé de pins donnant sur l'intersection des deux routes nationales (RN 4) et la (RN 19) à proximité des deux oued [13] (Cheliff et Tisghaout) (Fig 5.47). Les deux architectes ont choisi d'orienter le centre vers l'Ouest afin de profiter de la forte pente pour concevoir les gradins du théâtre. Les deux coupes A-A et B-B démontrent encore plus l'implantation du bâtiment par rapport à la pente [13] (Fig 5.48) .



Figure 5.47 : Plan de situation du centre

Source : Auteur

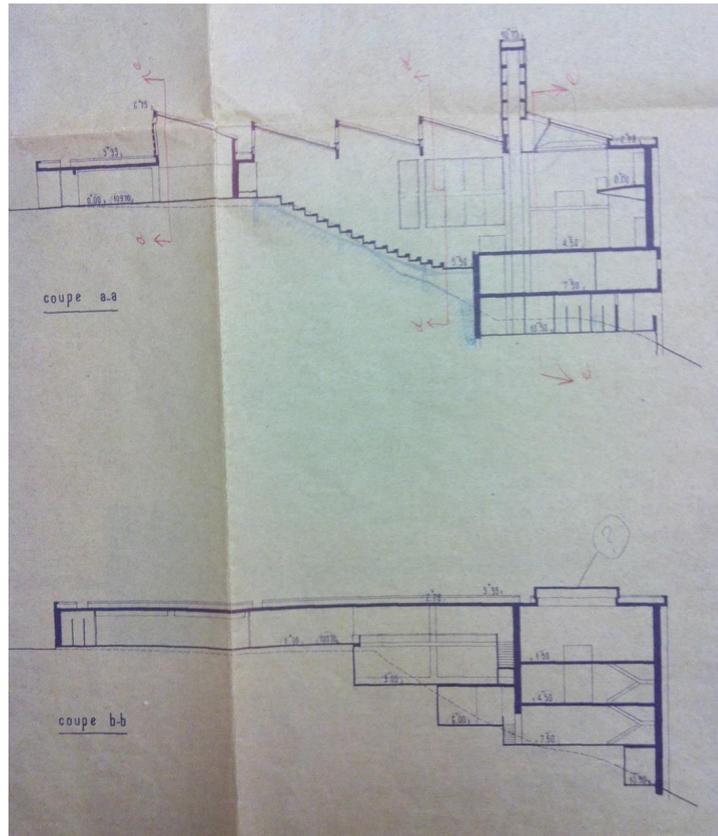


Figure 5.48 : Implantation du bâtiment par rapport à la pente

Source : Henni Chebra, Sur les traces du modernisme : Cas de la reconstruction d'Orléansville (actuel Chlef) après le séisme de 1954. Mémoire de master.

5.8.2.2. Composition d'ensemble

Il s'agit d'une réalisation unique en Algérie et digne des plus belles réussites du genre en Europe. Il s'étend sur une superficie de 64255.00 mètre carré [244]. L'ensemble du centre de jeunesse et de sport est composé d'espaces bâtis abritant le centre culturel et le centre d'accueil qui forment deux parallélépipèdes attractifs de loin, au milieu d'espaces libres partagés entre terrains naturels et terrains de jeux. Ces différents espaces sont reliés entre eux par des passerelles, des escaliers et une série de rampes. (Fig 5.49)

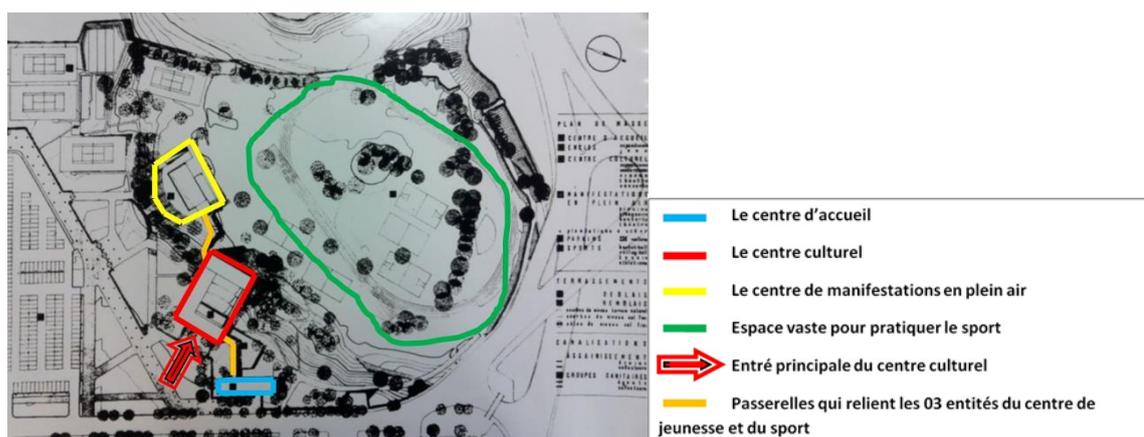


Figure 5.49 : Composition de l'ensemble du centre Albert Camus

Source : Henni Chebra, opcit,p 46.

5.8.2.3. Programme

Le centre d'accueil : représenté en une seule masse d'un R+1, c'est un bâtiment pensé comme une auberge de jeunesse, il sert à accueillir les jeunes et les héberger. Son accès principal se fait directement de la rue. Au rez-de-chaussée, on trouve un hall qui dessert le réfectoire, le bureau de l'aubergiste et son logement, un laboratoire de photographie, une salle de réunion et une cuisine. L'étage abrite dans son ensemble un dortoir pour 30 garçons et un autre pour 15 filles avec des sanitaires ainsi qu'une salle de travail à l'extrémité [16](voir annexe).

Le centre culturel : totalement indépendant du centre d'accueil, ce dernier occupe une position excentrée avec sa forme parallélépipédique par rapport à l'ensemble du projet. L'accès au bâtiment se fait par l'extérieur tout comme le centre d'accueil. Le centre culturel représente le bâtiment le plus important par rapport à sa vocation. Son rez-de-chaussée s'ouvre sur un vaste hall qui sert de foyer, de salle de jeux et de local d'exposition. Il abrite aussi une salle de spectacle de 600 places en gradins, une salle de conférences sur deux niveaux, une bibliothèque, les ateliers des artistes, un grand magasin à décor. Les vestiaires et les sanitaires des sports sont dégagés au niveau le plus bas. (Fig 5.50)

Le centre de manifestation en plein air : c'est un lieu polyvalent avec des gradins qui permettent d'installer 1500 spectateurs pour des compétitions de natation ou pour des spectacles en plein air. Ces gradins bénéficient d'une très belle perspective et pour préserver la beauté du décor naturel et surtout des arbres, ils utilisent la coque naturelle très ouverte tout en insérant les grands pins qui ne nuisent pas la visibilité. (Fig 5.51)

Il est composé d'une scène de théâtre, de concert et de chorégraphie ainsi que d'une piscine réglementaire de 25 m de long incorporée à la scène et qui peut être couverte en partie ou en totalité par des bois souples.

Les terrains de sport : cet espace libre est composé de deux terrains de basket-ball, de trois autres de volley-ball, trois encore de tennis, deux sautoirs et d'une piste de course à pied de 400 m. Cette dernière adopte une ligne sinueuse pour éviter de devoir abattre les arbres existants.

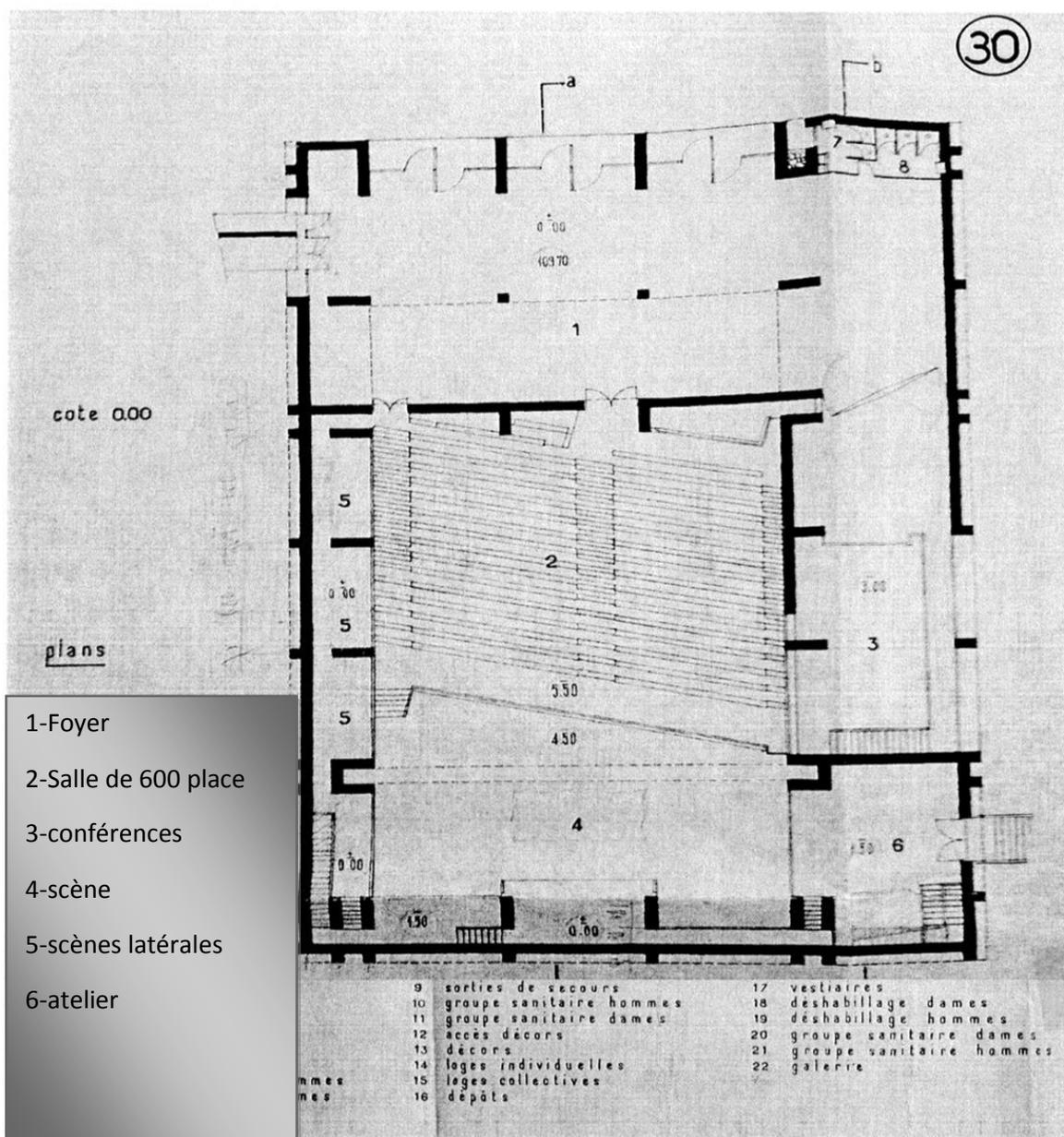


Figure 5.50 : Vue en plan du centre culturel

Source : Archive de l'IFA.

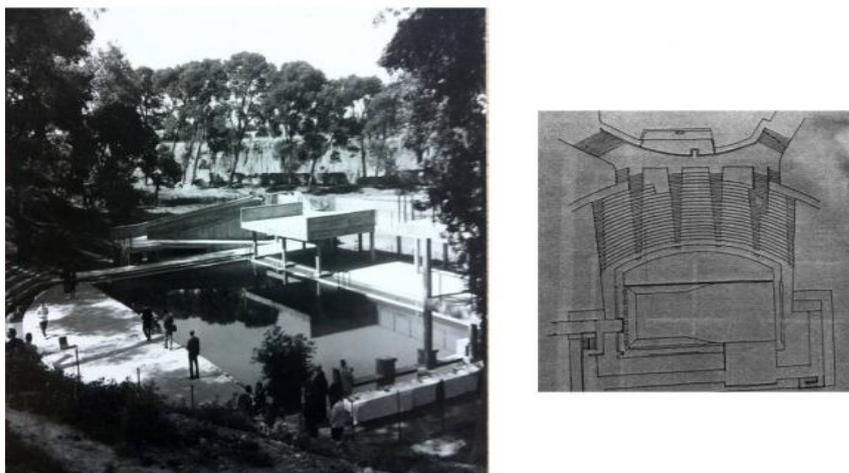


Figure 5.51: Vue sur le centre de manifestations en plein air

Source : <https://journals.openedition.org/lha/560?lang=es>

5.8.2.3. Circulation

La circulation entre les différents espaces qui composent l'ensemble du centre de jeunesse et de sport est assurée par une série de rampes, des passerelles et une plateforme qui relie le centre culturel au centre de manifestations en plein air. Ces éléments peuvent servir de lieux scéniques secondaires ou de solariums et le centre de manifestations se transforme en théâtre de plein air. Tandis que le centre d'accueil est relié au centre culturel par un passage traversant un enclos d'exposition en plein air.

5.8.3. Matériaux et structure

La construction du centre de jeunesse et de sport Albert Camus repose sur les données sismiques surtout que le projet s'inscrit dans le programme de reconstruction d'Orléansville après le tremblement de 1954. Tous les bâtiments sont en béton banché ou armé laissé brut de décoffrage à l'extérieur et à l'intérieur [10] (Fig 5.52). La structure est réalisée par des poutres, des chaînages et des poteaux antisismiques, tandis que les murs sont en béton banché coulés à leur emplacement définitif entre deux coffrages « banches » de grandes dimensions maintenus à écartement constant. Ces murs comprennent des armatures de comportement calculées en vue d'assurer leur stabilité [16].

Pour les planchers on distingue trois types :

- le plancher à poutrelles préfabriquées avec dalle de compression.
- le plancher sur plaques d'Héraklit utilisées en coffrage perdu aux fins d'absorbeurs phoniques. (Fig 5.53)
- le plancher en dalles supérieures et inférieures hourdées en béton maigre pour les passerelles et les plates-formes du centre en plein-air.

Simounet a utilisé des gargouilles traitées en éléments architecturaux dans la composition de la façade pour assurer l'évacuation des eaux des toits-terrasses. Ce sont des éléments, que l'on retrouve fréquemment chez Le Corbusier.

Garder tous les bétons bout de coffrage et l'aspect inachevé de l'édifice est un choix esthétique de l'architecte qui a donné à l'œuvre une certaine élégance tout en la rapprochant des théories corbuséennes.



Figure 5.52 : Béton banché utilisé dans le centre culturel

Source : Archive de l'IFA, Henni Chebra, opcit, p 48.



Figure 5.53 : Exemple de plancher sur plaques d'Heraklit

Source : <https://www.google.com/>

Conclusion

Au-delà d'un simple mouvement, le modernisme en Algérie, au courant des années 1930-1960, aura été une renaissance identitaire issue d'une irritation intellectuelle d'une jeune génération de concepteurs. Donnant écho au classicisme structurel d'Auguste Perret et au purisme Corbuséen, cette génération s'accorde à créer un mouvement moderne modéré, adapté aux conditions et au climat local. En effet, les architectes défendent l'idée que l'architecture moderne algérienne est méditerranéenne, indiquant que les paramètres : climat, lumière, relief et végétation du pays, plus particulièrement d'Alger justifient le recours à des éléments architecturaux de modernité et à la construction méditerranéenne. Les architectes ont cherché un style hybride liant l'Algérie à la France par son affiliation à la méditerranée.

En outre, ce mouvement a permis de faire émerger une architecture métissée, abstraite et dogmatique, qui dessine des lignes divergentes dans leurs destinations. Le contexte de cette production architecturale permet de lire un modernisme nuancé entre Rationalisme Perretien et un purisme Corbuséen.

A travers ce travail, nous avons essayé de comprendre l'interprétation de cette réflexion sur quelques édifices majeurs considérés comme joyau de l'architecture algérienne de cette époque qui, illustrant une tendance d'architectes traditionalistes et celle d'architectes puristes, se caractérise principalement par l'emploi du béton et le rejet de pastiche. L'étude historique relative à chaque œuvre

architecturale a permis de montrer son historicité, son aspect et le cadre de sa construction. Ainsi, l'analyse descriptive du contexte architectural et du système structurel des huit exemples affirme la modernité adoptée par les architectes.

Tirant profit des potentialités du béton et des techniques qu'il offre, les concepteurs ont opté pour l'introduction des théories et des principes développés par les protagonistes du mouvement moderne en termes de technicité, à l'exemple de la structure apparente, des portiques, des éléments répétitifs, du module structurel, des éléments préfabriqués, des pieux Franki, de la coque parabolique. Sur le plan conceptuel la référence est largement faite au plan libre, aux fenêtres en bandeaux, aux pilotis, à la pureté et à la sobriété des lignes, aux façades brutes et aux formes nouvelles. A cet égard, il est possible d'identifier l'inspiration que les architectes ont apportée à leurs projets tout en adoptant un langage moderne.

***6. LE SACRE-CŒUR
D'ALGER : UN LANGAGE
FORMEL EN BETON***

Introduction

Sous l'avènement du béton et le progrès de ses techniques, le paysage algérois a connu l'édification de nombreux monuments dans un nouveau style caractérisant le mouvement moderne. Dans ce contexte, la basilique Sacré Cœur de Jésus d'Alger, construite en 1956, illustre une prouesse d'une production de cette période en termes d'ouvrage d'art et de patrimoine religieux. Son architecture bien que s'inscrivant dans le courant moderne, a été conçu en tant que monument exprimant les capacités mécaniques, les possibilités techniques et la performance du béton. Afin de déterminer la structure de sa réalisation et de vérifier si elle répond à ses caractéristiques prédéfinies, il est impératif d'effectuer une enquête non destructive pour évaluer la fiabilité du béton sans détruire la fonctionnalité du système [245].

En effet, dans le cas du patrimoine architectural, les techniques d'identification dynamique permettent une caractérisation non destructive de la réponse structurelle globale ainsi qu'une caractérisation locale du comportement mécanique du matériau [246]. La corrélation entre les résultats des mesures des tests non destructifs consiste principalement d'évaluer l'adéquation du béton à travers la résistance à la compression obtenue.

Ainsi, pour prédire les performances sismiques d'une construction et évaluer son état structurel contre les différentes combinaisons de charges statiques et dynamiques [247], il est nécessaire d'établir un modèle d'élément fini EF du bâtiment pour comparer les fréquences numériques et obtenir des informations importantes sur le caractère des formes, ainsi que sur les valeurs correctes des propriétés du matériau [25].

Ce chapitre constitue une approche monographique de l'ouvrage appuyée sur une analyse historique et descriptive afin d'étudier le contexte et les caractéristiques architecturales à travers l'exploitation des archives de l'archevêché d'Alger. Par ailleurs, il s'attache à effectuer une analyse numérique (modélisation) par le ROBOT BAT pour déterminer la structure et la technicité de réalisation de la basilique, accompagnée d'une auscultation dynamique par l'ultrason et le scléromètre pour vérifier la qualité du béton.

6.1. La Cathédrale Sacré-Cœur d'Alger- 1956 :

L'église votive du Sacré-Cœur (Fig 6.1) est le triomphe d'une idée traditionnelle vue dans un sens profondément religieux, mais s'accorde surtout avec l'intelligence du siècle, un moment où la coquille renforcée par le béton mince parabololoïde hyperbolique a commencé d'engager la communauté des concepteurs techniques dans la voie de ce nouveau matériau. Elle coïncide aussi avec l'apparition des plaques de couverture pliées, devenues des systèmes de toiture très répandus, couvrant les bâtiments industriels et récréatifs, les ruelles, les gymnases et les espaces religieux (églises, par exemple) [26]. Une telle structure audacieuse fait appel, de par le monde au toit du stade Marin de Miami [26]et à la tente-église en béton armé de Pino Pizzigoni [248].

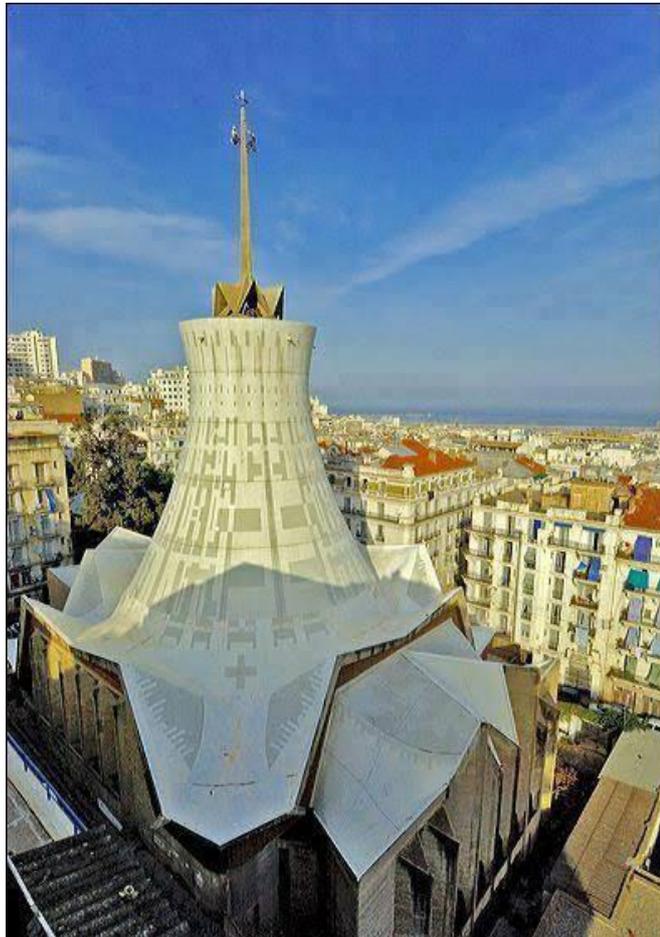


Figure 6.1 : Vue d'ensemble de la cathédrale Sacré-Cœur de Jésus d'Alger

Source : <https://fr.wikipedia.org/>

6.1.1. Contexte historique

L'exploitation des archives au niveau de l'archevêché d'Alger a permis de cerner le contexte de la réalisation de la basilique. Il est le fruit d'une part d'une ferveur religieuse accompagnant les prières et les processions que le Cardinal Pavy a conduites en l'honneur du Sacré-Cœur, dans l'espoir de faire disparaître le terrible fléau du choléra qui multiplie en Algérie ses ravages en 1849 [249]. D'une autre part, il exprime le vœu du Cardinal Leynaud de faire élever en l'honneur du Sacré-Cœur une « belle et grande église ». Dans sa pensée, celle-ci devait être, un témoignage de la reconnaissance à Dieu pour la protection accordée à l'Algérie au milieu des bombardements et des batailles les plus décisives de la deuxième guerre mondiale en février 1944 [250].

