
mémoire de fin d'études: Structures métalliques éphémères du début du XXe siècle : focus sur les expositions universelles de Liège 1905 et Bruxelles 1910

Auteur : Jamaigne, Baptiste

Promoteur(s) : Cohen, Maurizio; Sosnowska, Philippe

Faculté : Faculté d'Architecture

Diplôme : Master en architecture, à finalité spécialisée en art de bâtir et urbanisme

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/24401>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Université de Liège, Faculté d'Architecture

**Structures métalliques éphémères du début du XXe siècle : focus
sur les Expositions Universelles de Liège 1905 et Bruxelles 1910.**

Volume 1

Travail de fin d'études présenté par Baptiste Jamaigne en vue de l'obtention du grade
de master en Architecture

Sous la direction du Professeur Maurizio Cohen et du Professeur Philippe Sosnowska

Année académique 2024-2025

Remerciements	7
Préambule	9
1. Introduction	10
1.1 Problématique	10
1.2 État de l’art	12
1.3 Méthodologie	15
2. PARTIE 1 – Contexte historique	18
2.1 Contextes géopolitique, social et économique en Belgique de 1830 au début du XXe siècle	18
2.2 Expositions Universelles	20
2.2.1 Origines des Expositions Universelles	20
2.2.2 Exposition Universelle et Internationale Liège 1905	21
2.2.2.1 Liège, grande ville wallonne	21
2.2.2.2 Liège au XIXe siècle	22
2.2.2.3 Vers l’Exposition Universelle.....	22
2.2.3 Exposition Universelle et Internationale Bruxelles 1910	24
2.2.3.1 Bruxelles, capitale	24
2.2.3.2 Vers une deuxième Exposition Universelle	24
3. PARTIE 2 – Contexte constructif et approche technique des halles métalliques	26
3.1 Matériaux	26
3.1.1 De la fonte au fer : approche générale	26
3.1.2 Le développement de l’utilisation du métal en Belgique durant la période industrielle	27
3.2 Constructions métalliques	29
3.2.1 Charpentes métalliques : typologies et principes structurels	29
3.2.2 Ossature métallique : caractéristiques générales et principes structurels	32
3.2.2.1 Stabilité générale	32
3.2.2.2 Comportement mécanique	33
3.2.2.3 Liaisons et assemblages	34
3.2.3 Exemples de constructions métalliques de la période industrielle en Belgique ...	35
3.2.3.1 Les abattoirs d’Anderlecht	35
3.2.3.2 Old England	36
4. PARTIE 3 – Chantiers de construction des Expositions Universelles	38
4.1 Liège 1905	38
4.1.1 Présentation générale	38
4.1.2 Acteurs principaux	39
4.1.3 Logistique	41
4.1.4 Agencement des grandes halles d’exposition	43
4.1.5 Analyse structurelle des halles métalliques	44
4.1.5.1 Cahier des charges	44
4.1.5.2 Fermes de charpentes	45
4.1.5.3 Poutres transversales	46
4.1.5.4 Panneaux de contreventement	47
4.1.5.5 Colonnes	47
4.1.5.6 Inventaire des éléments de structure	48

4.1.6	Démontage post-exposition	48
4.2	Bruxelles 1910	50
4.2.1	Présentation générale	50
4.2.2	Acteurs principaux	51
4.2.3	Logistique	51
4.2.4	Agencement des grandes halles d'exposition	52
4.2.5	Analyse structurelle des halles métalliques	53
4.2.5.1	Cahier des charges	53
4.2.5.2	Fermes de charpentes	54
4.2.5.3	Poutres transversales	55
4.2.5.4	Panneaux de contreventement	56
4.2.5.5	Colonnes	58
4.2.5.6	Inventaire des éléments de structure	57
4.2.6	L'incendie	59
4.2.7	Démontage post-exposition	60
4.3	Comparaison des Expositions	61
4.3.1	Organisation générale	61
4.3.2	Vestiges	61
4.3.3	Les halles métalliques	63
4.3.3.1	Structure générale	63
4.3.3.2	Éléments de charpente	63
4.3.4	Conclusion	65
5.	PARTIE 4 - Remploi des structures métalliques : conception et logistique	66
5.1	Baume et Marpent	66
5.1.1	Présentation générale	66
5.1.2	Usines de production	67
5.1.3	Production et montage en atelier	68
5.1.4	Transport	68
5.1.5	Traitement des structures récupérées	69
5.1.6	Stockage	70
	Conclusion	71
	Bibliographie	73
	Archives	76

Je tiens à remercier particulièrement mes deux promoteurs Monsieur Maurizio Cohen et Monsieur Philippe Sosnowska de m'avoir accompagné et guidé dans ce passionnant travail. Leurs conseils, pistes de réflexion, relectures, commentaires ainsi que tous les contacts que j'ai pu avoir grâce à eux ont été inestimables dans la réalisation de ce TFE.

Remerciement spécial également à Michel Provost pour sa disponibilité et ses corrections et sans qui la partie des analyses structurelles n'aurait pas été possible.

Merci au dernier membre de mon jury, Baptiste Drugmand qui m'a, en plus, partagé ses recherches pour faire avancer les miennes.

Merci à Isabelle Sirjacobs, Directrice du SAICOM, pour ses recherches dans les archives sans lesquelles cette étude aurait été impossible.

Merci à Marielle Hubin, Jean-Marc Jamaigne et Joachim Richelle pour leurs relectures et leurs conseils.

Merci également à toutes les personnes qui, de loin ou de près, m'ont aidé et rendu possible ce travail par leur soutien, leur présence.

J'ai mis un point d'honneur à réaliser ce travail sans l'aide d'intelligence artificielle, et j'y suis parvenu grâce notamment à toute l'aide qu'on a pu m'offrir par divers biais. Un bon entourage et un travail consciencieux valent toujours mieux qu'une bonne maîtrise de ChatGPT.

Durant mes longues études, j'ai eu l'occasion d'aborder et étudier une multitude de sujets divers et variés. Passionné d'histoire et d'architecture, il était tout tracé que mes choix d'option portent sur ces matières fascinantes. C'est à travers le cours d'histoire de l'architecture du XXe siècle en Belgique, donné par le Professeur Maurizio Cohen, que j'ai découvert un sujet que je ne connaissais pas, ou dont je n'avais que très vaguement entendu parler : les Expositions Universelles. Ma surprise ne fut que plus grande lorsque j'ai appris qu'un de ces événements s'était déroulé à Liège, à deux pas de chez moi. Le très connu et magnifique Pont de Fragnée ainsi que le Palais des Beaux-Arts du parc de la Boverie furent construits en cette occasion festive mais mon attention s'est portée sur autre chose : quelles étaient donc ces immenses constructions dont plus rien ne subsiste aujourd'hui ?

C'est cette interrogation simple qui m'a mené à creuser la piste de ces structures oubliées, éphémères dans le temps et dans les mémoires. Une question m'est tout de suite apparue : Comment est-il possible d'avoir construit de telles choses en si peu de temps, et qu'il n'en reste rien ? A partir de ces questionnements, ma curiosité n'a fait que grandir. Comment et en quels matériaux étaient construits ces bâtiments ? Que sont-ils devenus ?

Quand le moment fut venu de choisir un sujet de TFE, il m'est tout de suite paru évident que ces questions méritaient des réponses qui, malgré mes recherches, restaient nébuleuses. De fait, il m'a été très difficile de trouver les informations que je cherchais car celles-ci ne traitaient le sujet qu'en surface. Après discussions avec le Professeur Philippe Sosnowska, à l'heure du choix des sujets, il n'y avait plus aucun doute : j'avais mis la main sur quelque chose de passionnant qui, de façon

étonnante, a été peu étudié. Dans un monde où l'architecture se veut de plus en plus écologique et réversible, cette étude s'inscrit parfaitement dans le courant de pensée du XXIe siècle. Un mémoire qui étudie le passé, pour mieux entreprendre le futur.

1. INTRODUCTION

1.1 Problématique

C'est en 1851, à Londres, qu'a eu lieu pour la première fois un événement majeur qui va rapidement devenir un moteur de communication et une plateforme d'échange mondiale : l'Exposition Universelle. Véritable vitrine d'un capitalisme bien en place à cette époque, sa dimension internationale met en avant une série de principes économiques tel que le libre-échange, par exemple. Elles sont de ce fait organisées par les pays les plus influents du monde occidental. L'Angleterre, les Etats-Unis, la France, et la Belgique y détiennent une place de choix. Au fur et à mesure, de plus en plus de pays, tels que la Russie et la Turquie, participent à ces expositions, amplifiant l'impact politique que celles-ci représentent. À cette époque, c'est le développement industriel (machines, métallurgie, chimie et autres) qui est particulièrement mis en exergue, témoignant ainsi du savoir-faire, de la capacité d'innovation, de l'ingéniosité technologique et, par conséquent, de la puissance économique des nations participantes.

La Belgique, grande puissance industrielle du XIXe siècle, occupe une place prépondérante dès les premiers millésimes. Elle a également l'opportunité d'accueillir neuf éditions entre 1885 et 1958 dans quatre grandes villes : Bruxelles (1897, 1910, 1930, 1958), Liège (1905 & 1939), Anvers (1885, 1894) et, enfin, Gand (1913). Les dimensions politiques et économiques de ces événements sont particulièrement importantes et peuvent avoir un impact de grande ampleur. Grâce à sa puissante industrialisation, principalement issue de la métallurgie et de sa riche colonie du Congo, la Belgique dispose d'atouts pour rivaliser avec les grandes puissances industrielles. C'est donc à l'apogée de son industrialisation qu'elle

accueille l'Exposition Universelle de 1905 à Liège, commémorant les 75 ans de la nation, cinq ans après la colossale exposition de Paris de 1900.

Chaque état présent à l'Exposition dispose d'un pavillon ou d'un « palais » destiné à le représenter. Il peut aussi témoigner d'avancées techniques spécifiques ou d'un intérêt particulier. Le pays hôte dispose de la majeure partie de l'espace pour faire découvrir tous les aspects de sa culture et son industrie, jusqu'à des pavillons dédiés aux plus grandes villes. Dans le cas de Liège 1905, c'est le gigantesque hall, avec sa structure toute de métal, implanté dans l'actuel quartier des Vennes, qui marque les esprits avec son arcade d'entrée monumentale. Il couvre le hall des machines, de l'industrie, et de nombreuses sections belges. À Bruxelles, la façade principale, longue d'un impressionnant 260 mètres, surplombe l'entrée vers la section belge et, un peu plus loin, un immense hall métallique. Dans le cadre de ces réalisations, l'architecture est principalement au service de ce désir de grandeur et de grandiose et illustre les prouesses d'ordre technique des ingénieurs et constructeurs.

La caractéristique éphémère des expositions s'étend également à tous les pavillons et halls d'expositions, tant et si bien que toutes les constructions ont été démontées, à l'exception, à Liège, du Palais des Beaux-Arts et des Pont de Fragnée et Pont de Fétille et de la Passerelle Matisse, conçus pour durer. Du côté de Bruxelles, mis à part la Maison Delune et l'Hôtel Astoria, construits dans le cadre de l'évènement, rien ne subsiste. Les expositions sont très documentées, mais, de façon étonnante, tel que le souligne Christine Renardy dans son ouvrage *Liège et l'exposition universelle de*

1905¹, « *cet évènement n'a curieusement jamais fait l'objet de recherches fouillées* », observation que l'on peut étendre à l'exposition de 1910. Sur base de cette réflexion, l'approfondissement du sujet mène à l'étude spécifique des structures métalliques démontables des grands halls, et soulève des questions très actuelles : Comment le caractère éphémère de cette architecture a-t-il été intégré dans la conception technique de ces édifices ? Quelles étaient les destinations des structures démontées ? Cette dernière question amène à s'interroger sur la gestion de ces stocks, l'entreposage et leurs nouveaux usages.

La problématique de ce Mémoire de Fin d'Études, où se mêlent l'histoire et les techniques constructives, vise à explorer la conception et la construction des halles métalliques déployées lors des Expositions Universelles de Liège en 1905 et de Bruxelles en 1910. Ces structures conçues pour être démontées restent à ce jour relativement peu étudiées. Pourtant, elles témoignent d'une pratique courante dans le cadre d'expositions, très fréquentes dans la deuxième partie du XIXe siècle et le début du XXe siècle.

¹ Renardy, C., (2005), *Liège et l'exposition universelle*, La renaissance du Livre.

1.2 État de l'art

Bien que les Expositions Universelles belges ne figurent plus dans les esprits aujourd'hui, elles n'en restent pas moins un haut lieu de l'histoire de notre pays. De ce fait, elles ont été largement documentées. De nombreux documents d'époque subsistent, notamment dans les archives mais aussi des rétrospectives, comptes-rendus, ...

De façon générale, les Expositions Universelles et Internationales jouissent d'une littérature très fournie et de documents souvent bien conservés dans les archives dédiées. Leur lecture offre un regard intéressant sur l'importance et le prestige que représentent ces festivités à l'époque. Cockx et Lemmens² contribuent à établir un panorama historique et contextuel des expositions universelles et internationales belges, ce qui permet de comprendre la place de la Belgique dans le cadre de ces organisations. Paul Greenhalgh³, en sa qualité de Conservateur du Victoria and Albert Museum à Londres, institution héritière des premières expositions, propose une connaissance très riche sur les origines et préambules des premières expositions tandis que Florence Pinot de Villechenon⁴ développe une synthèse didactique avec des pistes de recherche très intéressantes (recyclage, règles de déconstruction) mais peu

approfondies. Ces notions de réutilisation des éléments de démolition et de destruction fait l'objet d'études mais plutôt dans une optique de démolition de bâtiments qui ne sont pas destinés à être éphémères⁵. L'optique dans laquelle les structures éphémères étudiées sont conçues, mises en place et leur utilisation post-exposition est abordée par Ine Wouters⁶ par l'intermédiaire de l'industriel John Cockerill qui n'est pas l'acteur majeur des expositions traitées dans ce travail.

Malheureusement, aucun des ouvrages mobilisés n'a pu fournir des informations utiles et spécifiques sur le démontage des structures des Expositions Universelles, élément pourtant clé de ces organisations selon leur caractéristique éphémère.

Il en va de même de la rétrospective de Christine Renardy⁷ qui revêt plutôt un visage historique et contextuel. En effet, cet ouvrage nous propose une vision très complète et documentée des contextes (géopolitique, économique, historique) ayant mené Liège à accueillir l'exposition, son déroulement ainsi que ses impacts sur le futur de la ville. Il s'agit de la synthèse la plus complète sur l'exhibition.

Pour l'Exposition de Bruxelles, en tant que capitale, les ouvrages généraux sur la Belgique, tels que la série de bouquins « Nouvelle histoire de la Belgique »^{8,9},

² Cockx, A., Lemmens, J., (1958), *Les Expositions universelles et internationales en Belgique de 1885 à 1958*, Editorial Office.

³ Greenhalgh, P., (1991), *Ephemeral Vistas: The "Expositions Universelles," Great Exhibitions and World's Fairs, 1851–1939*, Ed. : John M. MacKenzie, Manchester University Press, Studies in Imperialism.

⁴ Pinot de Villechenon, F., (1992), *Les expositions universelles*, Paris : presses universitaires de France.

⁵ Reyniers, I., Van de voorde, S., Wouters, I., (2024), *Van kunstobjeten tot bouwafval, het stedelijk beleid rond afbraakmaterialen in Brussel (1860-1940)*, bulletin KNOB vol. 123 (pp. 18-35).

⁶ Wouters, I., (2024), *The architectural and structural works of S.A. John Cockerill (1842-1955) : balancing between craftsmanship and mass production*, Construction matters, 8th International Congress in Construction History (pp. 24-39).

⁷ Renardy, C., (2005), op. cit. p.9.

⁸ Deneckere, G., (2010), *Les turbulences de la Belle Époque*, Nouvelle histoire de Belgique, le cri édition.

⁹ Dumoulin, M., (2010), *L'Entrée dans le XXe siècle*, Nouvelle histoire de Belgique, le cri édition.

permettent de comprendre la vie politique belge, et de ce fait bruxelloise, afin de dresser une base contextuelle assez complète. Il n'existe cependant pas de rétrospective similaire à celle réalisée pour l'exposition de Liège.

Le contexte et les intérêts économiques tiennent une place importante dans l'organisation de l'exposition.

Le capitalisme au XIXe siècle, l'un des moteurs des expositions, dont la Belgique est un parfait exemple, est traité par Pierre Lebrun¹⁰. L'impérialisme culturel occidental, conséquence d'une ouverture sur le monde, caractéristique du XIXe siècle et des Expositions Universelles, est décrit dans *Le livre des expositions universelles 1851-1989* (première édition de 1983)¹¹. Il est également intéressant de voir l'évènement d'un autre œil, celui de *Léopold II, le Roi Bâtisseur*¹², par Piet Lombaerde, qui est ici décrit comme figure centrale des expositions universelles belges de la seconde moitié du XIXe siècle jusqu'au début du XXe siècle.

L'architecture de l'époque est fort influencée par les matériaux produits dans les industries belges. Le métal (fonte, fer, acier) issu de l'industrie du bassin liégeois et utilisé dans les structures porteuses y

occupe une place de choix. La nomenclature des matériaux de cette époque, assez confuse, est clarifiée par Ine Wouters¹³. Les structures métalliques font l'objet d'une attention particulière notamment d'un point de vue technique comme dans le livre *Construire en Acier*¹⁴ qui offre un bel aperçu des constructions métalliques de la fin du XIXe - début du XXe siècle et permet de cerner les lignes de faites de la conception et de la construction des structures métalliques qui composent, entre-autres, les grands halls d'exposition de la période d'étude. Les typologies des charpentes en fer¹⁵, structures d'intérêt majeur dans les halles métalliques, sont bien documentées et étudiées. Toutes ces constructions métalliques se retrouvent évidemment dans d'autres domaines, notamment ferroviaire, où elles constituent la majeure partie des réalisations. Dans cet exercice, les belges sont des pionniers et exportent même à travers le monde¹⁶. Tous les *actes des congrès francophones de l'histoire de la construction*¹⁷, *l'International Congress of Architectural History* (démontage, acier, construction) ainsi que le *Journal of Construction History* (Cambridge university), sont des sources

¹⁰ Lebrun, P., (1979), *La Belgique au XIXe siècle : sommet du régime capitaliste classique et un des premiers pays du monde*, Bulletin de la Classe des Lettres et des Sciences Morales et Politiques. Académie Royale de Belgique, Bruxelles : Hayez, imprimeur de l'Académie Royale de Belgique (pp. 374-376).

¹¹ Pradel de Gantry, M.-N., (1983), *XIXe siècle : la découverte des civilisations dans le temps et l'espace*, Le livre des expositions universelles 1851-1989 (pp.287-296), Paris : édition des arts décoratifs.

¹² Lombaerde, P., (1995), *Léopold II, le roi bâtisseur*, Hommes et terres du Nord, Persée : Université de Lyon, CNRS & ENS de Lyon.

¹³ de Bouw, M, Wouters, I., (2018), *Fer et acier entre 1860 et 1920 en Belgique : une nomenclature confuse clarifiée*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 75-79).

¹⁴ Schulitz, H., Sobek, W., Habermann, K., (2003), *Construire en acier*. PPUR presses polytechniques.

¹⁵ Holzer, S., (2018), *Aperçu des typologies structurales des charpentes en fer (1820-1900)*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 60-66).

¹⁶ Haoudy, K., Sirjacobs, I., (2017), *Une architecture nomade : les gares belges à travers le monde*, Éditions de la Province de Liège.

¹⁷ Congrès francophone d'histoire de la construction, (2008), *Édifices et artifices, histoires constructives : recueil de textes issus du premier congrès francophone d'histoire de la construction*, Paris : Picard.

fiables et riches d'informations en tous genres sur les techniques de construction. Comprendre la façon de construire en métal (fer et acier) à cette époque nous aide à déterminer les procédés constructifs de la période envisagée et de ce fait, les procédés éventuels de déconstruction.

Certaines entreprises, comme Baume et Marpent¹⁸, géant de la construction métallique, apparaissent avoir joué un rôle fondamental dans la construction de ces expositions¹⁹. Leur collaboration avec les Usines de Constructions Métalliques V. Bertaux & C^{ie}, importante dans la production des éléments des édifices métalliques, n'a laissé aucune trace dans la littérature. Le chapitre *Les Sciences et les Techniques* du livre de Christine Renardy (2005), rédigé par Philippe Tomsin, offre un bel aperçu des nombreuses entreprises ayant participé à l'exposition, principalement comme exposants, et le foisonnement technique que représente le hall des machines. Ce panel de matériaux et de techniques est une bonne base de travail pour appréhender la façon de construire du début du siècle, et, potentiellement, la façon de déconstruire également.

Malgré l'importante quantité de documentation concernant l'histoire, les techniques de construction, les expositions universelles et la démolition dans une moindre mesure, aucun ouvrage ne fournit d'analyse complète et spécifique aux constructions métalliques éphémères des Expositions Universelles belges. Le remploi de ces structures ne semble pas avoir été traité en profondeur, la logistique de récupération des éléments non plus. Les Expositions de Liège 1905 et Bruxelles 1910

sont documentées mais pas comparées, mises en parallèle, tant au niveau de la conception et de la construction des charpentes métalliques que du remploi de celles-ci après l'évènement.

¹⁸ Haoudy, K., (2012), *Au-delà de la haine, itinéraire de l'entreprise wallonne Baume et Marpent*, Construire au-delà de la méditerranée (pp. 18-29)

¹⁹ Haoudy, K., (2006), *L'architecture préfabriquée de Baume & Marpent, ossature du modernisme*, Au-delà de la Haine... Itinéraire de l'entreprise wallonne Baume & Marpent (pp. 71-100), La Louvière : Écomusée Régional du Centre.

1.3 Méthodologie

Dans le cadre de ce travail, les recherches menées s'inscrivent dans une démarche tant historique que technique. La réflexion est soutenue principalement par la mobilisation de différents types de sources écrites, les structures étudiées n'étant pas conservées. La principale difficulté de cette démarche est de constituer un corpus documentaire suffisamment pertinent permettant d'explorer ce sujet, les archives pouvant s'avérer bien souvent incomplètes. Les recherches s'appuient principalement sur l'exploitation des sources écrites et iconographiques. Ces sources écrites se composent de quatre parties : les récits non scientifiques et comptes rendus d'époque comme les livres d'or, la littérature technique (traités et manuels de construction, articles), les archives des entreprises (SAICOM) et les archives des institutions publiques (Liège, Bruxelles). La partie iconographique regroupe toutes les photographies, plans, dessins, ... collectés dans la littérature et les archives.

1.3.1 Contexte

Dans un premier temps, il convient de dresser le contexte dans lequel se sont déroulés les événements. Cette partie de l'étude se concentre principalement sur des documents écrits (ouvrages historiques, livres d'or) dans lesquels on trouve également une série de dessins, gravures et photographies qui nous permettent de mettre des images sur les mots et faciliter leur compréhension. Un large éventail d'ouvrages et de comptes rendus d'époque permet une compréhension détaillée et

fournie de ce qui a mené à l'organisation des Expositions de Liège et de Bruxelles. Il convient de sélectionner les plus appropriés et d'en tirer les informations utiles et pertinentes afin d'en réaliser une synthèse, l'historique n'étant pas le sujet principal de l'étude.

Pour le contexte général en Belgique depuis la création du pays jusqu'aux Expositions Universelles étudiées, les ouvrages *Nouvelle histoire de Belgique*^{20,21} offrent la source la plus adaptée et complète au travail selon les conseils de l'historien en charge de cette section à la bibliothèque de l'Université de Liège. Les contextes politique, économique et social y sont largement développés et entremêlés.

En ce qui concerne la ville et l'Exposition de Liège, la rétrospective de Christine Renardy²² constitue une synthèse extrêmement fournie et fiable pour alimenter la partie historique et contextuelle du travail. Cet ouvrage apporte également bon nombre de photographies et dessins d'époque de l'exposition, en plus des cartes postales, très populaires en ce temps.

Les *livres d'or de Liège 1905*²³ et *Bruxelles 1910*²⁴ représentent une source relative aux Expositions de premier plan tant par leur complétude que par leur contemporanéité avec l'objet des recherches. Les auteurs rédigent un rapport fidèle des différentes organisations (comité de direction, finances, architecture), des exposants, des pays participants et de leur implication ainsi que

²⁰ Deneckere, G., (2010), Op. Cit. p.10.

²¹ Dumoulin, M., (2010), Op. Cit. p.10.

²² Renardy, C., (2005), Op. Cit. p7.

²³ Drève, G., (1905), *Le livre d'or de l'exposition universelle et internationale de 1905 : histoire complète de l'exposition de Liège*, Ed. Auguste Bernard.

²⁴ Rossel, E. (1911), *Livre d'or de l'exposition universelle et Internationale de Bruxelles en 1910*, Em. Rossel Editeur

de la vie sur place permettant de bien saisir l'atmosphère et d'avoir un regard d'époque sur les événements mais ne traitent pas de la partie technique ou constructive des structures qui nous intéressent.

La *monographie des industries du bassin de Liège* rédigée par le Bureau Commercial de l'Exposition de Liège (1905) recense, comme son nom l'indique, toutes les industries présentes à l'époque de l'exposition dans la ville. Avoir accès à ce recensement nous permet d'identifier les différents intervenants liés aux constructions de l'évènement.

1.3.2 Technique et construction

Le dépouillement de la littérature technique de la seconde moitié du XIXe jusqu'aux années 1910 du siècle suivant constitue la deuxième partie de ce travail. Celle-ci est constituée majoritairement de sources écrites (littérature technique), mais aussi de plans, schémas et photos de structures présents dans la littérature.

La littérature sur les aspects constructifs est abondante. Elle est constituée d'ouvrages sur les structures métalliques dans toute leur diversité. Le livre *Patrimoine de fonte, fer et acier* est une bonne référence pour analyser les typologies structurales des charpentes²⁵, l'ossature métallique en général, mais aussi le matériau utilisé²⁶ (fonte, fer ou acier) en plus d'en fournir des exemples concrets. Cela va permettre notamment de former une base de données afin de créer une classification typologique des structures d'intérêt du cas d'étude (de concert avec les archives). Il est aussi important de comprendre comment l'évolution du

matériau a impacté la conception des structures (charpentes et ossatures) pour intégrer la façon de concevoir un projet mais également son démontage. Ce travail n'étant pas porté principalement sur l'ingénierie, l'étude structurelle se limitera à la compréhension générale de celle-ci et les conséquences qu'elle a pu avoir sur la conception, le montage et le démontage.

L'extension des recherches à des structures similaires a mené au monde ferroviaire, notamment via l'étude de Karima Haoudy et Isabelle Sirjacobs²⁷ sur les gares belges à travers le monde.

Bien qu'aucun ouvrage ne fasse directement référence aux bâtiments du cas d'étude, toutes ces informations sont directement transférables auxdits bâtiments, ces derniers étant composés intégralement de structures métalliques.

1.3.3 Archives

Le dépouillement des archives constitue le cœur du travail. Elles contiennent des documents de natures différentes : des plans, des clichés d'époque (sources iconographiques), des échanges entre les différents partis, des cahiers de charge (sources écrites) et tant de matériel fondamental pour cette recherche.

Les principaux fonds mobilisés seront ceux des deux villes concernées, Liège et Bruxelles ainsi que des fonds propres aux industries ayant participé aux Expositions. Les archives de Liège contiennent un fonds spécifique à l'Exposition Universelle de Liège de 1905 (Fonds de l'Exposition 1905). Celui-ci contient des plans et photographies, mais surtout des échanges très intéressants entre différentes

²⁵ Holzer, S., (2018), op. cit. p.11.

²⁶ de Bouw, M, Wouters, I, (2018), op. cit. p.11.

²⁷ Haoudy, K., Sirjacobs, I., (2017), op.cit. p.11.

compagnies pour la gestion des commandes relatives à l'Exposition. On y retrouve également le livre d'or de l'Exposition.

Les catalogues en ligne des archives de Bruxelles (consultation et sélection nécessaires en vue de prendre un rendez-vous) sont étonnement limités en termes de documents iconographiques. On y trouve par contre le livre d'or, ouvrage important pour l'Exposition. Il est également disponible en ligne, facilitant sa lecture.

Ces deux fonds d'archives ne sont pas avariés en rapports (PV de réunion des conseils divers, échanges de courriers, finances) mais manquent cependant de documents précis relatifs aux structures construites, tels que des plans généraux ou de détails. Une grande partie des acteurs des constructions est recensée dans ces rapports, notamment l'un des plus importants pour notre sujet : Baume et Merpent, ce qui nous conduit à chercher dans les archives de la société même.

Les archives de la société Baume et Merpent sont préservées au SAICOM (Sauvegarde des Archives Industrielles, Commerciales, Ouvrières et Minières) sur le site du Bois-du-Luc à La Louvière. Elles ont considérablement contribué à la compréhension générale des structures de 1905, mais surtout celles de 1910, permettant de combler les lacunes prémentionnées pour Bruxelles. La documentation technique regroupe des plans, des détails techniques, des schémas structurels et d'autres documents du même style. Le SAICOM possède également une grande base de données photographiques cruciale pour l'étude de la société et son fonctionnement interne et donc de la création des structures d'intérêt. Néanmoins, ces archives ne possèdent pas

de plans de l'Exposition 1905 et ne permettent pas de compléter le manque de plans des charpentes des halles des archives de Liège. L'analyse de ces structures repose donc sur des regroupements de données issues de photographies, plans d'ensemble des halles, cahiers de charges et échanges divers ainsi que la comparaison des plans de l'exposition de 1910 dont les structures semblent similaires en de nombreux points.

Pour les questions d'accès au site et de logistique des transports de l'Exposition de Liège, les archives de la Compagnie des chemins de fer du Nord sont mobilisées, principalement les procès-verbaux des conseils d'administration de la période d'étude (1903-1906). Cette compagnie ne traite cependant que de l'Exposition de Liège, les aménagements ferroviaires ayant été gérés par l'État pour l'Exposition de Bruxelles. Ces archives sont en libre accès en ligne sur la plateforme des archives nationales du monde du travail de France. Elles ont fourni des informations quant aux structures temporaires mises en place au niveau des voies ferrées pour l'Exposition.

De nombreux clichés d'époque subsistent dans différents musées, notamment le Musée de la vie Wallonne à Liège pour l'exposition de 1905 (catalogue en ligne). Cela permet un visuel direct sur ce qui a été réalisé et, si la recherche dans les plans paraît parfois difficile, de recadrer l'esprit sur l'objet des recherches. Par exemple, un cliché des différentes charpentes permet d'être certain de leur typologie et si le plan correspond bien à celle-ci, les référencements ou les différentes versions des plans étant parfois absents ou mal réalisés.

2. PARTIE 1 – Contexte historique

2.1 Contextes géopolitique, social et économique en Belgique de 1830 au début du XXe siècle

En 1830, le Royaume de Belgique voit le jour, résultat d'une révolution contre le Royaume des Pays-Bas menée par un front uni de ceux qui formeront plus tard la Belgique.

Léopold de Saxe Cobourg-Gotha est choisi comme roi des Belges et règne sur la patrie avec une oligarchie élue par suffrage censitaire et capacitaire. La majeure partie du pouvoir est détenu par les hautes sphères de Bruxelles et de Wallonie, ne laissant pas de place à la classe ouvrière et au prolétariat wallons, et encore moins flamands dont la population, composée de fermiers, ouvriers, ... est, de ce fait, dominée par les libéraux et catholiques wallons qui forment l'état bourgeois caractéristique du deuxième tiers du XIXe siècle²⁸.

Depuis sa création même, la Belgique est sujette aux tensions qui résultent de cette écrasante domination d'une minorité. Ces tensions se matérialisent par une série de grèves, dont certaines assez violentes, par le parti ouvrier (1893) et le prolétariat du sillon Sambre-Meuse (1886, 1902), qui commence à acquérir certains droits et un peu de pouvoir décisionnel. En cette fin de siècle, la Belgique évolue et laisse plus de place aux classes sociales ouvrières et prolétaires notamment grâce au suffrage universel introduit en 1898.

Les grandes forces de la Belgique, supplantant les problèmes sociaux et politiques fréquents (du moins dans la mémoire collective), sont sa puissante et

florissante industrialisation et sa colonie congolaise. Très vite après la création du pays, l'expansion économique et industrielle bat son plein. Les territoires très riches en charbon et densément peuplés permettent une croissance vertigineuse qui propulse la Belgique dans le haut du classement des puissances de l'époque. Ce charbon permet de développer intensément la sidérurgie, moteur de l'industrie des bassins miniers, en particulier à Liège et Charleroi.

En 1880, la Belgique grimpe à la deuxième place des puissances industrielles après la Grande-Bretagne, alors que le pays n'est vieux que d'un demi-siècle. Cette croissance est marquée, de 1873 à 1895, par une légère récession notamment due à une surproduction mais surtout à la grande crise économique dont le pic est atteint en 1885. Cette crise mène à une importante révolte au départ de Liège, que l'état réprime violemment. La tension est à son comble dans le plat pays.

Malgré les affrontements, cette période de trouble marque une transformation économique majeure. En effet, la crise accélère encore le rythme déjà très rapide des innovations, offrant des inventions déterminantes comme l'électricité, le moteur à explosion ou la turbine à vapeur non sans conséquences sur le marché des matières premières (p.e. remplacement du fer par l'acier). C'est aussi à cette époque qu'émergent de nouveaux marchés et des investissements hors du monde occidental (Russie, Chine), s'inscrivant dans l'impérialisme caractéristique de cette période. A partir de là, le capitalisme belge est mieux organisé et on voit naître une « deuxième révolution

²⁸ Gubin, E., Nandrin, J.-P., (2010), *La Belgique littéraire et bourgeoise*, Nouvelle histoire de Belgique, le cri édition.

industrielle » sous l'impulsion, notamment, du baron Edouard Empain (1852-1929), ingénieur et industriel belge.

Une forte croissance mondiale est en cours, menée d'une part par les banques qui gagnent en puissance, et d'autre part par les réseaux de chemins de fer. Les nouvelles technologiques, comme celles du chimiste et industriel belge Ernest Solvay, révolutionnent l'industrie (chimique pour les industries Solvay). Le réseau vicinal des chemins de fer représente l'un des piliers de l'économie nationale belge, à tel point que le pays se taille une réputation internationale et exporte de façon prodigieuse. On note, par exemple, le tram, caractéristique de la fin du siècle, comme produit d'exportation majeur. Ce même tram qui, en Belgique, fonctionne grâce à l'électricité et, de ce fait, lance le secteur de l'électricité à travers le pays dans les années 1890²⁹. La société Baume et Merpent, basée à Haine-Saint-Pierre depuis 1853, illustre la prospérité des constructions de chemin de fer par l'exportation de ses produits ferroviaires, principalement du matériel roulant, à travers le monde entier.³⁰

En plus de son industrialisation galopante, la Belgique se hisse au sommet des grandes nations coloniales grâce à l'immense richesse de sa colonie : le Congo. Le Roi des Belges, Léopold II, acquiert cet énorme territoire et fonde l'état indépendant du Congo en 1885 grâce à un accord à la conférence de Berlin. Il cède ce pays à la Belgique en 1908 sous la pression des autres états en raison des exactions contre la population locale. Ce roi, qui n'affectionne pas la politique, est par ailleurs assez peu apprécié par son peuple.

Sa politique expansionniste et nationaliste divise la population belge et il ne nourrit pas le sentiment d'un roi paternel auquel les Belges aspirent. Néanmoins, c'est en partie grâce à lui que le pays connaît un développement aussi spectaculaire. Le Roi bâtisseur, comme il est parfois appelé, a laissé une empreinte très forte sur la Belgique, tant matériellement que dans les mémoires. Grâce à la cession du Congo en 1908, il place la Belgique au cinquième rang du commerce international, tant le commerce du caoutchouc et des minerais congolais est fructueux.

« La dichotomie de la Belle Époque, pendant laquelle le haut et le bas de la société nouèrent entre eux une relation tandis que l'ivresse du progrès cachait une crise d'identité bourgeoise, et qu'une façade brillante masquait la dure réalité sociale, ... »³¹.

Une belle synthèse de ce qu'était la société belge à l'aube du XXe siècle. Cet extrait montre l'ambivalence d'une nation à l'économie puissante qui cache la misère sociétale des classes sociales défavorisées.

²⁹ 1890 : fondation du holding tractebel par Edouard Empain, Deneckere, G., (2010), *Les turbulences de la Belle époque*, Nouvelle histoire de Belgique, le cri édition (p.16).

³⁰ Archives de Baume et Merpent, SAICOM, Bois-du-Luc La Louvière, BAUM_CA

³¹ Deneckere, G., (2010), *Les turbulences de la Belle époque*, Nouvelle histoire de Belgique, le cri édition (p.21).

2.2 Expositions universelles

2.2.1 Origines des Expositions Universelles

A travers les époques, les hommes se sont toujours regroupés autour de similitudes, ou intérêts communs. Chaque période traversée dispose d'intérêts variés, de façons différentes de se rassembler.

Au XIX^e siècle, le progrès technique et l'industrie se distinguent comme éléments porteurs de la civilisation occidentale. Une civilisation portée par un capitalisme puissant et prospère, qui se réinvente continuellement à grands coups d'inventions toujours plus révolutionnaires. Le commerce, quant à lui, s'étend bien au-delà des frontières grâce au développement massif des chemins de fer. Ce mode de transport prend le pas sur le transport maritime au milieu du XIX^e siècle, permettant un acheminement rapide et sûr, et se démarque comme l'un des moteurs principaux de la révolution industrielle.

Après plusieurs expositions nationales, l'idée émerge dans le chef d'Henry Cole³² de passer à l'étape supérieure et de donner à l'évènement une dimension internationale. C'est dans cette optique qu'en 1851, l'Angleterre, première puissance industrielle mondiale, décide d'en faire étalage en organisant la première exposition universelle et internationale à Londres, sa capitale³³. Il est décidé que l'Exposition aura lieu dans un seul bâtiment. Cette décision a un impact majeur sur la suite des évènements. Un concours est lancé et, après plus de 250 projets refusés,

c'est celui de Joseph Paxton, architecte paysagiste, qui est retenu.

Les conséquences de cette construction sont multiples. Tout d'abord, l'exposition se tenant à Hyde Park, il est primordial de maintenir et préserver la végétation locale, surtout les chênes centenaires. Ensuite, l'édifice, qui doit accueillir tout l'évènement sous un seul toit, est particulièrement imposant. C'est ainsi qu'est née une des premières grandes halles industrielles métalliques esthétisées : le Crystal Palace. Elle tire son nom du matériau utilisé pour son revêtement : le verre. Lourde de ses 400 tonnes de verre et 4000 tonnes de fonte³⁴, cette immense serre dégage une étonnante légèreté.

Le point d'intérêt majeur de cette construction, dans le cadre de ce travail, est son aspect éphémère. En effet, les critères de sélection du projet sont les suivants : simple, temporaire, et aussi peu cher que faire se peut. Après l'Exposition, l'entièreté de la structure est démontée et remontée à Sydenham Hill. La majeure partie des éléments de la reconstruction proviennent de l'édifice d'origine, mais sont réutilisés différemment, cet ouvrage étant donc considéré comme une construction nouvelle. Les façades sont repensées et certains aspects retravaillés, et toutes ces modifications l'inscrivent dans une démarche plus durable. Le palais reste donc monté jusqu'à l'incendie de 1936 qui le ravage complètement. Winston Churchill commente sur cet évènement : « *C'est la fin d'une époque* »³⁵.

L'Exposition de Londres en 1851 marque un jalon important dans l'histoire industrielle mondiale. « *The great exhibition*

³² Fonctionnaire britannique, 1808-1882.

³³ Greenhalgh, P., (1991), *Ephemeral Vistas: The "Expositions Universelles," Great Exhibitions and World's Fairs, 1851-1939*, Ed. : John M. MacKenzie, Manchester University Press, Studies in Imperialism.

³⁴ https://www.worldfairs.info/expopavillondetails.php?expo_id=1&pavillon_id=3226

³⁵ https://www-bbc-co-uk.translate.google.com/london/content/articles/2004/07/27/history_feature.shtml?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fr&_x_tr_hl=fr&_x_tr_pto=sc

of the works of industry of all nations » ou, littéralement, « la grande exposition des travaux de l'industrie de toutes les nations » s'offre, pour la première fois dans ce type d'évènement, le titre d'« internationale ». Ce titre vient de la participation à l'Exposition ouverte à tous les pays. Le titre « universelle » tient du fait que l'exposition couvre toutes les branches de l'activité humaine, et pas seulement l'industrie ou un thème particulier (comme l'Exposition Internationale de l'eau à Liège en 1939 qui n'est pas qualifiée d'universelle).

Durant la seconde moitié du XIXe siècle, et cela jusqu'aux deux guerres mondiales qui en modifient le fond, les Expositions Universelles et Internationales représentent, pour les pays industriels, une belle manière de faire étal de leur puissance. Des nations telles que l'Angleterre, les Etats-Unis, la France et la Belgique se disputent l'organisation de ce grand rassemblement. C'est l'occasion de montrer au reste du globe qu'à cet instant précis, le monde tourne au sein du pays organisateur, il en devient en quelques sortes le centre économique et politique.

Un jeune et petit pays tel que la Belgique tire évidemment parti de la publicité mondiale que lui offrent ces événements, et parvient à en organiser plusieurs, la première prenant place à Anvers en 1894. C'est l'occasion de montrer au monde ce qu'est la Belgique et le savoir-faire impressionnant de ses artisans et industriels.

« Les expositions, universelles par les choses qui s'y trouvent réunies et internationales par les concours des peuples divers qui y participent, sont une manifestation caractéristique de la vie contemporaine. Localisées par leur objet matériel, elles s'offrent d'abord à nous

*comme la synthèse extériorisée de la vie nationale même. »*³⁶.

2.2.2 Exposition Universelle et Internationale Liège 1905

2.2.2.1 Liège, grande ville wallonne

La ville de Liège se situe dans la province du même nom, dont elle est le chef-lieu, à l'Est de la Belgique. Cette province, deuxième plus grande en Wallonie par le territoire, accueille aujourd'hui 10% de la population belge, et 30% de la population wallonne³⁷. D'abord Évêché de Liège, au premier millénaire, elle devient la Principauté de Liège jusqu'à la révolution Liégeoise, en 1795, avant de rejoindre officiellement la Belgique en 1830.

Le territoire liégeois possède depuis toujours un atout majeur : la Meuse. Ce fleuve permet d'alimenter le commerce de la ville et est une clé importante de son développement. Durant la révolution industrielle, c'est son sol riche en charbon qui permet d'alimenter et de faire croître les industries, principalement métallurgiques. De plus, sa situation frontalière, commune avec l'Allemagne et les Pays-Bas, fait d'elle une véritable plaque tournante du commerce national. Les chemins de fer s'y développent particulièrement, comme en témoigne la création de la société des wagons-lits, donnant naissance au mythique Orient-Express.

³⁶ Edouard Van der Smissen, *Livre d'or de l'exposition de Bruxelles de 1910* (p29).

³⁷ <https://www.provincedeliege.be/sites/default/files/media/11579/brochure1.pdf>

2.2.2.2 Liège au XIXe siècle

Entre 1830 et 1880, le bassin mosan se développe à une allure impressionnante, comptant plus de 1500 fabriques³⁸, grâce à une bonne capitalisation de la première vague d'industrialisation. La ville est néanmoins fortement touchée par la récession des années 1870, mettant à mal son expansion. Les salaires des ouvriers ne pouvant pas être compressés plus que ce qu'ils ne sont déjà avec l'institutionnalisation du monde ouvrier (syndicats, mutualités, coopérations), ces troubles économiques font surgir des tensions importantes qui mènent à de violents soulèvements en 1886. Cette période de confusion dure jusqu'en 1899, date clé de l'histoire liégeoise, où la gauche est pleinement associée au pouvoir communal. De plus, le parti libéral, au pouvoir à Liège, est sujet à des tensions, divisions internes qui mettent à mal la gestion de la ville.

A cette époque, Liège n'a pas encore une liaison directe vers Anvers, dont le port permet un commerce international important. Pénalisée par une politique belge influencée par un traditionalisme peu favorable à l'industrie et un protectionnisme allemand, sa seule solution est de rester compétitive économiquement. Elle doit sans cesse inventer de nouvelles technologies, ou en perfectionner d'autres venues de l'étranger, ce qu'elle fait à merveille, notamment en sidérurgie. Par exemple, la société Cockerill et le procédé Bessemer³⁹, les cristalleries du Val Saint-Lambert, les aciéries d'Angleur qui font breveter le procédé Thomas⁴⁰ ou encore le tram électrique pour ne citer qu'eux.

Liège possède également une université dans laquelle les enseignements de pointe en matière d'électromécanique et de métallurgie, entre autres, attirent les étudiants de l'Europe tout entière.

Les gros capitaux liégeois, issus d'un milieu industriel capitaliste nettement plus ouvert qu'ailleurs, investissent dans des marchés en dehors du monde occidental : la Russie, la Chine, l'Égypte ou encore l'Afrique centrale sont des marchés émergents très intéressants. Si cela profite aux grands groupes, les petits commerçants et fabricants locaux auraient bien besoin d'une vitrine internationale pour vendre leurs produits, ce que peut leur offrir l'Exposition Universelle. De plus, avec le développement des réseaux ferroviaires, l'industrie peut s'affranchir des localisations des charbonnages, au désavantage des sites d'extraction minière. L'économie du bassin mosan stagne.⁴¹

2.2.2.3 Vers l'Exposition Universelle

Au niveau de l'organisation des grands rassemblements, comme les Expositions Universelles, les deux puissances que représentent Bruxelles et Anvers gardent le monopole intégral. Pas question qu'une autre ville comme Liège en organise une aux dépens de la capitale. C'est en 1890, lors d'un grand salon à la Renommée, que les liégeois protestent pour la première fois contre cette exclusion. Ces contestations sont relayées, entre autres, par Gustave Drèze, connu plus tard pour sa rédaction du

³⁸ Renardy, C., (2005), *L'argent, le pouvoir et la société anonyme Liège-Exposition*, Liège et l'Exposition universelle de 1905, La Renaissance du Livre (p.139).

³⁹ Procédé d'affinage de la fonte brute (cfr Bessemer).

⁴⁰ Procédé qui consiste à oxyder avec de l'air les éléments chimiques indésirables contenus dans la fonte pour en obtenir du fer ou de l'acier.

⁴¹ Renardy, C., (2005), Op. Cit. (p.141).

livre d'or de l'exposition⁴², dans nouveau mensuel : *Liège Exposition*.

Suite à cela, deux commerçants liégeois dont Victor Dumoulin, qui a participé à l'exposition de Tervuren de 1897, décident de former un comité d'action en vue d'organiser une exposition du type à Liège. Ces deux libéraux savent qu'ils doivent s'appuyer sur le milieu politico-économique puissant de Liège pour mener leur dessein à bien. Ils se tournent donc vers un grand patron de l'époque : Ernest Nagelmackers. L'élite de la ville se compose d'un milieu politique et économique assez varié : nobles, industriels et banquiers s'entremêlent depuis des générations, mais elle compte désormais des intellectuels, ingénieurs, juristes, ... que l'on peut désormais compter parmi eux grâce à leur formation universitaire. Forte de ses nombreux « upper ten⁴³ », la S.A. Liège Exposition est fondée. Elle dispose de moyens conséquents grâce notamment au soutien des banques, dont la société bancaire Nagelmackers, président du comité organisateur.

Durant cette épopée, les membres de différents horizons politiques se rassemblent. Catholiques, libéraux, politiciens, avocats, le projet plait aux classes sociales les plus aisées. Le grand public, quant à lui, ne perçoit pas l'engouement ni les potentielles retombées positives qu'une Exposition Universelle peut avoir. L'idée naît de proposer des actions participatives à 100 francs afin qu'un public moins fortuné puisse prendre part à l'organisation.

Au vu de ce que peut apporter une Exposition Universelle, la ville de Liège prend part aux festivités et devient même actionnaire majoritaire de l'évènement. Les subsides de la ville sont importants et les

services publics (architectes, ingénieurs, ponts et chaussées, ...) sont impliqués.