Le projet de la basilique souhaité par le cardinal Leynaud en 1944, est reconduit par le cardinal Duval le 2 février 1955, puis confirmé par tous ses diocésains [251]. Les travaux ont commencé en avril 1958 et la première pierre était posée par le Cardinal Perrin le 5 novembre de la même année.

Pour la désignation des maîtres d'œuvre, un concours a été organisé entre tous les architectes désireux de présenter des esquisses. En mars 1956, le projet de MM. Paul Herbé et Jean Le Couteur est classé le premier ; un choix heureux d'un projet où des formes architecturales nouvelles sont invitées à se mettre au service de la foi.

L'emplacement choisi par le Cardinal Leynaud est le terrain même sur lequel les Dames du Sacré-Cœur, arrivées à Alger dans les derniers jours de 1842, ont bâti un collège très florissant qui a été fermé dans les années douloureuses de début de ce siècle. C'est un terrain de 3180 mètres carrés, sensiblement rectangulaire, mais très en pente vers la rue Michelet [252].

La Basilique est appelée à s'inscrire harmonieusement dans un ensemble d'immeubles très hauts, aux formes rapides et heurtées ; elle doit les dominer sans les écraser. La forme carrée du terrain et le désir de couvrir une grande surface avec le minimum de points d'appuis ont conduit naturellement à la coupole sur pendentifs ; mais à cette solution, les architectes ont préféré la forme très pure d'un hyperboloïde de révolution. Intérieurement, la Basilique doit, par ses proportions, ses formes, son éclairage, suggérer une forte spiritualité.

De telles conceptions, suggérant l'emploi de formes nouvelles n'ont pu être réalisées qu'avec la collaboration étroite et totale d'un ingénieur Conseil. M. Sarger, disciple et continuateur du Grand ingénieur que fut Bernard Lafaille, directeur du « Cabinet d'Etude Techniques d'Architecture et de Construction » (C.E.T.A.C), a assisté MM. Herbé et Le Couteur dans la réalisation de cette œuvre nouvelle ; il avait déjà été le collaborateur de M. Gillet, architecte de Notre Dame de Royan et du Pavillon de la France à l'exposition Internationale de Bruxelles, œuvre au caractère nouveau et audacieux [251].

Les conceptions hardies de la nouvelle Basilique ont exigé le choix d'une entreprise ayant acquis une maîtrise complète dans la mise en œuvre du béton. Après adjudication, les travaux ont été confiés à l'Entreprise Perret Frères. Cette dernière, a conçu et exécuté, en 1926, Notre Dame du Raincy ; la première réalisation d'une église en béton armé. L'Entreprise Perret Frères Algérienne a su adapter sa technique à la mise en œuvre délicate de cet édifice

6.1.2. Expression architectural

6.1.2.1. Composition et techniques conceptuelles

L'ensemble de l'édifice est composé d'une tour hyperbolique, formant nef, et d'une ceinture de voiles. Cette tour couvre la totalité du carré central et repose sur des fondations profondes.

Les éléments légers sont indépendants des fondations profondes, tels que : les murs paravents qui ferment la partie centrale de la nef ; les façades et couvertures de narthex et du chœur, les différents murs, refends et planchers des sous-sols. En effet, les façades latérales sont formées par des paravents qui appartiennent à un système constructifs indépendant et ne portent pas les voûtes de la couverture. Ces derniers sont réalisés en voile mince de 10 cm et prennent la forme d'un V. cette position permet une grande stabilité et des jeux d'ombre et de lumière en façade (Fig 6.2).

La tour centrale qui couronne l'édifice est un hyperboloïde de révolution, fermé à sa partie supérieure par une rosace en « dentelle » en béton de 11.50 m de diamètre. Elle supporte la chambre des cloches et la flèche qui s'élève à environ 18 m au-dessus du couronnement de l'hyperboloïde. En partie basse, la tour est terminée par un tronc de cône tangent allégé par quatre arcs reliant d'une façon continue la tour à une ceinture de voiles qui forme la couverture des bas-côtés de nef. Ces

surfaces partielles sont des paraboloides hyperboliques, bordés par des rives prises en surépaisseur et formant casquette, qui permettent de couvrir une aire relativement grande avec un minimum de points d'appuis.

Toutes les charges de la couverture se trouvent ainsi transférées concentriquement en quatre points d'appui d'où naissent huit fûts inclinés, situés dans le plan des arcs et dégageant complètement la nef (Fig 6.3). Ces fûts inclinés supportent la tour, moyennant une base commune avec les mats inclinés en B.A qui soutiennent les rives. Un tel dispositif permet d'agrandir le plan intérieur de l'église au maximum des limites du terrain et de mettre en valeur des points d'appui.

En effet, les paraboloides hyperboliques ont été coffrés suivants leurs génératrices droites. Le tronc de cône a été coffré d'une manière traditionnelle. Par contre, la tour hyperbolique a été réalisée à l'aide d'un coffrage glissant spécial, type Faye, permettant le coffrage de surfaces à double courbure, à raison de 45 cm par jour, et sans autre échafaudage que des passerelles intérieures de service [252] (Fig 6.4).

Le plan ci-contre montre le principe de tracé des fûts et poteaux (Fig 6.5). Les fûts ont à la base une section en cœur et à leur intersection avec les arcs une section triangulaire. Les mats inclinés ont à la base une section circulaire (Fig 6.6).

Les murs d'enceinte qui entourent l'église ne sont pas porteurs et sont indépendant de la tour. Cette séparation totale entre les deux structures a permis de réaliser une bande de vitrage ininterrompue de vitraux sur tout le pourtour de l'édifice.

L'échelle humaine de ses proportions s'allie ici à l'ampleur du sacré. Et la lumière passe à travers une rosace horizontale en haut de la tour lanterne, comme elle passait autrefois à travers les rosaces verticales de pierres appareillées [252].



Figure.6.2 : Vue intérieur des voiles en forme de V

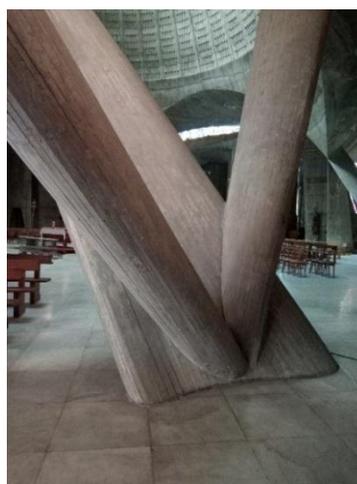


Figure 6.3 : La nef

Source : Auteur



Figure.6.4 : Vue de l'ouvrage en construction

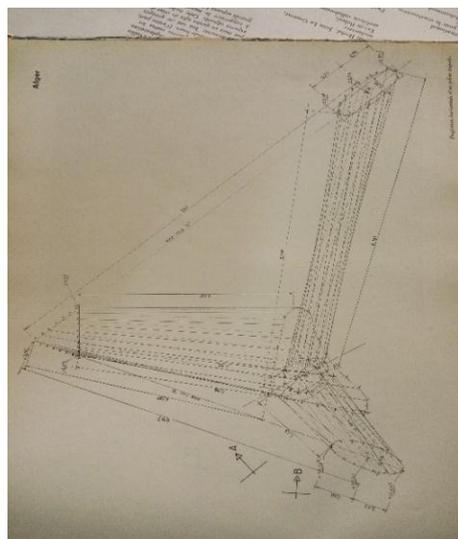


Figure 6.5 : Principe de tracé des futs et poteaux

Source : Archives de l'archevêché d'Alger



Figure 6.6 : Base des porteurs verticaux

Source : Auteur

6.1.2.2. Programme :

La basilique est édifée, sur un terrain sensiblement rectangulaire en pente, délimité par les rues Edith Cavell, Maréchal-Morand, Letellier et par la rue Michelet

La forme générale du plan rappelle de façon frappante le poisson symbolique des premiers chrétiens (Fig 6.7). Les architectes ont voulu, sur une base essentiellement traditionnelle, traiter l'ensemble suivant les possibilités présentes des techniques les plus nouvelles du matériau choisi. De ce fait, le plan lui-même est proche de celui des églises sur plan carré à coupole.

L'édifice se compose essentiellement d'une immense nef qui comporte 1200 places assises et fait 52 m de longueur totale et 35 m de largeur. On remarque nettement, sur le plan de la basilique, les huit points groupés deux à deux aux angles du quadrilatère [251].

Le narthex et le chœur sont fermés par des murs en béton armé capables de résister par leur forme à tout mouvement basculant (Fig 6.8). L'effet est saisissant car le béton est le matériau dominant de la structure.

Les sous-sols comprennent une grande salle de réunion, la salle des mariages, une salle de catéchisme, des bureaux, sacristies, et quelques locaux fonctionnels. Ils se dégradent très judicieusement le long de la pente du terrain naturel, afin d'offrir au moindre prix de revient un maximum de surface utile. On peut voir d'énormes piliers

CHAPITRE 6 : LE SACRE-CŒUR D'ALGER : UN LANGAGE FORMEL EN BETON

coniques évasés vers le haut. Ces huit « champignons » sont solidement fondés sur des pieux de 18 à 20 m au grès souterrain [253](Fig 6.9)

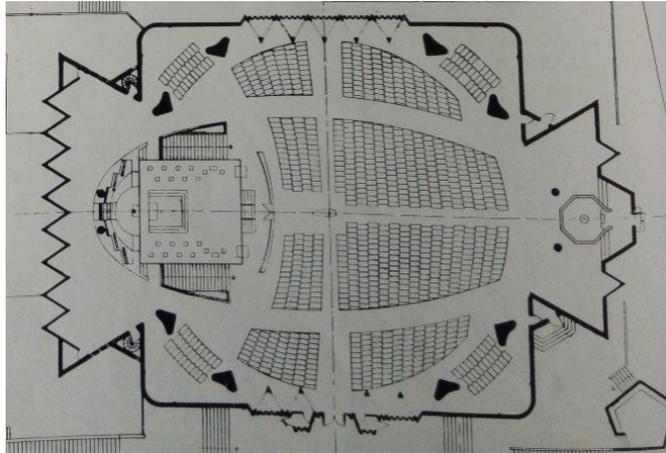


Figure 6.7: Vue en plan générale

Source : Archives de l'archevêché d'Alger



Figure 6.8 : Le narthex et chœur sont fermés par des murs en béton armé

Source : Auteur

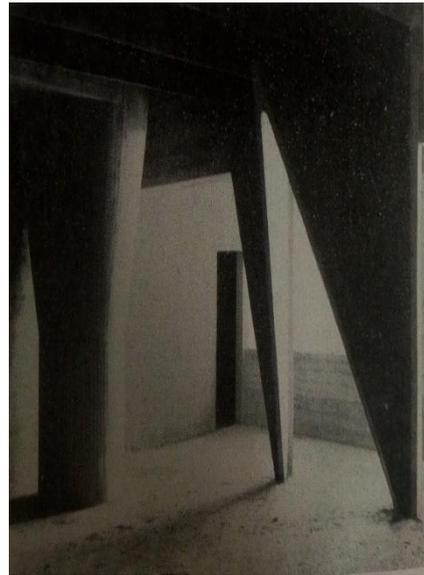


Figure 6.9 : Piliers coniques évasés vers le haut

Source : Archives de l'archevêché d'Alger

6.1.3 Matériaux et structure

6.1.3.1. Les matériaux et paramètres de construction

La basilique dans sa totalité a été construite en béton (infrastructure, superstructure et enveloppe) nécessitant une mise en œuvre de près de 2000 m³ de béton armé [252]. L'ensemble des travaux de génie civil a été réalisé en presque deux ans par une soixantaine d'ouvriers, sous la direction du chef de chantier M. Gallea. Les bétons, dans leur ensemble, sont d'une très bonne qualité. Il convenait cependant d'assurer une étanchéité absolue de toutes les couvertures.

Toutes les parties couvrantes, sauf le tube, ont été imprégnées de trois couches d'igol noir; une solution pétrolière de brai posé sur le béton qui permet d'assurer une protection durable au béton contre l'agressivité des eaux [1]. Puis, l'ensemble a été recouvert d'un second mortier projeté après pose de l'isolation thermique. Ce mortier est armé par un treillis soudé à mailles 100 x 100 de 3 mm de diamètre et fixé à la structure par des cheverons placés en attente afin d'éviter tout arrachement sous l'effet horizontal des secousses sismiques [254].

L'acoustique de la nef a posé des problèmes. De ce fait des poteries céramiques de différents volumes du tube ont été placées comme absorbeurs de son (Fig 6.10).

L'isolation thermique a été réalisée avec des moyens extrêmement simples. Elle ne repose pas obligatoirement sur le tube et la ventilation naturelle étant largement suffisante. Elle est cependant réalisée afin de réduire au minimum les efforts d'ovalisation du tube sous l'action directe du soleil. Elle a permis de réduire de 40° à 20° la différence de température entre la face au soleil et la face à l'ombre [252]

La protection thermique a été réalisée par un lit de briques céramiques à 3 trous, disposés suivant la pente afin d'éviter les risques dus à la condensation. Les eaux de condensation sont évacuées au moyen de tubes de cuivre disposés dans les points bas.

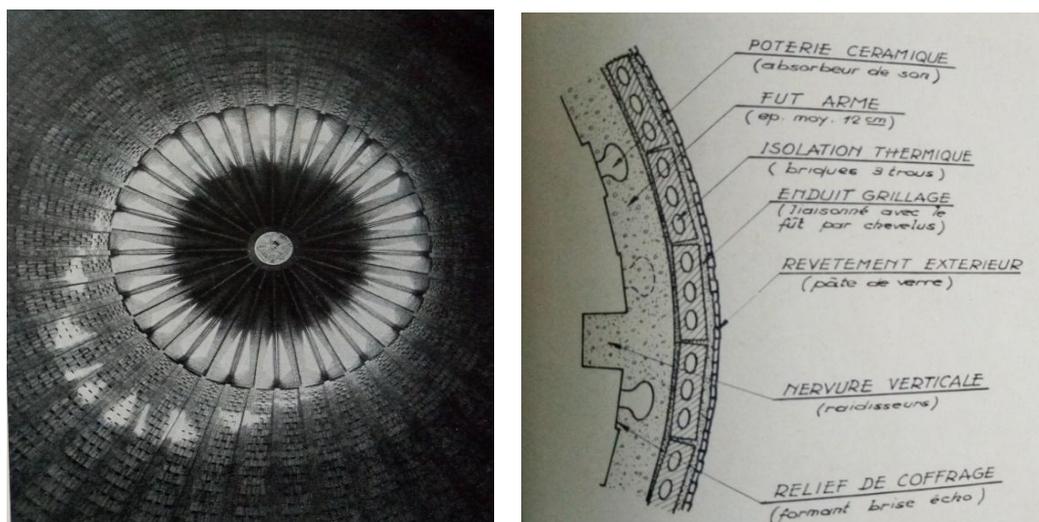


Figure 6.10 : Détail d'isolation thermique et acoustique.

Source : Archives de l'archevêché d'Alger

6.1.3.2. Système structurel :

La nature très hétérogène des sols et leur mauvaise qualité ont imposé des fondations profondes, ancrées à environ 20 m de profondeur au niveau de la couche de grès. Cette nécessité de fondations profondes conduisait logiquement à diminuer au maximum le nombre des points d'appui, à transmettre les charges de la structure au substratum et supprimer pratiquement les tassements [254].

D'autre part, l'effet des séismes est proportionnel au poids de l'édifice. Il est donc logique d'avoir adopté une structure légère à très grande inertie, très stable et parfaitement solidaire des fondations profondes. D'une manière simplifiée, nous pouvons dire que les séismes créent une force R de renversement, appliquée au centre de gravité-poids de l'ouvrage. La figure 6.11 montre une présentation schématique du gabarit de structure avec les différents efforts en appliquant la force R .

Cette force R crée, aux points d'appui de la tour, situés dans la direction de R , un effort N d'appui (compression) ou de soulèvement (traction). Cette force N ne fait que soulager ou surcharger les fondations profondes P .

Par contre, les efforts tranchants T_1 et T_2 tendent à renverser les tripodes d'appui. Les forces T_2 sont facilement encaissées par effet de triangulation par les futs inclinés et la longrine L qui joint leur base deux à deux.

Par contre, les forces T_1 créent un moment de renversement M qui ne peut être absorbé que par les consoles C . Le poids de ces consoles est insuffisant pour assurer la stabilité. Elles sont clouées au sol par l'ancrage A qui est sollicité en soulèvement ou en appui.

De plus, tous les efforts horizontaux sont absorbés par les tirants (Ch.) reliant les quatre ancrages A . Ces ancrages A sont des pieux moulés 500 mm de diamètre descendus jusqu'à la couche de grès.

Les futs traversant les sous-sols sous forme de colonnes 150 cm, indépendants de toutes les autres structures, reposent sur des groupes de trois pieux « Franki » descendus eux aussi jusqu'au grès à 20 m environ.

Les quatre triangles de stabilité sont fortement armés. Leur ensemble est quasi indéformable et l'on peut affirmer que le coefficient de sécurité, exceptionnellement élevé, ne pourrait être insuffisant que sous l'effet d'un séisme d'une ampleur actuellement imprévisible. La photo ci-dessous montre l'ensemble de ces infrastructures en cours d'exécution [252].

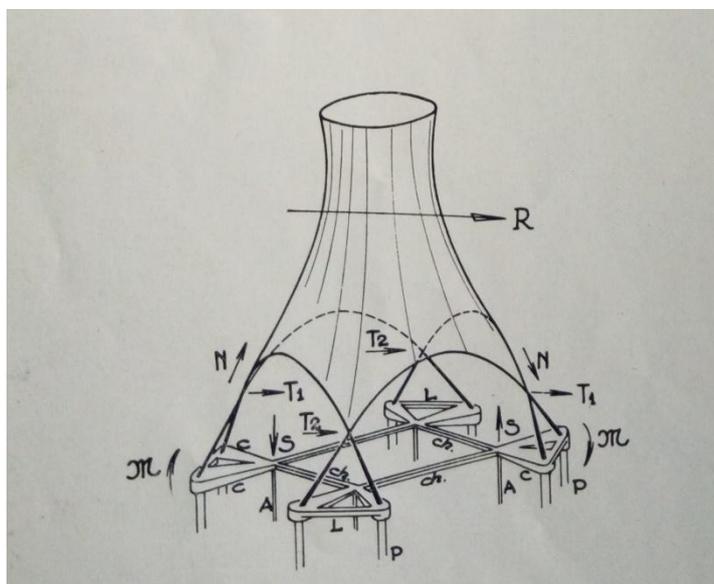


Figure 6.11 : Représentation schématique de l'infrastructure

Source : Archives de l'archevêché d'Alger

6.2. Caractérisation du béton

6.2.1. Performance sismique :

Au milieu du XIX^e siècle (1844), les premières notes sur l'activité sismique en Afrique septentrionale ainsi qu'en Algérie ont été écrites par Alexis Perrey, chercheur auprès du Service Météorologique d'Algérie. D'autres chercheurs de la même époque et de l'après indépendance ont repris les travaux de ce pionnier pour écrire l'histoire de la sismologie dans notre pays. Mokrane A., A. Ait Messaoud, A. Sebai, A. Ayadi et M. Bezzeghoud spécialistes et chercheurs algériens exerçant au Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG) ont effectué un dépouillement des archives qu'abrite ce Centre et ont rassemblé, reconstitué puis inventorié les données publiées par leurs prédécesseurs pour en faire un catalogue sous forme d'ouvrage intitulé « Les séismes en Algérie de 1365 à 1992 ».

Plusieurs bâtiments se sont effondrés à Alger, notamment dans les quartiers populaires de Bab el-Oued, le noyau historique de la Casbah et Belcourt, particulièrement touchés. Contrairement aux autres bâtiments, la basilique du Sacré-Cœur de Jésus à Alger., depuis sa construction, a survécu aux tremblements de terre les plus importants (tableau 4.1). Considérant que la structure ne présente aucun dommage supplémentaire catalogué depuis sa réalisation.

Localité	Date	Intensité	Magnitude	Victimes	Observation
Alger	03/01/1365	Forte	Forte	Plusieurs	Destructeur
Alger	10/03/1673	Forte	Forte	?	Destructeur
Atlas metidjien	03/02/1716	?	7.5	20 000	Destructeur
Elafroun	31/10/1988	moyen	5.4	/	/
Djebel Chenoua	29/10/1989	Fort	6.2	22	Destructeur
Alger	04/09/1996	Moyen	5.7	/	/
Boumerdes	21/05/2003	Fort	6.8	2278 morts 10261 blessés	Destructeur

Tableau 6.1 : Rappel de quelques séismes ayant frappés la région **Source** : Auteur

6.2.1.1. Modélisation de l'ouvrage

Dans le contexte de la réduction du risque sismique, il apparaît primordial d'évaluer la vulnérabilité des bâtiments existants en vue de prévoir les possibles conséquences, cela requiert un outil performant qui permet l'analyse des structures [247]. À partir des données obtenues par l'exploitation des archives, par l'analyse des données géométriques et par l'inspection visuelle, la structure a été modélisée avec le modèle préliminaire tridimensionnel d'éléments finis « Shell » (Fig 6.12,13) dans le but d'évaluer le comportement structurel de la cathédrale.

Les modes de vibration et les valeurs de participation des réponses modales sont déterminés par une discrétisation en éléments finis à l'aide du logiciel de calcul approprié ROBOT BAT¹². Ce logiciel permet de calculer les modèles les plus complexes grâce à un maillage automatique par éléments finis d'une puissance exceptionnelle, des algorithmes non linéaires, ainsi qu'un jeu complet de norme de conception.

En Algérie, les réglementations utilisées pour le développement de cette étude sont celles en vigueur :

D.T.R.B.C.2.2 : charges permanentes et surcharges d'exploitation.

D.T.R.B.C.2.45 : Règles de conception et de calcul de la maçonnerie.

D.T.R.B.C.2.48 : Réglementation sismique algérienne (RPA99 / VERSION 2003).

DTR-B.C.-2.41 "CBA 93 : Code algérien du béton armé.