Considérant la taille et l'investissement importants de ce genre d'exhibitions, la ville doit tenir compte de différents paramètres. L'un d'eux est que les travaux liés à l'Exposition doivent embellir la ville par la suite et pas uniquement servir les besoins de l'évènement. Le choix du site est de ce fait important car il va subir de profondes transformations. Après de nombreuses discussions, c'est la plaine des Venues qui est choisie. Cette plaine, entre l'Ourthe et le Fourchufossé⁴⁴, qui est souvent inondée, nécessite une rectification pour accueillir le site de l'exposition. Cette entreprise permet la création de ponts reliant qui se raccordent aux chemins de fer, en plus de permettre de se dégager du bâti existant. La modification de ce bras d'eau important est à l'étude depuis un certain temps, mais la ville n'accepte pas de le faire car l'État, selon elle, n'assume pas la gestion des cours d'eau et n'offre pas de participation financière. Cependant, dans le cadre des travaux de l'exposition, le Roi, et donc l'État, acceptent de gonfler le capital jusqu'à 2 millions de francs (venant de 1.7 millions), ce qui rend l'entreprise réalisable d'un point de vue financier. Le Roi Léopold II a d'ailleurs toujours manifesté de l'intérêt et un soutien constant à l'organisation d'une Exposition à Liège.

Ces modifications importantes vont nécessiter un temps considérable, et le temps imparti initialement ne suffit pas. En effet, l'échéance de 1903, initialement acceptée en 1899, n'offre pas assez de temps pour réaliser tous les travaux. Heureusement pour Liège, le Roi donne son accord pour commencer les travaux en août

⁴² Drève, G., (1905), *Livre d'or de l'exposition universelle et internationale de 1905 : histoire complète de l'exposition de Liège*, Ed. Auguste Bernard.

⁴³ Expression du XIXe siècle désignant les 10000 habitants les plus riches de New-York, appliquée ici à la Belgique.

⁴⁴ Ancien bras de l'Ourthe dont le tracé correspond aujourd'hui au boulevard Émile de Lavaleye

1900. La ville de Bruxelles, sous pression, renonce à l'organisation des festivités pour les 75 ans de la Belgique et cède sa place. C'est dans ces conditions que Liège trouve finalement sa place aux côtés de Bruxelles et Anvers en organisant une Exposition Universelle et Internationale, fêtant de surcroît les 75 ans de la nation. La cité ardente est enfin, au sens contemporain du terme, une cité moderne.

2.2.3 Exposition universelle et internationale Bruxelles 1910

2.2.3.1 Bruxelles, capitale

La ville de Bruxelles est la capitale du Royaume de Belgique. Forte de ses 1.250.000 habitants, la région de Bruxelles-capitale s'impose comme la région la plus grande et peuplée du pays. C'était déjà le cas en 1910 où elle comptait 660 000 habitants⁴⁵. Elle est également capitale de l'Europe, soulignant l'importance du pays à l'international. Depuis la création de la Belgique, elle est le lieu de résidence des Rois et accueille toutes les assemblées nationales. Cette cité, à l'histoire riche et ancienne, est le véritable cœur du pays.

2.2.3.2 Vers une deuxième exposition universelle

A peine sortie de l'exposition de Tervuren de 1897, la ville de Bruxelles, menée par son bourgmestre Émile de Mot, rêve déjà d'une deuxième exposition universelle. Ce n'est pas par hasard qu'est proposée d'emblée l'année 1905 : celle-ci représente le jubilé de la création de la Belgique. Néanmoins, comme mentionnée ci-dessus, la capitale cède finalement à la ville de Liège l'organisation des 75 ans de la

patrie, non sans afficher une profonde déception.

En cette année 1905, le contexte géopolitique mondial est marqué d'événements importants à travers le monde. Le conflit Russo-Japonais touche à sa fin, tandis que la Suède et la Norvège se séparent en deux nations indépendantes. La France, elle, sépare officiellement l'État et l'Église. 1905 reste dans les mémoires comme l'année des tournants du début du XXe siècle.

La Belgique n'est pas étrangère au tumulte de cette période, des dissensions naissent au sein du peuple. Le roi Léopold II, acteur majeur de l'histoire belge au XIXe siècle, compte bien faire grimper son petit pays au rang des grandes nations. C'est notamment dans cette optique, mais surtout suite aux pressions internationales, qu'il lègue, en 1908, le Congo à la Belgique, inscrivant le pays comme puissance coloniale. Un profond désir de reconnaissance et d'indépendance se matérialisent par de nombreux discours nationalistes, désireux de mettre un terme à la neutralité belge décidée par ses grands voisins. Sa volonté d'expansion économique se marque également par le souhait de placer le port d'Anvers à la première place mondiale. Dans ses démarches, le souverain belge appelle au patriotisme de ses sujets mais, bien qu'il ne soit pas seul, la majorité du peuple belge se satisfaisait de la situation actuelle de la Belgique sur l'échiquier mondial. Un fossé sépare le peuple de son Roi. Malgré tout, les 75 ans de la nation restent dans les annales comme « un jubilé national que le pouvoir organise mais

⁴⁵ <https://bib.kuleuven.be/ebib/project-belgische-historische-tellingen/statistique-de-la-belgique-population-recensement-general-31-decembre-1910>, Statistique de la Belgique: Population. Recensement général (31 décembre 1910)

auquel cette fois tout le peuple participe... »⁴⁶.

héberge aujourd'hui l'Université libre de Bruxelles.

Alors que les échos de la réussite liégeoise résonnent toujours, la machine bruxelloise se met en route. L'objectif est resté le même : organiser une énième Exposition Universelle, presque toute à la suite, qui placera définitivement la Belgique sur les sommets. Moins de 6 mois après la fin de l'exposition de 1905, en avril 1906, la Compagnie de l'Exposition de Bruxelles est créée. Cette entreprise se met très vite en place, avec un gros budget, grâce à ses mécènes et organisateurs tels qu'Émile de Mot et le sénateur Dupret. Le Roi lui-même, désireux d'imposer la Belgique sur la scène internationale, soutient le projet et les aménagements qui s'ensuivent.

Le choix du site est un sujet toujours épineux dans ce genre d'organisations. Cette sélection a mené à de nombreuses tensions entre les quartiers qui veulent accueillir l'évènement afin de bénéficier de tous les aménagements qui y sont liés. Juste avant que des crises échevinales éclatent, le comité organisateur décide de trancher et choisit le site du Solbosch. Ce site remplit tous les critères pour accueillir l'exposition : un intérêt déjà marqué pour relier l'Avenue Louise à la Hulpe et au Bois de la Cambre, nécessaire pour développer le quartier, et un grand espace d'accueil qui peut bénéficier d'une urbanisation une fois l'Exposition terminée et démontée à l'instar du quartier des Vennes à Liège.

C'est dans ce contexte que Bruxelles accueille l'Exposition Universelle et internationale de 1910, centrée sur les sciences, les arts, l'industrie et de l'agriculture sur le site du Solbosch qui

⁴⁶ L. Dumont-Wilden, « Flamands et Wallons », dans *La Patrie belge, 1830-1905*, Bruxelles, 1905 (p.45), cité par J. Stengers et E. Gubin, *histoire du sentiment national en Belgique des origines à 1918*, t. II : *Le Grand siècle de la nationalité belge*, de 1830 à 1918, Bruxelles, 2002 (p. 119).

3. PARTIE 2- Contexte constructif et approche technique des halles métalliques

3.1 Matériaux

3.1.1 De la fonte au fer : approche générale

La révolution industrielle marque de profonds changements dans tous les domaines de la vie du XIXe siècle. L'un de ces changements porte sur le domaine de la construction et apporte une évolution majeure : la construction métallique. En effet, depuis des siècles, le bois est l'élément majoritaire des charpentes structurelles des bâtiments. C'est notamment pour des raisons de sécurité face aux incendies que les constructeurs se tournent vers le matériau incombustible qu'est le fer, contrairement au bois, particulièrement inflammable. Cette transition prend place à la toute fin du XVIIIe siècle en Angleterre, pour apparaître progressivement en Belgique dans la première moitié du siècle suivant⁴⁷.

La fonte, le fer et l'acier sont des matériaux fortement liés, l'un étant plutôt l'évolution du précédent que des matériaux véritablement différents. Le plus gros point commun entre la fonte et l'acier est leur élément de composition de base : le fer. C'est cette matière première qui est utilisée sous forme d'alliage dans la confection de la fonte et de l'acier. L'alliage se compose d'une majorité de fer et de carbone, en plus de certains éléments, tels que le silicium. C'est en réalité la teneur en carbone de ces alliages qui va définir le matériau, fonte de fer (simplement fonte en Belgique) ou acier.

Le fer, matière première clé de l'industrie métallurgique, est un élément chimique de la famille des métaux de transition. Rarement trouvé à l'état pur dans la nature, le fer se trouve plutôt sous forme de minerai, une roche contenant des minéraux (ici, du fer), principalement des oxydes. Pendant des siècles, il est travaillé tel quel, chauffé dans une forge puis frappé au marteau sur une enclume. Le fer forgé, comme on l'appelle, est très résistant, plus que la fonte, mais n'offre pas les mêmes propriétés d'usinage que celle-ci, plus facile à travailler.

La fonte est, comme susmentionné, un alliage de fer et de carbone. Dans les hauts fourneaux, le fer est mélangé à du coke, charbon chauffé dans des fours à coke pour le débarrasser de ses sous-produits nuisibles⁴⁸. Ce coke métallurgique va servir de source de carbone à l'alliage. En général, la fonte contient entre 2 et 6% de carbone. Ce mélange, après le passage dans le haut fourneau, est coulé dans des moules et refroidi pour ensuite former des pièces. La fonte possède une propriété intéressante, toujours aujourd'hui : elle est nettement plus apte à être moulée que l'acier malgré sa fragilité. Au vu de sa température de fusion plus faible que l'acier, elle peut être travaillée à des températures plus basses, la rendant nettement moins coûteuse à produire.

Au fur et à mesure de l'évolution des techniques, le produit final du processus métallurgique a porté différents noms. A l'époque, les nomenclatures sont assez

⁴⁷ Wouters, I, (2018), *Construire en ossature métallique : transition de la fonte au fer laminé 1840-1860*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 66-75).

⁴⁸ <https://belgium.arcelormittal.com/fr/environnement-de-travail/cokerie/>

confuses⁴⁹ et chaque pays use de son propre terme pour déterminer un produit. Une nouvelle technique d'affinage, appelée puddlage⁵⁰, donnera son nom au produit d'affinage qui en découle : le fer puddlé. Cette méthode consiste à chauffer l'alliage ferreux en atmosphère oxydante tout en brassant le contenu pour se débarrasser d'un maximum de produits indésirables, notamment le carbone dont on essaye de diminuer le pourcentage. Le produit de cette étape est ensuite martelé, ou « cinglé », pour être finalement travaillé sous forme de barres à travers un laminoir. En effet, une des différences réside dans l'utilisation d'un laminoir, gros cylindre profilé tournant sur un axe⁵¹, plutôt qu'un martinet. Ainsi, le fer puddlé laminé fait son apparition et supprime progressivement les produits en fonte « classique ».

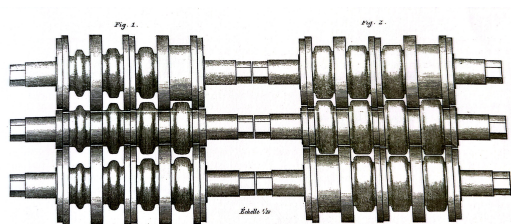


Fig. 1 Laminoir trio à poutrelles

Enfin, l'acier, bien que déjà présent à l'époque de la fonte, gagne en popularité et en efficacité dans la deuxième partie du XIXe siècle grâce à l'invention du procédé Bessemer⁵² par Henri Bessemer, ingénieur anglais, en 1855. Le principe est simple : il consiste à faire passer la fonte en fusion dans un convertisseur en silice dans lequel va passer un courant d'air sous pression. L'oxygène présent va brûler le carbone et autres indésirables dont on veut

débarrasser la fonte. Plus tard, ce procédé sera perfectionné par Sidney Thomas en 1877 grâce à un convertisseur en dolomie qui permet de convertir la fonte phosphoreuse, présente dans nos régions, que ne peut convertir le procédé Bessemer.

3.1.2 Le développement de l'utilisation du métal en Belgique durant la période industrielle

De manière générale, l'Angleterre, première puissance industrielle du XIXe siècle, mène la danse dans les inventions liées à l'industrie, à l'instar des procédés métallurgiques cités ci-dessus. La Belgique possède à l'époque une industrie métallurgique grandissante et à la pointe de la technologie et suit, à quelques années ou décennies près, le rythme des innovations anglaises. Malgré tout, l'entrée dans l'ère de la fonte au coke en Belgique débute en 1820 lorsque John Cockerill construit le premier haut fourneau capable de la traiter à Seraing, en province de Liège, alors que le premier remonte à 1709 en Angleterre.

La suite des développements se rapproche nettement plus des voisins d'Outre-Manche avec l'ouverture du premier four à puddlage par les frères Orban, dans leur usine de Grivegnée, en 1821, quarante ans après son invention. Le procédé Bessemer, pensé en 1855 et définitivement mis au point en 1860, arrive seulement 3 ans plus tard en Belgique, encore une fois dans les usines de John Cockerill, géant de la métallurgie. Il convient de noter que, selon l'ingénieur Oscar Rongé : « La poutrelle en fer est un produit

⁴⁹ de Bouw, M, Wouters, I, (2018), *Fer et acier entre 1860 et 1920 en Belgique : une nomenclature confuse clarifiée*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 75-79).

⁵⁰ To puddle = brasser

⁵¹ Pasquasy, F, (2018), *Élaboration et mise en forme du fer et de l'acier, de 1863 à 1945*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (p. 73).

⁵² Ibidem (p. 69).

*d'origine belge, dont la fabrication a été introduite par la Société de la Providence qui a créé l'outillage nécessaire. »*⁵³

fonte contre un acier plus difficile à manier, et toutes les installations déjà mises en place pour produire ces matériaux.

Pour voir apparaître de façon majoritaire l'utilisation de l'acier dans les constructions en Belgique, il faut cependant attendre le début du XXe siècle. En effet, l'utilisation de la fonte et du fer puddlé dans les constructions métalliques est bien ancrée dans les mentalités et les façons de construire. C'est seulement en 1849, à Bruxelles, que le premier bâtiment de grande envergure⁵⁴ (entrepôt sur la plaine du chien-vert) avec une charpente en fonte est proposé. Les premières ossatures en fonte et fer apparaissent seulement quelques années plus tard, en 1859, quand l'architecte Henri Partoes, suggère l'utilisation de poutres en fer laminé pour la construction du Mont-de-Piété.

Les ossatures en fer et acier n'apparaîtront que bien plus tard. Cette période peut être illustrée par le bâtiment Old England à Bruxelles, réalisé par l'architecte Paul Saintenoy, dont la structure métallique se compose presque intégralement d'acier⁵⁵.

En dépit de toutes ces évolutions technologiques dans l'industrie métallurgique, les grandes structures métalliques de la fin du XIXe siècle se composent toujours principalement de fer et de fonte. Les avantages économiques du fer laminé priment toujours sur la solidité de l'acier dans les ossatures destinées à des usages moins nobles (hangars, halles). Cela réside notamment dans la facilité de production et de moulage du fer et de la

⁵³ Pasquasy, F, (2018), *Élaboration et mise en forme du fer, de la révolution industrielle à l'entrée dans l'ère de l'acier (1863)*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (p. 55)

⁵⁴ Wouters, I., (2018), op. cit. p.24.

⁵⁵ Hennaut, B, (2018), *Old England à Bruxelles, un grand magasin à structure métallique*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 171-173).

3.2 Constructions métalliques

3.2.1 Charpentes métalliques : typologies et principes structurels

Une charpente, métallique ou en bois, est un assemblage de pièces destinées à soutenir une construction. Dans cette charpente, la ferme correspond à la structure triangulaire constituée par l'assemblage des pièces dans un plan vertical, formant l'ossature de charpente qui soutient la toiture d'un édifice.

Il existe trois formes structurales pour couvrir un espace : l'arc, la poutre et la chaînette. Les chaînettes, comme les ponts suspendus, sont tant difficiles technologiquement (mise en tension) qu'à calculer. Les problèmes de vibrations, de légèreté font qu'elles ne sont que rarement appliquées dans des charpentes du style des halles métalliques. L'arc et la poutre fonctionnent avec des colonnes qui reprennent un effort de compression. En plus, l'arc a une poussée au vide aux pieds et nécessite de ce fait une butée ou un tirant. Il se composera de deux ou trois rotules au maximum. La poutre ne transmet que les charges verticales à ses appuis. Elle repose soit sur deux appuis, soit en porte-à-faux, soit sur plusieurs appuis. Selon les appuis, elle peut être isostatique (deux appuis) ou hyperstatique (trois et plus). La poutre est plus raide, économique et sûre mais est aussi plus difficile à calculer et à réaliser. Elle fera son apparition plus tard. Plusieurs types de poutres existent : à treillis, à âme pleine, à hauteur variable ou constante, ...

Il existe plusieurs typologies concernant les fermes. Les typologies peuvent porter tant sur la forme que sur le fonctionnement structurel. La liste suivante

est non-exhaustive et comporte surtout des charpentes liées au cas d'étude par leur période d'utilisation ou leur forme, et font majoritairement partie de la famille des arcs. Ces charpentes fonctionnent globalement comme une escabelle : deux montants tenus entre eux par un tirant formant un ensemble qui renvoie la charge verticale vers le sol. Dans la charpente, la partie supérieure s'appelle l'arbalétrier et se compose d'une poutre, parfois en treillis. La partie inférieure, l'entrait, peut être une poutre ou un tirant en fonction de la typologie choisie. Perpendiculairement à l'entrait, on retrouve les montants. Le montant central se nomme le poinçon. Les éléments obliques, tirants ou poutres, s'appellent les diagonales. L'ajout d'une sorte de jambe de force, le bracon, peut éventuellement être fait entre la colonne et la membrure inférieure. Dans le cas des fermes Polonceau (et d'autres), la contrefiche s'ajoute à la liste et correspond à un élément comprimé entre les tirants et l'arbalétrier, auquel elle est approximativement perpendiculaire.

Les premières tentatives d'utilisation du fer dans une charpente remontent au premier tiers du XIXe siècle. Elles se composent de barres de fer à section carrée de faible dimension et se distinguent par leur forme en arc à l'instar de l'ancienne bourse de Paris réalisée par l'architecte Labarre en 1823⁵⁶. Elles ne disposent ni d'un treillis ni de contreventement, ce qui les rend moins efficaces que leurs successeurs.

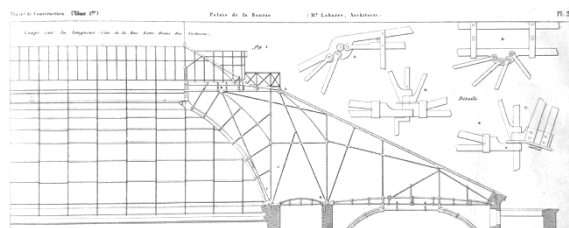


Fig. 2 Charpente de l'ancienne bourse, Paris (Labarre 1823).

⁵⁶ Holzer, S., (2018), *Aperçu des typologies structurales des charpentes en fer (1820-1900)*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (p. 61).

contrefiches, un tirant horizontal formant un entrain joint les deux arbalétriers. Placer le tirant au sommet des contrefiches permet de gagner de la hauteur sous la ferme. La simplicité du système, sa légèreté et sa modularité lui ont permis d'intégrer très vite la conception des ossatures métalliques. Le nombre de contrefiches par arbalétrier peut être augmenté, soulignant sa polyvalence et son efficacité. De plus, sa légèreté a permis de placer des ouvertures en toiture pour amener de la lumière dans les édifices.

Les fermes de ce type ont évolué au cours du XIXe siècle et donné nombre de

variantes. L'augmentation du nombre de contrefiches par arbalétrier permet de mieux répartir la charge dans celui-ci.

La ferme anglaise a également évolué, bien que gardant globalement la même forme, pour donner un système facile à mettre en place et largement utilisé.

Parmi ces systèmes, quelques variations existent : arbalétrier brisé pour laisser une ouverture ou arbalétrier continu, bracon ou pas, entrain continu ou en plusieurs tirants. Cela souligne la polyvalence et l'adaptabilité du système en fonction des besoins (portée, charge, ...).

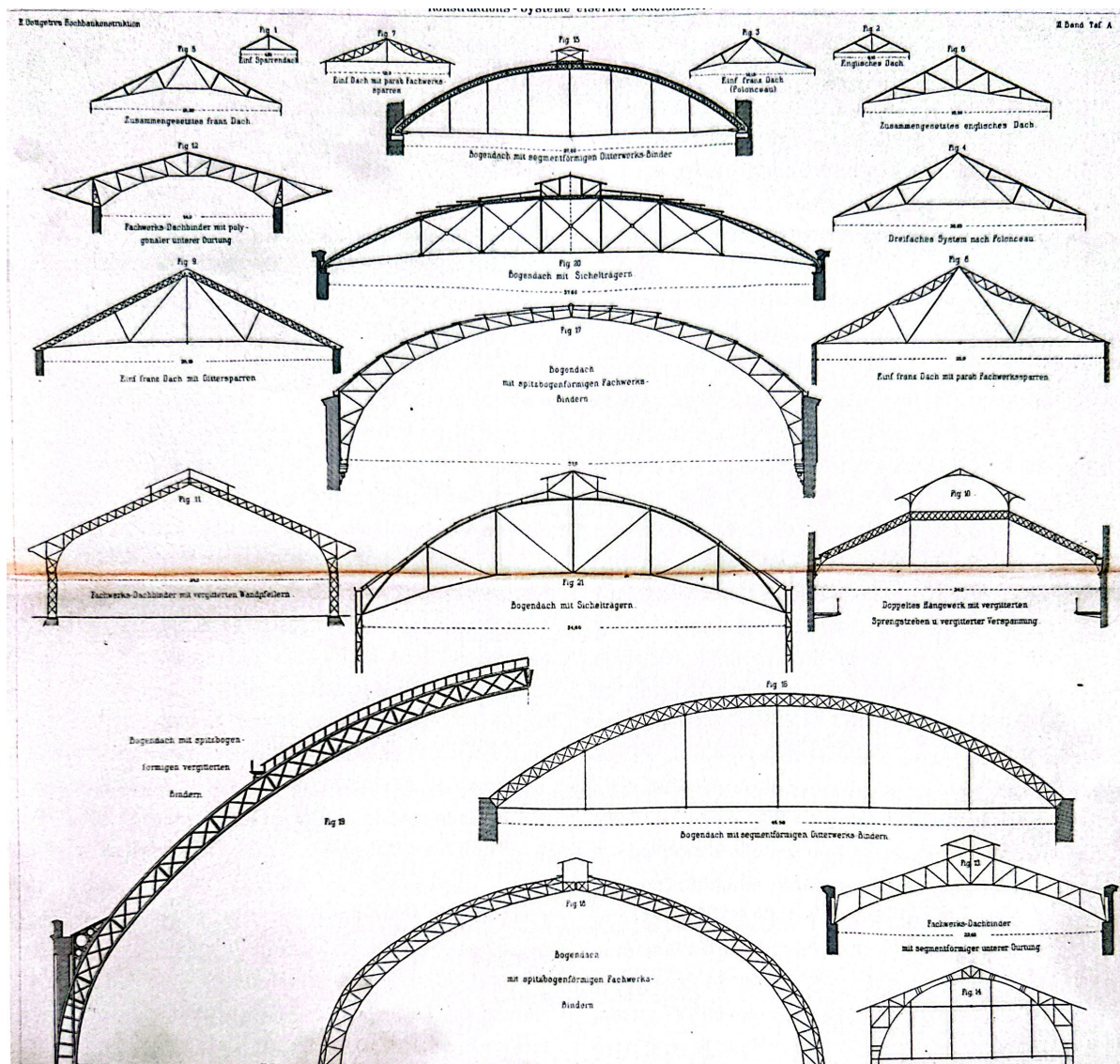


Fig. 6 Tableau comparatif des diverses formes de charpente en treillis du troisième quart du XIXe siècle.

3.2.2 Ossature métallique : caractéristiques générales et principes structurels

3.2.2.1 Stabilité générale

La stabilité d'un ouvrage est déterminée par un ensemble de facteurs. En premier lieu, il faut prendre en compte que les ossatures métalliques dont il est question ici sont conçues comme des ensembles tridimensionnels autosuffisants équilibrés. Le point d'équilibre stable est atteint lorsque toutes les charges internes et externes qui sollicitent la structure sont contrebalancées et dont la somme est nulle. Toutes les structures doivent être validées en stabilité, résistance et raideur. La stabilité, c'est l'équilibre externe. L'équilibre interne induit des contraintes qui, si elles dépassent les contraintes admissibles, conduisent à la ruine.

A l'instar d'une boîte à chaussures qui n'est stable et solide qu'avec son couvercle, l'ossature nécessite que tous les éléments soient placés et assemblés pour être considérée comme en équilibre. La structure est ainsi composée de plusieurs éléments majeurs : la ferme, les poutres transversales, les colonnes et les éléments de contreventement.

Le premier plan se constitue de la ferme et des colonnes. Les fermes de charpente sont, pour la majorité des ossatures, de forme triangulaire. Dans une structure articulée fermée à trois éléments, le triangle apparaît comme indéformable, représentant donc la forme idéale pour les reprises de charges d'une charpente⁵⁹. Ces plans peuvent se matérialiser sous forme de portique. Un portique est l'assemblage continu des poutres (ou arbalétriers) et des poteaux. Il peut être constitué de poutres en I, en H, de treillis, de tubes et autres. Ces

portiques peuvent contenir un nombre variable d'articulations, jusqu'à trois. On peut aussi trouver des cadres articulés qui ne sont pas étudiés dans ce travail car il est indispensable que les poteaux et la poutre soient encastres l'un dans l'autre pour qu'il y ait transmission de moments fléchissants.

Les portiques peuvent être multiples et reliés entre eux. Les poutres transversales qui les relient peuvent revêtir différentes formes (treillis, I, H, ...) mais leur rôle principal est de stabiliser les portiques entre eux dans le plan perpendiculaire à ceux-ci. On peut également leur attribuer une fonction pratique telle que l'ajout de ponts roulants. Elles devront dans ce cas faire preuve d'une résistance plus importante pour soutenir le poids de ces ponts.

L'ossature doit être stable dans tous les plans. C'est ainsi qu'entre en compte le contreventement. On retrouve le contreventement transversal, repris par le portique, et le contreventement longitudinal. Ce dernier se compose généralement de structures plus légères (tirant métallique) en croix de Saint-André et joue un rôle important notamment dans les reprises de charges horizontales causées par le vent. Si plusieurs nœuds sont articulés, les panneaux de contreventement permettent de les rigidifier. En stabilité, rigidifier un nœud connecté aux autres permet de rigidifier l'ensemble de la structure. Dans les grands édifices, tels que des grandes halles, les contreventements sont faits de façon régulière soit toutes les deux ou trois travées, soit dans chaque travée pour permettre une raideur d'ensemble plus élevée et une solidité globale accrue. On en retrouve entre les pannes de toiture aussi bien qu'entre les colonnes.

⁵⁹ Landowski, M., Lemoine, B., (2005), *Concevoir et construire en acier*, collection Mémento acier (p.24).

3.2.2.2 Comportement mécanique

Dans une ossature métallique (fonte, fer ou acier), la structure subit des sollicitations internes ou externes qui créent des efforts internes appelés les contraintes. Les contraintes se divisent en deux catégories générales : axiales et tangentielles. Les contraintes axiales se composent, en fonction du signe de la force appliquée, de compression ou de traction. Dans les efforts, on retrouve également la flexion, le cisaillement et la torsion.

La traction s'applique dans une structure quand la force s'applique en « tirant » sur l'élément qui travaille. Ce travail en traction suit la loi de Hooke qui se divise en trois phases : la phase élastique, où l'élément en traction reprend sa forme d'origine, la phase plastique, où la déformation occasionnée demeure, et la rupture où la déformation est totale l'élément se rompt⁶⁰. Pour la fonte, assez fragile, il n'y a pas de phase plastique ni de palier de plasticité.

La compression joue un rôle déterminant dans les éléments verticaux en plus de son rôle dans les éléments horizontaux (cfr. flexion). Ces éléments verticaux reprennent les descentes de charges verticales, qui les « compressent ». Le plus grand problème au niveau des éléments comprimés est l'apparition de flambement, auquel les éléments élancés tels que les colonnes sont particulièrement sujets. Il apparaît, en gros, lorsque le rapport entre l'élancement (hauteur libre de la colonne) et la section de l'élément est trop faible et/ou que la charge appliquée est trop importante⁶¹. Les dimensions peuvent

induire une notion d'axe fort et faible où peut apparaître le flambement.

La flexion prend place dans les éléments horizontaux (poutres, ...) et correspond à la déformation encourue lorsqu'ils supportent une charge perpendiculaire à leur axe. La poutre se déforme pour équilibrer le système qui travaille en compression sur sa partie supérieure et en traction sur sa partie inférieure⁶². Entre ces deux parties, la matière est peu sollicitée sur les flancs et donnera notamment sa géométrie aux poutres en I dont les semelles inférieures et supérieures travaillent le plus.

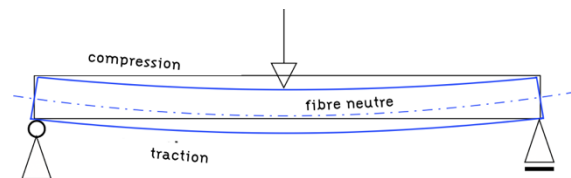


Fig. 7 Schéma de flexion d'une poutre

Le cisaillement vertical, ou effort tranchant, peut s'interpréter comme un effort résultant de deux forces parallèles opposées⁶³. Si on considère la poutre comme une succession de strates, celles-ci peuvent glisser les unes par rapport aux autres. Ce cisaillement apparaît principalement aux extrémités des poutres où elles rencontrent les colonnes.

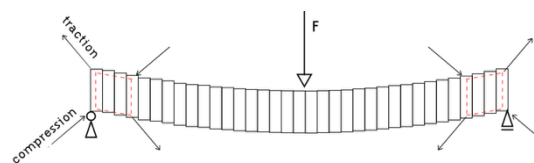


Fig. 8 Schéma de cisaillement dans une poutre à ses appuis

⁶⁰ Landowski, M., Lemoine, B., (2005), Op. cit p.30 (p.12).

⁶¹ Ibidem (p.13).

⁶² Ibidem (p.13).

⁶³ Ibidem (p.15).

3.2.2.3 Liaisons et assemblages

Chaque partie d'une ossature est toujours reliée à une ou plusieurs autres. Ces liaisons sont importantes et en fonction de l'ouvrage réalisé, elles seront pensées différemment. On retrouve trois grandes familles de liaisons des éléments constructifs : l'appui simple, l'articulation (ou rotule) et l'encastrement. Ils définissent chacun un degré différent de liberté de mouvement des éléments (3 de translation, 3 de rotation). L'appui simple est celui qui offre le plus grand niveau de liberté car il n'accepte des charges que dans un seul sens, les autres directions étant laissées libres. Il aide à gérer notamment les dilatations et est souvent utilisé dans les ponts à grande portée. L'articulation, ou rotule, est une liaison beaucoup utilisée car elle permet un assemblage non rigide et simplifie les calculs car elle ne transmet pas les moments de flexion. Un poteau sur une platine fixée sur une fondation en béton à l'aide de boulons de scellement est considéré comme une articulation. Enfin, l'encastrement ne laisse aucune liberté à la liaison, ce qui la rend très efficace mais plus sensible aux variations (température, mouvement de sol, ...). Attention cependant à ne pas confondre liaisons externes et internes. Les liaisons externes correspondent à la reprise des forces via la liaison tandis que les liaisons internes transmettent les forces (horizontales et verticales pour la rotule, et les couples de force en plus pour l'encastrement).

Ces liaisons permettent tout d'abord la stabilité en plan. On retrouve donc le portique à trois articulations, le portique à pieds de poteaux articulés, le portique à pieds de poteaux encastres et le portique entièrement encasté. Les deux systèmes encastres étant généralement moins utilisés

dans les halles⁶⁴, l'attention sera portée aux systèmes rotulés. Ces systèmes articulés comportent soit 2, soit 3 articulations, l'articulation supplémentaire se trouvant au niveau du faite. Les deux autres articulations se trouvent au niveau des pieds des poteaux. En effet, les colonnes sont majoritairement composées de poutres en I, H et/ou en treillis sur une platine boulonnée à sa fondation (souvent en béton), liaison considérée comme articulée sauf dans le cas où l'encastrement est possible.



Fig. 9 Schémas des différents types de portiques (pieds rotulés, pieds encastres 2 articulations, 3 articulations)

Ces connexions entre éléments de structure comportent différents types d'assemblages en fonction de son utilisation. Il existe, en simplifiant, deux grandes catégories d'assemblages : réversibles ou irréversibles. Les assemblages irréversibles sont en général montés en usine pour assurer la solidité et la stabilité de la jonction. On y retrouve les rivets, sortes de clous à une tête placés à chaud, ainsi que les différents types de soudure. La réversibilité se fera surtout via des boulons placés sur des platines ou des goussets d'assemblage.

Les liaisons encastres sont soit irréversibles (rivet, soudure) soit boulonnées mais plutôt dans une optique de pérennité. Les articulations se font à l'aide de boulons qui fixent les éléments entre eux à travers une platine ou un gousset d'assemblage. Ces deux méthodes se retrouvent par exemple dans les jonctions poteau-poutre, poutre-poutre ou à l'intérieur d'une ferme. L'assemblage d'une colonne ou d'une poutre avec un tirant (tige, tube, ...) se fait à l'aide d'un talon

⁶⁴ Landowski, M., Lemoine, B., (2005), Op.cit. p.29 (p.37).

qui permet de répartir l'effort dans le talon et diminuer la pression au point de jonction du tirant. Si le tirant est oblique par rapport à son élément d'accroche, le talon est d'autant plus nécessaire qu'il répartit l'effort oblique de façon perpendiculaire à l'élément, évitant ainsi une torsion dans le tirant.

3.2.3 Exemples de constructions métalliques de la période industrielle en Belgique

3.2.3.1 Les abattoirs d'Anderlecht

Un bel exemple de mixité d'utilisation des différentes formes du fer se trouve à Bruxelles. Il s'agit des abattoirs d'Anderlecht dont la grande halle métallique impressionne tant par la taille que par la symbiose entre architecture et ingénierie qui en émane. Cette halle, conçue par l'architecte Émile Tirou, est inaugurée en 1890. Elle contient des éléments en fonte, en acier ainsi qu'en fer forgé. La toiture, qui couvre une surface de 100 mètres sur 100, est soutenue par 110 colonnes en fonte de tailles et de types variables (17 au total)⁶⁵.

La structure se distingue par sa charpente de toiture arquée en deux étages. Le premier étage se compose d'une poutre en treillis cintrée interrompue en son centre (en réalité une poutre de chaque côté de la travée centrale). Cette interruption centrale est couronnée d'une seconde toiture, plus haute, également composée d'une poutre arquée en treillis, qui souligne l'axe de distribution central. Ce deuxième étage est posé sur une console en acier de très grande dimension décorée avec du fer forgé. Entre ces consoles se trouvent des verrières qui laissent pénétrer la lumière dans l'édifice.

La conception architecturale et le choix des matériaux est réalisée de manière optimale et soignée jusqu'aux plus petits détails. Tous les éléments des poutres de 10 et 20 mètres sont préfabriqués en usines et rivetés tandis que les assemblages des poutres entre elles et avec les colonnes se font à l'aide de boulons sur place⁶⁶.



Fig. 10 Grande console entre poutre primaire et secondaire

⁶⁵ Patricio, T., Stevens, T., (2018), *La grande halle des abattoirs d'Anderlecht*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (p. 166).

⁶⁶ Ibidem (p. 167)

3.2.3.2 Old England

Bien qu'utilisé depuis presque un siècle dans les constructions industrielles, hangars, halls, le métal n'est pas encore couramment proposé dans les constructions classiques (habitations, magasins, ...) à la fin du XIXe siècle. C'est ainsi qu'en 1898, Josse Edouard Goffin, administrateur et actionnaire principal des forges Clabecq⁶⁷, décide de construire pour les magasins « Old England » un bâtiment spectaculaire rue Montagne de la Cour à Bruxelles.

Même si la structure n'offre pas réellement de nouveauté technique, elle se distingue surtout par son ossature métallique complètement apparente tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Son esthétique d'avant-garde se marque d'une véritable modernité en s'apparentant au courant art nouveau, apparu quelques années plus tôt. C'est certainement le premier grand magasin belge à offrir un tel spectacle lors de son inauguration⁶⁸.

La structure intérieure se compose d'un réseau orthogonal de poutres et de poteaux réalisés en acier. La façade, quant à elle, repose sur des supports en fonte et des poutres en acier. Au fur et à mesure que l'on monte dans les étages, la structure s'amincit car les efforts sont progressivement plus faibles, ce qui permet en même temps de limiter son propre poids. Entre les poutres principales, composées d'une âme de 1cm de large et de cornières rivetées, un solivage de poutrelles métalliques soutient un plancher en béton armé⁶⁹. Ces solives sont boulonnées aux poutres principales via des équerres qui sont, elles, rivetées aux solives. Cette conception offre une fois de plus la possibilité de produire des éléments en

atelier et de les assembler sur place à l'aide de boulons.



Fig. 11 Musée des Instruments de Musique , Old England, Bruxelles

⁶⁷ Hennaut, E., (2018), *Old England à Bruxelles : un grand magasin à structure métallique (1898)*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (p. 171).

⁶⁸ Ibidem (p.171).

⁶⁹ Ibidem (p.173).

4. PARTIE 3 - Les chantiers de construction des expositions universelle

4.1 Liège 1905

4.1.1 Présentation générale

L'Exposition universelle et internationale de Liège se déroule dans la ville de Liège et, plus précisément, c'est le quartier des Vennes qui est choisi pour accueillir l'évènement. Situé au confluent entre l'Ourthe et la Meuse, il dispose d'un large espace composé principalement de marécages qui nécessite de gros aménagements notamment pour rectifier le tracé de l'Ourthe. L'Exposition s'étend aussi sur l'autre rive (rive gauche) ainsi que dans le Parc de la Boverie, entre la Meuse et la dérivation de l'Ourthe. Les différentes parties sont reliées par de nouveaux ponts, toujours présents aujourd'hui : le Pont de Fragnée, le Pont de Fétinne et le Pont Hennebique, aujourd'hui appelé Passerelle Mativa. Le Pont de Fragnée, par son esthétique et ses dorures, témoigne de l'importance et des moyens mis en place pour l'évènement.

En ce qui concerne l'aménagement, le site se divise donc en plusieurs parties. La première, du côté de Fragnée, situé sur la rive gauche de la Meuse, comprend l'entrée principale du site ainsi que des restaurants et jardins. En traversant le Pont de Fragnée, qui prolonge la première partie, le visiteur peut découvrir le vieux-Liège, situé au confluent, constitué des bâtisses historiques liégeoises reconstruites pour l'occasion. S'ensuit alors le Pont de Fétinne qui s'ouvre sur le champ de foire principal : la plaine des Vennes. C'est ici que se trouve l'immense halle métallique, marquée à l'avant par son entrée monumentale. C'est



Fig. 12 Affiche officielle de l'Exposition Universelle et Internationale de Liège 1905

dans ces vastes galeries que se retrouvent la majeure partie des sections nationales, mais surtout la grande halle des machines et la halle de l'industrie, objet principal des recherches. Le site se prolonge, en repassant au-dessus de l'eau, la dérivation de l'Ourthe cette fois, par le Parc de la Boverie qui accueille un jardin d'acclimatation et plusieurs grands palais dont le Palais des Beaux-Arts, toujours présent à l'heure actuelle.

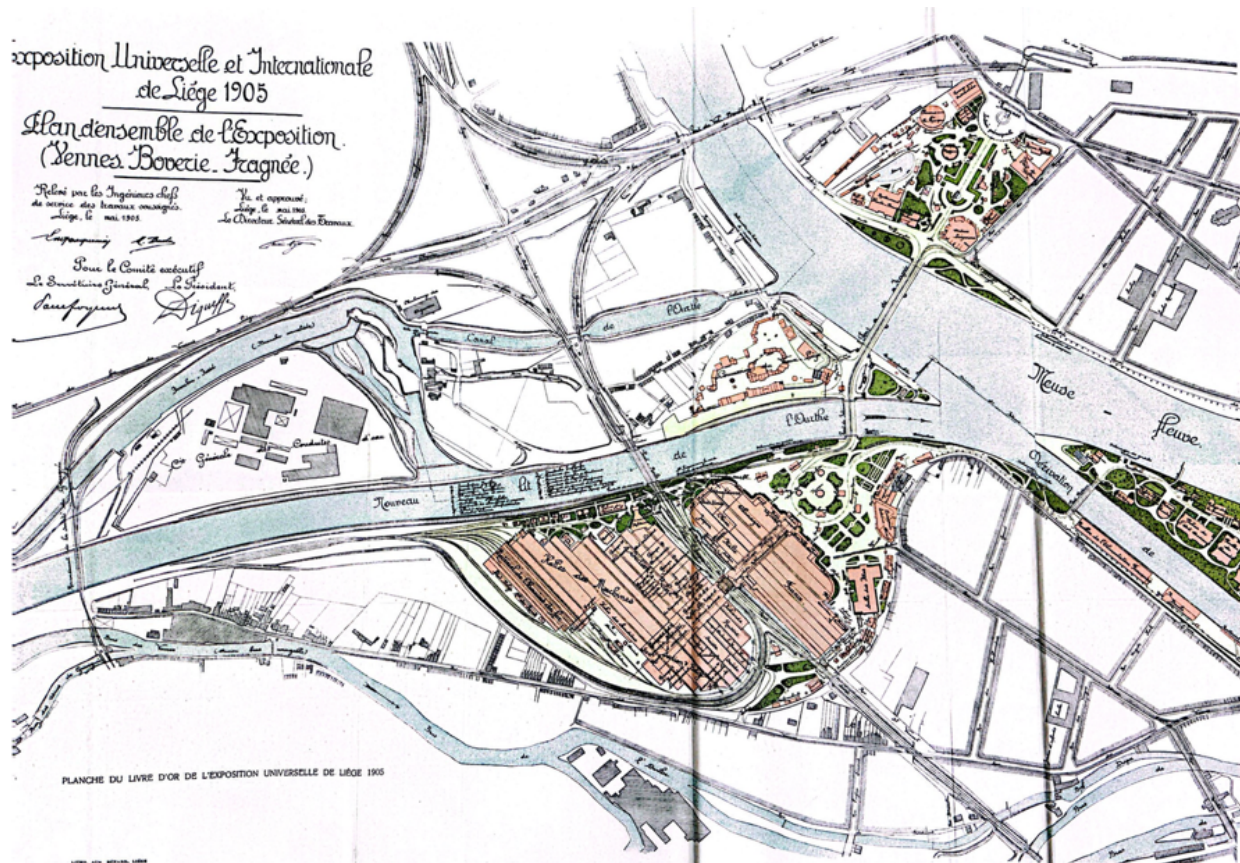


Fig. 13 Plan général de l'Exposition Universelle et Internationale de Liège 1905

La mobilité au sein du site se fait principalement à pied, mais aussi grâce à un ingénieux système de tramways électriques. Des nouvelles voies ferrées sont également placées et raccordées aux voies existantes pour acheminer les matériaux et fournitures nécessaires pour le fonctionnement et la construction de l'exhibition.

4.1.2 Acteurs principaux

L'organisation d'un tel évènement nécessite une coordination et un encadrement sans failles. Pour assurer cette organisation, la *Société Anonyme de l'Exposition de Liège* est créée en 1897, au soir de l'exposition de Tervuren et officialisée en 1899⁷⁰. Les pouvoirs et les responsabilités de la S.A. de l'Exposition sont répartis entre différents comités et

conseils afin de pouvoir assumer l'immense tâche qu'est l'organisation d'une Exposition Universelle.

Le comité exécutif est la première pièce mise en place dans ce puzzle organisationnel. Elle est dirigée par un président, l'avocat et ancien échevin de la ville de Liège Emile Digneffe. Il représente la plus haute instance décisionnelle pour l'organisation, épaulé par deux vice-présidents et d'autres membres du comité. Le bourgmestre de Liège, Gustave Kleyer, est nommé Président d'honneur du comité.

Afin de réaliser toutes les études préalables à l'installation de l'évènement, il est décidé de créer une *société d'étude pour l'organisation de l'exposition de Liège 1905*. Au niveau du conseil d'administration, c'est

⁷⁰ Drève, G., (1905), *Le livre d'or de l'exposition universelle et internationale de 1905 : histoire complète de l'exposition de Liège*, Ed. Auguste Bernard (p.37).

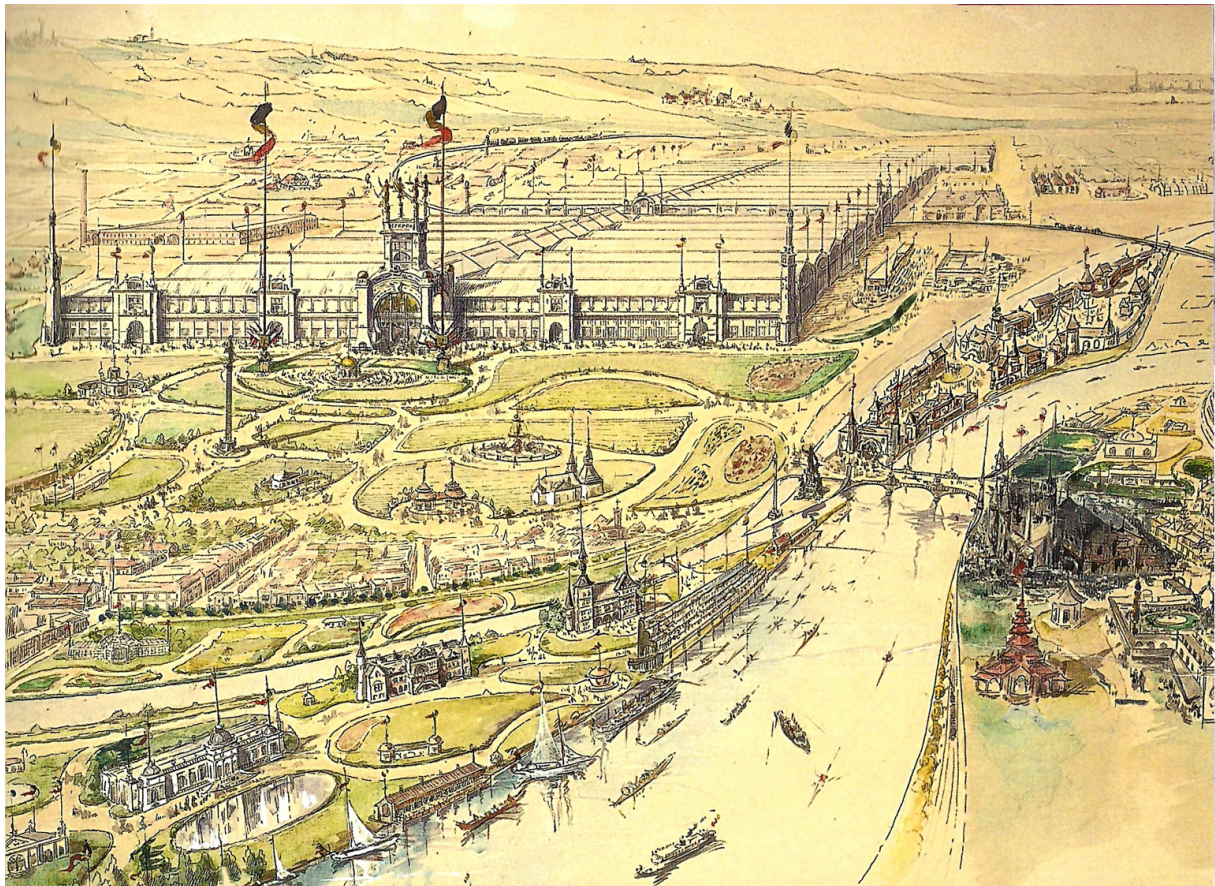


Fig. 14 Gouache d'Émile Berchmans (1867-1947), perspective de l'Exposition Universelle et Internationale de Liège 1905

à l'industriel et grand bienfaiteur de l'exposition Ernest Nagelmackers qu'incombe la responsabilité de présider.