¹² Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019. (547B16M1A0016P101A)

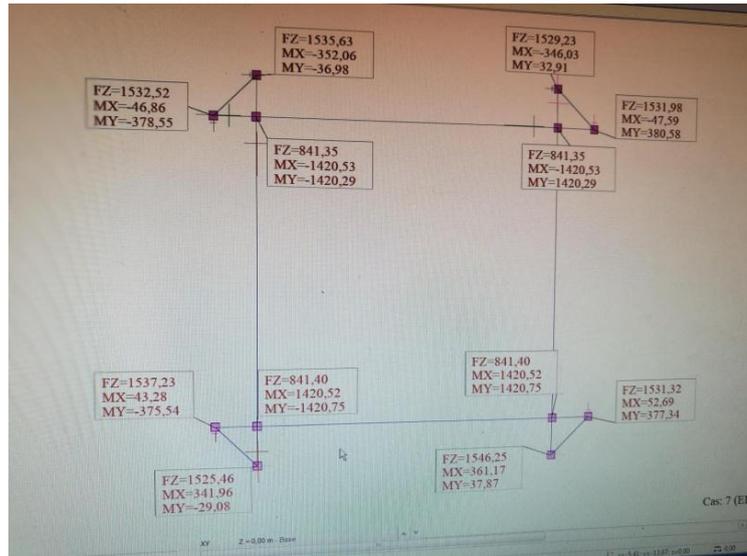


Figure 6.12 : Modélisation des points d'appuis

Source : Auteur

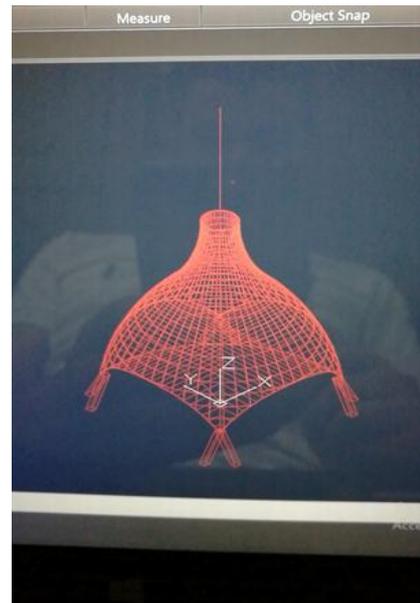
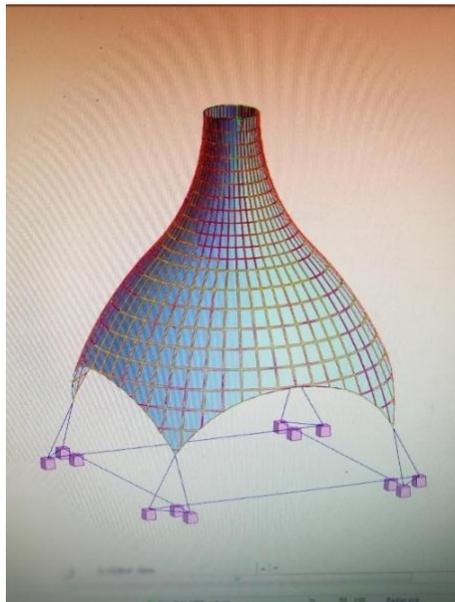


Figure 6.13 : Modélisation de la structure en éléments finis avec le modèle Shell

Source : Auteur

CHAPITRE 6 : LE SACRE-CŒUR D'ALGER : UN LANGAGE FORMEL EN BETON

L'évaluation du comportement sismique de ce type de structure est très difficile, mais il est prouvé que la conception adoptée a résisté à une magnitude sismique de 6,7 sur l'échelle de Richter (Tableau 6.1). Les résultats ont montré une période fondamentale de 0.58 s, ce qui signifie que la structure est rigide.

Les fréquences et les périodes propres obtenues par la modélisation en EF qui donnent une période fondamentale de 0.58 s, ce qui signifie que la structure est rigide selon la réglementation algérienne en vigueur. (Tableau 6.2). Les deux hypothèses fondamentales retenues pour cette modélisation sont :

- La structure est parfaitement encastree à sa base
- Les planchers sont infiniment rigides (déplacements sur les axes X et Y et rotation autour de l'axe Z)

Cas	Mode	Fréquence (Hz) F	Période (s) T=1/F	Masses cumulé es UX(%)	Masses cumulé es UY(%)	Masses cumulé es UY(%)	Masse Modale UX(%)	Masse modale UY(%)	Masse modale UZ(%)	Tot masse, UX (kg)
3	1	1,72	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1483248,36
3	2	2,34	0,43	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	1483248,36
3	3	2,98	0,34	54,25	0,00	0,00	54,20	0,00	0,00	1483248,36
3	4	4,03	0,25	54,25	57,06	0,00	0,00	57,06	0,00	1483248,36
3	5	4,60	0,22	54,26	60,67	0,00	0,01	3,61	0,00	1483248,36
4	1	1,72	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1483248,36
4	2	2,34	0,43	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	1483248,36
4	3	2,98	0,34	54,25	0,00	0,00	24,20	0,00	0,00	1483248,36
4	4	4,03	0,25	54,25	57,06	0,00	0,00	57,06	0,00	1483248,36
4	5	4,60	0,22	54,26	60,67	0,00	0,01	3,61	0,00	1483248,36
5	1	1,72	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1483248,36
5	2	2,34	0,43	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	1483248,36
5	3	2,98	0,34	54,25	0,00	0,00	54,20	0,00	0,00	1483248,36
5	4	4,03	0,25	54,25	57,06	0,00	0,00	57,06	0,00	1483248,36
5	5	4,60	0,22	54,26	60,67	0,00	0,01	3,61	0,00	1483248,36

Tableau 6.2 : Fréquences et périodes propres

Source : Auteur

CHAPITRE 6 : LE SACRE-CŒUR D'ALGER : UN LANGAGE FORMEL EN BETON

Les déplacements de niveau restent admissibles dans les deux directions et les résultats sur les forces et contraintes appliquées sur les matériaux sont vérifiés par rapport aux nouveaux codes Algériens et ne posent aucun problème. (Tableau 6.3)

CAS	ETAGE	UX(cm)	UY(cm)	dr UX(cm)	dr UY(cm)	dUX	dUY	Max UX(cm)	Max UY(cm)	Min UX(cm)	Min UY(cm)
6©	1ER	-0,0	0,0	-0,0	0,0	-0,00	0,00	0,0	0,0	-0,0	-0,0
7©	1ER	-0,0	0,0	-0,0	0,0	-0,00	0,00	0,0	0,0	-0,0	-0,0
8©	1ER	1,3	0,0	1,3	0,0	0,00	0,00	1,3	0,1	1,2	0,0
9©	CQC/1	0,0	0,8	0,0	0,8	0,00	0,00	0,1	0,9	-0,0	0,7
10©	CQC/1	-1,3	-0,0	-1,3	-0,0	-0,00	-0,00	-1,2	-0,0	-1,3	-0,1
11©	CQC/1	-0,0	-0,7	-0,0	-0,7	-0,00	-0,00	-0,0	-0,7	-0,1	-0,9
12©	CQC/1	1,6	0,1	1,6	0,1	0,00	0,00	1,6	0,2	1,4	0,0
13©	CQC/1	0,0	0,9	0,0	0,9	0,00	0,00	0,1	1,0	-0,0	0,9

Tableau 6.3 : Déplacements de niveaux

Source : Auteur

L'analyse du spectre de réponse dynamique linéaire nous a permis d'avoir une vision globale du comportement de la structure et d'évaluer ses éléments les plus sensibles. Après avoir calculé les différents déplacements entre les différents niveaux, il a été conclu, conformément au nouveau code parasismique algérien, que l'influence de l'action sismique dans cette structure particulière n'était pas très importante pour le mécanisme d'effondrement et que la conception de la structure répond convenablement aux nouvelles normes d'aujourd'hui.

6.2.2. Évaluation du béton :

6.2.2.1. Les essais non-destructifs

Les méthodes habituelles d'évaluation de la qualité du béton dans le domaine de la construction, sont celles relatives aux essais destructifs à la compression et à la traction effectués sur des éprouvettes prélevées lors de la réalisation de l'ouvrage.

Ces méthodes restent insuffisantes car d'une part les éprouvettes écrasées ne sont pas représentatives du béton mis en place, du fait que le compactage et les conditions de mise en œuvre ne sont pas toujours les mêmes. D'autre part, il n'est pas toujours possible d'effectuer des mesures directes sur le béton mis en œuvre afin d'évaluer ses caractéristiques. Les méthodes non destructives, basées sur la relation entre les propriétés physiques du matériau et sa résistance mécanique,

peuvent remédier à ces inconvénients [255]. Parmi les méthodes non destructives pour la définition de la résistance à la compression du béton, la méthode SonReb [256] est la plus utilisée. Elle permet de compenser les limites et les marges d'incertitude typiques de chaque méthode considérée séparément [27]. Notre travail expérimental a pour objet, la détermination par cette méthode qui tient compte à la fois de la vitesse de propagation des ultrasons et de l'indice de rebondissement.

a. Auscultation dynamique à l'ultrason

a.1-Préparation de l'élément

Afin d'assurer un contact parfait entre le béton et les transducteurs (émetteur et récepteur), il est recommandé d'employer un matériau intermédiaire entre les deux et en prenant soin de vérifier que l'appareil est bien appliqué contre la surface à tester. De ce fait on a utilisé une pâte constituée de Kaolin et Glycérol comme matériaux d'interprétation

a.2-Détermination de la vitesse de propagation des ultrasons

La détermination de la vitesse de propagation des ultrasons se fait par mesure en transparence ou par mesure en surface [257], suivant le type de l'élément à tester. Selon notre cas, on a utilisé les mesures en transparence sur les futs en appliquant les transducteurs sur des deux faces (Fig 6.14).

On produit un train d'impulsion de vibration au moyen d'un émetteur qui est appliqué sur l'une des faces de l'élément que l'on désire contrôler. Après avoir franchi une longueur de parcours (L) dans le béton, l'impulsion vibratoire est convertie en un signal électrique à l'aide d'un récepteur, et la base de temps électronique permet de mesurer le temps de propagation (t). La vitesse des ultrasons est donnée par la formule [258]: $V = L / t$



Figure 6.14 : Mesures en transparence

Source : Auteur

b. Essais au scléromètre :

L'essai s'effectue avec l'appareil placé en position perpendiculaire à une surface lisse. Amener la tige au contact du béton et presser l'appareil dans le sens de l'effort exercé. On mesure le rebondissement de la masselotte en observant la nouvelle position prise par l'index devant l'échelle graduée [259]

L'indice de rebondissement est la mesure enregistrée sur une échelle graduée fixe par rapport au bâti du scléromètre, après la projection d'une masselotte chargée par un ressort sur une tige métallique en contact avec la surface du béton.

Après avoir déterminé l'indice de rebondissement en plusieurs points, on calcul les indices moyens. Ensuite, on procède à une correction d'étalonnage selon la position du scléromètre (Fig 6. 15).

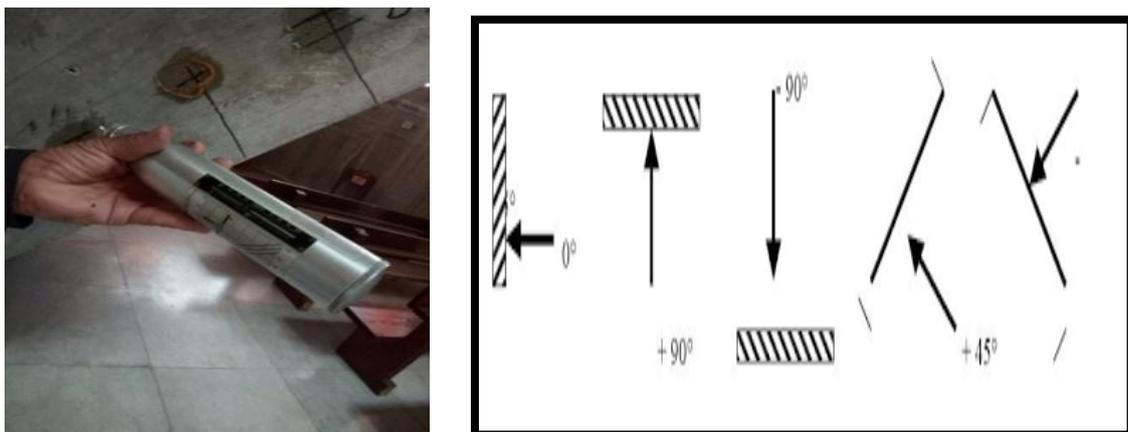


Figure 6.15 : Mesure au scléromètre

Source : Auteur

Les corrections portées sur la valeur de l'indice de rebondissement quand l'élément testé est incliné sont données dans le tableau 6.4.

Indice de rebondissement	Correction de l'indice de rebondissement pour les différents angles d'inclinaison de l'appareil			
	Essais vers le haut		Essais vers le bas	
	+90°	+45°	-90°	-45°
20	Non valable	Non valable	+2.4	+3.2
>20	-5.4	-3.5	+2.4	+3.4
≥30	-4.7	-3.3	+2.3	+3.1
≥40	-3.9	-2.0	+2.0	+2.7
≥50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2

Tableau 6.4 : Correction de l'indice de rebondissement en fonction de l'angle

Source : Mouffok Linda et Sakhraoui Said, rapport de contrôle de la qualité du béton par les essais non destructifs. Centre national d'études et de recherches intégrées du bâtiment mai 2010.

6.2.2.2. Résultats et interprétation :

Le tableau 6.5 résume les résultats de calcul de la vitesse (V) des propagations des impulsions sonores effectués sur les futs (D1, D2, G1,G2) en appliquant la règle ; $V=L/T$ (L ; la distance entre l'émetteur et le récepteur, T ; le temps de propagation des impulsions sonores sur la même longueur).

Désignation		Distance (m)	Temps de propagati	Vitesse (m/s)	Vitesse moyen	Méthode d'essai	Obs
FUTS	FUT D1	0,212	54,9	3862	3881	Transmissi on	/
			48,0	4417			
			63,0	3365			
	FUT G1	0.212	46.4	4590	4476	Transmissi on S- DIRECTE	/
			48.6	4362			
	FUT D2	0,212	50,7	4181	4185	Transmissi on	/
			49,60	4274			
			51,7	4101			
	FUT G2	0,212	50,7	4181	3943	Transmissi on S-	/ /
			49,5	4283			
			63,0	3365			
			67,8	4159			

Tableau 6.5 : Résultats de l'essai ultrasonique

Source : Auteur

Ces résistances peuvent varier significativement. C'est pour cette raison que dans les procès verbaux du **LNHC** seules les appréciations qualitatives et d'homogénéité sont généralement données¹³. Le classement qualitatif de l'état du béton totalement inconnu peut se déterminer approximativement selon la vitesse du son mesurée. La vitesse de l'ultrason selon un chercheur allemand est comme l'indique le tableau 6.6:

¹³ Laboratoire National d'Habitat et de Construction Oued Samar –Alger-Algérie.

➤	$2500 \text{ m/s} \leq V < 3200 \text{ m/s}$	béton de faible résistance
➤	$3200 \text{ m/s} \leq V < 3700 \text{ m/s}$	béton de moyenne résistance
➤	$3700 \text{ m/s} \leq V < 4200 \text{ m/s}$	béton à haute résistance
➤	$V \geq 4200 \text{ m/s}$	béton à très haute résistance

Tableau 6.6 : Vitesses de référence allemandes

Source : Laboratoire National d'Habitat et de Construction

D'autres appréciations de la vitesse de référence telles que celles tirées par les recommandations canadiennes sont montrées sur le tableau 6.7 :

➤	$V < 2134 \text{ m/s}$	très mauvaise qualité
➤	$2134 \text{ m/s} \leq V < 3048 \text{ m/s}$	mauvaise qualité
➤	$3048 \text{ m/s} \leq V < 3658 \text{ m/s}$	douteuse
➤	$3658 \text{ m/s} \leq V < 4572 \text{ m/s}$	bonne
➤	$V \geq 4572 \text{ m/s}$	excellente

Tableau 6.7: Vitesses de référence canadiennes

Source : Laboratoire National d'Habitat et de Construction

Selon notre cas d'étude, l'angle d'inclinaison de l'appareil par rapport à l'horizontal = +45°. Chaque fut comporte deux points de mesures et six mesures sont effectuées pour chaque point. Le tableau 6.8 présente convenablement les résultats des indices de rebondissement obtenus par l'essai au scléromètre.

CHAPITRE 6 : LE SACRE-CŒUR D'ALGER : UN LANGAGE FORMEL EN BETON

Fut D1			Fut D2			Fut G1			Fut G2		
N _i	C _c	N _{im}	N _i	C _c	N _{im}	N _i	C _c	N _{im}	N _i	C _c	N _{im}
52	49.9		50	47.9		48	46		50	47.9	
54	51.9		50	47.9		50	47.9		48	46	
48	46		52	49.9		48	46		46	44	
50	47.9	47.9	48	46	48.9	52	49.9	46.9	48	46	46.6
46	44		54	51.9		48	46		50	47.9	
50	47.9		52	49.9		48	46		52	49.9	
48	46		50	47.9		52	49.9		46	44	
48	46		46	44		54	51.9		48	46	
52	49.9	46.9	50	47.9		50	47.9		50	47.9	
48	46		48	46	47.9	48	46	48.2	50	47.9	46.9
50	47.9		52	49.9		48	46		52	49.9	
48	46		54	51.9		50	47.9		48	46	

Tableau 6.8 : Résultats de l'essai au scléromètre

Source : Auteur

*La valeur moyenne de l'indice de rebondissement **N_i = 47,5**

Le tableau 6.9 montre les résultats de l'Estimation de la résistance à la compression par la courbe ISO « vitesse de propagation– indice de rebondissement ».

Désignation	vitesse moyenne de propagation (m/s)	Indice de rebondissement moyen	Résistance estimée par la courbe ISO MPa
Fut D1	4178	47.4	37
Fut D2	4185	48.4	38
Fut G1	3943	47.5	35
Fut G2	4065	46.7	34

Tableau 6.9 : Récapitulation de la résistance estimée par la courbe ISO sur chaque point

Source : Auteur

La figure 6.16 définit la corrélation entre les résultats donnés par le tableau 9. Il illustre la variation de résistance du béton en fonction de l'indice de rebondissement et de la vitesse ultrasonique dans chaque fut.

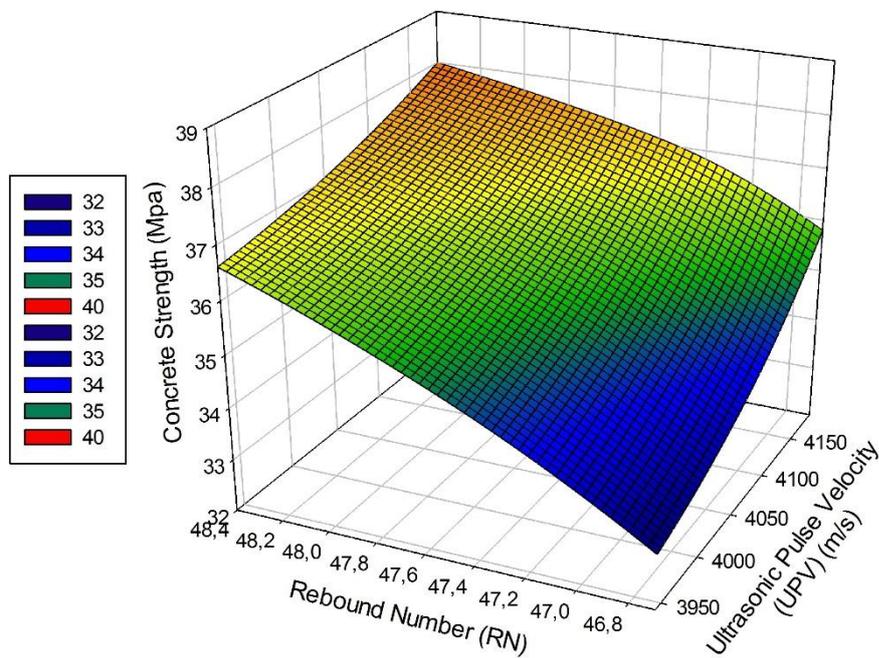


Figure 6.16 : La résistance du béton R en fonction de R (indice de rebondissement) et V (vitesse ultrasonique).

Source : Auteur

La figure 6.17 montre comment tirer la résistance du béton à partir de la courbe ISO R (V, N) La résistance en compression, pour $V_m = 4,1$ km/s et $R_m = 47,5$ se situe entre deux iso-résistances. On procède par interpolation :

$$R_c(V_m = 4,1 \text{ km/s}, R_m = 47,5) = 36 \text{ MPa}$$

$R_m = 47.5$ (indice de rebondissement par le scléromètre)

$V_m = 4.1$ km/s (vitesse de propagation des ondes sonores)

$R_c = 36$ MPa (résistance à la compression estimée en utilisant la courbe ISO).

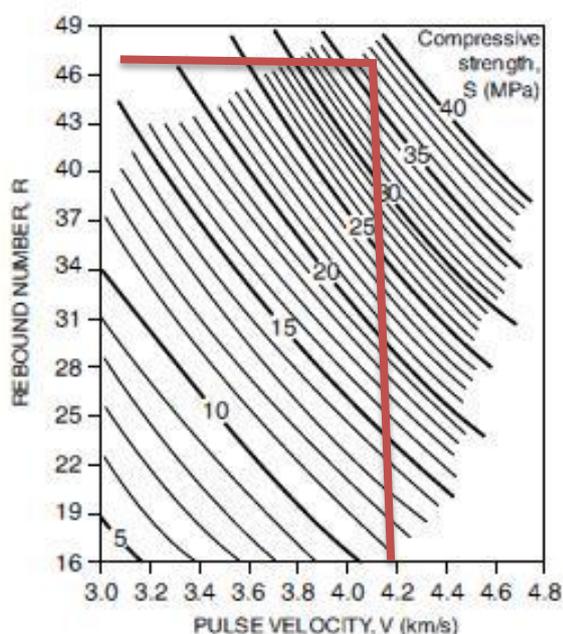


Figure 6.17 : Courbes -ISO- donnant les résistances pour un béton de référence.

Source : Traitée par l'auteur

Les résultats d'auscultation par les essais combinés SonReb sur les éléments de la structure, ont donné une bonne résistance du béton largement supérieure à la résistance caractéristique ($F_c=25$ MPa) d'un béton ordinaire dosé à 350 kg de ciment CEM II par mètre cube, ce qui nous permet d'apprécier positivement l'avenir de cet édifice.

Afin de consolider les résultats de la simulation numérique l'approche SonReb a été appliquée pour évaluer la résistance du béton de la structure de l'église après un âge de plus d'un demi-siècle de service, et cela afin d'évaluer la durabilité de ce

dernier dans le temps, d'inspecter et de prédire l'existence au futur de l'ouvrage en tant que patrimoine.

Conclusion :

Le premier objectif de ce travail a été de tester les performances de ce patrimoine colonial qui est l'église du sacré cœur, en utilisant les normes parasismiques algériennes d'aujourd'hui et en se basant sur le spectre de réponse dynamique linéaire et les méthodes statiques non linéaires. Parmi les bâtiments construits à la même époque et avant l'apparition du premier code sismique algérien, la conception particulière de cet ouvrage témoigne de l'ingénierie sismique développée à cette époque, basée uniquement sur la qualité des matériaux, la conception et la mise en œuvre.

De plus, La Basilique Sacré-Cœur de Jésus d'Alger est l'une des réalisations majeures qui a participé à la production d'une tranche de patrimoine spécifique les plus intéressants conçus au cours de la seconde moitié du XX^e siècle. L'évaluation de la vulnérabilité sismique a démontré que l'église possède une performance sismique remarquable, à la fois originale et moderne, ce qui justifie l'intérêt et l'importance de qualifier cet ouvrage de patrimoine architectural du XX^e siècle en Algérie.

Les résultats obtenus par le logiciel ROBOT BAT ont montré que les déplacements de niveau sous l'action d'un séisme restent admissibles.

Les multiples avantages du présent protocole d'évaluation de la durabilité du béton à travers la quantification de la résistance mécanique, peuvent-être adopté comme un outil pratique non destructif permanent afin de contrôler et d'examiner l'état physique de cette structure en béton armé qui fait partie des œuvres désignées pour être le patrimoine des générations futures en Algérie.

CONCLUSION

CONCLUSION

Sachant que le mouvement moderne a marqué un tournant important dans la production architecturale des villes Algériennes par l'introduction d'un nouveau langage formel, dans le cadre de cette thèse, nous avons tenté d'éclairer particulièrement le rôle du matériau béton qui a été à l'origine de l'expression de cette architecture. Nous avons aussi été amenés à reconnaître les précurseurs de ces concepts, à travers une analyse théorique, qui a permis de suivre chronologiquement l'évolution de ce matériau depuis son invention.

En effet, l'histoire des structures en béton armé a montré l'évolution du principe technique de l'ossature inventé par Hennebique tout en mettant à la disposition des architectes une structure monolithique. A leur tour, les frères Perret furent les figures emblématiques qui ont forgé une nouvelle architecture offrant une structure monolithique qui n'est rien d'autre que le résultat de l'emploi du béton. Dès le début du XX^e siècle, les architectes concourent à façonner leurs concepts en se basant sur ses caractéristiques. Or, seul le Corbusier a réussi à définir clairement le mode de construction de la technique de l'ossature à travers l'invention du système Domino et les cinq points du modernisme qu'il développe. C'est ainsi que le béton a donné naissance au plan libre et au structuralisme classique par des appuis de faible section, par des murs minces ainsi que par une construction souple et légère. L'étude du contexte de l'architecture moderne à travers les CIAM et ses documents qui regroupent les principes du modernisme, en termes d'architecture et d'urbanisme, a démontré que ce mouvement a atteint son apogée dans le monde entier, essentiellement en France, là où il a été piloté par deux protagonistes : Auguste Perret et Le Corbusier.

Par ailleurs cette étude nous a permis de suivre et de comprendre l'introduction de cette nouvelle architecture en Algérie, ce terrain fort favorable pour exploiter les nouvelles réflexions et idées fonctionnalistes, exprimées principalement à l'occasion de la célébration du centenaire en 1930. En effet, cette année-là est l'année la plus significative de l'histoire de la France et de ses territoires d'outre-mer, marqués par la réalisation de bâtiments monumentaux en béton qui présentent un signe de modernité à travers lequel l'administration coloniale étale toute sa puissance et inscrit sa colonie dans les nouvelles technologies et les nouveaux matériaux.

CONCLUSION

L'analyse des données historiques relatives à la construction d'édifices exceptionnels, durant les trente dernières années de l'ère coloniale, a illustré la valeur historique conjuguée à l'aspect de modernité de chaque bâtiment. Si le palais de gouvernement abrite l'administration de l'état, l'école des Beaux-arts est le foyer tout indiqué de production d'architectes et d'artistes de renoms qui ont par la suite modelé le paysage algérois. Quant au foyer civique, il a été témoin de l'exposition de la cité Moderne en Algérie. L'exposition des profils de leurs initiateurs a révélé que la construction de ces monuments d'une telle envergure nécessite un certain professionnalisme que ne possèdent certainement pas tous les architectes. Jacques Guiauchain, Léon Claro, Xavier Salvador, Louis Miquel, les Niermans et tous les autres ont réussi de se forger une honorable carrière et d'obtenir les projets les plus importants, notamment ceux du centenaire où ils s'imposent avec une architecture moderne influencée d'une certaine façon par Auguste Perret et Le Corbusier.

L'analyse descriptive a mis la lumière sur les ouvrages les plus emblématiques qui ont marqué la production moderne en Algérie, à l'instar du palais du Gouvernement qui fait appel à une modernité alliée à la méditerranéité et à la monumentalité. Guiauchain dans sa réalisation du siège du pouvoir a adopté un langage qui s'appuie sur le plan libre, la façade en bandeaux, la standardisation, la cellule type, la pureté et la sobriété des lignes pour exprimer la modernité. Il a attesté la monumentalité par le premier IGH en forme de H et a eu recours par l'intégration au paysage à la méditerranéité. Trois statuts qui lui confèrent d'être reconnu officiellement en tant que monument historique.

Notre description analytique de l'hôtel Safir (ex Alleti) a permis de démontrer que ce dernier représente dans sa totalité un exemple type d'une architecture moderne dédiée aux loisirs et détente. Il véhicule aussi une excellente image de la production architecturale appartenant à la période d'entre les deux guerres. Cet ouvrage est réalisé par Auguste Blyssen et Joachim Richard, deux architectes spécialistes dans les hôtels et les casinos, lesquels définissent sa modernité à travers une forme qui découle de sa fonction, du plan libre, d'une esthétique plus pure, en plus d'une géométrie et d'une ornementation très réduite. Les architectes ont mis en place les fondements modernes en vue de donner une impression de luxe, d'élégance et d'équilibre harmonieux sans pour autant sacrifier

CONCLUSION

la simplicité. Ainsi, son architecture s'intègre à son contexte en restant fidèle au génie du lieu et en respectant la trame urbaine et le rythme de la façade du boulevard du front de mer algérois. L'application des principes du mouvement moderne à travers l'emploi du béton armé, les grandes baies vitrées en bandeaux, la symétrie et l'adoption de la technique des pieux Franki a permis la rapidité dans l'exécution des travaux pour la société Immobilière et Hôtelière de l'Afrique du nord. L'architecture de l'hôtel adopte un style moderne et méditerranéen qui renferme des valeurs constructives, esthétiques et stylistiques méritant d'être mises en valeur.

Dans l'architecture du foyer civique, Léon Claro conjugue la symétrie et la monumentalité des masses du langage classique avec les fondamentaux de l'architecture moderne, dont l'utilisation, par exemple, de larges fenêtres et des pilotis, la lisibilité des structures et la distinction de certaines fonctions. L'une des preuves directes de l'affiliation du foyer aux principes du modernisme, c'est la ressemblance qu'il illustre avec le théâtre des Champs-Élysées ; une des œuvres les plus emblématiques de Perret édifée en 1931. La composition d'ensemble, l'aspect monumental et massif ainsi que l'utilisation du béton dans la réalisation du bâtiment montrent le parti pris architectural de Léon Claro. Cependant, le modernisme dont Claro fait écho dans ses conceptions renvoie vers le classicisme structurel d'Auguste Perret, surtout que ce dernier occupe le statut de celui qui a fait du béton un élément raffiné de la forme architecturale.

Tandis que dans le projet de l'école des Beaux-arts, il adopte à travers sa conception une démarche de composition formelle et de logique fonctionnelle intégrées au site, afin de répondre en premier lieu à une orientation favorable de chaque espace pour offrir un bon confort naturel. En outre, dans sa composition des élévations, Claro fait référence au même langage classique basé sur des principes fondamentaux de l'architecture moderne introduit dans l'architecture du Foyer Civique. Il matérialise également le style moderne par les panneaux de remplissage préfabriqués en béton vibré, la révélation des éléments de structure, les grandes surfaces libérées, le système de poteaux poutres à grande portée en béton armé. En effet, Claro trouve dans le Béton un procédé qui non seulement répond aux problèmes techniques, mais aussi un matériau de solution à ses propres aspirations de modernité.

CONCLUSION

La lecture descriptive indique que l'Hôtel de ville d'Alger par ses qualités techniques, esthétiques et fonctionnelles reste aujourd'hui un exemple spécifique de la production moderne et demeure un chef d'œuvre. L'utilisation du béton armé et du béton translucide a permis l'expression d'un bâtiment avant-gardiste symbole du mouvement moderne qui anime les années 1930. L'évocation très rapide de quelques aspects de cet édifice suffit à donner une idée de l'importance de cette œuvre qui par sa monumentalité, par ses proportions, par les matériaux utilisés, par l'axialité, par la symétrie, par le rythme et par la simplicité des façades matérialise le style moderne par excellence. Par ailleurs, la façade de l'ancien hôtel de ville tranche avec celle du siège de la wilaya d'Alger de style Néo mauresque, ce qui crée un contraste. Un tel contraste est également discernable à l'intérieur des deux édifices, car si le premier offre une riche décoration faite d'arabesque et d'inscriptions calligraphiques, le second présente une décoration sobre faite de stuc grésé et de travertin romain. Ces deux édifices administratifs, placés à proximité l'un de l'autre, illustrent donc deux périodes différentes de l'histoire de l'architecture.

Xavier Salvador, dans l'hôpital Régional de Sétif, a esquissé à grands traits des solutions pour faire de son projet une œuvre en béton, moderne à tout point de vue. Il a fait du matériau béton non seulement un élément d'appui, mais de structure, de dessin et de revêtement. Il a montré que même les éléments d'appui peuvent se prolonger dans le décor par le moulage. La description des installations de chaufferie et quelques autres applications techniques serait de nature à accroître l'intérêt d'une vue rapide sur cette nouvelle réalisation d'une ampleur de recherche exemplaire.

L'étude du Marché couvert d'Annaba démontre que les architectes ont opté dans sa réalisation à une réadaptation de l'architecture traditionnelle à la nouvelle saveur de l'architecture moderne. Le marché couvert se caractérise par ses lignes et ses façades épurées arborant un style d'architecture des années trente, mêlées aux claustras ou moucharabiehs qui donnent un résultat éclectique moderne. Pierre Choupaut et Pierre Truchot ont eu recours à la monumentalité à travers les deux entrées, dont particulièrement la principale qui est marquée par une rotonde et par un minaret, tous les deux réalisés en béton armé avec pour référence la rotonde du palais d'Iena et le minaret de l'église de Raincy de Perret. La porte secondaire est matérialisée, quant à elle, par les doubles colonnes et le fronton en béton armé. Le

CONCLUSION

marché couvert d'Annaba montre autant les influences classiques sur les deux architectes que leur inspiration des œuvres du pionnier de l'architecture moderne en béton Auguste Perret. C'est une œuvre à travers laquelle l'utilisation du béton est généralisée au-delà d'un simple matériau de structure pour atteindre une profonde sensibilité artistique. Ce marché couvert demeure ainsi un équipement d'importance spatiale, sociale et historique à l'échelle de la ville, dont le statut de monument n'est pas encore reconnu officiellement.

Le centre Albert Camus est aussi un important projet, dont la concrétisation représente l'un des résultats les plus prometteurs de remise sur pied d'Orléansville « la ville neuve », après le séisme de 1954. Cet ensemble architectural ambitieux est un témoignage touchant de la sincérité de ses créateurs humanistes, l'architecte Louis Miquel et l'urbaniste Roland Simounet, et surtout de leur générosité envers la terre qui les a vu naître et qui fait renaître tout de même en eux l'espoir d'une rénovation attentive pour cette architecture remarquable. Le centre Albert Camus concrétise parfaitement l'architecture moderne produite à Orléansville qui répond aux innovations nouvelles par l'emploi des éléments préfabriqués pour la structure et qui applique quelques principes corbuséens à travers l'utilisation des pilotis et le béton laissé brut de coffrage. Son architecture introduit aussi la notion du parasismique. De ce fait, Le Centre n'a jamais cédé aux tremblements de terre et sa construction en voiles et sa structure en béton armé lui a permis de résister au terrible séisme qu'a connu El Asnam (ex : Orléansville) en 1980.

A travers l'étude descriptive de la cathédrale Sacré-Cœur de Jésus d'Alger, il ressort que ce bâtiment de culte a interprété l'architecture moderne par excellence aussi bien sur le plan formel que structurel, si l'on constate la totalité de la construction qui est en béton (infrastructure, superstructure et enveloppe). Exécutée, d'une part, par l'entreprise Perret Frères, qui a déjà réalisé une première église en béton, celle de Raincy, et conçue, d'autre part, par Herbé et Le Couteur, cette cathédrale ne pouvait d'illustrer la technique et la mise en œuvre délicate des Perret. La matérialisation de sa modernité figure dans la forme hyperboloïde de révolution de la tour, dans les voiles minces d'une épaisseur de 10 cm et en forme de V, dans la couverture par des paraboloides hyperboliques et enfin dans les techniques les plus avancées du béton armé, en termes de structure et de construction, à l'exemple des génératrices droites, du coffrage glissant type Faye,

CONCLUSION

des pieux Franki d'une profondeur de 20 m. Aussi, elle témoigne par sa spécificité architecturale des potentialités et des performances du béton.

Par ailleurs, la conception architecturale de l'église a joué un rôle majeur dans le comportement de la structure sous l'action sismique. Sa géométrie, le choix de la structure, l'épaisseur des murs minces en béton armé, le choix judicieux des matériaux et leur qualité, l'ajustement et l'enchaînement des éléments structuraux, la disposition des pilonnes porteurs en béton armé et le choix de leurs sections et formes, la technique de pose, la symétrie et la simplicité d'élévation, l'alignement des fenêtres, tous ces paramètres et éléments ont contribué au bon comportement sismique de l'ensemble de l'ouvrage. Ainsi, les résultats de l'enquête menée pour l'évaluation de la qualité et les caractéristiques du béton utilisé ont montré une bonne résistance qui peut nous permettre d'apprécier la durabilité de l'édifice après plus d'un demi-siècle et de prédire positivement son avenir.

Au même moment et tout comme les équipements publics, la construction de l'habitat social a vécu, de son côté, l'introduction de l'architecture moderne par la production en masse du logement pour le plus grand nombre. En effet, le territoire Algérien a connu durant les années 1950, de grandes opérations et programmes des grands ensembles similaires à ceux construits en Europe, créant de nouveaux quartiers et unités résidentielles, lesquels reflètent les solutions portées par le mouvement moderne pour répondre aux besoins sans cesse croissants de la société. L'industrialisation et la standardisation du béton employé ont inscrit l'architecture de l'habitat social dans un style moderne, rationnel et standard, à l'image des grands ensembles que l'on doit à Alexandre Daure et Henri Béri. Diar El Afia aux Annassers, La Concorde I à Birmandreis, la Cité des Carrières Jaubert à Bab El Oued et bien d'autres grands ensembles conçus par ces deux architectes à Constantine, à Sétif et à Tizi-Ouzou en sont d'ailleurs les parfaits exemples.

En conclusion de cette recherche, on ne peut qu'affirmer nos hypothèses. La production architecturale certifie l'interprétation des principes et théories du mouvement moderne sur le territoire national avant et après la Seconde Guerre. En outre, les architectes modernistes ont fait appel à une modernité alliée à la méditerranéité et parfois à la monumentalité propre au pays en adoptant le climat, le site et à la culture locale comme paramètres de base.

CONCLUSION

Sur le plan formel et volumétrique, ces figures incontestées du modernisme apportent une innovation des formes, complètement nouvelles et différentes des formes rigides et classiques avec des volumes simples, des lignes pures et un développement en hauteur, tout en respectant la symétrie, l'axialité et le rythme. L'emploi des cinq points du modernisme développés par Le Corbusier et l'application de ses théories montrent la forte inspiration des architectes modernistes et leur ressourcement dans la pensée révolutionnaire de cette figure emblématique de l'ère moderne. Ainsi, sur le plan structurel, tous les bâtiments sont, en effet, construits en béton armé, ce nouveau matériau qui a fait face aux contraintes constructives, économiques, climatiques et artistiques avec des nouvelles techniques et méthodes. Les architectes ont eu recours à la préfabrication des éléments de remplissages pour les façades, aux coques paraboliques et voiles minces, moyennant une eurythmie et un découpage subordonnés aux trames porteuses, aux larges baies vitrées et à la standardisation. Tous ces concepts affirment une reprise du langage Perretiste et Corbuséen. En outre, notre démarche a permis d'atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés à travers l'étude historiographique du béton, l'analyse du contexte architectural et l'expression d'une nouvelle architecture autant que par l'identification des techniques de construction et la vérification de la qualité du béton sur un édifice datant de l'année 1956.

Le constat que l'on peut d'ores et déjà confirmer est que l'état actuel de ces bâtiments emblématiques et prestigieux fait encore preuve d'une très bonne solidité et d'une architecture irréprochable qui illustre plusieurs valeurs, à la fois historique, culturelle, symbolique, sociale, scientifique et artistique. Dans ce sens, la question relative à cette architecture du XXe siècle se pose avec plus d'acuité en ce qui concerne le legs du patrimoine colonial moderne.

REFERENCES

REFERENCES

Bibliographie

- [1] E. BERNARD, Histoire de béton armé- Patrimoine, Durabilité et Innovations., Bruxelles: Febelcem & Fabi, 2013.
- [2] C. PIATON, J. HUEBER, A. BOUSSAD et T. LOCHARD, Alger; Ville & Architecture 1830-1940., Honore Clair, 2016.
- [3] A. BOUSSAD, «Architecture des années trente à Alger : les figures de la modernité,» chez *thèse de Doctorat*, Bordeaux, 2010.
- [4] Z. HAKIMI, Alger politiques urbaines : 1846-1958, Bouchene, 2011.
- [5] A. BOUSSAD, «images et citadinité,» chez *Les prémices de l'architecture moderne dans l'entre-deux-guerres*, Alger, 2005.
- [6] J.-L. COHEN, N. OULEBSIR et Y. KANOUN, Paysage urbain et architectures, 1800-2000, Paris: Cité de l'architecture et du Patrimoine, 2003.
- [7] «Extension de la ville d'Alger. La création d'un nouveau quartier,» *Revue chantiers nord africains*, Avril 1929.
- [8] R. LESPES, Alger; Étude de Géographie et d'Histoire urbaines, Paris: Collection du centenaire, 1930.
- [9] J. J. DELUZ, Alger chronique urbaine, Bouchene, 2002.
- [10] R. SIMOUNET, D'une architecture juste, 1951-1996, Moniteur, 1997.
- [11] M. BACHA, Architectures au maghreb, (xixe xxe siècles), reinvention du patrimoine, Presse Universitaire, 2013.
- [12] N. CHERIF, «Alger, 1830-1980 : chronique d'une historiographie en construction,» *Perspective*, 30 juin 2018.

REFERENCES

- [13] A. S. HENNI-CHEBRA, «Sur les traces du modernisme : Cas de la reconstruction d'Orléansville (actuel Chlef) après le séisme de 1954.,» chez *Mémoire de master*, Blida, Université Saad Dahleb, 2016.
- [14] A. DJAILEB, «Etude des équipements majeurs de la période coloniale : « Palais du gouvernement »,» chez *Mémoire de master*, Alger, Epau, 2016.
- [15] F. ACHIR, «Léon Claro et l'Ecole des Beaux-arts d'Alger : Entre classicisme et modernité,» chez *Mémoire de master*, Alger, Epau, 2015.
- [16] S. BERTAUD DU CHAZAUD , «CENTRE « ALBERT CAMUS »1955-1961 Orléansville, Algérie,» chez *Mémoire de master*, Paris, Paris I- Panthéon-Sorbonne UFR, 2012.
- [17] M. FOURA, «Le mouvement moderne de l'architecture : naissance et déclin du concept de l'architecture autonome.,» *Sciences & Technologie*, Vols. %1 sur %2A, Sciences Exactes, 1999.
- [18] J. GUBLER, «Histoire du béton : naissance et développement, de 1818 à nos jours,» Collection technique CimBéton, 2009.
- [19] A. PICON, L'art de l'ingénieur, constructeur, entrepreneur, inventeur, Editions du Centre Pompidou, 1999.
- [20] N. MAKHLOUF, «Caractérisation en statique du comportement en traction directe du béton armé de fibres en copeaux.,» chez *Mémoire de magister*, Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri, 2010.
- [21] J. ABRAM, Auguste Perret, un intellectuel constructeur, Paris: Edition du patrimoine -Infolio, 2010.
- [22] P. POTIE et C. SIMONNET, Culture Constructive, Parenthèses, 1992.
- [23] G. DELHUMEAU, «Hennebique et la construction en béton armé 1892-1914 des brevets au matériau,» chez *thèse de doctorat*, Paris, Paris-IV-Sorbonne, 1995.

REFERENCES

- [24] M. CULOT, G. RAGOT et D. PEYCERE, Les Frères PERRET, L'oeuvre complète, Norma, 2000.
- [25] D. FOTI , «Non - destructive techniques and monitoring for the evolutive damage detection of an ancient masonry structure,» *Key Eng.Mater*, 2015.
- [26] S. ADRIAENSSENS, N. BROWN et R. LOWINGER , «Structural Analysis of Reinforced Concrete Folded Hyperbolic Paraboloid: a case study of the Modern Miami Marine Stadium',» *International Journal of Architectural Heritage.*, 2012.
- [27] A. D. ., M. D. S. ., M. T. M. T. CRISTOFARO, «Mechanical Characterization of Concrete from Existing Buildings with Sonreb Method SonReb Method,» University of Florence, 2012.
- [28] S. BOUKLI HACEN, «Contribution à l'étude de la résistance caractéristique des bétons de la région de Tlemcen.,» chez *Thèse de Doctorat*, Tlemcen, Université Abou Bekr Belkaid, 2009.
- [29] J. TORRENTI, «Béton,» *Encyclopedia universalis*, [En ligne]. Available: <http://www.universalis.fr/encyclopedie/beton/>. [Accès le 3 avril 2020].
- [30] F. DEMERLIAC, «Louis Vicat: le secret du ciment romain dans un épisode de la série "Petites histoires de la chimie,» Fondation de la maison de la chimie,, 16 fevrier 2020. [En ligne]. Available: <https://leblob.fr/histoire-des-sciences/louis-vicat-le-secret-du-ciment-romain>. [Accès le 20 avril 2020].
- [31] G. RICHAUD , «François Coignet et les premiers bétons modernes (1848-1870). Ville et pays d'art et d'histoire.,» Plaine Commune, 2017.
- [32] P. DEHAN, «Histoire du matériau : naissance et développement du béton armé,» chez *Cycle de conférence de CimBéton*, 2016.
- [33] B. POUVREAU, «François Coignet et les premiers bétons modernes (1848-187) Ville et Pays d'art et d'histoire,» Plaine Commune, 2017.