Le comité dispose d'une section architecture et ingénierie pour l'Exposition. Jean-Laurent Hasse et Charles-Etienne Soubre⁷¹ en sont les architectes principaux et supervisent tous les bâtiments qui y sont liés. Ils sont à l'origine du Palais des Beaux-Arts, toujours en fonction aujourd'hui. L'entrée principale est quant à elle réalisée par l'architecte Michel de Braey. L'édification des halles se fait sous la supervision de Maurice Bada, ingénieur en chef des halles, principal interlocuteur des sociétés Baume et Marpent et Victor Bertaux & Cie. Frédéric Nyst est quant à lui directeur général du service des travaux,

c'est donc à lui qu'incombe toute la responsabilité et la surveillance des travaux.

Toutes ces mises en place n'auraient pas eu lieu sans l'aval du gouvernement. C'est notamment grâce au ministre Gustave Francotte⁷², qui a approuvé le projet au niveau gouvernemental, que le Roi Léopold II accepte le haut patronage de l'Exposition.

Enfin, les sociétés Baume et Marpent et Victor Bertaux & Cie jouent un rôle clé dans l'édification des grandes halles métalliques. Les échanges se font principalement via leurs administrateurs généraux, Leon Moyaux (Baume et Marpent) et Victor Bertaux lui-même, et les hautes instances décisionnelles de la SA Exposition, à savoir Emile Digneffe, Frederic Nyst et surtout Maurice Bada pour les halles.

⁷¹ Drève, G., (1905), Op. Cit. p.37 (p.174).

⁷² Ibidem (p.91).

4.1.3 Logistique

Tout comme l'Ourthe, qui a vu son tracé rectifié lors d'une impressionnante entreprise, le site même de l'Exposition a subi de profonds changements. L'Ourthe a été redirigée pour offrir à la plaine des Vennes un terrain plus stable et moins humide, celui-ci étant composé principalement de marécages avec des dépressions formant des grandes flaques d'eau. Particulièrement sujet aux inondations, le « Fourchufossé »⁷³, sorte d'îlot de terre entouré des méandres de l'Ourthe a de ce fait nécessité un profond réaménagement et un comblement de ce bras d'Ourthe afin d'y placer les fondations du site de l'Exposition.

Après cette rectification, les travaux pour accueillir l'événement ont pu débuter. L'une des entreprises les plus importantes lors de ces grands chantiers était l'accès des voies ferrées au sein de celui-ci. Au début du XXe siècle, c'est en effet le transport ferroviaire qui prime sur les autres pour l'acheminement des ressources sur le site. C'est à la compagnie des chemins de fer du Nord, responsable d'une grande partie du transport par voie ferrée au sud de la Belgique, qu'incombe la responsabilité de mettre en place ces accès. Au vu de la topographie et l'hydrographie du lieu, seule une voie de transfert sans gare d'arrêt traverse la plaine des Vennes lorsque celle-ci est choisie.

Les accès premiers au site, pour l'acheminement des marchandises et

matériaux de construction, se font par le sud et l'est du site. Au sud, la compagnie des chemins de fer du Nord mise sur la ligne existante, la « ligne du Nord »⁷⁴, reliant Liège et Namur. Celle-ci passe par la gare à marchandise de Kinkempois, au sud du site, ainsi que la gare du Longdoz, au Nord. Kinkempois qui, depuis quelques années, tend à se développer de façon conséquente⁷⁵, permet de gérer un trafic ferroviaire important. En 1903, par un accord avec la commune, la gare de Kinkempois reçoit une série d'améliorations pour faire face au trafic croissant dû à l'aménagement du site de l'exposition (nouvelle grue, service d'aiguillage, voies de contournement)⁷⁶. Cette augmentation temporaire mais majeure du flux d'activité de la gare soulève un problème : les marchandises transportées sont particulièrement grandes (par exemple les charpentes) et ont du mal à faire leurs manœuvres sur les voies existantes⁷⁷, aucune connexion directe entre les voies principales et les faisceaux de triage de droite vers le Longdoz n'étant présente. C'est dans cette optique que sont mis en place des faisceaux de voies de garage temporaires afin d'encaisser le trafic important de marchandises de grande taille en route vers l'Exposition. Ces voies sont montées au frais de la compagnie et démontées après l'exposition⁷⁸.

Une boucle contournant les halles est également mise en place au Nord-Est du site afin de relier ces nouvelles voies d'acheminement aux voies des garage du Quai des Ardennes⁷⁹. Ces voies, à l'est, mènent aussi à une halle de matériel des

⁷³ Renardy, C., (2005), *L'argent, le pouvoir et la société anonyme Liège-Exposition*, Liège et l'Exposition universelle de 1905, La Renaissance du Livre (p.146).

⁷⁴ Archives de la ville de Liège, Fonds de l'Exposition Universelle de Liège 1905, T513 – Gestion des halles

⁷⁵ Archives de la Compagnie des chemins de fer du Nord – PV des assemblées générales 17 avril 1903 – 18 mars 1904 (code 48AQ39)

⁷⁶ Ibidem

⁷⁷ Ibidem

⁷⁸ Ibidem

⁷⁹ Ibidem

chemins de fer et possèdent une artère qui dessert chaque halle individuellement pour y déposer le matériel le plus lourd et volumineux comme le mentionne le circulaire du comité exécutif aux producteurs :

« Les installations seront raccordées aux lignes des Chemins de fer de la Compagnie du Nord-Belge et l'État-Belge, de telle manière que tous les produits pourront être amenés à pied d'œuvre au moyen de voies ferrées qui vont être établies dans les halles et les jardins. »⁸⁰

Ces différentes artères sont créées à l'occasion de l'Exposition au cours de l'année 1904⁸¹.

Pour l'accès du public, il faut, comme susmentionnée, construire une série de ponts qui permettent de relier les différentes rives de la Meuse et de l'Ourthe. Bien connu des liégeois, le Pont de Fragnée est construit pour relier la rive gauche de la Meuse à la pointe du confluent Meuse-Ourthe. C'est là qu'on retrouve, pendant l'exposition, le Vieux-Liège. Sa construction, comme le Pont de Fétinne qui relie la pointe du confluent à la plaine de Vennes, est prise en charge par le géant de la métallurgie John Cockerill. Le Pont de Fragnée a une portée assez conséquente (177m, largeur de la Meuse à ce point) et doit accueillir un transport de tramways en plus des piétons. Sa structure métallique en arc à trois travées⁸² permet largement de soutenir tout ce trafic. Il en va de même pour le Pont de Fétinne, structure métallique en arc également, mais d'une seule travée.

Tous ces aménagements ferroviaires sont cruciaux tant dans l'exercice de construction de l'Exposition que de son fonctionnement quotidien. Les voies mises en place ont permis de pré-construire les composantes des pavillons et halles métalliques en atelier, même les éléments les plus grands, et de les monter sur place. La ligne du nord arrivant en plein cœur des halles, entre les halles de l'industrie et des machines et la halle se situant derrière l'entrée monumentale, a également permis d'apporter au centre du site les marchandises nécessaires à son activité.

Les voies de tramway ont aussi participé au fonctionnement du site en offrant un transport confortable et rapide à travers les différents pôles de l'exposition.



Fig. 15 Chemins de fer - Plan général de l'Exposition Universelle et Internationale de Liège 1905

⁸⁰ Drève, G., (1905), Op. Cit. p.37 (p.142).

⁸¹ Archives de la ville de Liège, Fonds de l'Exposition Universelle de Liège 1905, dossier t513 « Affaires techniques : direction générale des travaux / rapport sur l'entreprise des halles »

⁸² Renson, A. (2005), *Le pont de Fragnée, un symbole séculaire*, Bruxelles : MET Ministère wallons de l'Équipement et des Transports.

4.1.4 Agencement des grandes halles d'exposition

La plaine des Venues accueille donc l'imposante halle d'exposition. Celle-ci est scindée en deux parties dont l'axe de coupe correspond au tracé de la voie ferrée du Nord préexistante. La première partie, située du côté de l'entrée monumentale, abrite des sections nationales. Une grande travée de circulation centrale contient la section belge et joint l'entrée monumentale et la seconde halle. D'une part, on trouve la section française, remplissant toute une aile. De l'autre se trouvent des nations telles que l'Allemagne, le Japon et l'Italie (entre autres). Dans la seconde halle, l'agencement des fermes marque aussi une travée centrale qui joue un rôle de circulation et de séparation. Du même côté que la section française se trouvent d'autres sections nationales plus petites, comme la Russie, la Hollande ou la Suisse, ainsi qu'un espace plus grand dédié à la Belgique. En face, c'est l'impressionnante halle des machines qui occupe une grande partie de l'espace. Elle s'accompagne d'une section belge qui couvre les arts militaires, l'industrie chimique et le génie civil entre autres. C'est au sud de celle-ci que se trouve le hangar du matériel des chemins de fer, joint aux voies de garage qui acheminent les marchandises dans les halles⁸³.

Les halles suivent une trame fixe qui se compose de portiques de portée variable entre 15 et 25 mètres. De manière générale, une alternance de portée 15m/25m rythme les halles mis à part à quelques endroits. Les galeries de 25m se situent plus haut que celles de 15m et permettent la pénétration de lumière à travers un vitrage. Perpendiculairement, l'écart entre ces portiques est constamment de 10m à travers toutes les halles. Ces

aménagements offrent une grande régularité et une standardisation des éléments plus aisée. L'allée centrale possède les mêmes caractéristiques mais se dispose perpendiculairement au reste selon une trame 15m/25m/15m⁸⁴.

La surface totale couverte par les halles est de 96 000m² dont 20 400m² dédiés aux galeries des machines.

⁸³ Livre d'or plan expo

⁸⁴ Archives liège A16r vue en plan des halles

4.1.5 Analyse structurelle des halles métalliques

4.1.5.1 Cahier des charges

Le cahier des charges proposé par la SA *Exposition de Liège* pour ce qui relève des halles métalliques est particulièrement fourni et précis. Du cimentage au staff, en passant par les poutrelles métalliques, tout est précisé dans de nombreux documents fournis aux sociétés désireuses de participer à l'Exposition. En voici un extrait tiré des archives de la ville de Liège :

« Stuc-pierre. - Tous les parements des aubettes, piliers, pavillons y compris leurs moulures et leur ornementation seront exécutés en stuc-pierre, imitation parfaite de pierre d'Euville, à base de ciment et d'Euville broyée. Le stuc doit être garanti contre toute détérioration provenant des influences atmosphériques pendant dix ans par l'entrepreneur ou son sous-traitant.

Poutrelles de fer. - La maçonnerie des dômes des pavillons sera supportée sur une ossature en poutrelles de fer raccordées entre elles par des équerres et boulons ; la couverture des aubettes reposera sur deux poutrelles de 0"14 de haut ; les voûtes des caves seront supportées par des poutrelles de 0"16 de hauteur. Ces poutrelles seront peintes en deux couches de minium. »⁸⁵

Au niveau des contrats, les archives contiennent des échanges entre l'architecte, la S.A. Exposition, et les deux gérants des sociétés partenaires, à savoir Léon Moyaux pour Baume et Marpent et Victor Bertaux pour V. Bertaux et Cie. Il est stipulé :

« Les travaux formant la présente entreprise comprennent les travaux de maçonnerie, les constructions métalliques, les charpentes en bois, la vitrerie, la couverture et en général tous les travaux à l'exception seulement du staff pour parois et ornementation, de la statuaire, de la peinture unie et décorative et de vitraux décoratifs formant l'objet d'une entreprise distinctes. ».

Ce contrat met également en avant, pour l'une des rares fois dans les documents parcourus, mention de la démolition des éléments :

« L'Entrepreneur pourra commencer les travaux de démolition un mois après la fermeture de l'Exposition et devra rétablir les lieux dans leur état primitif, au plus tard le 1er mai 1906. »⁸⁶

confirmant ainsi que les entreprises ayant fabriqué et monté les structures les récupéraient après l'exposition.

Dans leur entreprise, les constructeurs doivent suivre des schémas précis quant aux structures à mettre en place. Il s'agit de conceptions structurelles assez courantes pour l'époque. Pour mettre en lumière les attentes du comité de l'exposition, quelques extraits des archives *Note sur les halles de l'exposition* :

« Dans les halles des machines, les fermes, pannes et colonnes sont composées d'éléments en treillis rivés aux usines des constructeurs et assemblés sur place à l'aide de boulons. Les colonnes sont espacées 10 mètres d'axe en axe et portent outre les fermes des longerons sur lesquels circulent des ponts roulants électriques

⁸⁵ Archives de la ville de Liège, Fonds de l'exposition Liège 1905, dossier t541 « Halles cahiers des charges »

⁸⁶ Ibidem

d'une puissance de 30 tonnes dans les galeries de 25 mètres et de 12 tonnes dans celles de 15 mètres. »⁸⁷.

Ce passage souligne un point important dans la conception des éléments. D'une part, la préfabrication en usine d'éléments complets et rivés (processus d'assemblage irréversible) permet une grande efficacité et un gain de temps considérable par rapport aux structures montées intégralement sur place. D'autre part, l'assemblage de ces éléments sur place à l'aide de boulons permet une liberté de montage et de transport. Grâce aux boulons, les éléments peuvent être démontés et récupérés par les constructeurs.

« Les fermes du système Polonceau sont composées d'arbalétriers et de contrefiches en poutrelles et de tirants en rond filetés aux extrémités. Les assemblages se font à l'aide de sabots en fonte de sorte que dans un pan de charpente, les poutrelles des colonnes et des arbalétriers ne sont percées d'aucun trou ce qui permettra leur emploi après l'exposition. Ce système de construction a déjà été employé aux expositions d'Anvers 1894, Amsterdam, Berlin et Bruxelles 1897 par les mêmes constructeurs la Société de Baume et Marpent et Victor Bertaux et Cie. »⁸⁸

Cette partie est essentielle pour ce travail car elle fait état d'une conception très spécifique visant au emploi des structures démontées. Comme mentionné, ces systèmes ont déjà été employés par les constructeurs, ce qui laisse supposer que des éléments de charpente sont réutilisés dans des contextes similaires après le démontage des expositions.

Attention cependant à ne pas confondre l'application des typologies de charpente. Si la ferme Polonceau est d'application dans la première halle, en aval, une charpente plus « classique » en treillis est privilégiée pour la halle en amont de la ligne Nord, celle de l'industrie et des machines. En effet, ces deux lots sont proposés séparément pour ne pas écarter trop d'entrepreneurs au vu de l'ampleur du travail à prévoir et des fonds à mobiliser. Un seul soumissionnaire répond à l'appel de ce premier lot : Baume et Marpent, associé pour cette entreprise à la firme Bertaux & Cie. Il est finalement décidé de traiter directement avec la même société pour les halles en aval de la ligne Nord au vu des résultats (économiquement satisfaisants) pour le premier lot⁸⁹.

4.1.5.2 Fermes de charpentes

L'analyse approfondie des éléments de structure portera sur les halles des machines et de l'industrie. Comme stipulé dans le cahier des charges, c'est une ferme métallique en treillis qui est choisie. Ce treillis se divise en 6 mailles qui paraissent de même taille, 3 de chaque côté du montant central.

La ferme se compose d'un arbalétrier en poutrelle de fer auquel sont fixés une série de 5 montants verticaux, 2 de chaque côté du montant central (poinçon). Ces montants sont reliés à la partie inférieure à l'aide de goussets d'assemblages boulonnés. Chaque trame créée par les montants s'accompagne d'une diagonale également fixée par goussets et boulons. La membrure inférieure est un entrait divisé en 6 parties suivant la trame formée par les montants verticaux.

⁸⁷ Archives de la ville de Liège, Fonds de l'exposition Liège 1905, dossier t513 « Affaires techniques : direction générale des travaux / rapport sur l'entreprise des halles »

⁸⁸ Archives de la ville de Liège, Fonds de l'exposition Liège 1905, dossier t541 « Halles cahiers des charges »

⁸⁹ Drève, G., (1905), Op. Cit. p.37 (p.172).

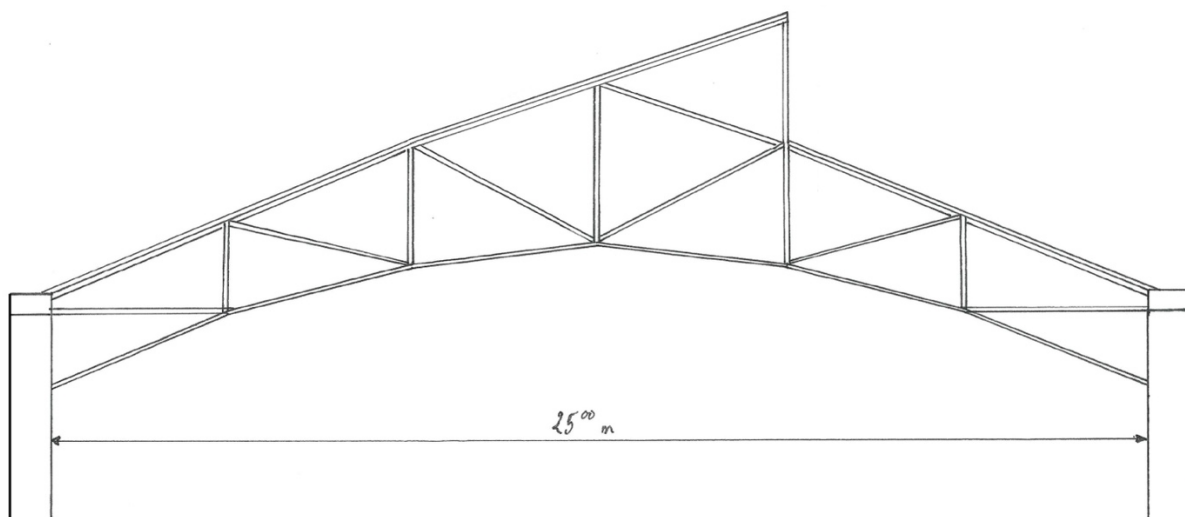


Fig. 16 Schéma de la ferme de charpente de l'Exposition de Liège 1905

En comparant des structures semblables, il est probable que les arbalétriers se composent de poutrelles plus épaisses que les autres éléments. Cet arbalétrier possède une cassure au niveau du deuxième montant. Elle marque une asymétrie dans la ferme avec une ouverture dans un des deux pans de toiture, l'autre pan se prolongeant au-delà du faîte jusqu'à la cassure d'en face. Les montants et diagonales pourraient être des éléments de dimensions inférieures car ils reprennent des charges moins importantes que l'arbalétrier. L'entrait semblerait quant à lui être un élément en T (2 L assemblés) un peu plus larges que les diagonales et montants (même logique des efforts plus grands).

Le schéma structural de la ferme contient principalement des efforts de compression et de traction. Les deux membrures extrêmes, à savoir l'arbalétrier et l'entrait, travaillent de façon opposée : l'arbalétrier est une poutrelle qui travaille en compression tandis que l'entrait, plus fin, travaille en traction. Les diagonales reprennent, en traction, les charges de compression imposées à travers les montants verticaux par l'arbalétrier.

4.1.5.3 Poutres transversales

Comme les autres éléments, les poutres transversales sont composées d'éléments en treillis. Selon le plan général des halles, tous ces éléments transversaux ont une portée de 10m. Les pannes de toiture sont constituées de 10 éléments obliques réguliers marquant de ce fait une trame d'1m. Chaque trame ne contient qu'un seul élément oblique et non une croix, formant au long de la panne une continuité de triangles. Les mailles paraissent carrées, suggérant une hauteur de poutre d'environ 1m également.

Les poutres entre les colonnes sont, selon le cahier des charges, montées en treillis mais n'apparaissent pas sur les photographies des halles. Elles sont sans doute placées au centre de la colonne derrière les longerons des ponts roulants. Ces longerons sont formés d'une poutre continue à âme pleine ponctuée d'éléments verticaux pour la rigidifier et éviter des déformations trop importantes lors du passage des ponts.

4.1.5.4 Panneaux de contreventement

En toiture, on retrouve un contreventement classique d'ossature métallique en croix de Saint-André (en forme de X). Le panneau ne semble pas présent dans chaque travée. Celui-ci se compose certainement de deux tiges métalliques tenues pas des écrous sur le haut des colonnes.

Entre les colonnes, on retrouve un système de contreventement en V inversé dans chaque travée, placé entre le longeron du pont roulant de la travée haute et le longeron de la travée de basse. Entre les galeries de 25 et 15 mètres, les vitrages sont rigidifiés par le contreventement carré en croix de la taille de l'ouverture.

4.1.5.5 Colonnes

Les colonnes sont, une fois de plus, fabriquées en treillis. Deux poutrelles latérales sont liées par des montants obliques formant un treillis régulier en croix. Les colonnes des travées de 15m sont hautes de 8m et portées à 14m pour soutenir les fermes de 25m. Un renforcement vient loger le longeron du pont roulant de la travée de 15m au dessus de la 6e maille du treillis. Ces mailles semblent à peu près carrées, si l'on compte les mailles par rapport à la hauteur théorique, définissant donc un carré d'environ 1m sur 1m (8 mailles pour 8 mètres).



Fig. 17 Photographie du hall des machines, Exposition Universelle et Internationale de Liège 1905

4.1.5.6 Inventaire des éléments de structure

L'inventaire des pièces de la charpente est impossible à réaliser du fait d'un manque de documentation technique précise. Il est cependant possible d'analyser la structure de l'entrée monumentale qui cache sous son décor en stuc une ossature métallique commandée aux mêmes entreprises que les ossatures des halles.

Les colonnes principales sont formées d'un treillis à larges mailles. On y retrouve différentes tailles de pièces en fer sans précision sur le type de profil (en millimètres) :

- Montants verticaux : 150x150, 200x200, 250x250
- Montants horizontaux : 80x230
- Montants obliques : 70x150

Entre ces colonnes, un maillage métallique soutient des éléments verticaux prévus pour accueillir le lanterneau qui couronne l'entrée monumentale. On y retrouve une multitude de profilés de différentes épaisseurs (en millimètres) :

- En L : 40x40x4, 50x50x3/4/5/6/7, 55x55x3, 60x60x7/8, 65x65x7.5, 70x70x7, 80x80x8, 90x90x9, 110x110x10, 120x120x12
- Deux L en T : 60x60x8, 75x75x7.5, 80x80x8/9, 90x90x9, 100x100x11
- Deux L en + : 50x50x5, 60x60x7, 70x70x7/8, 75x75x7.5, 80x80x8/9, 90x90x11, 100x100x11, 120x120x14

La base de tous ces éléments est le profil en L. Les L « en T » et « en + » sont deux profils assemblés entre eux en atelier. La plupart des dimensions de profilés en L se retrouvent dans les deux configurations (T et +), soulignant une standardisation des dimensions pour une production plus efficace et économique.

4.1.6 Démontage post-exposition

Comme indiqué dans les contrats rédigés entre la Société Anonyme de l'Exposition, l'architecte Michel de Braey et Victor Bertaux, directeur de la compagnie Victor Bertaux & Cie, les charpentes des façades des halles de l'industrie sont en réalité placées en location par ladite compagnie. Cette caractéristique est applicable à toutes les charpentes et éléments supplémentaires (charpentes en bois, zinc, ...) fournis par la compagnie Bertaux et Cie. En effet, parmi les nombreux échanges entre les participants, les courriers possèdent un en-tête spécifique à ces entreprises, fréquemment utilisé par Bertaux et Cie : « Location de Halles Métalliques pour Expositions & Installations Provisoires ». Dans ces mêmes documents, la participation du géant de la construction métallique Baume et Merpent, basé à Haine-Saint-Pierre, est inscrite dans l'en-tête aux côtés de Bertaux & Cie. Les deux compagnies jouissent d'un partenariat dans la construction des structures métalliques éphémères, plus particulièrement pour les grandes halles d'exposition.