REFERENCES

- [34] J. DEGENNE et B. MARREY, Joseph Monier et la naissance du ciment armé, Linteau, 2013.
- [35] T. SCHENK, «Le béton armé en France, 1889-1914 : expression architecturale d'un nouveau système technologique de construction. 2007.,» chez *Mémoire de maîtrise*, Université Laval, 2007.
- [36] M.-J. DUMONT, «Anatole de Baudot, 1834-1915,» *Rassegna*, n° %168, 1996.
- [37] F. BERCE et J. BELIN, «Anatole de Budot,» *Les Monuments historiques de la France*, juillet-septembre 1965.
- [38] F. BOUDON, «Recherches sur la pensée et l'œuvre d'Anatole de Baudot (1834-1915),» *Architecture, Mouvement, Continuité*, n° %128, 1973.
- [39] A. HELLEBOIS , Histoires de béton armé - Patrimoine, Durabilité et Innovations., FEBELCEM & FABI, 2013.
- [40] C. SIMONNET, G. DELHUMEAU , M. J. DUMONT et J. GUBLER, «Reinforced Concrete : idéologies and forms from Hennebique to Hilberseimern.,» *Rassegna*, n° %1numéro spécial, 1992.
- [41] G. DELHUMEAU, L'invention du béton armé Hennebique 1890-1914., Paris: Norma, 1999.
- [42] G. CHANVILLAR, Connaissances générales sur le matériau béton., ENTPE Aléas, 1999.
- [43] C. SIMONNET, Le béton. Histoire d'un matériau. Économie, technique, architecture., Marseille.: Parenthèses, 2005.
- [44] T. AUDREY, «Le béton armé : histoire d'une invention.,» Gralon, 2009.
- [45] DEGUSSA, «construction chemicals France.,» La Technologie du Béton, 2009.
- [46] P.-C. AÏTCIN, Bétons haute performance, France: Eyrolles, 2001.

REFERENCES

- [47] N. HACHEMI, et A. BOUSSA, «Influence des différentes granulométries du sable sur le comportement mécanique du béton.,» chez *Mémoire de Master*, Boumerdes, Université M'hammed Bougara, 2017..
- [48] C. AFNOR, AFNOR; Béton et constituants du béton. Tome 1 : Spécifications du béton et de ces constituants., Paris: AFNOR, 2002.
- [49] Y. CHERAIT et Z. NAFA, *Eléments de matériaux de construction et essais.*, Guelma: Direction de la publication universitaire de Guelma., 2007.
- [50] R. DUPAIN, R. LANCHON, et J.-C. SAINT-ARROMAN, *Granulats, sols, ciments et bétons*, Paris: Casteilla, 2000.
- [51] C. HOLCIM, «Guide pratique du béton : Concevoir et mettre en œuvre des bétons durables,» Holcim Suisse, 2015.
- [52] L. BERREDJEM, «Le recyclage de béton de démolition, solution pour la durabilité, formulation et comportement physiques et mécaniques des bétons à base de ces recyclés,» chez *Mémoire de magister*, Annaba,, université Badji Mokhtar, 2009..
- [53] G. DREUX et J. FESTA, *Nouveau guide du béton et de ses constituants*, EYROLLES, Huitième édition, 1998.
- [54] H. H. MOLINARO, et X. JOURDAIN,, *Formulation d'un béton ordinaire*, Paris: Ecole Normale Supérieure, 2018.
- [55] F. DE LARRARD, et T. SEDRAN, «Une nouvelle approche de la formulation des bétons,» Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Centre de Nantes, 1999.
- [56] G. BERNIER, «Formulation des bétons,» *Techniques de l'ingénieur.*, Paris, 2004.
- [57] F. DE LARRARD, *Construire en béton : l'essentiel sur les matériaux.*, Presse des ponts,, 2002.

REFERENCES

- [58] F. DE LARRARD, , J. SITZKAR et C. HU, «Conception d'un rhéomètre pour bétons fluides. »,» Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées, 1993.
- [59] C. HU, «Rhéologie des bétons fluides,» chez *Thèse de doctorat*, Paris,, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1995.
- [60] A. M.NEVILLE, Propriétés des bétons., Eyrolles, 2000..
- [61] S. HACHEMI, «Etude du Comportement du béton soumis à haute température : Influence du type de béton et de la nature des constituants,» chez *Thèse de Doctorat*, Biskra, université Mohamed Khider, 2015.
- [62] W. NECHNECH, «Contribution à l'étude numérique du comportement du béton et des structures en béton armé soumises à des sollicitations thermiques et mécaniques couplés : Une approche thermo-élasto-plastique endommageable,» chez *Thèse de Doctorat*, Lyon, Institut national des sciences appliquées, 2000.
- [63] J.-P. OLLIVIER, propriétés physique du béton et ses constituants, Hermes-Lavoisier,, 2012.
- [64] B. A. BENKHADDA , «Traitement naturel des mortiers et bétons destines aux structures en béton préfabriqué,» chez *Mémoire de Magister*, Biskra, Université Mohamed Khider, 2006.
- [65] A. ILGAR, «Approche performantielle des bétons : vers une meilleure caractérisation des indicateurs de durabilité,» chez *Thèse de Doctorat*, Université Toulouse III, 2016.
- [66] Y. SIEFFERT, le béton armé selon les Eurocodes 2, Dunod, 2010.
- [67] J.-C. DOUBRERE, Résistance des matériaux : cours et exercices corrigés., Eyrolles, 2013..
- [68] P. GUIRAUD, «Armature pour béton armé,» Infociments, 2018.

REFERENCES

- [69] A. MUTTONI, L'art des structures « une introduction au fonctionnement des structures en architecture, Presses polytechniques et Universitaire Romande, 2012.
- [70] M. a. AYADA et A. BOUDIAR, «Techniques de construction pour une meilleure gestion de projet : Cas de béton armé et charpente métallique,» chez *Mémoire de Master*, Oum El Bouaghi, Université Larbi Ben M'hidi, 2016.
- [71] F. TOULEMONDE et J. RESPLENDINO WILEY, «les bétons : formulation-fabrication et mise en œuvre, tome2.,» collection technique Cimbéton., paris, 2013.
- [72] K. HADDOUCHE , «L'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente,» chez *Mémoire de Magistère*, Souk-Ahras,, Centre Universitaire Mohamed-Cherif Messaadia, 2012.
- [73] A. RESENDIZ-VAZQUEZ, «L'industrialisation du bâtiment : le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973).,» chez *Thèse de Doctorat*, Paris, Université Paris 8, 2010.
- [74] J. I.SCHIFFMANN, Histoire du béton, Patrimoine, Durabilité et Innovation, Bruxelles: FEBELCEM & FABI, 2013..
- [75] F. CASSAGNABERE, «Produits préfabriqués en béton file : vers l'amélioration des performances du matériau pour mieux gérer le procédé de production,» chez *Thèse de Doctorat*, Université Toulouse III, 2007..
- [76] P. LE DELLIOU, Le béton précontraint aux eurocodes,, Braille,: ENTP collection, 2003..
- [77] D. N. OUSSADIT et R. . I. HADJ SLIMANE, «Etude d'un pont a poutres indépendantes en béton précontraint sur Oued Essam wilaya de Naama,» chez *Mémoire de Master*, Tlemcen, Université Aboubekr Belkaid, 2016.
- [78] J. GROTE et B. MARREY, Freyssinet. La Précontrainte et l'Europe, Paris: Linteau, 2000.

REFERENCES

- [79] L. DJEDDI, «Contribution à l'étude mécano-fiabiliste des câbles de précontrainte des ouvrages d'art, application au contrôle par émission acoustique. .,» chez *Thèse de Doctorat.*, Annaba, Université Badji Mokhtar, 2013.
- [80] J.-M. TORRENTI, «Comportement mécanique du béton, bilan de six ans de recherche,» Laboratoire centrale des ponts et chaussées, Paris, 1991.
- [81] G. GYUI, «Caractère et matériaux : stade en béton ultra haute performance.,» Université Laval, 2005..
- [82] V. BAROGHEL-BOUNY, «Les spécificités des bétons à hautes performances.,» Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées, Paris, 2004.
- [83] M. YAGOUB, «Evaluation de la qualité du béton de fibres in situ cas de béton autoplaçant avec des fibres mixtes.,» chez *Thèse de doctorat.*, Biskra, Université M'hamed Khider, 2009.
- [84] M. AZIZ et L. AISSOU, «Les bétons de fibres métalliques,» chez *Mémoire de master*, Tebessa, Université Larbi Tébessi, 2016.
- [85] P. CASANOVA , «Bétons renforcés de fibres métalliques : du matériau à la structure. Etude expérimentale et analyse du comportement de poutres soumises à la flexion et à l'effort tranchant.,» chez *Thèse de Doctorat*, Paris, Ecole nationale des ponts et chaussées., 1995.
- [86] C. RESSE , «Béton projeté, guide no 5,» LE STRRES, 2008..
- [87] P. GUIRAUD, «Bétons projetés,» Infociments, 2018..
- [88] M. Y. A. IDJAHNINE, «Formulation et caractérisation des bétons autoplaçants avec comme ajout le déchet de brique broyé,» chez *Mémoire de Magister*, Béjaia,, Université Abderrahmane Mira, 2009.
- [89] G. BENKECHKACHE, «Etude du comportement diffère des bétons autoplaçants : influence des paramétrés de composition et de chargement.,» chez *Mémoire de magister*, constantine, Université, 2007.

REFERENCES

- [90] R. ERABLA, «Influence des additions minérales sur le comportement au jeune âge et à long terme des bétons autoplaçants traités thermiquement.,» chez *Thèse de Doctorat*, Guelma,, Université 8 mai 1945, 2015.
- [91] R. SHAEFFER, «Reinforced Concrete: Preliminary Design for Architects and Builders.,» McGraw-Hill College., 1992.
- [92] S. WERMIEL, «L'Invention du béton Armé : Hennebique, 1890-1914.,» *Technology and Culture*, 2002..
- [93] M. COTTE, «Hennebique François 1842-1921,» *Encyclopedia Universalis*, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/francois-hennebique/>. [Accès le 5 avril 2020].
- [94] «Organe des Concessionnaires et Agents du Système Hennebique,» *Revue Le Béton Armé*, juin 1898.
- [95] S. VAN DE VOORDE, «Hennebique's Journal le Béton Armé. A Close Reading of the Genesis of Concrete Construction in Belgium.,» chez *the Third International Congress on Construction History*, Cottbus, 2009.
- [96] D. D. BARJOT et J. DUREUIL, 150 ans de génie civil : une histoire de centraliens, Presses Paris Sorbonne, 2008.
- [97] A. HELLEBOIS et B. ESPION., «Insight into technological aspects of the evolution of the Hennebique Reinforced concrete system.,» chez *the 8Th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions*, Wroclaw-Poland, 2012.
- [98] S. VAN DE VOORDE, Histoires de béton armé - patrimoine, durabilité et innovations., Bruxelles: FEBELCEM & FABI, 2013.
- [99] C. FRAPIER, I. JOULIE-MARES, S. VAILLANT, S. GAUBERT et E. FOULONNEAU, «Les Archives du bureau d'études de béton armé Hennebique,» Cité de l'architecture et du patrimoine, [En ligne]. Available: <https://archiwebture.citedelarchitecture.fr>. [Accès le 10 avril 2020].

REFERENCES

- [100] «Organe Des Concessionnaires et Agents du Système HENNEBIQUE,»
Revue Le Béton Armé, juin 1913.
- [101] S. VAN DE VOORDE et . R. DEVOS, «The scientification of reinforced concrete in Belgium during the interwar period: development and dissemination of scientific, theoretical and technical knowledge,» chez *4th International Congress on Construction History.*, Paris, 2012.
- [102] C. PIATON, . E. GODOLI et D. PEYCERE,, Construire au-delà de la Méditerranée : L'apport des archives d'entreprises européennes (1860-1970)., Honoré Clair, 2012.
- [103] «Fonds Bétons armés Hennebique (BAH) : bureau technique central. 076 lfa,» Cité de l'architecture et du patrimoine, [En ligne]. Available: https://archiwebture.citedelarchitecture.fr/fonds/FRAPN02_BAH. [Accès le 10 aout 2017].
- [104] R. LEGAULT., G. DELHUMEAU, . J. GUBLER et C. SIMONNET, Le béton en représentation : la mémoire photographique de l'entreprise Hennebique 1890-1930., Paris: Hazan : lfa, 1993.
- [105] S. VAILLANT, Histoires de béton armé - patrimoine, durabilité et innovations., Bruxelles: FEBELCEM & FABI,, 2013.
- [106] P. PAULTRE, Structure en béton armé : analyse et dimensionnement., Presses inter Polytechnique, 2011.
- [107] P. BESSE, «Villa Hennebique : le manifeste du béton armé.,» ACpresse, 4 mars 2019. [En ligne]. Available: [https://www.acpresse.fr/.](https://www.acpresse.fr/) [Accès le 28 octobre 2019].
- [108] A. VAN LOO, Histoire de béton armé, patrimoine, durabilité et innovation., Bruxelles: FEBELCEM & FABI, 2013.
- [109] «Organe Des Concessionnaires et Agents du Système HENNEBIQUE.,»
Revue LE Béton Armé, aout 1938.

REFERENCES

- [110] G. SIMON-LABORDE, «Essai chronologique des principaux évènements architecturaux et historiques de la construction de la ville d'Alger.», octobre 2012. [En ligne]. Available: <http://alger-roi.fr/>. [Accès le 28 novembre 2019].
- [111] G. MONNIER, «Auguste Perret,» France archive., [En ligne]. Available: <https://francearchives.fr/fr/commemo/recueil-2004/39683>. [Accès le 29 Mai 2019].
- [112] J. ABRAM, «PERRET Auguste- (1874-1954),» Encyclopedia Universalis, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/perret-auguste-1874-1954>. [Accès le 29 mai 2019].
- [113] L. LE CHATELIER, «Des bâtisseurs des temps modernes, Les Perret, trois frères porteurs.», Télérama, 6 septembre 2018. [En ligne]. Available: <https://www.telerama.fr/>. [Accès le 29 juin 2019].
- [114] J. ABRAM, Auguste Perret, carnets d'architectes volume 4., Infolio, 2010..
- [115] «Archive, Fonds Perret, Auguste et Perret frères.», Centre d'archive de la Cité d'architecture et du patrimoine, IFA, [En ligne]. Available: https://archiwebture.citedelarchitecture.fr/fonds/FRAPN02_PERAU.
- [116] «Auguste Perret et le Palais d'Iéna,» le site du Conseil économique, social et environnemental, [En ligne]. Available: <https://www.lecese.fr/palais-iena/monument-historique..> [Accès le 29 juin 2019].
- [117] J. Bruno , «CONSIDERE ARMAND- (1841-1914),» Encyclopedia Universalis, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/armand-considerere/>. [Accès le 5 avril 2020].
- [118] A. CONSIDERE et L. S.MOISSEIFF, Experimental Researches on Reinforced Concrete., Trieste, 2017.
- [119] A. PICON, «Freyssinet Eugène- (1879-1962),» Encyclopedia Universalis, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/eugene-freyssinet/>. [Accès le avril 2020].

REFERENCES

- [120] COLLECTIF, Eugène Freyssinet, Presses des Ponts, 2004.
- [121] E. FEYSSINET, H. LEMOINE, P. XERCAVINS et B. MARREY, Un amour sans limite, Paris: Linteau, 1993.
- [122] P. CHEMTOV, «Grand Prix National d'Architecture, Eugène Freyssinet.,» France Archive, 2012. [En ligne]. Available: <https://francearchives.fr/fr/commemo/recueil-2012/39572>. [Accès le 15 février 2020].
- [123] M. DUMOULIN et V. DUJARDIN, Nouvelle histoire de Belgique : 1905-1950. Volume 2, Complexe, 2005.
- [124] C. NACHTERGAL et L. NACHTERGAL, Agenda du bâtiment., De Boeck Supérieur,, 1988..
- [125] F. COLMANT , «Franki, Réputation et performance,» WAW magazine, [En ligne]. Available: <https://www.wawmagazine.be/fr/franki-reputation-et-performances>. [Accès le 25 Février 2020].
- [126] B. EVERAERT, «Franki: une invention pour durer 100 ans,» *l'Echo*, 2011.
- [127] L. PORTUGAELS, «Les "pieux" ont passé les cent ans,» *La Libre*, 2011..
- [128] E. TORROJA MIRET, The structures of Eduardo Torroja: an autobiography of engineering accomplishment., F.W. Dodge Corp, 1958.
- [129] Y.-A. BOIS, «TORROJA EDUARDO-(1899-1961),» Encyclopedia Universalis, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/eduardo-torroja/>. [Accès le juillet 2020].
- [130] L. BENEVOLO, Histoire de l'architecture moderne : Avant-garde et mouvement moderne., Dunod, 1998.
- [131] K. FRAMPTON, L'Architecture moderne - Une histoire critique., Thames Hudson, 2006.

REFERENCES

- [132] P. GOSSEL et G. LEUTHAUSER, L'Architecture du XXe siècle, Taschen, 2010.
- [133] C. MASSU, «États-Unis d'Amérique (arts et culture) -l'architecture,» Encyclopedia Universalis, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/etats-unis-d-amerique-arts-et-culture-l-architecture/13-louis-sullivan/> .. [Accès le 5 septembre 2019].
- [134] J. CURTIS, L'architecture moderne depuis 1900., Phaidon Press, 2006.
- [135] F. AUBRY, J. VANDENBREEDEN et F. VANLAETHEM, L'Architecture en Belgique : Art nouveau, art déco & modernisme, Lannoo Uitgeverij, 2006.
- [136] S. MAZARAKY, L'art nouveau, passerelle entre les siècles et les arts., Lannoo Uitgeverij, 2006..
- [137] G. FANELLI et R. GARGIANI, Histoire de l'architecture moderne, structure et revêtement, PPUR presses polytechniques, 2008.
- [138] L. PLOEGAERTSI et P. PUTTEMANS, L'œuvre architecturale de Henry Van de Velde, Presses Université Laval, 1987.
- [139] J. LAHOR, L'art Nouveau., Parkstone International, 2012.
- [140] J. HOWARD, Art Nouveau: International and National Styles in Europe., Manchester University Press,, 1996.
- [141] P. LHOAS, Histoires de béton armé - Patrimoine, Durabilité et Innovations., Bruxelles: FEBELCEM & FABI,, 2013.
- [142] G. PIGAFETTA et I. ABBONDANDOLO, Architecture traditionaliste : les théories et les œuvres, Mardaga, 1999.
- [143] C. NORBERT SCHULZ, La signification dans l'architecture occidentale., Mardaga, 2007.
- [144] A. PERRET, Contribution à une théorie de l'architecture, Linteau,, 2016..
- [145] J. ABRAM,, Auguste Perret., Editions du Patrimoine,, 2013.

REFERENCES

- [146] G. MOREL JOURNAL, «Le Corbusier (1887-1965),» Encyclopedia Universalis, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/le-corbusier/>. [Accès le 15 octobre 2019].
- [147] A. OZENFANT, Le Corbusier. Après le cubisme., Altamira,, 1999.
- [148] J. SBRIGLIO, Le Corbusier. La Villa Savoye, Birkhäuser, 2008.
- [149] D. AMOUROUX, La Villa Savoye, Editions du Patrimoine, 2011..
- [150] J. SBRIGLIO, Le CORBUSIER, J. PARISIS et J. GAUTHIER, Le Corbusier : l'Unité d'habitation de Marseille., Parenthèses,, 1992.
- [151] S. DENEFFLE, S. BRESSON, A. DUSSUET et N. ROUX, Habiter Le Corbusier : Pratiques sociales et théorie architecturale., Rennes: Presse Universitaire, 2006.
- [152] K. Frampton, Le Corbusier., Hazan, 1997.
- [153] M. SIEBENBRODT et L. SCHOBE, Bauhaus, 1919-1933., Parkstone International, 2012..
- [154] W. GROPIUS, the new architecture and the Bauhaus., MIT Press,, 1965..
- [155] M. TALAUCHER, «Le Bauhaus: Un Mouvement majeur de l'architecture interieur,» Institut ART Line, 20 mars 2020. [En ligne]. Available: institutartline.com/le-bauhaus-mouvement-majeur-de-larchitecture-interieure. [Accès le mai 2020].
- [156] R. LEGAULT, «Gropius Walter -1883-1969,» Encyclopedia Universalis, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/walter-gropius/3-de-l-allemande-aux-etats-unis/>. [Accès le 11 septembre 2019].
- [157] W. GROPIUS, International architecture, Bauhausbucher 1., Lars Müller Publishers,, 2019.
- [158] C. MASSU, Chicago, de la modernité en architecture., Parenthèses, 1997.

REFERENCES

- [159] S. TRACHTE, Matériau, matière d'architecture soutenable : Choix responsable des matériaux de construction, pour une conception globale de l'architecture soutenable, Presses univ Louvain, 2012.
- [160] P. GRANVEAUD, «Mies Van Der Rohe Ludwig – (1886-1996),» Encyclopedia Universalis, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/ludwig-mies-van-der-rohe/2-un-rationaliste/> .. [Accès le 10 septembre 2019].
- [161] A. IKONNIKOV, L'architecture russe de la période soviétique., Mardaga, 1990..
- [162] A. NAKOV, «Constructivisme,» Encyclopaedia Universalis., [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/constructivisme/5-les-projets-d-architecture/>.. [Accès le 10 septembre 2019].
- [163] L. BENEVOLO, Histoire de l'architecture moderne : Les Conflits et l'Après-guerre., Dunod, 1999.
- [164] G. MONIER, L'architecture du XXe siècle., Presses Universitaires de France – PUF,, 2000.
- [165] D. ZASTAVNI, Histoires de béton armé - Patrimoine, Durabilité et Innovations., Bruxelles: FEBELCEM & FABI,, 2013..
- [166] J.-M. CREMER, Histoires de béton armé - Patrimoine, Durabilité et Innovations., Bruxelles: FEBELCEM & FABI,, 2013.
- [167] B. HAMBURGER, «Architecture (matériaux et technique) –Béton,» Encyclopédia Universalis, [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/architecture-materiaux-et-techniques-beton/>.. [Accès le 11 septembre 2019].
- [168] J. GROTE, B. MARREY et FREYSSINET, La Précontrainte et l'Europe, Paris: Linteau,, 2000.
- [169] M. CARBONNET, «Bernard Laffaille : Précurseur de l'ingénierie-conseil. Revue Béton[s],» ACpresse., 11 mai 2020. [En ligne]. Available:

REFERENCES

<https://www.acpresse.fr/bernard-laffaille-precuteur-ingenierie-conseil/>.
[Accès le 2 juin 2020].

- [170] E. . P. MUMFORD, *The CIAM Discourse on Urbanism, 1928-1960.*, MIT Press, 2002.
- [171] Y. TSIOMIS, «Les Congrès Internationaux d'Architecture Moderne. CIAM 1928-1940 les documents de la fondation Le Corbusier. ,,» Ecole d'Architecture de Paris La Villette, Paris, 1987.
- [172] OFFICE Du patrimoine et des sites, *Le Corbusier & Pierre Jeanneret - Restauration de l'Immeuble Clarté*, Genève: Birkhäuser, 2016.
- [173] M. FOURA, «Les Congrès Internationaux de l'Architecture Moderne C.I.A.M et TeamX cours 27, Département d'Architecture et d'Urbanisme,,» Université Mentouri, Constantine, 2012.
- [174] A. DA CUNHA , *Enjeux du développement urbain durable : transformations urbaines, gestion des ressources et gouvernance.*, PPUR presses polytechniques,, 2005.
- [175] C. MASSU, D. PINSON et J.-L. BONILLO, *La Modernité Critique, Autour du CIAM 9 d'Aix-en-Provence, 1953*, Marseille: Imbernon, 2006.
- [176] J.-L. BONILLO, «La modernité en héritage : Le CIAM9 d'Aix-en-Provence et la crise générationnelle du Mouvement Moderne.,» *Rive Méditerranéenne*, 2006.
- [177] R. OULDALI-HAMMOUDI, «Les immeubles de rapport néo-mauresques a Alger,» chez *Mémoire de Magistère*, Alger, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme, 2014.
- [178] C. AZIL, «L'architecture religieuse chrétienne néo mauresque à Alger.,» chez *Mémoire de Master*, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme, 2016.

REFERENCES

- [179] F. POUILLON, Dictionnaire des orientalistes de langue française., Paris: Karthla, 2012.
- [180] LE CORBUSIER, «« Perret »,» *L'Architecture d'Aujourd'hui*, n° %1numéro spécial, 1932.
- [181] INSTITUT Français d'architecture, Architectures françaises - Outre-Mer., Mardaga, 1995.
- [182] G. MONNIER, L'architecture moderne France. Tome 1: 1889-1940., Paris.: Picard, 1997.
- [183] U. BERNHARDT, Le Corbusier et le projet de la modernité : La rupture avec l'intériorité., Paris: harmattan., 2001.
- [184] V. DU CHAZAUD, «Billet n°36 – L'école Corbuséenne et le CIAM-Alger.,» CEACAP, 2013.
- [185] N. STAMBOULI, «L'Aéro-habitat, avatar d'un monument classé ?,» *Livraisons de l'histoire de l'architecture*, n° %127, 2014..
- [186] R. ROBIN, Masses et culture de masse dans les années trente., l'Atelier, 1991.
- [187] S. ALMI, Urbanisme et colonisation : présence française en Algérie., Mardaga, 2002.
- [188] ECOLE d'architecture de Grenoble, Algérie Traces d'histoire : Architecture urbanisme et art, de la préhistoire à l'Algérie contemporaine., Collection écoles d'architecture, 2003.
- [189] «Alger se couvre d'une parure d'immeubles modernes,» *Chantier Nord-africain*, 1952.
- [190] J. VERDES-LEROUX, L'Algérie et la France, Paris: collection Bouquins, 2009..

REFERENCES

- [191] R. MAYER, *Plan de Constantine; Archives Algérie; Mémoire Vive*,
Marseille: Centre de documentation historique sur l'Algérie ; CDHA., 2018.
- [192] *Plan de Constantine, RAPPORT GENERAL : sur le deuxième plan quadriennal de modernisation et d'équipement de l'Algérie (1953-1956)*,
Alger : Archeveché, 1953.
- [193] A. PICARD, «Architecture et urbanisme en Algérie. D'une rive à l'autre (1830-1962),» *revue des mondes musulmans et de la méditerranée*, 1994.
- [194] *Archive des architectes DPLG; Alexandre Daure*, Alger: bibliothèque du centre d'étude diocésain, 2017.
- [195] M. BENMEDDOUR, *Découverte de la Bahdja entre 1516 et 1830.*, Alger: MDL et ONDA., 2011..
- [196] N. K. BENOUNICHE, «Les édifices palatiaux à Alger : Dar Hassan Pacha.,» chez *Mémoire de magister*, Alger, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'urbanisme, 2012.
- [197] H. KLEIN, *Feuillets d'El-Djazair.*, Alger: Librairie Chaix, 1937.
- [198] F. CRESTI, «Contribution à l'histoire d'Alger.,» *Centro analisi sociale progetti.*, Rome., 1993.
- [199] «Rapports de délégations financières algériennes. Session extraordinaire. 2eme séance.,» Alger, 1928.
- [200] E. GOUBISSARD, «L'art en Algérie, cent ans après la conquête,» *L'art et les artistes.*, 1930..
- [201] N. OULEBSIR, *Les usages du patrimoine. Monuments, musées et politique coloniale en Algérie, 1830-1930.*, Maison des Sciences de l'Homme, 2004.
- [202] J. BAEZA, «Les Embellissements d'Alger : le futur hôtel du gouvernement général. La salle des Beaux-Arts (Auditorium) »,» *Les Travaux*, 1929..

REFERENCES

- [203] A. BREUGNOT, «Le gouverneur Jules Carde a officiellement pris possession des nouveaux bâtiments de l'Administration centrale,» *Echo d'Alger*, 1933.
- [204] A. GERBER, «L'Algérie et Le Corbusier.,» chez *Thèse de doctorat.*, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne., 1993.
- [205] «Une visite conférence des Amis d'Alger au nouveau bâtiment du Gouvernement général,» *Travaux Nord-Africain*, 1934.
- [206] J. COTEREAU, «Building du gouvernement général,» *Revue Chantier nord-africains*, Décembre 1933.
- [207] *Fond Perret 535 AP 334/12;Chapitre E, Travaux de l'entreprise Perret*, cité Chaillot.
- [208] E. DE THUBERT, «A propos du Palais du gouvernement général de l'Algérie par Jacques Guiauchain,» *La Construction moderne*, 1934.
- [209] «La construction à Alger,» *Revue chantier nord-africain*, avril 1930.
- [210] N. HADDAD, «Contribution à la connaissance de l'architecture des années trente.,» chez *Mémoire de master.*, Alger, Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme, 2016.
- [211] «La construction à Alger, le casino municipal d'Alger,» *Revue chantier nord-africain*, mai 1930..
- [212] S. L, «Société : Hôtel Aletti (Safir) Dîner en tête-à-tête avec Charlie Chaplin,» *le Soir d'Algerie*, [En ligne]. Available: www.lesoirdalgerie.com. [Accès le 25 juin 2018].
- [213] T. BABA AHMED KASSAB et N. KASSAB, *Sur les traces de la modernité. 50 ans d'architecture : Oran Alger Annaba,*, Bruxelles: Centre international pour la ville, l'architecture et le paysage,, 2004.
- [214] «Le nouveau casino d'Alger,» *Revue chantier nord-africain*, avril 1929.

REFERENCES

- [215] J. COTEREAU, «Vers une architecture méditerranéenne,» *Revue chantier nord-africain*, décembre 1929..
- [216] M. R. LESPEL, «Vers un meilleur aménagement.,» *Revue Chantier Nord-africain*, 1934..
- [217] S. COTEREAU, «Le Foyer Civique d'Alger,» *ECHO d'Alger*, 1932..
- [218] «Pose de la première pierre de la Maison du Peuple à Alger,» *Echo d'Alger*, 1933.
- [219] L. CLARO, «Réflexion sur les procédés de construction et leurs parts dans l'art architectural,» *Revue Chantiers NordAfricains*, 1933.
- [220] F. BEUSCHER, «Le Foyer Civique,» *l'ECHO d'Alger*, 1935.
- [221] Fonds Edouard Niermans, 332 AA ; fonds Jean Niermans, 333 AA., Cité de l'architecture et du patrimoine, Centre d'archives de l'ifa .
- [222] *Archive du Gouvernement Générale de l'Algérie*, ANOM Aix en Provence GGA L 1 -262.
- [223] S. BISKRI, «Le Palais Zighoud Youcef, Un monument historique,» *Le magazine promotionnel de l'Algérie El-Djazair.com*, n° %1124, 2019..
- [224] R. JANON, «L'hôpital régional de Sétif,» *La revue Chantier nord-africain*, février 1938..
- [225] K. BOUANDES, «Ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle»; paramètres contribuant à l'humanisation des espaces d'accueil des hôpitaux. Cas des hôpitaux à Sétif.,» chez *Mémoire de magister*, biskra, Université Mohamed Khider, 2012.
- [226] S. DAHMANI, «ANNABA, Esquisse d'histoire urbaine, Alger, Art et culture,» ministère de l'information,, 1983.
- [227] *Archives de la commune de Annaba, boîte des marchés n°5, Avis d'ouverture du concours pour la construction du marché couvert*, 1935.

REFERENCES

- [228] S. DAHMANI, «De Hippone-Buna à Annaba histoire de la fondation d'une métropole.,» Graphic design, wilaya de Annaba, 2001.
- [229] M. S. DJERAD, «Le marché couvert de Annaba un lieu identitaire,» *Revue Vie des Villes*, Mai 2016..
- [230] M. S. DJERAD, «L'espace commercial entre sociabilité et identité : Cas de la réhabilitation du marché couvert de Annaba.,» Presses Académiques Francophones, Allemagne,, 2015.
- [231] *Archives ESBAA, Boite 1940-1950, n° III.*
- [232] L. CLARO, «Alger- Ecole nationale des beaux-arts,» *Chantiers*, Jan-Fév 1955.
- [233] M. CHEBAHI, «L'enseignement de l'architecture à l'Ecole des Beaux-arts d'Alger et la modèle métropolitaine réception et appropriations (1909-1962),» chez *Thèse de doctorat*, ENSA, Paris-Belleville,, 2013..
- [234] L. CLARO, «Réflexion sur les procédés de construction et leurs parts dans l'art architectural,» *Revue Chantiers NordAfricains*, 1933.
- [235] *Archives ESBAA, boite 1950-1960, plan de l'Ecole des Beaux-arts d'Alger ; Léon Claro, 1950.*
- [236] E. CLAUDIUS PETIT, *Le Corbusier, vers une architecture*, Flammarion, 2008..
- [237] «La France porte le deuil d'Orléansville ravagée,» *L'hebdomadaire «Paris Match»*, n° %1n°286, 1954.
- [238] *L'Algérie en deuil dans l'Algéria n°38-octobre 1954. Tremblement de terre d'Orléansville*, Centre de Documentation Historique sur l'Algérie.
- [239] D. VOLDMAN, *La reconstruction des villes françaises de 1940 à 1954 : histoire d'une politique*, Paris: l'Harmattan, 1997.

REFERENCES

- [240] P.-A. EMERY, «L'architecture en Algérie, 1930-1962,» *T.A*, n° 329, 1980..
- [241] *Fonds Roland Simounet, 1997 017 595.*, Roubaix.: Archives nationales du Monde du travail, .
- [242] J.-J. DELUZ, *L'urbanisme et l'architecture d'Alger : aperçu critique*, Liège: Mardaga,, 1988..
- [243] «Orléansville, Centre Albert Camus,» *Techniques et Architecture*,, juin 1961.
- [244] M. A. KOUACHE, «L'architecture moderne de 1930 – 1962. Le groupe d'Alger,» chez *Mémoire de magister.*, Tizi Ouzou, université Mouloud Mammeri, 2007.
- [245] I. NWIDI, «Modeling of compressive strength of concrete using pulse velocity values from a non-destructive testing of concrete.,» *Journal of civil Engineering and Construction Technology*, 2019..
- [246] M. Diaferio, D. Foti et N. Giannoccaro, «Identification of the modal properties of a building of the Greek Heritage.,» *Key Engineering Materials*, 2015.
- [247] D. FOTI, M. DIAFERIO, N. I. GIANNOCCARO et M. MONGELL, «Ambient vibration testing, dynamic identification and model updating of a historic tower.,» *NDT&E International*, 2012.
- [248] L. COPPOLA , «Réparation et conservation de la tente-église en béton armé de Pino Pizzigoni à Longuelo - Bergame (Italie),» *Revue internationale du patrimoine architectural*, 2019.
- [249] *Revue de Presse web de Bab El Oued Story, version archivée le 23/02/2011.*
- [250] L. E. DUVAL, «Alger-Revue, nouvelle basilique d'Alger,» Edition NOEL, 1957..

REFERENCES

- [251] *Archives de l'archevêché d'Alger, AAA447, cahier Religieux d'Afrique du Nord..*
- [252] *La construction moderne 1962 n I, revue d'architecture,, 1978.*
- [253] *Archives de l'archevêché d'Alger, AAA 435, Rapport de devis descriptif,Archevêché d'Alger, construction de l'église de Sacré - Cœur de Jésus d'Alger..*
- [254] *Archives de l'archevêché d'Alger, AAA428, l'église votive du Sacré - Cœur..*
- [255] L. BOUZZA MOUFFOK, «contrôle non destructif du béton. Méthode Combinée (ultrason-scléromètre),» C.N.D.C. PAO CNERIB,, 2005..
- [256] F. NUCERA et R. PUCINOTTI., «Destructive and Non-Destructive testing on reinforced concrete structure: the case study of the museum of magna graecia in regio Calabria.,» Mediterranean University of Reggio Calabria,, Italy, 2009.
- [257] O. G. ERHIMONA et J. ANDREW, «Recent advances in non- destructive testing of concretes and structures: An outlook.,» *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*, 2019.
- [258] «Méthodologie d'évaluation non destructive de l'état des ouvrages en béton,» association française de génie civil et confédération française pour les essais non destructifs , 2005.
- [259] L. MOUFFOK et S. SAKHRAOUI, «rapport de contrôle de la qualité du béton par les essais non destructifs.,» Centre national d'études et de recherches intégrées du bâtiment, 2010.
- [260] B. Espion, *histoire de béton armé-Patrimoine, Durabilité et Innovation.,* Bruxelles: Febelcem & Fabi, 2013.
- [261] b. espion.
- [262] A. BOUSSAD, «Architecture des années trente à Alger : les figures de la modernité,» Bordeaux, thèse de Doctorat, 2010.

REFERENCES

- [263] «Extension de la ville d'Alger. La création d'un nouveau quartier,» *Revue chantiers Nord-Africain*, avril 1929.
- [264] A. S. HENNI-CHEBRA, «Sur les traces du modernisme : Cas de la reconstruction d'Orléansville (actuel Chlef) après le séisme de 1954,» Blida, Mémoire de Master , 2016.
- [265] F. DEMERLIAC, «Louis Vicat: le secret du ciment romain dans un épisode de la série "Petites histoires de la chimie",» Fondation de la maison de la chimie , 16 fevrier 2020. [En ligne]. Available: <https://leblob.fr/histoire-des-sciences/louis-vicat-le-secret-du-ciment-romain>. [Accès le 14 avril 2020].
- [266] M.-J. DUMONT, «« Anatole de Baudot, 1834-1915 »,» *Rassegna*, n° %168, 1996.
- [267] G. D. M. D. e. J. G. Cyrille SIMONNET, «Reinforced Concrete : idéologies and forms from Hennebique to Hilberseimern.,» *Rassegna*, n° %1numéro spécial, 1992.
- [268] Aurelio MUTTONI, L'art des structures « une introduction au fonctionnement des structures en architecture., Presses polytechniques et Universitaire Romande,, 2012.
- [269] L. DJEDDI, «, Contribution à l'étude mécano-fiabiliste des câbles de précont'd'art, application au contrôle par émission acoustique,» chez *Thèse de Doctorat*, Annaba., Université Badji Mokhtar, 2013.
- [270] M. COTTE, «Hennebique François 1842-1921,» *Encyclopedia Universalis* , [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/francois-hennebique/>. [Accès le 5 avril 2020].
- [271] B. E. Armand HELLEBOIS, «Insight into technological aspects of the evolution of the Hennebique Reinforced concrete system.,» chez *the 8Th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions*, Wroclaw-Poland, 2012.

REFERENCES

- [272] E. C. F. I. J.-M. S. V. S.Gaubert, «Les Archives du bureau d'études de béton armé Hennebique.,» [En ligne]. Available: <https://archiwebture.citedelarchitecture.fr>. [Accès le 10 avril 2020].
- [273] E. F. C. F. I. J.-M. S. V. S.GAUBERT, « Les Archives du bureau d'études de béton armé Hennebique,» [En ligne]. Available: <https://archiwebture.citedelarchitecture.fr> . [Accès le 10 Avril 2020].
- [274] J. J. DELUZ, Alger chronique urbaine., Bouchene, 2003.

ANNEXES

ANNEXES

122 LE BETON ARMÉ

trudon offre des garanties de solidité suffisante jointe à une imperméabilité absolue.

« Sans pouvoir préjuger que cette invention soit applicable à la Marine de haut bord, nous la croyons de quelque avenir ».

« Pour la navigation d'eau douce, et même le petit cabotage, pour la construction des bouées et des chaudières, surtout si, comme nous l'assure l'inventeur, il peut à volonté remplacer le ciment hydraulique et empâter son réseau métallique dans une substance douce de quelque élasticité telle que les bitumes et leurs composés, gâchés, etc. »

« Mais ce dont nous sommes convaincu, c'est que la découverte susmentionnée est éminemment applicable à la construction des moulins sur batardeau, aux larsques des blanchisseries, aux écoles de natation : en un mot, elle pourra remplacer avec économie une infinité de constructions en bois destinées à pourrir sur place dans l'eau ou sur terre ».

Outre M. PASCARD, ingénieur-constructeur, Gélis, ingénieur civil, Tournay, capitaine de réserve en retraite.

PIERRE N° 5

MIRVAL
PORT DE TOULON
A. M. Lantoul-Mirval
à novembre 1905

MIRVAL

Après la lecture de ces documents il serait difficile de contester la réalité de l'existence de bateaux que nous reproduisons, dont l'extrême de naissance se trouve bien authentiquement établi.

P. G.

**TRAVAUX
DU MOIS DE NOVEMBRE**

Bureau de Paris

1706. — Réservoir circulaire de 250 mètres à Pomeuse (Hérault). — Propriétaire, M. Combes; Architecte, M. Michel. — Co-constr. MM. Roussel et Testier.

1707. — Plancher à arêtes de Vitry-sur-Seine. — Propriétaire, M. Labay; Architecte, M. Duran. — Co-constr. M. Dumont.

1708. — Plancher, à Paris. — Propriétaire, MM. Bresson et Pignatelli. — Co-constr. M. Bagnard.

1709. — Travail supplémentaire à la Pharmacie Centrale, Hôtel des Invalides à Paris. — Propriétaire, M. Bagnard. — Co-constr. M. Bagnard.

1710. — Plancher-Terrasse, à Paris. — Propriétaire, M. Dumont. — Architecte, M. Lefebvre. — Co-constr. M. Dumont.

Bureau de Caen

1705. — Terrasse, à Gennevilliers (Calvados). — Propriétaire, M. Huard. — Architecte, M. A. Ravet. — Co-constr. M. Estève.

« Il s'agit d'une ligne construite avec le plus grand soin, et qui, dans les conditions où elle est construite, est la plus solide que l'on ait jamais vue. »

« C'est ainsi que vous devez le photographier. »

« J'ai espéré que vous m'indiqueriez le jour de votre arrivée ici. »

« Vous me trouverez dans l' Arsenal aux Bureaux de la Direction du Génie maritime. »

« Veuillez recevoir, Monsieur, etc. »

Signé: Félix VICQUR
Sous-Ingénieur de la Marine, Toulon.

D'autre part, on peut lire dans le Comptes de 10 juillet 1897 (P. 35) sous ce titre *Batons en ciment* à propos d'un brevet reconnu pris par un M. Grubelin de Remes ce qui suit :

« Cet industriel a eu plus d'un prédécesseur. En 1852 à Carcès (Var), j'ai vu construire deux grandes barques dont l'ossature était en fer et remplie qui constituait la charpente, dessinant les courbes et diaires reliés par un grillage en fil de fer recouvert, fait à la main. »

« Quand ces carcasses furent prêtes, on les transporta au bord de l'eau du petit Saucy d'Argens où elles furent cimentées et mises à l'eau avec plein succès. »

« L'auteur de ces constructions, M. Lantoul-Mirval n'en était pas à son coup d'essai. »

« Dès 1850 (1) il y avait travaillé par un bateau plus moderne que celui que nous en avons vu toujours intact (2) en compagnie d'un frère cadet, sur le petit lac de Mirval où il se tient à la fois et de soleil. »

Signé: J. M. BIGNON.

123 LE BETON ARMÉ

1701. — Lignes et colonnes, à Carcès (Calvados). — Propriétaire, M. Boudier. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1702. — Scaque de fondation, à Carcès (Calvados). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1703. — Scaque de fondation, à Carcès (Calvados). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1704. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1705. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1706. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1707. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1708. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1709. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1710. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1711. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1712. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1713. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1714. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1715. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1716. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1717. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1718. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1719. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1720. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1721. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1722. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1723. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1724. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1725. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1726. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1727. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1728. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1729. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1730. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1731. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1732. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1733. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1734. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1735. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1736. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1737. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1738. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1739. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1740. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1741. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1742. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1743. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1744. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1745. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1746. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1747. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1748. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1749. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1750. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1751. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1752. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1753. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1754. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1755. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1756. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1757. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1758. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1759. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1760. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1761. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1762. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1763. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1764. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1765. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1766. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1767. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1768. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1769. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1770. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1771. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1772. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1773. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1774. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1775. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1776. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1777. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1778. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1779. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1780. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1781. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1782. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1783. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1784. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1785. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1786. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1787. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1788. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1789. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1790. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1791. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1792. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1793. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1794. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1795. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1796. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1797. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1798. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1799. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

1800. — Pont, à Saint-Omer (Nord). — Propriétaire, M. Lefebvre. — Architecte, M. Boudier. — Co-constr. M. Gillet.

LA CONSTRUCTION EN AFRIQUE DU NORD



1° Immeubles, Maisons de rapport et Hôtels (Suite)

IMMEUBLE BERGOUGNAN A CONSTANTINE

Cet immeuble d'importance moindre, comporte environ 620 mètres carrés de planchers, en béton armé. Il a été également exécuté par la Société Algérienne des Etablissements Louis Grasset, d'après les études de la Maison Hennebique.

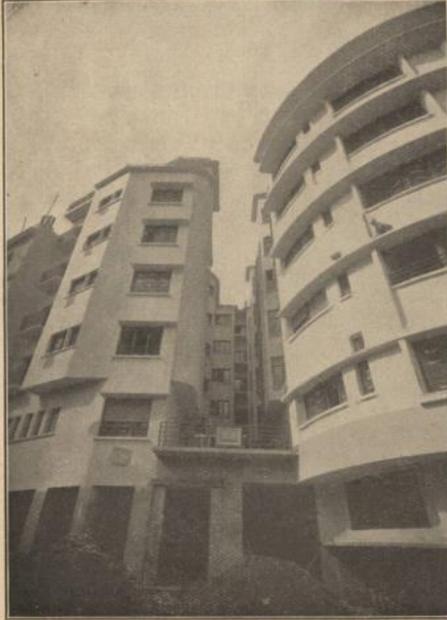
IMMEUBLE BOULEVARD DE CHAMPAGNE A ALGER

Cet immeuble est également construit en béton armé Hennebique, il comporte environ 1.650 mètres carrés de planchers.