La location des structures implique a fortiori leur récupération et donc leur démontage. Caractéristique inhérente aux expositions, les structures doivent être démolies comme suit :

« L'Entrepreneur pourra commencer les travaux de démolition un mois après la fermeture de l'Exposition et devra rétablir les lieux dans leur état primitif, au plus tard le 1er mai 1906. »⁹⁰.

⁹⁰ Archives de la ville de Liège, Fonds de l'exposition Liège 1905, dossier t541 « Halles cahiers des charges »

L'intégralité des structures a été pensée dans une optique de démontabilité, avec des parties divisibles pour les rendre transportables fixées entre-elles à l'aide de boulons. Une fois démontées, les différents éléments de charpente étaient acheminés par voie ferrée hors du site et retournés aux constructeurs.

Comme mentionné plus haut, la Compagnie des chemins de fer du Nord a également placé des éléments de voirie de façon temporaire. Les voies principales, déjà présentes avant l'exposition, restent en place pour assurer le trafic habituel des trains. Cependant, les faisceaux supplémentaires pour désengorger le trafic accru lié à l'exposition sont démontés après la fin de celle-ci. Les rails posés pour accéder aux halles ainsi que les voies de garage du Quai des Ardennes sont également démontées, leur utilité touchant à sa fin lors de l'arrêt des festivités.

Une fois toutes les structures démontées, les aménagements mis en place afin d'accueillir l'évènement ont permis à la ville d'exploiter pleinement le site. Avant les travaux, le terrain ne permettait pas de construire et n'avait pas d'utilité autre qu'être une voie de passage pour le chemin de fer. Grâce à ces travaux, le site est prêt à recevoir l'urbanisation caractéristique d'un site d'exposition après que celle-ci soit terminée⁹¹.

⁹¹ Greenhalgh, P., (1991), *Ephemeral Vistas: The "Expositions Universelles," Great Exhibitions and World's Fairs, 1851–1939*, Ed. : John M. MacKenzie, Manchester University Press, Studies in Imperialism (p.142).

4.2 Bruxelles 1910

4.2.1 Présentation générale

Treize ans après l'importante Exposition de Tervuren, en 1897, Bruxelles organise sa deuxième Exposition Internationale. Contrairement à la précédente, l'Exposition de 1910 acquiert également le titre « universelle », se plaçant dans la continuité directe de celle de Liège en 1905.

C'est sur le site du Solbosch, vaste espace stratégique en vue d'une urbanisation future, que les festivités ont lieu. La disposition générale de l'Exposition s'articule autour de la rue et la place du Solbosch, adjacents aux Jardins d'Ixelles, qui en sont en quelque sorte la place centrale. Flanquée à l'ouest par le Bois de la Cambre, elle se situe idéalement à la fin de l'avenue Louise dont elle est en d'une certaine façon

le prolongement. C'est dans ce prolongement que se situe l'entrée principale du site d'où le visiteur peut découvrir l'imposante façade principale du grand palais.

Le site se dispose comme suit : à l'ouest, le long du Bois de la Cambre, se succèdent de nombreux palais nationaux, jardins, et palais plutôt dédiés à la fête et au loisir. Au plus proche de l'Avenue Louise, limite nord du site, se dresse la façade monumentale, face avant du grand palais ainsi que la section anglaise. Derrière celle-ci, la grande halle métallique qui abrite la section française et les halles de l'industrie et des machines. A l'est, la section allemande et le parc du Solbosch marquent la frontière entre le site d'exposition et les habitations.

Sur le site, les organisateurs mettent en place un système de tramways pour se

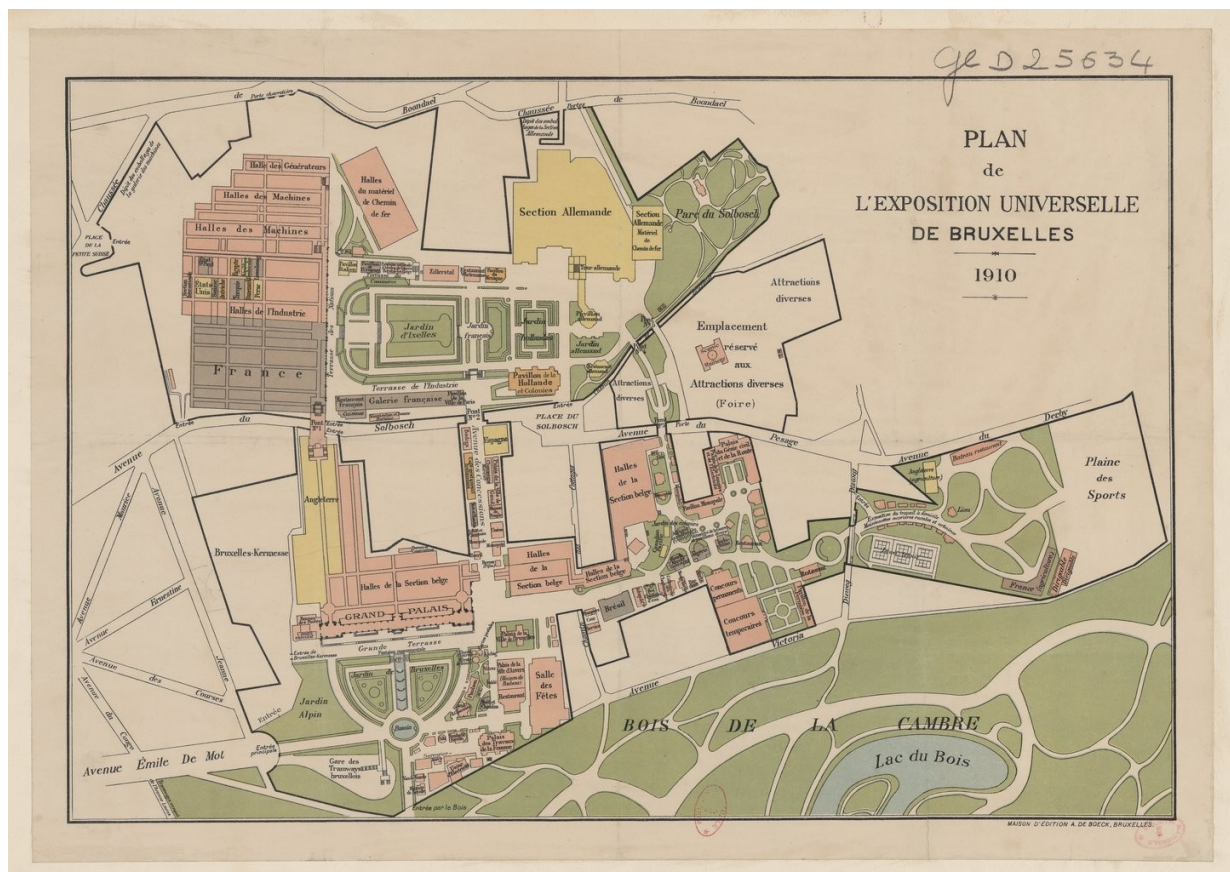


Fig. 18 Plan de Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles 1910

balader aisément à travers les différentes parties grâce à la Société des Tramways Bruxellois⁹². On retrouve également, de part et d'autre de la section allemande, les halles du matériel des chemins de fer, point d'accès des voies ferrées.

4.2.2 Acteurs principaux

L'Exposition de Liège à peine terminée, les préparatifs de l'Exposition de Bruxelles se mettent en place. Six mois après la fermeture de l'Exposition de 1905, en avril 1906, la Compagnie de l'Exposition de Bruxelles est créée. Elle est présidée par le baron Ferdinand Baeyens, Gouverneur de la Société Générale de Belgique.

Comme pour Liège, un comité exécutif est mis en place. C'est à Émile de Mot, déjà vice-président de la S.A. Compagnie de l'Exposition de Bruxelles, que revient la présidence du comité. Échevin, premier Magistrat et ensuite Bourgmestre de Bruxelles, il était aussi le président du Comité de l'Exposition de 1897, grand succès bruxellois. Malheureusement décédé en 1909 juste avant l'ouverture de l'exposition, il a joué un rôle clé dans sa mise en place. Il est accompagné notamment du Baron Janssens, Directeur de la Société de Tramways Bruxellois et de la Société Générale de Belgique.

La section des travaux supervise le suivi des travaux, les architectes ainsi que les ingénieurs. A sa tête se trouvent Messieurs Eugène Keym, Échevin de Boisfort et le Comte Adrien van den Borch, précédemment Commissaire général du gouvernement à l'Exposition de Milan de 1906. Dans cette section sont également présents Alfred Masion, ingénieur en chef

des travaux, et Ernest Acker, architecte en chef, ancien professeur et directeur de l'Académie des Beaux-Arts. Ce service encadre aussi les entreprises qui ont construit les structures des halles, à savoir les firmes Victor Bertaux et Cie et Baume et Merpent, les mêmes que pour l'Exposition de Liège.

L'Exposition dispose en outre du haut patronage du roi Léopold II, malheureusement décédé en 1909, juste avant l'exposition. Le prince Albert, devenu roi, reprend le haut patronage de celle-ci. Cela facilite grandement les autorisations et la participation de l'État belge, d'autant que l'Exposition prend place dans la capitale et offre une vitrine de choix pour le pays.

4.2.3 Logistique

Bien que de nouveaux moyens de transport gagnent progressivement en popularité et en efficacité (automobile, avion), ce sont toujours les chemins de fer qui priment par leur régularité, fiabilité et leur coût intéressant. C'est ainsi qu'est signée une convention reliant le site d'exposition au réseau de chemins de fer de l'état et le développement de voies à l'intérieur de l'Exposition à condition qu'elles ne dépassent pas 15km⁹³. Les chemins de fer prévoient également la gratuité du transport pour les marchandises d'origine belge, comme pour Liège 5 ans auparavant⁹⁴.

Les installations de chemin de fer qui ont permis au site d'être approvisionné s'amorcent à la voie de raccordement établie entre l'exposition et la station d'Etterbeek⁹⁵. Pour pénétrer sur le site du Solbosch, il a fallu racheter et détruire trois

⁹² Rossel, E., (1911), *Livre d'or de l'exposition universelle et internationale de Bruxelles en 1910*, Em. Rossel editeur (p.443).

⁹³ Ibidem (p.231).

⁹⁴ Ibidem (p.237).

⁹⁵ Ibidem (p.440).

maisons et abaisser le niveau de l'avenue du Solbosch. Une gare temporaire, Bruxelles-Exposition, est mise à la disposition des entrepreneurs pour amener à pied d'œuvre les matériaux de construction des halles⁹⁶. Un important réseau de voies s'articule à travers tout le Solbosch, notamment à l'emplacement des grandes halles des machines pour y apporter les lourdes pièces métalliques.

Pour la mobilité du visiteur, un réseau de tramways interne au Solbosch voit le jour en plus de la ligne existante qui le traverse de part en part. L'Avenue Louise est modifiée et prolongée pour s'achever sur le site de l'Exposition notamment par une voie de tram qui longe le Bois de la Cambre avant de pénétrer l'enceinte même de l'Exposition avec une voie en boucle qui dessert une gare face à la façade principale. Cette gare, aménagée par la Société des Tramways Bruxellois, peut accueillir plus de 10 000 utilisateurs par heure⁹⁷. Deux autres voies desservent le site : une qui provient de la Porte de Namur ainsi qu'une autre passant par la route de Boendael, longeant le site par le nord et réunissant Bruxelles à Watermael⁹⁸.

4.2.4 Agencement général des grandes halles d'exposition

La grande halle d'exposition marque la limite nord-est du site d'exposition et se trouve dans la prolongation du grand palais, à l'ouest, côté Bois de la Cambre. Elle est idéalement placée d'un point de vue logistique grâce à l'arrivée des voies de chemin de fer qui peuvent y rentrer sans pénétrer le site.

D'un point de vue fonctionnel, les halles se divisent en trois parties. La première, à l'ouest, contient la section française et

représente environ un tiers de la superficie. La deuxième correspond aux halles de l'industrie et onze sections nationales, comprenant notamment celle des Etats-Unis. La troisième, à l'est, abrite les galeries des machines. Une différence de niveau sépare les deux premières parties de la halle des machines.

D'un point de vue typologique, la halle des machines se distingue des halles du plateau supérieur. En effet, si les halles du haut se munissent d'une ferme de charpente de type Polonceau, les fermes du bas se composent d'une structure en treillis avec poinçon central et obliques. La portée de ces dernières varie entre 20 et 25m.

L'ensemble de la halle des machines est tramée de façon régulière. Dans le sens des fermes, elle suit un rythme 20-25-20-25-20-20m. Ces portiques sont espacés de 10m constamment à travers toute la halle. La halle de l'industrie, disposant de fermes Polonceau, ne sera pas étudiée de façon approfondie, faute de documentation.

Certains documents décrivent une travée de 5m pour les pannes. Néanmoins, l'analyse de photos, plan d'ensemble des halles et du reste des documents supporte plutôt un entraxe de 10m entre les fermes. Il s'agit certainement des travées extrêmes de 5m mentionnées sur le plan d'une panne, correspondant à la jonction entre le hall des machines et le hall de l'industrie, ce dernier suivant un rythme de 5m et non 10m. Il peut aussi s'agir d'une travée entre la ferme et la « fausse ferme » décrite pour les panneaux de contreventement. Au vu des photographies d'époque et d'autres plans, cela ne semble pas impacter pas la typologie générale qui reste la même.

⁹⁶ Rossel, E., (1911), Op. Cit. p.49 (p.441)

⁹⁷ Ibidem (p.434).

⁹⁸ Ibidem (p.434).

4.2.5 Analyse structurelle des halles métalliques

4.2.5.1 Cahier des charges

Les informations qui existent à ce jour au niveau des cahiers des charges à proprement parler sont assez restreintes. Le livre d'or offre quelques pistes :

« ART. 2 - ... Le palais principal et les halles de l'Exposition seront construits en fer et recouverts de matériaux durs. La surface occupée par les divers bâtiments sera d'environ cent cinquante mille mètres carrés, se divisant en halles des produits de l'industrie et du commerce, halles des machines et du matériel des chemins de fer, de l'électricité, avec annexes, etc. ... »⁹⁹

Cet extrait, tiré du chapitre des conventions du livre d'or, informe sur la surface totale des halles à prévoir et des matériaux généraux.

« Dès la fin de l'année 1907, l'architecte présentait au Comité exécutif le plan s'ensemble des halls, dont la construction incombait à la Compagnie de l'Exposition.

Les halls de la section belge furent édifiés parallèlement au Bois de la Cambre. Les halls internationaux de l'industrie, des machines et des chemins de fer étaient reliés à ceux de la Section belge.

L'ensemble de toutes ces constructions couvrait une superficie de 150,000 mètres carrés environ, se répartissant de la manière suivante : Halls de l'industrie, 114,000 mètres carrés ; Galerie des machines, 26,000 mètres carrés ; Galerie des chemins de fer, 9,600 mètres carrés.

Les halls des machines et de l'industrie des sections étrangères étaient constitués par une ossature métallique sur laquelle s'appliquaient des planches comme revêtement des parois et du zinc comme revêtement des toitures.

Ce type de bâtiment est généralement adopté pour les Expositions parce qu'il est économique et d'une construction rapide. La construction peut être rapide parce que l'on peut préparer à l'usine toute la carcasse métallique, tandis qu'on nivelle le terrain et maçonne les massifs de fondation destinés à servir d'appuis aux colonnes. Il se fait donc simultanément un double travail et, lorsque les fondations sont prêtes, l'on voit s'élever bien vite le bâtiment, dont toutes les parties ont été préparées à l'usine et ne doivent plus qu'être assemblées sur place.

Ces constructions sont surtout économiques à cause du réemploi relativement facile de la partie métallique.

Par suite de la situation du terrain, ce lot de bâtiments s'étageait en deux niveaux. La galerie des machines avait son plancher à la cote de 98m.50, tandis que le plancher des halls de l'industrie était à la cote de 102m.60.

Cette situation avait permis d'établir à la sortie des halls de l'industrie, vers la galerie des machines, une galerie balcon qui dominait donc de 4m.10 le plancher de la galerie des machines et offrait ainsi aux visiteurs un point de vue d'ensemble des installations mécaniques.

...

La première adjudication pour les halls des machines et de l'industrie eut lieu le 23 avril 1908 et le 21 septembre de la même année on montait la première ferme de la galerie des machines. »¹⁰⁰

⁹⁹ Rossel, E., (1911), Op. Cit. p.49 (p.302).

¹⁰⁰ Ibidem (p.441)

Ce récapitulatif a posteriori permet de saisir les proportions et les dimensions des halls ainsi que le fonctionnement interne général avec la différence de niveaux. La notion du remploi est abordée, confirmant un remploi aisé des structures métalliques et justifiant son utilisation, économiquement intéressante. Aussi, un point de vue intéressant sur les travaux menés en parallèle sur le terrain et en usine apparaît.

4.2.5.2 Fermes de charpentes

Les fermes, qu'elles soient de 20m ou 25m, ont la même forme avec seulement des différences dans l'écartement des montants. Elles se divisent, de part et d'autre du poinçon, en 3 mailles avec un montant et une diagonale. Pour une ferme de 20m, la maille centrale mesure 3600mm de large et les deux autres 3200mm. Pour celle de 25m, la maille centrale mesure 4250mm et les autres 4125mm. L'entrait se divise selon le même rythme que les mailles, composé donc de 6 parties le long de la ferme. Les montants rétrécissent au fur et à mesure qu'on s'approche du bord.

L'arbalétrier est considéré comme continu¹⁰¹ mais possède une cassure au niveau de la deuxième maille. Cette cassure marque une ouverture sur le haut avec des persiennes et des ventilateurs. C'est le seul endroit de la ferme qui n'est pas symétrique : l'arbalétrier de gauche se prolonge vers le haut pour marquer l'ouverture dans la toiture. Les profils dans les fermes de 20m sont de dimensions légèrement inférieures aux fermes de 25m mais gardent la même forme. La fixation s'effectue à l'aide de boulons de 16 (mm de diamètre) pour les sections de 50x50x5mm et de 20 pour les sections supérieures. Le poinçon a une hauteur de 3280mm pour les fermes de 20 et 4150mm pour celles de 25m.

Fermes de 25m (dimensions en mm) :

- Arbalétrier : deux profils en L placés en T de 100x100x11
- Montants verticaux : deux L en + 50x50x5 et 60x60x6, deux L en T 50x50x5 pour la persienne
- Diagonales : deux L en + 80x80x8
- Entrait : deux L en T 80x80x9

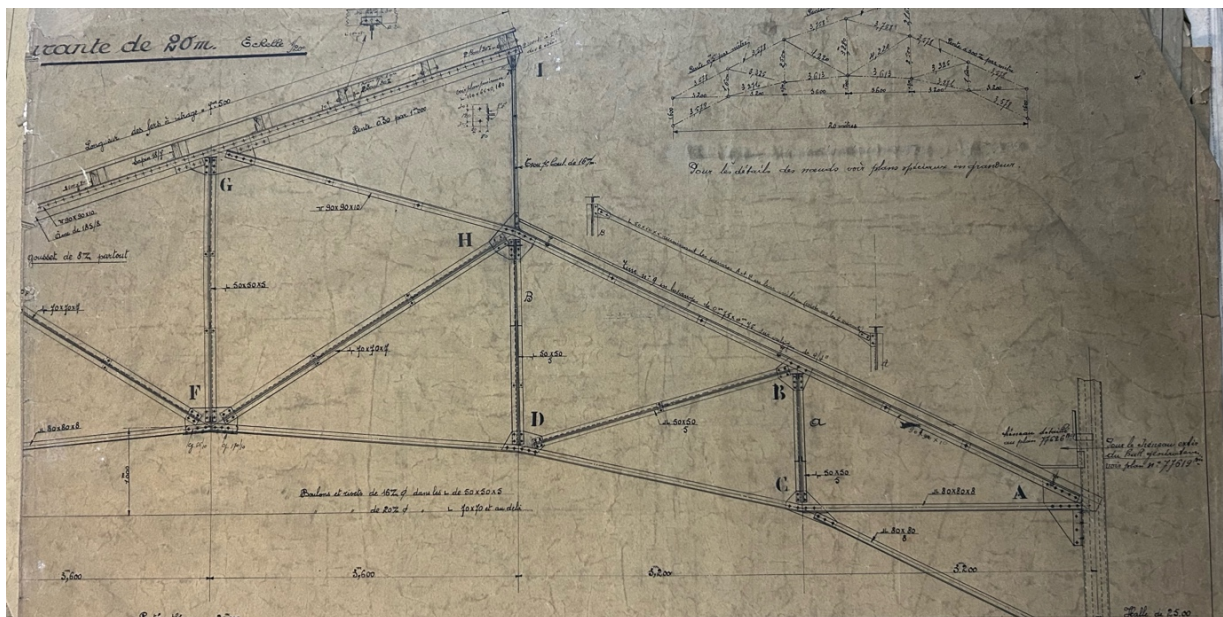


Fig. 19 Plan en élévation d'une ferme charpente de 20m, Exposition de Bruxelles 1910

¹⁰¹ Archives de Baume et Merpent, SAICOM, Bois-du-Luc La Louvière, BAUM_PP_102 « Exposition de Bruxelles 1910, commande 2050 »

Fermes de 20m (dimensions en mm) :

- Arbalétrier : deux profils en L placés en T de 90x90x10
- Montants verticaux : deux L en + 50x50x5, deux L en T 50x50x5 pour la persienne
- Diagonales : deux L en + 70x70x7 et 50x50x5
- Entrait : deux L en T 80x80x8

D'un point de vue statique, la ferme est une poutre à inertie (hauteur) variable. Il s'agit bien d'une poutre arquée et non d'un arc car les diagonales sont là pour équilibrer les variations d'efforts dans les fibres extrêmes. On retrouve dans cette poutre des moments fléchissants variables. Sous l'effet des charges, une déformation et des déplacements aux appuis apparaissent. Vu que les appuis sont fixes, cette force horizontale induit un moment inverse à celui dû aux charges.

Les efforts dans les différents éléments sont la traction et la compression. La membrure supérieure (arbalétrier) travaille en compression, tandis que la membrure inférieure (entrait) travaille en traction. Les basses inclinées, vu qu'elles sont descendantes des appuis, travaillent en traction et font partie de la famille des chainettes. Étant donné que ces diagonales sont en traction, les montants verticaux travaillent eux en compression.