IMMEUBLE BOULEVARD EDGARD QUINET A ALGER

Cet immeuble constitue un bâtiment important, remarquable surtout par le nombre de ses consoles, et ses bow window en saillie, il a été construit par la Société Algérienne des Etablissements Louis Grasset, d'après les études de la Maison Hennebique.

Immeuble, boulevard de Champagne, à Alger (Bétons armés Hennebique) (Ph. de Louvencourt, Alger)



H. B. M. A CONSTANTINE

Ces H. B. M. dont nous ne pouvons malheureusement que reproduire une photographie d'ensemble sont constituées par plusieurs immeubles reliés entre eux et formant un ensemble extrêmement important de plus de 8.000 mètres carrés de planchers.

Ils ont été construits par la Société Algérienne des Etablissements Louis Grasset d'après les études de la Maison Hennebique.



Centre d'affaires et de tourisme, l'Algérie accueille chaque jour des milliers de visiteurs, elle a donc été amenée à créer des hôtels très modernes. Voici en quels termes « Les Chantiers Nord-Africains » présentaient à leurs lecteurs, l'Hôtel d'Angleterre à Alger :

HOTEL D'ANGLETERRE A ALGER

Cet Hôtel a été construit, d'après les études de la Maison Hennebique par la Société Algérienne des Etablissements

Immeuble, boulevard Edgard Quinet, à Alger. — Vue prise du res-de-chaussée montrant une cour intérieure
(Bétons armés Hennebique)
(Ph. de Louvencourt, Alger)

IMMEUBLE RUE CLAUZEL A ALGER

Cet immeuble, qui comporte environ 2.150 mètres carrés de planchers, a été construit également en béton armé Système Hennebique par la Société Algérienne des Etablissements Louis Grasset à Alger.

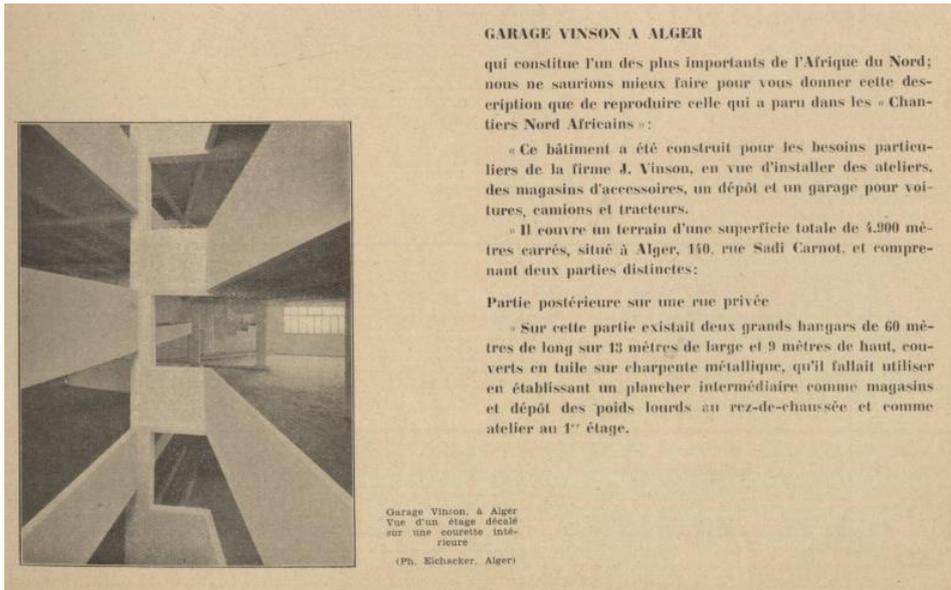
IMMEUBLE BOULEVARD SAINT-SIMON ET BOULEVARD SAINTE-BEUVE A ALGER

Cet immeuble a été construit par la Société Algérienne des Etablissements Louis Grasset, d'après les études de la Maison Hennebique. Les trois photographies que nous donnons montrent bien le caractère architectural un peu spécial de cette construction, où contrairement aux quelques immeubles dont nous venons de parler précédemment, la ligne droite demeure en façade, seuls les balcons sur cour présentent des angles arrondis.

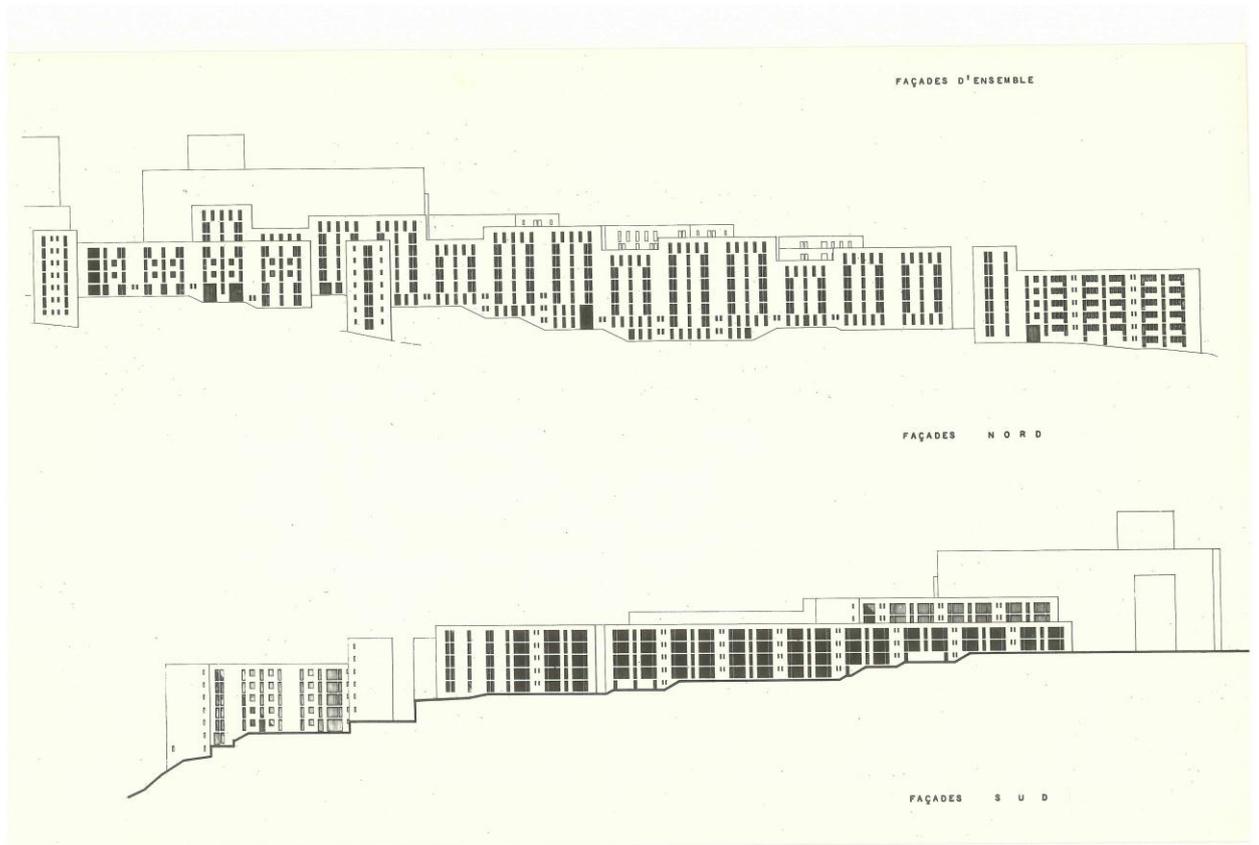


Immeuble, boulevard Edgard Quinet, à Alger. — Vue d'ensemble
(Bétons armés Hennebique)
(Ph. de Louvencourt, Alger)

ANNEXES



Chapitre 04 :



ANNEXES

L A C O N C O R D E

COMMUNE DE BIRMANDREIS GRAND ALGER

B E R I E T D O R E A U
A R C H I T E C T E S D P L Q

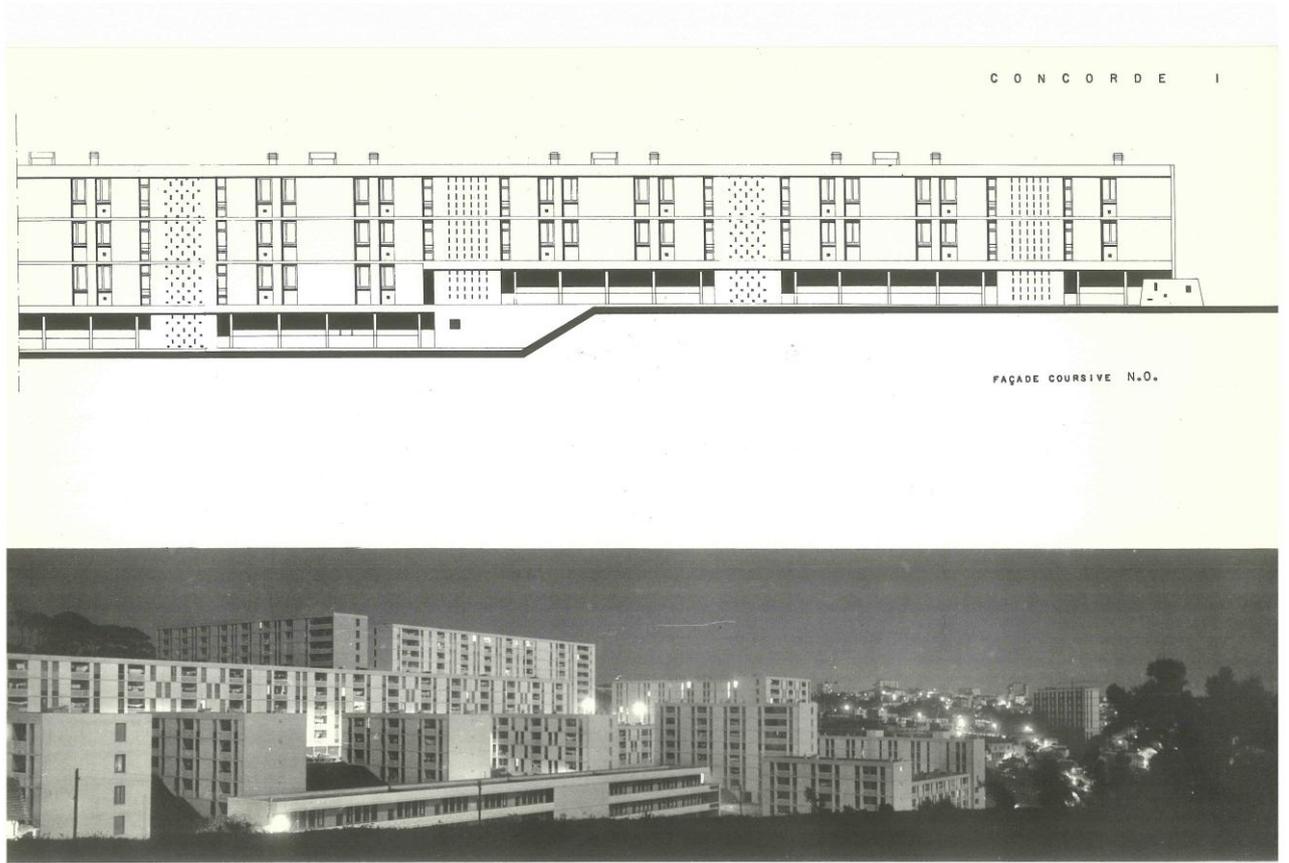
V I A D U C B U R D E A U
B V D D U T E L E M L Y
6 3 0 9 1 3 A L G E R
2 6 R U E D U D O C T E U R T R O L A R D
6 3 7 1 6 0 A L G E R

1.179 L O G E M E N T S
C I A
A G E N C E D A U R E E T B E R I

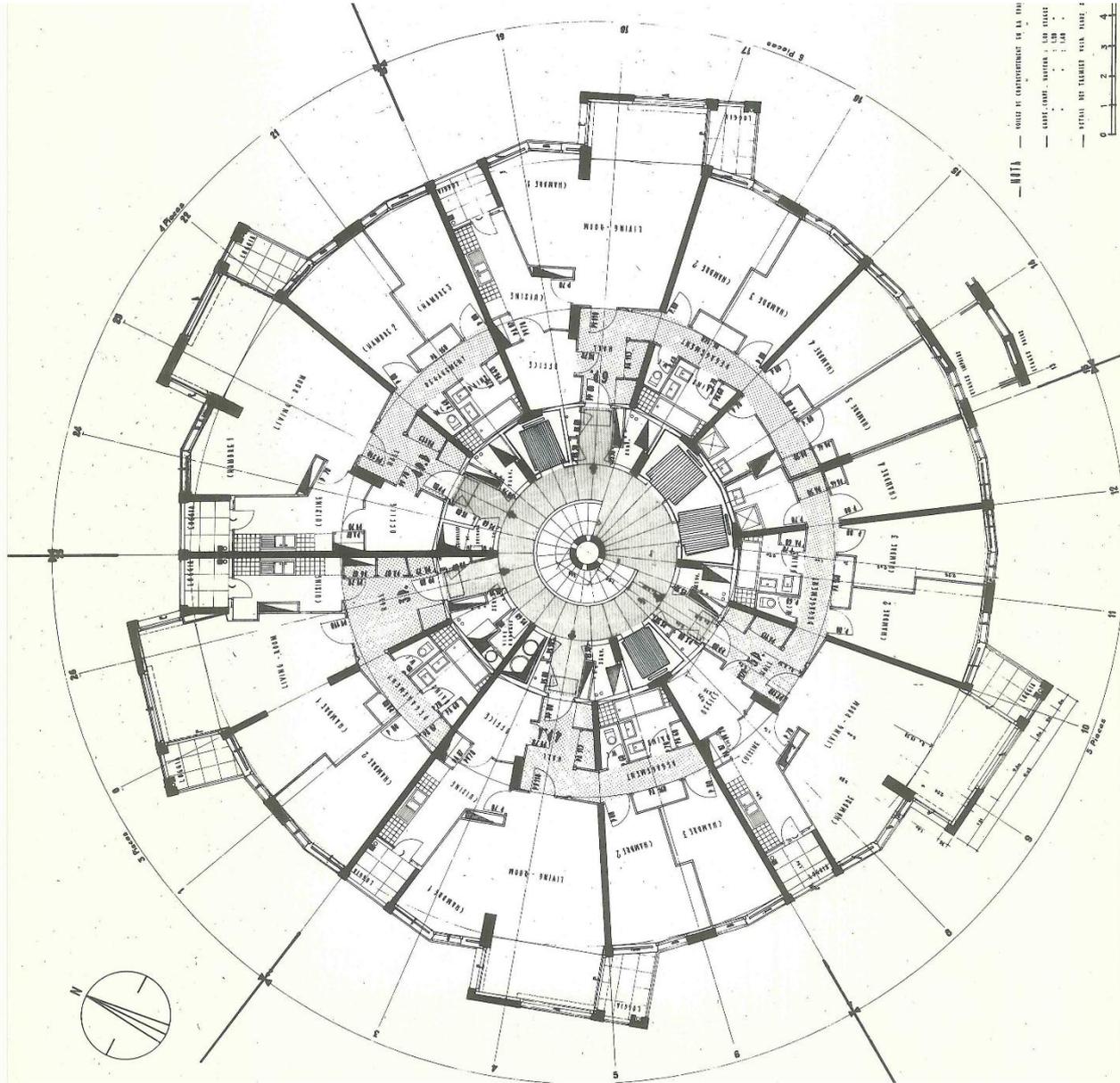


V U E A É R I E N N E S U D - E S T
D E L A C I T É " C O N C O R D E I "

ANNEXES

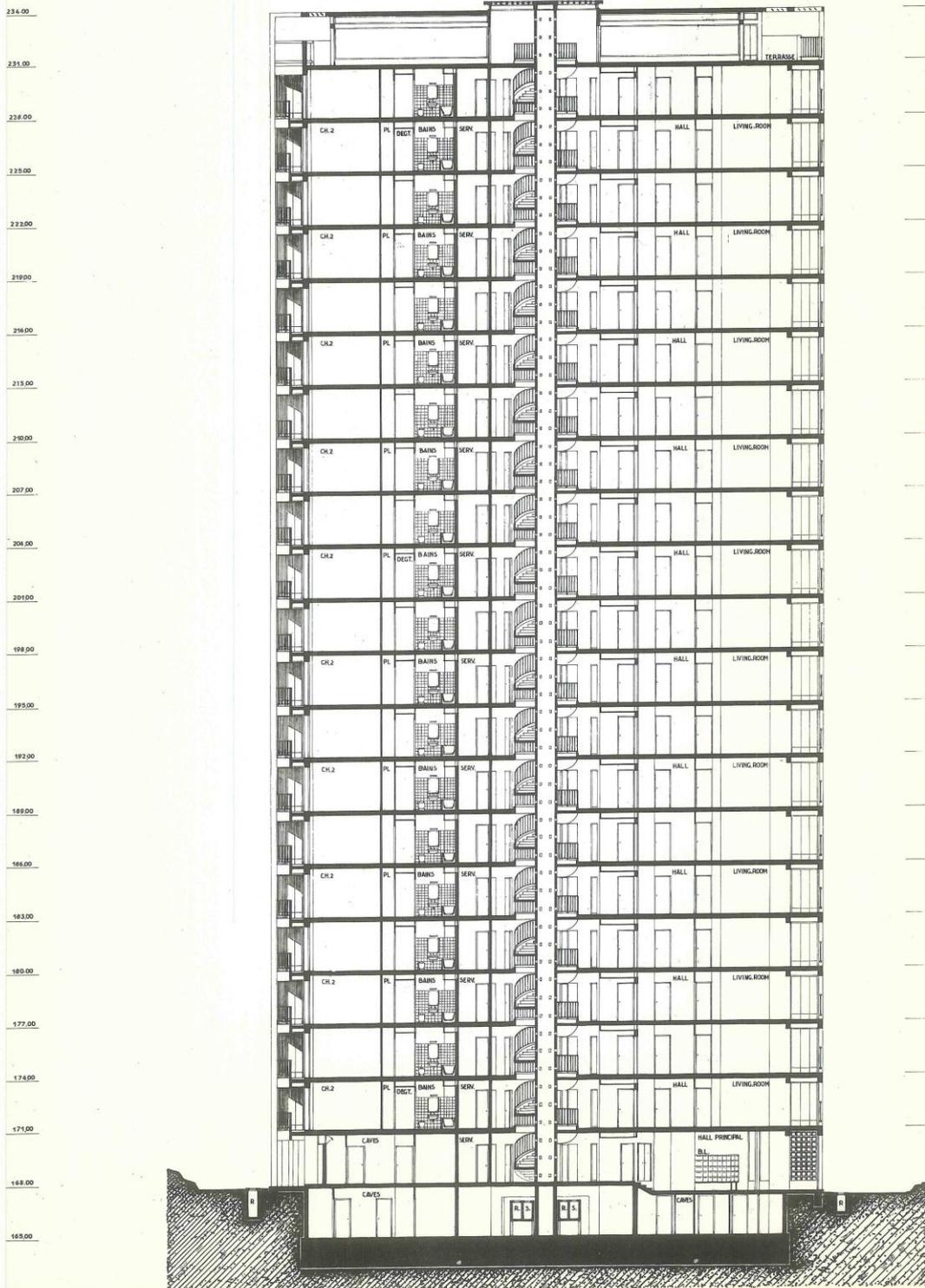


ANNEXES



ANNEXES

COUPE GENERALE



ANNEXES

Répertoire des architectes :

Chapitre 4 :

Alexis Daure 1921–2015 : Architecte de grandes compétences avec son imagination débordante, Alexis Daure est reconnu par la fabrication de maquette, la conception des plans, la supervision de chantier, la simplicité du traitement des façades et l'habitabilité des logements.

Venu en Algérie pour travailler en tant que disciple de Fernand Pouillon, Alexis Daure avait ouvert sa propre agence dès la fin du chantier de Diar el Mahçoul, en 1955. Avec Henri Béri, ils ont construit de nombreux grands ensembles avant de rentrer en France, au début des années soixante, afin de contribuer à la réalisation d'un grand nombre de cités et de villes nouvelles. Alexis Daure reste une figure très peu connue qui a marqué le modernisme algérois par la production des grands ensembles dans plusieurs villes algériennes. Le tableau ci-après fournit un inventaire général de ses projets, réalisé principalement à Alger

Jacques Guiauchain : fils de Georges Adrien et petit fils de Pierre Auguste, Jacques Guiauchain est né le 10 Avril 1884 à Alger et mort en 1965. Diplômé de l'école des beaux-arts de Paris en juin 1910, Guiauchain est nommé architecte du gouvernement General de l'Algérie en 1911, il assure pour de longues années la direction des travaux d'architecture de l'assistance publique et architecte de la Compagnie transatlantiques par la construction de divers équipements notamment d'hôtels à Ghardaia, Biskra et Bou Saada. Représentant la tendance algérianiste , il fonde avec d'autres intellectuels algérois à l'instar de Jean Alazard, René Léspés, Charles Montland l'association des Amis d'Alger en juillet 1929

Marqué par son classicisme structurel, il a coopéré à l'introduction des méthodes modernes de construction en Algérie, Guiauchain figure parmi les rares architectes qui ont contribué à assurer la présence des départements de l'Afrique du Nord dans des expositions en France. Ses projets témoignent la double filiation de son œuvre alliant le renouveau de Perret et la tradition néo mauresque. Son statut et son ascendance lui ont permis d'obtenir les projets les plus emblématiques particulièrement ceux de célébration du centenaire.

ANNEXES

Il est récompensé pour son remarquable parcours et pour tous les services civils et militaires rendus à la France en lui accordant le titre de chevalier de la Légion d'honneur en 1938 et de celui d'officier en 1963

- 1929 : la maison de l'agriculture
- 1929 : Palais du Gouvernement
- 1931 : Collège du Champs des Manœuvres
- 1933 : le Yacht Club d'Alger
- 1934 : pavillon des tuberculeux de Mustapha
- 1935 : villa Birtraria El Biar
- 1937 : Le pavillon de l'Algérie à l'exposition coloniale de Paris
- 1937 : Bâtiment des contagieux de l'Hôpital El-Kettar
- 1938 : la pouponnière de l'assistance.