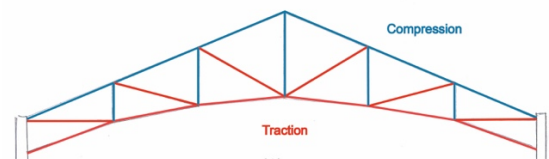


Fig. 20 Schéma des efforts, ferme de charpente Bruxelles 1910

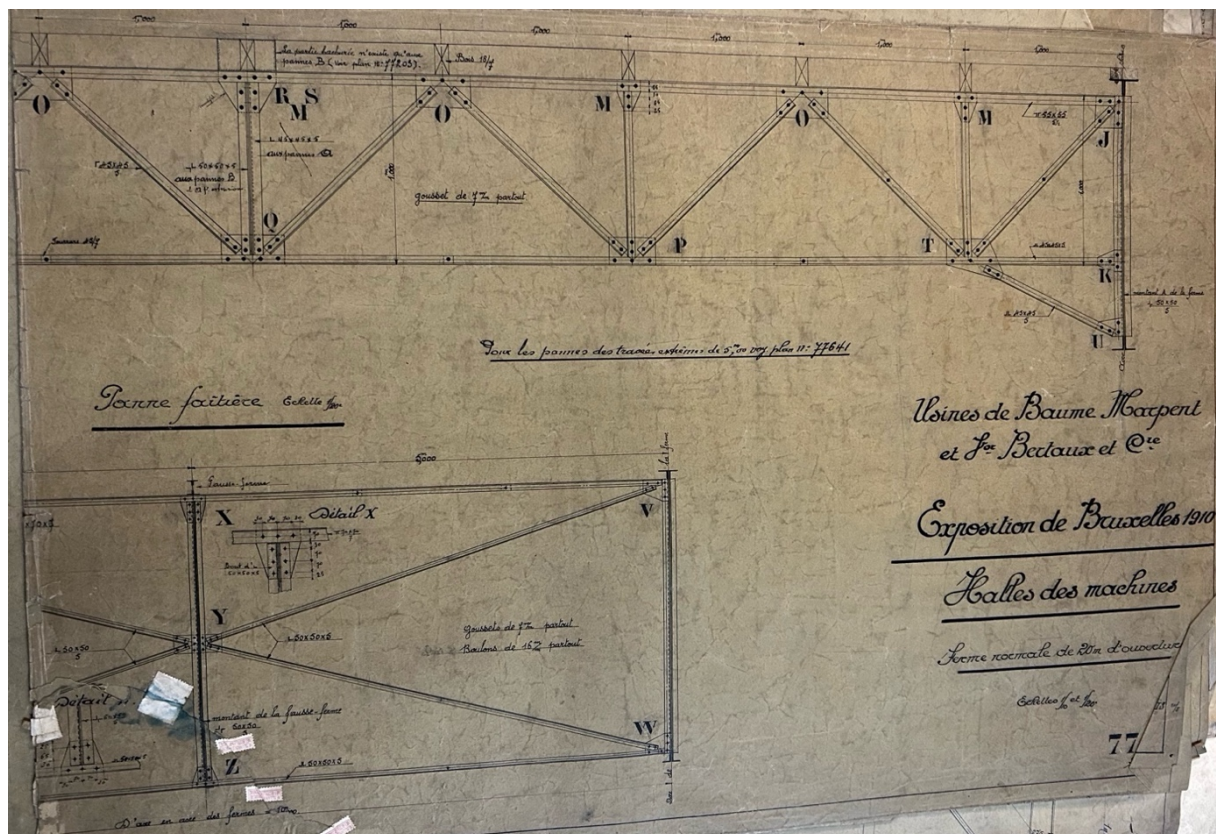


Fig. 21 Plan en élévation des pannes, Exposition de Bruxelles 1910

4.2.5.3 Poutres transversales

Les éléments transversaux sont multiples. Ils se divisent en 3 catégories : les pannes, les poutres entre les colonnes et les poutres qui soutiennent les ponts roulants. Tandis que les deux premières ont une âme en treillis, les poutres des ponts roulants sont à âme pleine.

Les pannes se trouvent entre les fermes à chaque montant vertical : une panne faîtière au faîte de toit (sommet de la ferme), une panne au niveau de chaque montant A (le plus proche de la colonne) et une panne aux montants B (plus proches du faîte). Les pannes A et B, selon les photos, sont similaires dans la forme et les dimensions de leur treillis. Elles rejoignent les fermes et ont donc une longueur de 10m pour 1m de hauteur.

Les pannes A et B décrivent un treillis en M inversé. Tous les 2m se trouve un montant vertical, sauf pour la première travée d'1m. Entre ces montants, deux diagonales forment un triangle dont la pointe est centrée entre les deux montants (1m de part et d'autre). On y trouve deux dimensions de profils L : 45x45x5 et 60x60x60, assemblés respectivement par des boulons de 14 et de 16. Les deux L se disposent en T. Seule la membrure supérieure se compose d'un élément de 60¹⁰².

La panne faîtière, plus légère, se compose de deux éléments (L 50x50x5) en croix de Saint-André faisant penser à des éléments de contreventement. La croix est coupée en son centre par un montant où elle s'attache. Chaque moitié s'étend sur 5m, pour un total de 10m. La membrure supérieure revêt une forme de T (double L 60x60x6) comme la membrure inférieure (double L 50x50x5). Tous les éléments sont fixés à l'aide de boulons de 16.

Les poutres transversales entre les colonnes, nommées ici longerons d'entretoise, suivent le même schéma. On retrouve les mêmes dimensions générales des profils en L : 50x50x5 pour les diagonales et les montants verticaux. La particularité vient de l'inversion des membrures en T : 60x60x6 en dessous et 50x50x5 au-dessus. Les boulons d'attache à la colonne sont de 18 et les boulons dans la poutre sont de 16.

Le long des entretoises se trouvent les longerons qui soutiennent les ponts roulants. Les poutres à âme pleine sont plus simples à fabriquer que les poutres treillis et offrent une grande robustesse et capacité de levage pour les ponts roulants. Tous les 2m se trouvent des éléments verticaux qui permettent de raidir la poutre (raidisseurs). Cette poutre en I est d'une hauteur de 750mm. Les raidisseurs sont deux éléments en L de 80x80x9mm assemblés en T. A la jonction de l'âme et de la semelle, des renforts en L de 100x100x10mm sont présents. Tous les éléments internes de la poutre sont rivetés de façon très régulière (tous les 10cm) avec des rivets de 20mm, soulignant encore la charge importante qui va être appliquée sur la poutre.

¹⁰² Archives de Baume et Merpent, SAICOM, Bois-du-Luc La Louvière, BAUM_PP_102

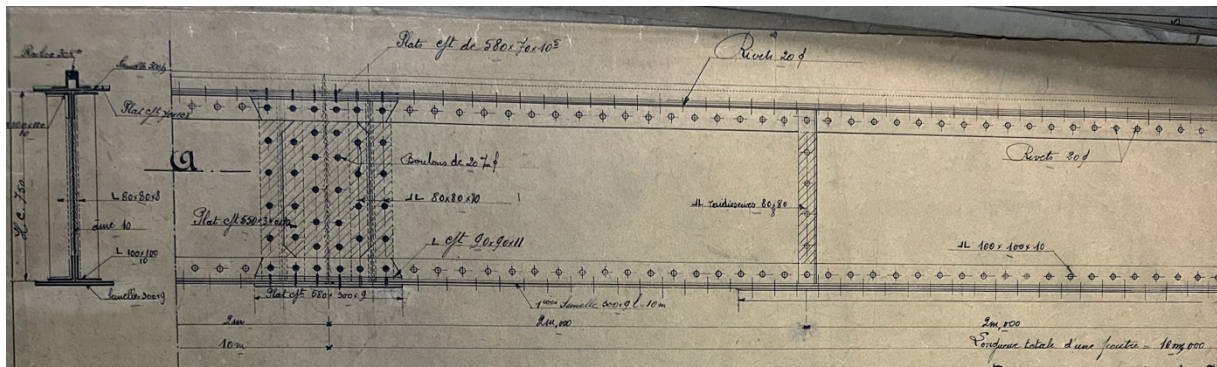


Fig. 22 Plan en élévation des longerons des ponts roulants, Exposition de Bruxelles 1910

4.2.5.4 Panneaux de contreventement

Dans les halles, deux contreventements entrent en jeu : celui entre les pannes et les fermes et celui entre les colonnes. Les panneaux de contreventement de la toiture sont constitués de deux L de 50x50x5mm disposés en croix de Saint-André. Ce dispositif se trouve dans le premier panneau supérieur des fermes du côté des persiennes et existe sur toute la longueur de la halle. L'élément latéral du panneau est l'arbalétrier de la fausse ferme sur lequel s'accrochent les profils via des goussets et des boulons. Cet arbalétrier est un double profil L en T de 80x80x8mm.

Le deuxième panneau de la toiture se trouve entre le montant B de la ferme (le plus proche du poinçon) et la colonne.

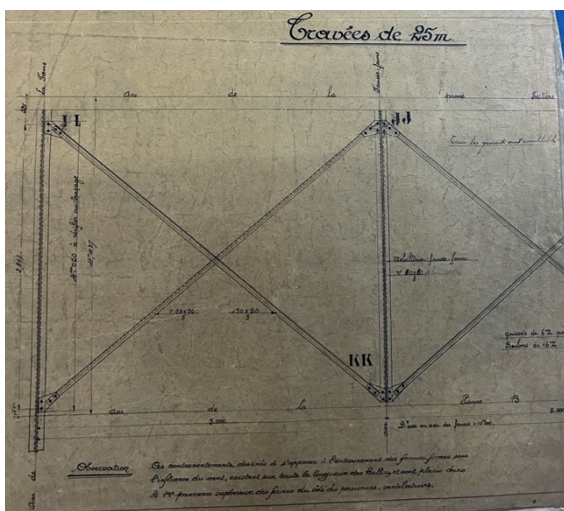


Fig. 23 Plan d'un panneau de contreventement entre colonnes, Exposition de Bruxelles 1910

Celui-ci se dispose également en croix de Saint-André, mais avec cette fois des tiges métalliques de 25mm de diamètre et non des profils en L.

Ce dispositif s'étend de ferme à ferme (tous les 10m). La tige traverse les arbalétriers via un trou ovale et se termine par un écrou. Un talon en fonte est utilisé afin de répartir la traction, oblique par rapport à l'arbalétrier, perpendiculairement à celui-ci et éviter une torsion de la tige.



Fig. 24 Plans d'un panneau de contreventement en toiture et d'un talon en fonte, Exposition de Bruxelles 1910

4.2.5.5 Colonnes

Plusieurs types de colonnes existent dans les halles. Vu leur fréquence et leur nombre sur les photos et les plans d'ensemble, un type de colonnes a été choisi pour l'étude. Ces colonnes sont, comme le reste, composées d'un treillis. Ce treillis dessine une maille (presque) carrée et régulière de 870mm de haut pour 880mm de large. Pour les fermes de 20m, la colonne de 10m se rétrécit à 8m pour accueillir le longeron qui soutient les ponts.

Aux extrémités, deux poutrelles en I à âme pleine de 350x9mm sont reliées aux pieds par des profils en L de 120x120x11mm et 80x80x10mm (à l'intérieur) rivetés sur la poutre et à une platine métallique de 700x1400mm boulonnée en 4 points dans la fondation. Des profils en L de 80x80x8mm d'un côté et 70x70x7 de l'autre sont également rivetés à l'âme et la semelle de la poutrelle pour accueillir et fixer les montants obliques du treillis. Ceux-ci y sont fixés en trois points et se composent d'un profil métallique plat de 70x10mm, fixé au profil qui le croise en son centre.

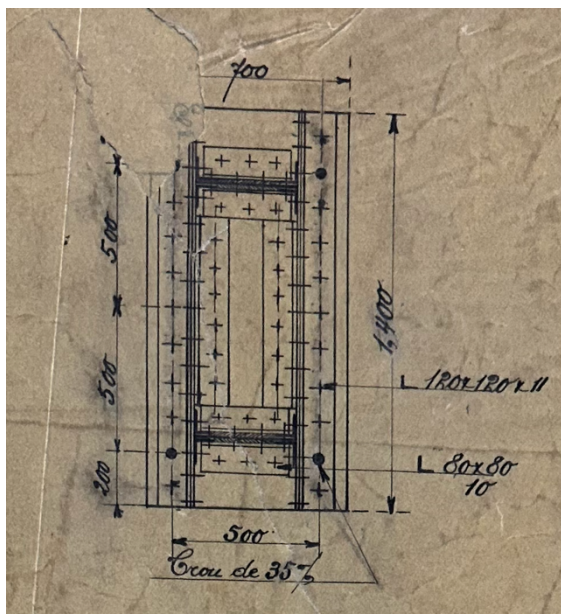


Fig. 25 Coupe d'une colonne principale, Exposition de Bruxelles 1910

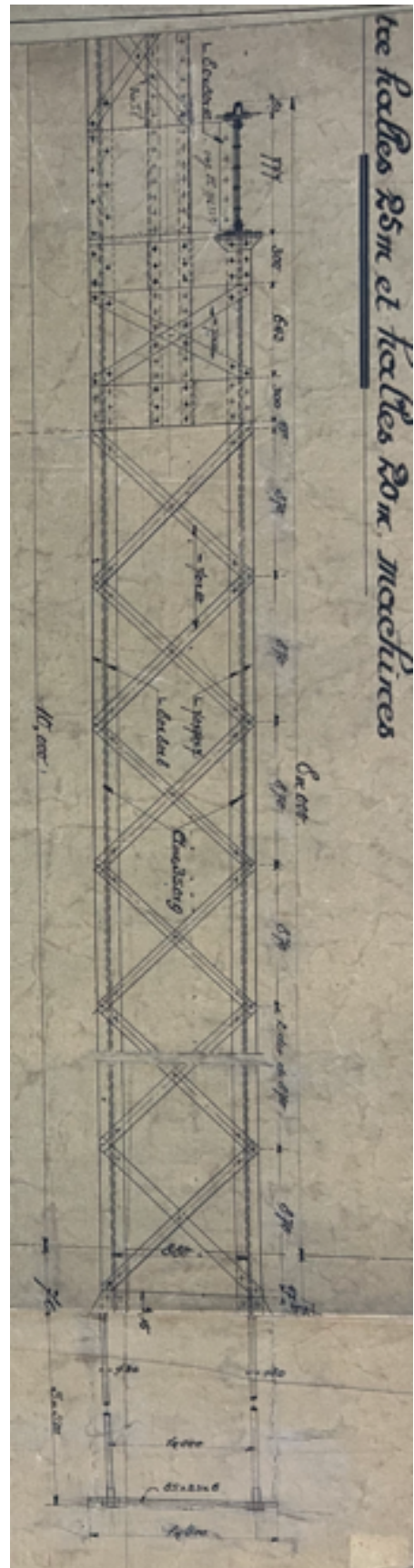


Fig. 26 Plans en élévation d'une colonne principale, Exposition de Bruxelles 1910

4.2.5.6 Inventaire des éléments de structure

L'inventaire complet des structures n'est pas envisagé ici, il s'agit plutôt d'une liste non-exhaustive des montants métalliques qui composent les treillis des éléments de l'ossature. Dans l'ensemble, elle contient une majorité de profils en L qui se placent seuls ou s'assemblent en T ou en + sur le gousset d'assemblage. Les dimensions « standard » pour de tels profils se retrouvent dans tous les éléments de charpente :

- L utilisé seul : 50x50x5, 80x80x10, 120x120x11
- Deux L en T : 45x45x5, 50x50x5, 60x60x6, 80x80x8/9, 90x90x10, 100x100x11
- Deux L en + : 50x50x5, 60x60x6, 80x80x8

D'autres formes se trouvent mais de façon plus rare et plus spécifique

- Profil plat : 70x10 (colonnes)
- Tige ronde 25mm diamètre (contreventement)

4.2.6 L'incendie

L'Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles a marqué les esprits par un événement tragique : le grand incendie du dimanche 14 août 1910. Le feu, en quelques heures à peine, embrase et détruit le Grand Palais d'Exposition comme le décrit Émile Rossel dans le livre d'or¹⁰³ :

« En quelques heures, le feu détruisit en partie un laborieux travail de quatre années, transformant en un immense brasier la Section belge, les bureaux du Comité exécutif et du Commissariat général du Gouvernement, la Section anglaise, le Pavillon de la Ville de Paris, le Palais de l'Alimentation française,

Bruxelles-Kermesse et toutes les attractions de « Luna-Park », entamant les Galeries de la Section française, anéantissant le Restaurant Duval-Gruber et quelques petits Pavillons situés sur la gauche de l'avenue des Nations, brûlant une quinzaine de villas de l'avenue du Solbosch, sans qu'il fût matériellement possible d'arrêter les ravages de l'élément destructeur. »

Le véritable point d'intérêt de ce tragique événement n'est pas tant la destruction encourue, mais plutôt la réaction face à celle-ci. Au lendemain même du drame, tout le monde se met au travail pour évacuer les décombres. Le lundi matin, un jour à peine après l'incendie, le comité exécutif décide de reconstituer les parties endommagées : l'Exposition reste ouverte ! La France, l'Angleterre et d'autres nations touchées, ainsi que des exposants importants décident de reconstruire leurs compartiments et d'assurer la continuité de l'Exposition. Cette faculté de reconstruction pendant l'exposition, et sur un laps de temps aussi court, met en lumière les capacités de construction impressionnantes du début de XXe siècle.

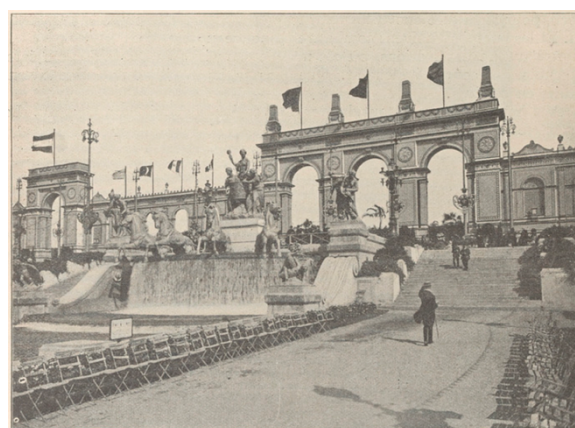


Fig. 27 Photographie de la nouvelle façade, Exposition de Bruxelles 1910

¹⁰³ Rossel, E., (1911), Op. Cit. p.49 (p.770).

4.2.7 Démontage post-exposition

L'exposition de Bruxelles prend fin le 1^e novembre 1910. Passé cette date, le site doit être évacué de toutes les constructions éphémères bâties dans le cadre de cet événement. Les conventions accordent l'occupation du Solbosch du début des travaux jusqu'au 1^e avril 1911, soit 5 mois après la fin de l'exposition.

« La Ville accorde la disposition gratuite des terrains qu'elle possède et qui se trouvent dans l'enceinte actuelle de l'Exposition sur le territoire de Bruxelles. La Ville reprendra possession desdits terrains, remis dans leur état primitif s'il lui plaît ainsi, au plus tard le 1^e avril 1911. »¹⁰⁴

Les halles d'exposition faisant l'objet d'une location, les constructeurs sont dans l'obligation de démonter et récupérer les ossatures qui couvrent les halles des machines et de l'industrie. De la même façon qu'elles ont été acheminées et montées sur site, les différents éléments sont déboulonnés et placés sur des wagons de transport pour être ensuite rapatriés au sein de l'entreprise. Les archives ne font pas état d'une récupération ou d'un traitement spécifique de ces structures.

Si les voies de tram qui longent le site côté Boendael sont toujours présentes aujourd'hui, les lignes internes à l'exposition et les voies ferrées d'accès aux halles n'existent plus. Bien que les informations soient floues à cet égard, la logique veut que les voies de transport soient préservées jusqu'au démontage et évacuation complets des structures et que, par la suite, elles soient enlevées pour faire place à l'urbanisation de la plaine du Solbosch.

¹⁰⁴ Rossel, E., (1911), Op. Cit. p.49 (p.234).

4.3 Comparaison des Expositions

4.3.1 Organisation générale

Les Expositions de Liège 1905 et Bruxelles 1910 marquent le début du XXe siècle par leur grand succès. La Belgique a le privilège d'accueillir à la suite deux Expositions Universelles et Internationales, exploit réalisé seulement par Paris auparavant (1879 et 1889). Les deux Expositions belges, proches dans le temps et l'espace, jouissent de ce fait de nombreuses caractéristiques communes.

De façon générale, l'organisation et la logistique s'effectuent de façon relativement similaire. Si le site liégeois se scinde en trois parties, traversé par l'Ourthe et la Meuse, le site bruxellois tient en un seul lieu, mis à part quelques festivités organisées au Parc du Cinquantenaire et à Tervuren. Néanmoins, la circulation interne est semblable : un tramway dessert les différentes parties de l'Exposition et la voie ferrée, ainsi que les routes existantes, permettent l'accès au site. Le quartier des Vennes à Liège est un peu plus excentré que le site du Solbosch, ancré dans le tissu dense de Bruxelles, ce qui lui laisse un peu plus d'espace et de marge sur l'aménagement et l'emprise au sol. La superficie est assez similaire pour les deux expositions : 85 hectares pour Bruxelles (en ne comptant que le Solbosch) contre 86 pour Liège.

Au niveau des bâtiments et aménagements, tous deux se munissent de parcs, pavillons en tous genres et grandes halles métalliques. Les pavillons nationaux et palais divers se construisent dans des styles variés et spécifiques du pays ou de la catégorie qu'ils représentent. Les grandes

halles, elles, sont bâties de façon très similaire dans les deux expositions. Une façade monumentale devant le Grand Palais, accueillant la section belge, fait écho à l'entrée monumentale de la section belge de Liège. Les flancs des halles sont munis de belles façades ornementées. Les halles de Bruxelles couvrent environ 150 000 m² là où les halles de Liège s'étendent sur environ 96 000 m².

4.3.2 Vestiges

Chaque Exposition Universelle, où qu'elle se trouve, laisse une trace sur le site qu'elle a occupé. Sans aucun doute, le vestige le plus connu est la tour Eiffel de Paris, conçue pour l'Exposition Universelle de 1889. Bien qu'elle fût conçue pour être éphémère, elle représente aujourd'hui l'un des symboles phares de la capitale française.

À Liège, la déviation de l'Ourthe et le comblement du bras entourant le fourchufossé ont profondément changé le quartier des Vennes. Une des conséquences a été la construction de ponts au confluent Ourthe et Meuse. Le Pont de Fragnée est un magnifique ouvrage d'ingénierie en structure métallique à trois travées qui puise son inspiration dans l'architecture du Pont Alexandre III de Paris, construit également pour une Exposition Universelle (Paris 1900). Il se poursuit du Pont de Fétinne, construction en arc métallique moins exubérant que le Pont de Fragnée avec ses dorures et colonnes soutenant des anges. Ces deux ouvrages, dont les travaux s'étendent de 1901 à 1904, sont réalisés par la société Cockerill¹⁰⁵. Entre les Vennes et le Parc de la Boverie, c'est le Pont Hennebique, actuelle Passerelle Matisse, qui est réalisée en béton armé. Elle représente

¹⁰⁵ Wouters, I., (2024), *The architectural and structural works of S.A. John Cockerill (1842-1955) : balancing between craftsmanship and mass production*, Construction matters, 8th International Congress in Construction History (p.31)

pour l'époque une des premières constructions de ce type avec le procédé Hennebique.



Fig. 28 Photographie de la Passerelle Matisse, Liège, 1905

Bien que majeure partie des bâtiments soit montée de façon temporaire, un bâtiment fait exception : le Palais des Beaux-Arts. Unique construction bâtie dans une optique de pérennité, le palais se dresse toujours à l'heure actuelle dans le Parc de la Boverie et accueille le Musée des Beaux-Arts de Liège.



Fig. 29 Photographie du Pont de Fragnée, Liège, 2018

L'exposition de Bruxelles ne laisse pas de trace bâtie aussi forte que Liège. C'est surtout l'urbanisme qui est marqué par le passage de l'exposition. Les jonctions de l'Avenue Louise et de la Hulpe via de nouvelles voies ont modifié la circulation bruxelloise et permis un accès plus direct entre les deux quartiers de la ville. Ancienne partie de la Forêt de Soignes, la plaine du Solbosch s'est urbanisée après l'exposition pour devenir, à partir de 1921, le campus

universitaire du Solbosch, principal campus de l'ULB.

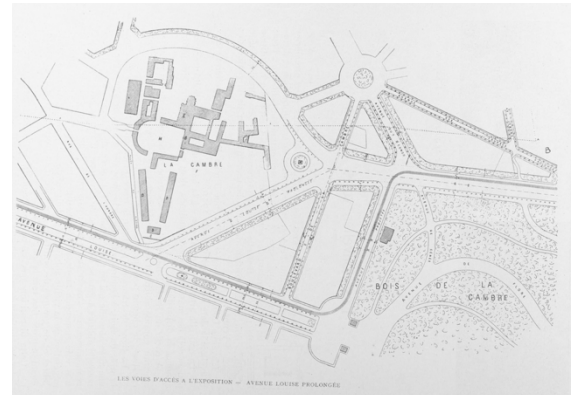


Fig. 30 Nouvel aménagement entre l'avenue Louise et le Bois de la Cambre, Bruxelles, 1910

4.3.3 Les halles métalliques

4.3.3.1 Structure générale

La comparaison générale des structures des grandes halles d'exposition se fait via des recoupements d'informations, de plans et de photos. La comparaison est centrée principalement sur les halles des machines (tableau 1).