Léon Claro : un patron sympathisant de Le Corbusier ; né en 1899 à Oran et mort à Gien 1991. Claro est fils d'architecte et petit-fils d'entrepreneur formé à l'école des beaux-arts de Paris. Dès l'obtention de son diplôme, il rentre à Alger où il s'est très vite intégré au cercle intellectuel algérois. Claro fut l'un des bâtisseurs de la ville d'Alger et enseignant à l'École des beaux-arts d'Alger avant et après l'indépendance de l'Algérie. A son statut de directeur de l'Atelier d'architecture, il a su se forger une réputation grâce aux nombreux statuts qu'il additionne au fil du temps. Au statut d'architecte D.P.L.G qu'il possède se rajoute celui d'architecte des sites et monuments historiques puis architectes en 1928, ainsi que celui de membre de l'association des amis d'Alger. En 1932, il compte parmi les membres fondateurs du « Groupe algérien » de la Société des architectes modernes. En mars 1956, Président du Conseil régional de l'Ordre des architectes

Avec les autres architectes originaires de la colonie et diplômés de Paris, il participe à l'émergence d'un milieu architectural local, favorable à l'adoption d'une architecture d'esprit moderne et d'expression régionale. Ses premiers pas d'architecte en Algérie correspondront aux festivités du centenaire de la colonisation.

ANNEXES

Réalisations :

- 1930 : Villa du Centenaire appelé aussi Maison indigène d'Alger
- 1937 : Le Foyer civique, aujourd'hui Maison du peuple.
- 1935 : École du Champ de manœuvres (Place du 1^{er} mai) (1935) avec Jacques Darbéda
- 1952 : Hôpital de Tizi Ouzou aujourd'hui centre hospitalo-universitaire.
- 1954 : École des Beaux-Arts d'Alger.
- 1956 : la maison de la radio et de la télévision.
- 1959 : le Tri postal d'Alger

Xavier Salvador : est un architecte espagnol né à Séville en 1898 et mort à Toulon en 1967. élève à l'École des beaux-arts d'Alger entre 1913 et 1916. Diplômé en 1924 de l'École nationale des beaux-arts à Paris. Principalement actif en Algérie, il ouvre son agence en 1925 dont il a été connu par les nombreux établissements publics qu'il les a réalisés sur tout le territoire Algérien. Xavier a été inspecteur de l'architecture au Gouvernement général et il a été lauréat du 1^{er} prix de plusieurs concours dont le groupe d'H.B.M. d'Alger en mai 1925, concours pour le marché de Tizi Ouzou et exécution. Il a construit plusieurs immeubles de rapports ainsi qu'un groupe d'immeubles pour la Société urbaine foncière d'Algérie, Cité universitaire, stade d'Alger, hôtel des Postes à Affreville-Teniet El Haad, Monument au génie de la colonisation (avec les sculpteurs Henri Bouchard et Charles Bigonnet) en 1930, Cité moderne à Alger en 1936.

Xavier Salvador était membre de la S.A.D.G. en 1925, membre du groupe algérien de la Société des architectes modernes (SAM), et de la Société des architectes du département d'Alger; membre du Conseil régional de l'Ordre des architectes en 1962.

- 1929 : Alger, Immeuble de rapport 12 rue du Docteur Saâdane (anciennement 12 rue Berthezène)
- 1929 : Alger, Immeuble de rapport 94 rue Didouche Mourad (anciennement 94 rue Michelet)

ANNEXES

- 1930 : Alger, Immeuble de rapport 16-18 rue Abdelatif Mokhtar (anciennement 16-18 rue du Docteur Trolard)
- 1931 : Alger, École primaire supérieure de jeunes filles rue Kadri Ali (anciennement rue Lazerges)
- 1932 : groupe scolaire
- 1932 : école El Farabi à Bab El Oued
- 1933 : Alger, Immeuble de rapport 10 rue du Capitaine Noureddine Menani (anciennement 10 rue Horace Vernet)
- 1933 : Stade municipal (construction de 3 piscine et gradins)
- 1934 : Sétif, Hôpital régionale, actuel CHU.
- 1935 : Miliana, Hôpital régionale
- 1938 : Sidi bel-Abbes, Hôpital régional
- 1952 : Annaba (anciennement Bône), Hôpital régional

Louis-Charles-Victor Miquel : né à Aïn Temouchent en Algérie, le 22 septembre 1913, et décédé en 1987 à Sète. Louis est entré en 1927 à l'école des Beaux-Arts d'Alger, il a obtenu une bourse pour poursuivre ses études à Paris, où il travaille dans l'atelier de Le Corbusier. A son retour à Alger en 1935, il monte les décors du théâtre de l'Equipe, fondé par Camus.

En 1942, il revient en France où il a été présenté par Jean Bossu à Georges-Henri Rivière ; fondateur du musée des Arts et traditions populaires, pour lancer une enquête sur le patrimoine rural français :

En 1948, il regagne l'Afrique du nord : d'abord le Maroc où il obtient un contrat au Paysannat marocain, puis l'Algérie, où il s'associe avec Pierre-André Emery. Une année après, il conçoit son œuvre majeure, l'Aéro-habitat à Alger, et engage une réflexion sur le modèle des grands ensembles.

Après l'Indépendance, Miquel s'installe à Paris et participe à plusieurs chantiers importants. En 1981, Louis Miquel décide de quitter Paris et de mettre fin à sa carrière.

- 1936 : Scènes et décors de théâtre à Alger pour la troupe du Théâtre du Travail
- 1950 : deux immeuble HLM à champs des Manœuvres avec Emery

ANNEXES

- 1950 : Bureaux de Coca-Cola, Alger, avec Pierre-André Emery
- 1954 : l'Aéro-habitat 118 bd du Telemly, Alger
- 1955 : le Centre Culturel de Jeunesse et Sport Abert Camus-Orléansville avec Simounet
- 1957 : Cité Henri Sellier à Hydra (800 logements) avec Emery
- 1959 : Immeuble HLM rue Zaatcha avec P.A. Emery
- 1960 : Villa "Lehalle" au Paradou avec P.A.Emery
- 1960 : Centre de formation d'éducateurs des centres sociaux à Alger, avec Simounet
- 1961 : Cité "la concorde" à Birmandreis avec Daure et Béri
- 1961 : Cité " Vinci" nouveaux immeubles avec P.A.Emery
- 1961 : Hôtel aux Annassers, Alger, avec P.-A. Emery et O. Julien.
- 1961 : Hôtel des postes, Mostaganem, avec P.-A. Emery, architecte.
- 1961-1962 Hôtel du Préfet à Mostaganem
-

Édouard Niermans : né le 29 novembre 1904 à Paris et mort à Quiberon le 16 octobre 1984.

JEAN Niermans : né le 14 décembre 1897 à Paris et mort à Boulogne en 1989.

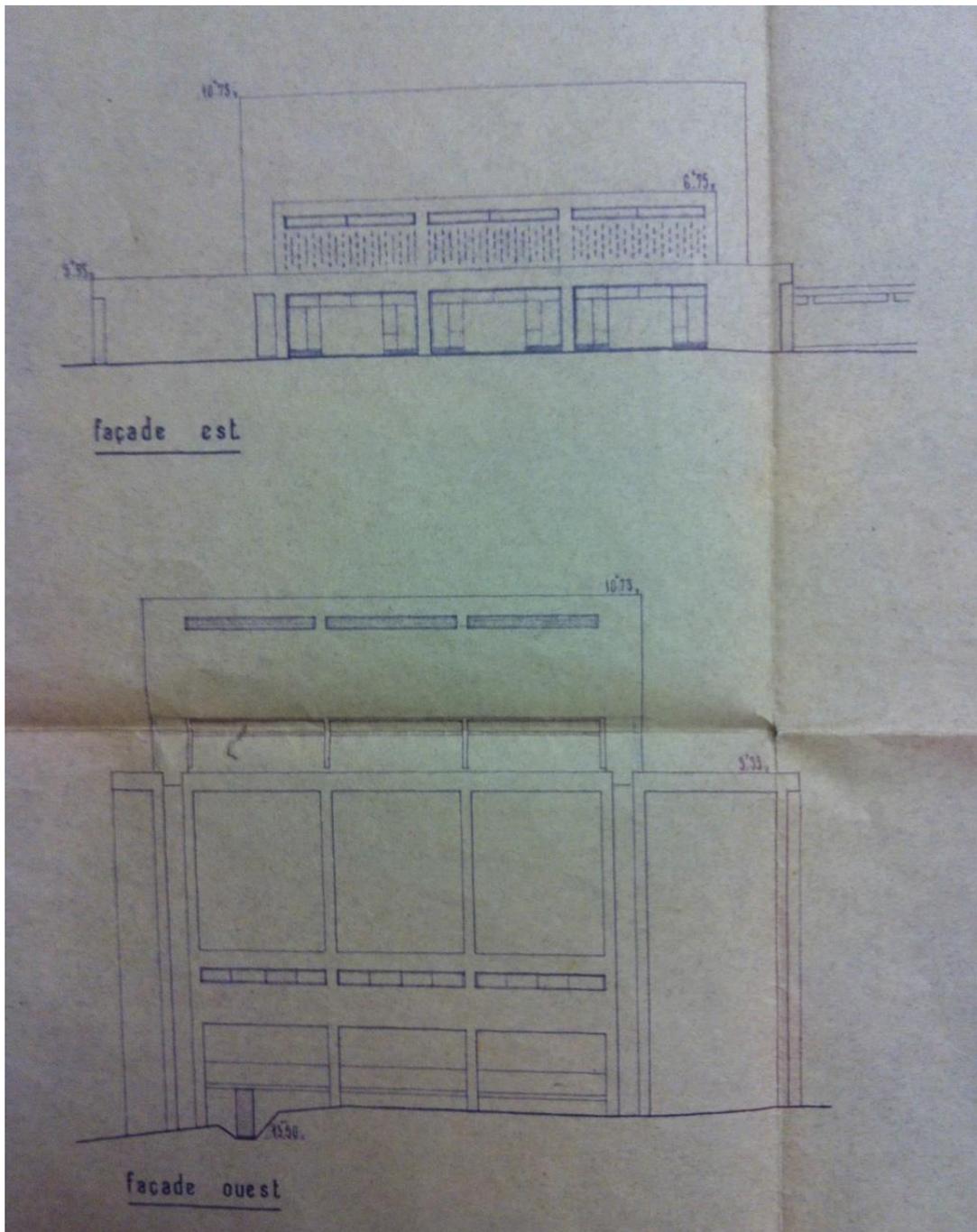
Les frères Niermans sont les fils de l'architecte Édouard-Jean Niermans (1859-1928). Diplômés de l'école supérieure nationale des beaux-arts, ils s'associaient au cabinet de leur père au début de leurs carrières. A sa mort en 1928, les deux frères fondent l'agence d'architecture « les frères Niermans, ensemble où ils élaborent les grands projets jusqu'en 1963 date à laquelle leur association s'achève. La majorité de leurs réalisations était à Puteaux-France. En Algérie, En 1934, les frères Niermans remportent le concours de l'hôtel de ville d'Alger, qu'ils construisent, en collaboration avec J.-L. Ferlié, entre 1935 et 1951 quant au projet de la gare de Constantine n'a pas été réalisé.

Auguste Marie Joseph Bluysen est un architecte et décorateur français né le 5 juin 1868 à Corbeil-Essonnes, mort en 1952 à Louveciennes. Diplômé de l'École des beaux-arts en 1897, architecte du ministère des Colonies, architecte des Postes et Télégraphes (1912), Auguste Bluysen a participé à l'Exposition universelle de

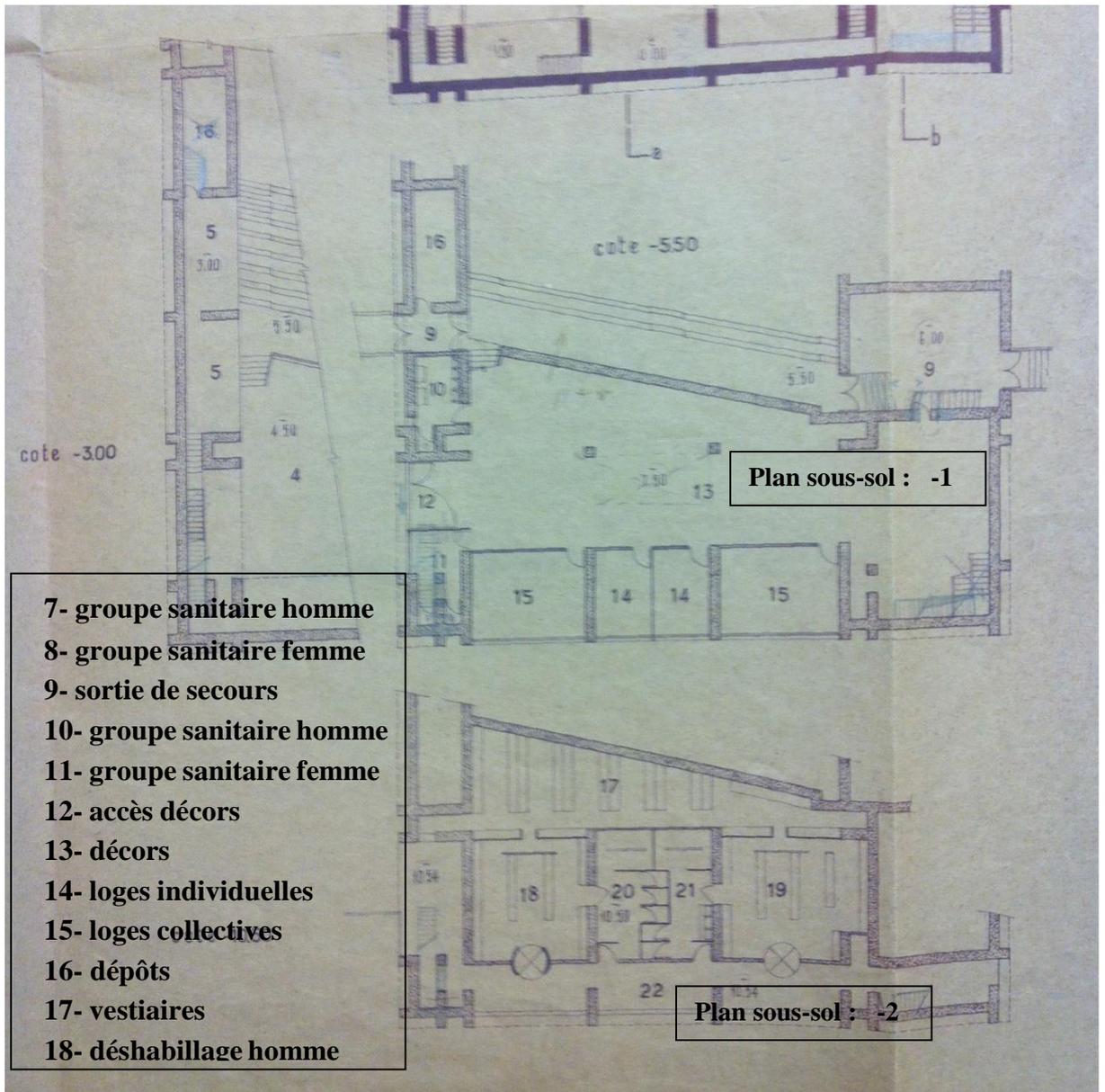
ANNEXES

Paris (1900), mais il s'est surtout illustré dans l'architecture des cinémas, théâtres, casinos et établissements thermaux. Il est l'auteur du Casino municipal Aletti , actuel Hôtel Es-Safir en collaboration avec Joachim Richard en 1930

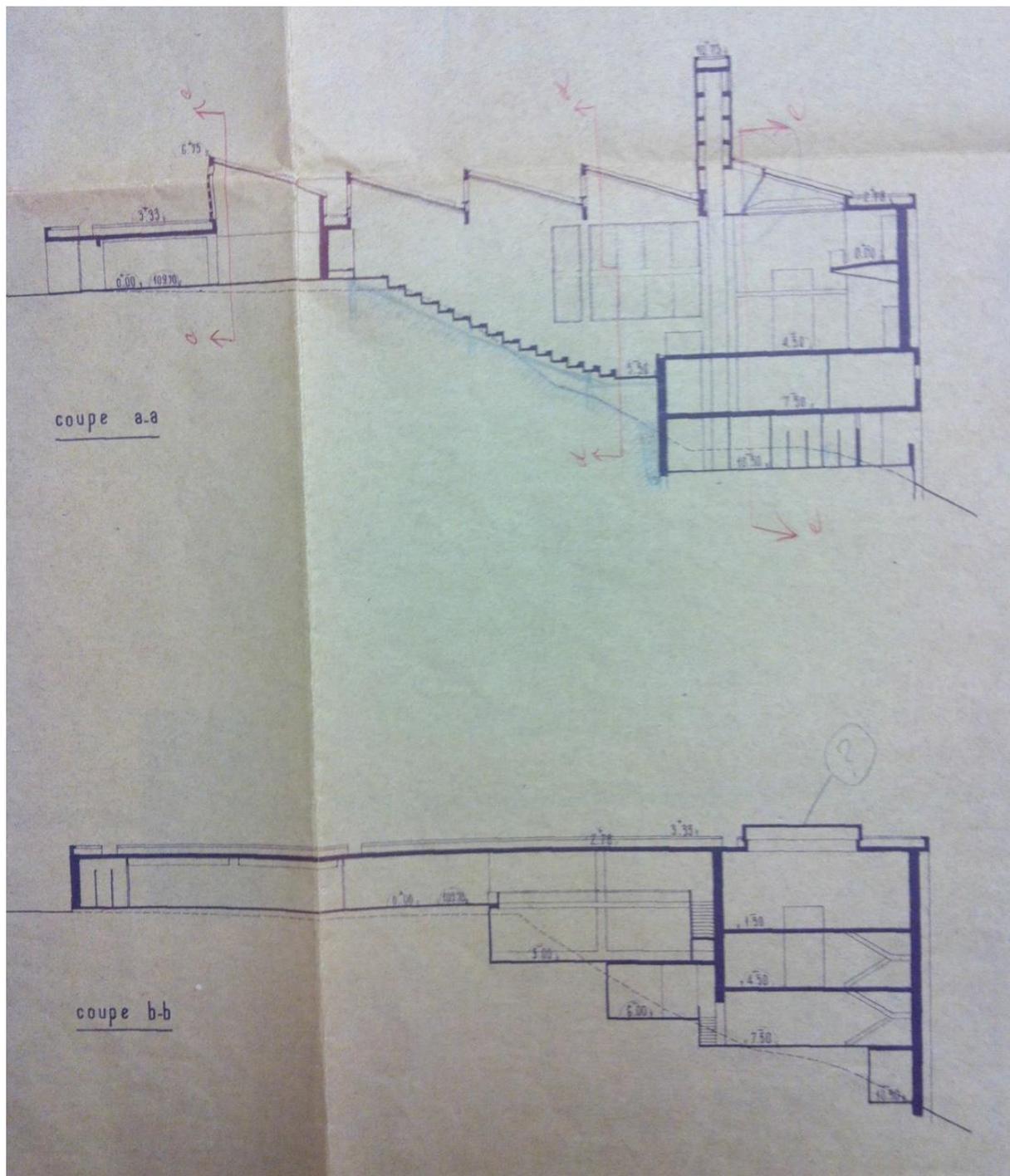
Chapitre 05

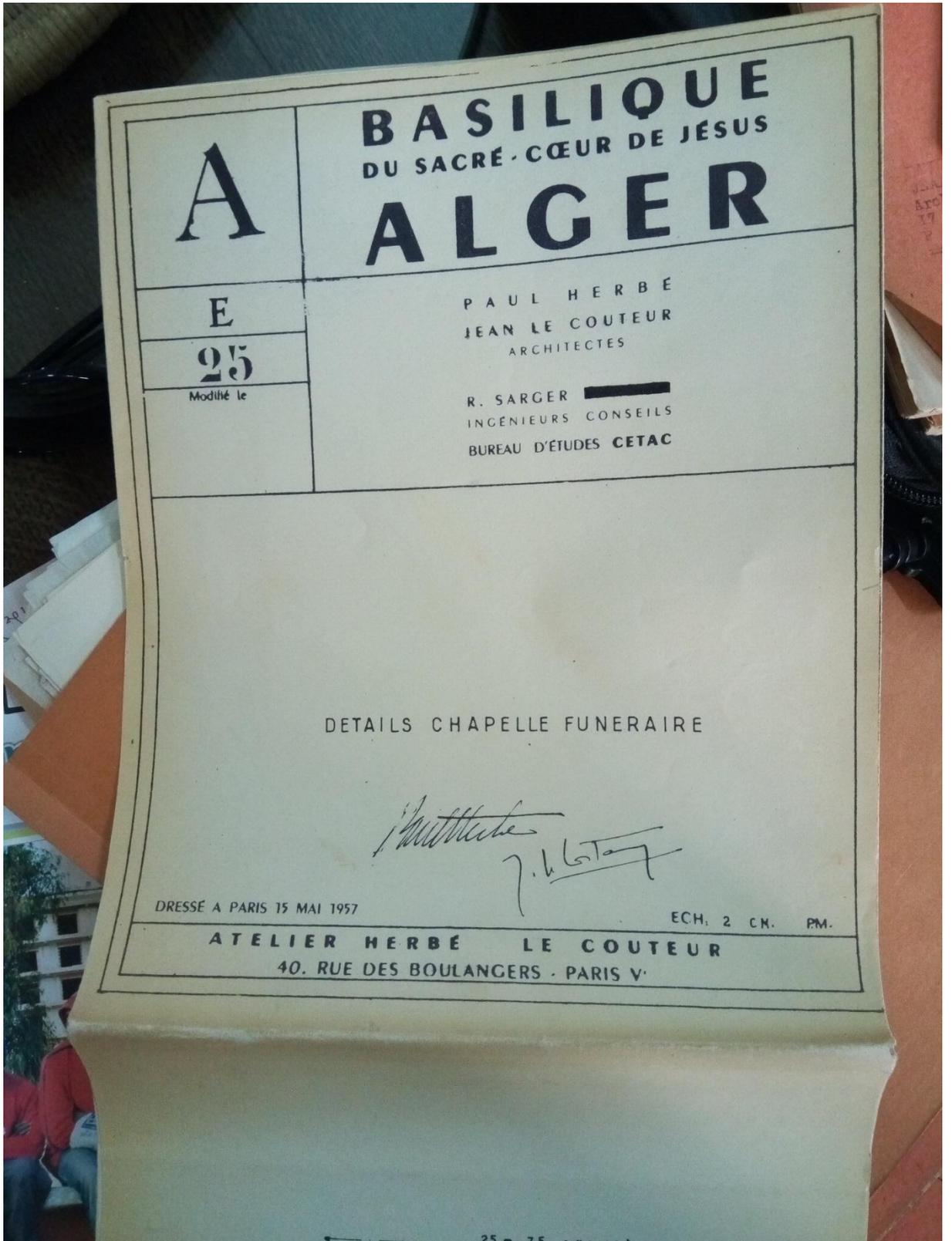


ANNEXES



ANNEXES





ANNEXES



collaborateur
souteur,
Paul Herbe, Jean T
architecte,
Gallot, F.
struction
annex

les
lure par,
en fin de groupes
pprimer la montage des
Grands espaces libres.