	Liège 1905	Bruxelles 1910
Galleries	Alternance de travées de 15m et 25m	Alternance de travées de 20m et 25m
Entraxe	Portiques des travées espacés de 10m	Portiques des travées espacés de 10m
Colonnes	8m pour les travées de 15m 14m pour les travées de 25m	10m pour les travées de 20m 16m pour les travées de 25m
Fermes	Poutre encastrée sur colonne	Poutre encastrée sur colonne
Toiture	Couverture en zinc avec ouverture vitrée zénithale Prolongation d'un pan de toiture avec ouverture Pas d'informations sur les persiennes et les ventilateurs	Couverture en zinc avec ouverture vitrée zénithale Prolongation d'un pan de toiture avec ouverture contenant ventilateurs et persiennes
Superficie	96 000 m ²	150 000 m ²
Charpente	Préfabriqué en usine et monté sur place	Préfabriqué en usine et monté sur place
Accès	Voies ferrées pénétrant dans la galerie	Voies ferrées pénétrant dans la galerie

Tableau 1 : comparaison des structures générales

4.3.3.2 Éléments de charpente

Les bases techniques et les dimensions d'éléments reposent sur l'analyse des plans de Bruxelles 1910. Elles sont transposées et recoupées avec des photos de Liège 1905 en plus du cahier des charges. « Structure similaire » fait donc référence à des structures qui, visuellement et logiquement, reprennent les mêmes caractéristiques que celles décrites sur les plans (tableau 2).

	Liège 1905	Bruxelles 1910
Fermes	Différence : Portée = 15 et 25m Structures similaires à Bruxelles	Portée = 20 et 25m Poutre à inertie variable Composition : Arbalétrier, poinçon central, montants verticaux, diagonales, entrait Membrure supérieure : arbalétrier en compression Membrure inférieure : entrait en traction Diagonales en traction Montants verticaux en compression
Pannes	Structures similaires à Bruxelles	<u>Aux montants A et B</u> Hauteur = 1m Longueur = 10m Trames d'1m Treillis en M inversé Montant vertical tous les 2m <u>Faîtière</u> Hauteur = 4.15m (25m) 3.28m (15m) Longueur = 10m Montant central Diagonales entre les coins et le centre du montant central
Entretoises	Structures similaires à Bruxelles	Idem pannes montants A et B
Longerons (ponts roulants)	Structures similaires à Bruxelles	Poutre à âme pleine en I de 750mm de hauteur Raidisseurs tous les 2m
Panneaux de contreventement	Structures similaires à Bruxelles	<u>Premier panneau (faîte -> montant A)</u> Double croix de Saint-André (profils L) avec montant central de séparation <u>Deuxième panneau (montant B -> colonne)</u> Double croix de Saint-André (tiges rondes) sur 10m (pas de séparation centrale)
Colonnes	Différence : hauteurs colonnes = 8 et 14m Structures similaires à Bruxelles	Hauteurs = 10 et 16m Poutrelles en I à âme de 350x9mm aux extrémités reliées par un treillis +- carré avec profils plats en croix (diagonales croisées) sans montant vertical

Tableau 2 : comparaison des éléments de charpente

4.3.3.3 Conclusion

Au vu des documents d'analyse différents pour chaque partie, il est impossible d'établir un lien exact entre les structures des Expositions. Cependant, la mise en perspective des plans et photos de Bruxelles 1910 et les photos, cahiers de charges, commandes, ... de Liège 1905 laissent entrevoir des similitudes assez marquées entre les deux. Mis à part la hauteur des colonnes et la largeur de la petite travée, les structures observées semblent en tout point équivalentes. La philosophie constructive est bien la même avec des éléments en treillis, de forme et dimensions similaires (avec quelques variations), la préfabrication en usine et le montage sur place par les mêmes constructeurs.

De la même façon, sur les multiples formes que peuvent prendre les fermes de charpente, les deux expositions en possèdent exactement la même typologie, renforçant l'hypothèse d'une conception identique. Les grandes dimensions fournies pour Liège (trames, portées) poussent dans le sens d'une structure identique grâce à des proportions visuellement semblables sur les photos.

Cependant, il est impossible de dire si les structures de Bruxelles sont des remplois de celles de Liège. Bien que le remploi soit mentionné et que les halles soient en location, donc récupérées, rien n'atteste de la réutilisation des structures spécifiques des Expositions. De plus, les Expositions, tant nationales qu'internationales, sont très fréquentes dans ces années-là. Si les éléments ont été traités et remployés, il est possible qu'ils l'aient été dans d'autres structures avant 1910.

5. PARTIE 4 - Le remploi des structures métalliques : conception et logistique

5.1 Baume et Marpent

5.1.1 Présentation générale

La *Société Anonyme de Baume et Marpent*, simplifiée souvent en *Baume et Marpent*, est une société de construction métallique fondée en 1853 par Clément Delbèque. Au départ, il s'agit d'une forge de taille assez réduite nommée *Société Delbèque et Compagnie*¹⁰⁶. Assez rapidement prise en charge par son neveu, Léon Moyaux, ingénieur des mines et civil, la société prend une dimension internationale. En 1879, la firme est renommée *Usines et Fonderies de Baume*, plus en adéquation avec son activité. En 1882, la société change encore de nom pour s'appeler *Société Anonyme de Baume et Marpent* après l'acquisition d'une usine à Marpent, dans le nord de la France¹⁰⁷. Ce sont ces changements effectués par Léon Moyaux qui propulsent Baume et Marpent au titre de multinationale employant des centaines de personnes. Quelques années plus tard, les productions de Baume sont insuffisantes, ce qui pousse l'entreprise à racheter la société Brison à Morlanwelz, transformée directement en une nouvelle division.

La société se spécialise rapidement dans la construction de grands ouvrages métalliques, principalement liés au monde du chemin de fer. C'est également la production de matériel ferroviaire roulant qui lui donne une renommée internationale. Les commandes sont passées depuis le monde entier, de

l'Amérique Latine à l'Asie, et représentent des millions de francs¹⁰⁸. Une filière de la firme s'implante en Égypte, où son activité est importante, et construit notamment le connu Pont d'Embahé¹⁰⁹ et sa travée pivotante, ouvrage qui témoigne du génie de la construction métallique de Baume et Marpent.

La société, bien que spécialisée dans la production de matériel ferroviaire, produit également les charpentes métalliques de bâtiments et halles d'exposition. C'est dans cette optique qu'elle produit les ossatures métalliques des Expositions Universelles et Internationales de Liège 1905 et Bruxelles 1910. Quelques années auparavant, elle fabrique également les structures d'autres Expositions, soulignant une spécialisation dans la création de charpentes métalliques démontables en location spécifique aux Expositions Universelles¹¹⁰.

Durant le XIXe et le début du XXe siècle, la société connaît une période de prospérité qui se traduit par des chiffres étourdissants. Par exemple, les charpentes de l'exposition universelle de Liège 1905, une commande de 1 300 000 francs, ne représentent en réalité que 16% de leur chiffre d'affaires de 1904¹¹¹. Ces charpentes proviennent majoritairement des usines de Baume, en Belgique, comptant en cette année 1904 une production de 5100 tonnes contre 327 tonnes pour Morlanwelz et 240 tonnes à Marpent¹¹².

¹⁰⁶ Vande Vijver, G., (2006), *Baume & Marpent : itinéraire d'un géant*, Bulletin trimestriel de l'A.S.B.L. Patrimoine Industriel Wallonie-Bruxelles, Communauté Française (p.8).

¹⁰⁷ Ibidem

¹⁰⁸ Archives de Baume et Marpent, SAICOM, Bois-du-Luc La Louvière, BAUM_20 « Rapport financier 1908-9 »

¹⁰⁹ Haine au nil Haoudy

¹¹⁰ Archives de la ville de Liège, Fonds de l'exposition Liège 1905, dossier t513 « Affaires techniques : direction générale des travaux / rapport sur l'entreprise des halles »

¹¹¹ BAUM_558 : CA du 21.02.1905 au 27.05.1913

¹¹² BAUM_17 : Rapport financier 1904-5

Malgré cette prospérité, la S.A. *Baume et Marpent* est contrainte de céder ses activités au groupe américain *H.K. Porter* en 1962, marquant la fin du géant de la construction belge.

5.1.2 Usines de production

Les usines de la société Baume et Marpent ont aujourd'hui complètement disparu. Les vestiges restants se trouvent dans les archives sous forme de plans ou photographies d'époque. Les photos non datées ni titrées pour la plupart rendent difficile l'association spécifique à un lieu ou une étape de production, stockage, ... Les plans, quant à eux, sont ultérieurs à la période étudiée dans ce travail. Les constructions du premier bâtiment recensé dans les plans datent de 1907, quelques autres de 1909, contemporains donc de l'Exposition de Bruxelles 1910, mais ils sont peu nombreux. Malgré ce décalage temporel, leur analyse permet d'en sortir une façon générale de procéder dans la fabrication, la logistique, le stockage et éventuellement la récupération des structures démontées.

Les plans de l'usine de Morlanwelz datent de 1932. Ils se divisent globalement en trois parties : le grand hall de montage proche du chemin de fer de l'état, une imposante section composée d'une succession de halls (environ 175x200m) couvrant divers ateliers de montage, ... et les forges. L'usine est bordée à l'ouest des chemins de fers vicinaux et au nord des chemins de fer de l'état. Le grand hall de montage s'étend sur 190m de long pour 26m de large et se distingue des autres halles surtout par sa grande hauteur. Dans les halles principales se trouvent principalement les ateliers de montage : machine à bois suivi du montage menuiserie. A côté, le hall des profilés se prolonge d'une autre halle de montage de



Fig. 31 Photographie du deuxième hall de montage de Haine-Saint-Pierre, Baume et Marpent

menuiserie, prolongé par trois grandes halles de montage. Il s'y trouve également une halle de traçage et une halle de peinture. Ces éléments soulignent que l'usine de Morlanwelz se spécialisait surtout dans le montage d'éléments et dans la menuiserie, expliquant son plus faible taux de production de charpentes métalliques que l'usine de Baume.

Les plans de l'usine de Baume (à Haine Saint-Pierre, aujourd'hui partie de La Louvière), montrent la situation en octobre 1954. Bien que distante de la période d'étude, l'usine dispose de caractéristiques qui confirment l'activité de production majoritaire des charpentes métalliques. L'un à la suite de l'autre se trouvent des halls avec des fonctions spécifiques : hall des petites charpentes et appareils de voie, hall de montage, hall des machines et outils, hall des profilés, burinage, ... ainsi qu'un hall appelé « portique pour entreposage des charpentes ». Ces halls sont équipés de ponts roulants variant entre 2.5T et 15T pour le portique d'entreposage.

Pour l'usine de Marpent, les plans représentent la situation en 1955. Bien qu'il s'y trouve des halls similaires à Baume et Morlanwelz, l'usine semble plutôt dédiée à la construction de matériel ferroviaire roulant. En effet, la majeure partie des halls

de construction concernant les wagons (peinture, montage), les trains roulants (essieux, ...) et leur mécanique générale. Une halle en particulier sort du lot et concerne une technique de nettoyage des éléments métalliques : le sablage. Cette halle se trouve en bordure de chemin de fer et, selon toute logique, traite les structures récupérées. Le hall de montage présente aussi un intérêt plutôt typologique : il s'agit des mêmes structures que les expositions universelles dont il est contemporain (1907). En effet, la ferme de charpente correspond aux fermes construites pour les expositions avec leur structure en treillis, à la différence près que cette structure se compose de 8 mailles et non 6. Le pont roulant possède la même forme et se dépose de la même façon sur les colonnes. Cela étaye l'hypothèse de standardisation des éléments construits à une époque donnée, que ce soit pour des structures temporaires ou destinées à durer, ce hall étant toujours présent 48 ans plus tard (1907-1955).

5.1.3 Production et montage en atelier

Chaque division possède un hall de traçage, où sont tracés à plat les éléments plus tard formés en tubes ou en profils, et au moins un hall de chaudronnerie, où sont produits les éléments en métal. Le formage des profils est aussi présent sur chaque site dans un hall dédié (hall des profilés). La production du matériau même (fonte, fer ou acier) est de manière générale déléguée à des entreprises spécialisées comme les aciéries d'Ougrée-Marihaye ou les aciéries d'Angleur¹¹³ dans le cas de l'Exposition de Liège. L'usine de Morlanwelz possède tout

de même une forge qui peut assurer la production d'une partie de la matière.

Dans le contexte des ossatures, ce sont surtout les imposants halls de montages, vastes et nombreux à travers les trois sites, qui prennent de l'importance. Les structures des Expositions ont toutes été préfabriquées en usine avant d'être montées sur place. Les grandes structures, jusqu'à 25m de long pour les plus grandes fermes, nécessitent des moyens conséquents. L'intégralité des rivets doivent être fixés à chaud en usine à l'aide de marteaux à riveter¹¹⁴ et constituent un assemblage définitif. Une fois assemblés, les éléments doivent de ce fait être transportés d'une pièce, augmentant considérablement le poids. C'est grâce aux puissants ponts roulants disposés dans chaque halle de montage que ces pièces peuvent être déplacées puis chargées sur des wagonnets de transport¹¹⁵ vers les voies extérieures. Les rails parcourant les différents halls et permettant la circulation des pièces apparaissent sur les clichés des différents halls ainsi que sur les plans de l'usine de Morlanweltz (1947).

5.1.4 Transport

Les voies extérieures des usines mènent au réseau ferré adjacent à celles-ci et permettent le chargement des marchandises en vue de leur livraison sur les chantiers. Les usines sont idéalement placées sur les routes des chemins de fer importantes, desservant tant Liège, que Bruxelles, ou encore Paris¹¹⁶. Baume et Morlanwelz avaient une ligne directe pour Bruxelles (60km), idem pour Liège (125km) en passant par Charleroi.

¹¹³ Archives de la ville de Liège, Fonds de l'exposition Liège 1905, dossier t513 « Affaires techniques : direction générale des travaux / rapport sur l'entreprise des halles »

¹¹⁴ Schulitz, H., Sobek, W., Habermann, K., (2003), *Construire en acier*, PPUR presses polytechniques (p.123).

¹¹⁵ Archives de Baume et Marpent, SAICOM, Bois-du-Luc La Louvière, BM_0025

¹¹⁶ Archives de Baume et Marpent, SAICOM, Bois-du-Luc La Louvière, BAUM_92

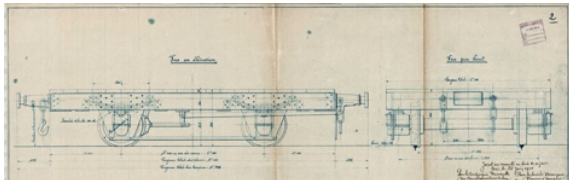


Fig. 32 Wagon plateforme à 2 essieux pour le transport de pièces métalliques de grandes dimensions, Baume et Marpent

Les usines belges sont connectées à celle de Marpent via Binche et Erquelinnes. Celle-ci peut connecter Paris (230km) via Maubeuge. Marpent et Haine-Saint-Pierre ne sont distantes que de 30km, facilitant les échanges entre les usines.

Le matériel de transport spécifique aux lourdes charges, comme le wagon-plateforme à double essieux de Baume et Marpent (fig. 32), permet le transport aisé d'éléments de charpente massifs hors des usines de production jusqu'aux sites de construction. C'est notamment grâce à ce transport efficace qu'il est possible d'assembler tout en usine et de l'amener sur chantier par pièces complètes qu'il ne reste plus qu'à monter sur place. Le déchargement sur chantier peut se faire via des grues fixes montées pour l'occasion, mais aussi grâce à des wagons-grues (fig. 33) qui permettent le déchargement à même la voie ferrée.



Fig. 33 Wagons-grues, Baume et Marpent

5.1.5 Traitement des structures démontées

Les structures en fer sont particulièrement sujettes à la rouille et la corrosion. Afin de garantir leur tenue dans le temps, ces structures sont généralement traitées par différents procédés. Fin XIXe et début XXe siècle, c'est principalement la galvanisation ou l'application d'une couche protectrice sur le fer qui sont utilisés. Aucun texte ne fait état d'un traitement spécifique des charpentes de l'Exposition, mais il est plus que probable qu'elles aient subi un traitement pour les protéger vu qu'elles ne sont que louées et récupérées après. Dans les plans des usines se trouvent des sections qui s'y apparentent : hall de traitement thermique (Baume) et hall de peintures (Marpent et Morlanwelz). Les principaux traitements thermiques sont l'exposition à la flamme et le recuit¹¹⁷. Dans ce cas, rien n'indique de quel type il s'agit, bien que le recuit soit plus utilisé au XIXe siècle. Le traitement par ajout d'un revêtement peut se faire via une peinture et est un traitement assez fréquent contre la corrosion notamment par sa facilité d'exécution. Chaque site possède des ateliers de peinture, laissant entrevoir une possibilité quant au traitement des structures, bien qu'aucun document ne parle de charpente peinte lors des Expositions.

Au niveau du traitement lors de la récupération des structures, c'est l'usine de Marpent qui s'illustre par sa division de sablage. En effet, le sablage fait partie des traitements mécaniques du métal et consiste en un jet de sable projeté avec de l'air comprimé sur la pièce pour la nettoyer de la rouille notamment. Même si le bâtiment date de 1929, il est tout à fait envisageable que les structures des

¹¹⁷ Schulitz, H., Sobek, W., Habermann, K., (2003), *Construire en acier*. PPUR presses polytechniques (p.102).

Expositions, après leur démontage, soient passées par un traitement similaire (le bâtiment peut en avoir remplacé un autre avec des technologies moins avancées).

5.1.6 Stockage

Les structures démontées et récupérées doivent être entreposées quelque part avant leur utilisation future. Qu'il s'agisse de remploi ou de réutilisation quelconque, les structures se doivent d'être stockées de façon consciencieuse pour ne pas perdre leur intégrité ou s'abîmer. Idéalement, elles sont entreposées dans des endroits plutôt secs et décollées du sol pour éviter que l'humidité de celui-ci ne les gagne, comme on peut l'observer sur certains clichés (fig.34).

Le tri et la classification des éléments sont très importants dans le cadre de structures de location si elles visent un objectif de réemploi. De plus, inventorier les pièces permet de ne pas en égarer ou de reproduire celles qui ont été détériorées ou abîmées.

L'usine de Baume possède un hangar de stockage spécifique pour l'entreposage de charpentes (portique pour entreposage de charpentes). Il s'étend sur 750m² (50m de long pour 15m de large) et possède un pont roulant de 15T, le plus puissant de l'usine, traduisant le déplacement de grandes et lourdes pièces de charpente, comme par exemple une ferme de 25m totalement assemblées. Cela souligne également la nécessité d'entreposer spécifiquement des charpentes probablement liées à l'activité de location des charpentes observée dans le cadre des expositions. Son emplacement est directement adjacent aux voies de chemin de fer mais séparé des parties de production, indiquant potentiellement qu'il

s'agit bien de structures récupérées directement par voie ferrées et non de charpentes sorties d'usine.



Fig. 34 Hall d'entreposage, Baume et Marpent

Cette étude souligne l'impact majeur qu'ont eu les Expositions Universelles sur l'architecture métallique de la seconde moitié du XIXe siècle jusqu'au milieu du siècle suivant, fortement influencée par la conception éphémère du Crystal Palace lors de la toute première Exposition Universelle et Internationale. Ces rassemblements sont le reflet d'une époque tant par l'étalage matériel que le foisonnement intellectuel et festif qu'ils représentent.

L'apparition croissante de ce type d'évènements, qu'ils soient locaux, nationaux ou internationaux, met en avant une demande croissante pour des structures aisément démontables et transportables. L'augmentation de ces besoins a poussé au remploi des structures démontées, pratique courante à l'époque. De plus, le remploi du métal à cette période est facilité par les technologies, la standardisation des éléments et des moyens de transport toujours plus efficaces.

Des firmes belges importantes telles *John Cockerill* et la *Société Anonyme de Baume et Merpent* ont joué un rôle clé dans la production et la mise en place de ces structures éphémères comme le montrent leurs riches archives. Il existait une demande qui a poussé ces géants du métal à produire de telles structures, mais c'est grâce à leurs infrastructures et leur savoir-faire que de tels évènements ont pu avoir lieu.

Les Expositions Universelles et Internationales de Liège 1905 et Bruxelles 1910 se placent dans la lignée directe de celles organisées par les grandes nations de l'époque (Angleterre, France, Etats-Unis), attestant de la puissance industrielle que représentait la Belgique en ce début de XXe siècle. Les structures métalliques qui composent les grandes halles d'exposition

ne dérogent pas à la règle : elles sont placées temporairement et en location par la société belge Baume et Merpent. Néanmoins, malgré toute la documentation mobilisée, il n'a pas été possible d'établir un lien physique et direct entre les structures de Liège et Bruxelles. Bien que les ossatures semblent en grande partie similaires, aucun document ne fait part du remploi des charpentes louées ni de leur récupération, traitement ou entreposage. La disparition de toutes les halles étudiées ainsi que de la société Baume et Merpent a limité les recherches aux traces et documents existant dans les archives, ce qui a rendu difficile l'étude complète et spécifique des édifices.

L'analyse approfondie des façons de faire de l'époque, des structures des Expositions et des sociétés participantes a permis d'établir des liens et de comprendre ce qu'il advenait des pièces de charpente récupérées sans pour autant pouvoir le prouver. La multitude d'évènements du même type à l'époque est certainement liée à ce manque de documentation spécifique. En effet, si les Expositions Universelles et Internationales sont bien documentées, il n'en est pas de même pour les nombreuses expositions moins importantes qui avaient lieu un peu partout à l'époque. Les structures métalliques des grandes Expositions ont possiblement été réutilisées dans d'autres contextes moins étudiés. Il est envisageable qu'elles aient été utilisées en plusieurs parties plutôt qu'en ensemble, rendant plus difficile encore le suivi de tous les éléments qui les constituent. Considérant les similitudes entre les charpentes des Expositions et celles de certains ateliers, peut-être certaines pièces ont-elles été réutilisées pour construire des halles dans leurs propres usines. Rien n'est mentionné non plus sur l'avenir des pièces trop abîmées ou usées, arrivées en fin de vie. On peut imaginer un remploi du

matériau même via une refonte ou autre, mais rien ne l'atteste.

Les structures métalliques éphémères des Expositions Universelles au début du XXe siècle ont marqué l'histoire de la conception architecturale et impressionnent toujours aujourd'hui par leur efficacité et leur ingéniosité. En 2025, l'Exposition Universelle d'Osaka ouvre ses portes sur un monde bien différent de celui qui a accueilli les Expositions de Liège et de Bruxelles au début du siècle passé. La caractéristique éphémère existe toujours, mais qu'en est-il de la conception des édifices ? Une comparaison qui mériterait d'être approfondie pour mettre en parallèle, ou en contraste, deux époques très différentes.

Bibliographie

1. Ageorges, S., (2006), *Sur les traces des expositions universelles : Paris 1855-1937, à la recherche des pavillons et des monuments oubliés*, Paris : Parigramme.
2. Bernardi, P., L'Heritier, M., Van de voorde, S., Wouters, I., (2024) *Deconstruction, salvage and reuse in Construction History. Unveiling collecting narratives and new perspectives*, Construction matters, 8th International Congress in Construction History (pp. 1038-1045).
3. Boniver, F., (1938), *Les styles de constructions liégeoises*, Liège : Fernand Gothier.
4. Charlier, S., (2000), *L'Architecture Art Nouveau à Liège*, Université de Liège (mémoire).
5. Cockx, A., Lemmens, J., (1958), *Les Expositions universelles et internationales en Belgique de 1885 à 1958*, Editorial Office.
6. Congrès francophone d'histoire de la construction, (2008), *Édifices et artifices, histoires constructives : recueil de texte issus du premier congrès francophone d'histoire de la construction*, Paris : Picard.
7. de Bouw, M, Wouters, I, (2018), *Fer et acier entre 1860 et 1920 en Belgique : une nomenclature confuse clarifiée*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 75-79).
8. Deneckere, G., (2010), *Les turbulences de la Belle Époque*, Nouvelle histoire de Belgique, le cri édition.
9. Demoulin, B., (2017), *Histoire de Liège : une cité, une capitale, une métropole*, Bruxelles : éditions marot.
10. Drève, G., (1905), *Le livre d'or de l'Exposition Universelle et Internationale de 1905 : histoire complète de l'Exposition de Liège*, Ed. Auguste Bernard.
11. Dumoulin, M. (2010), *L'Entrée dans le XXe siècle*, Nouvelle histoire de Belgique, le cri édition.
12. Exposition Universelle Bureau Commercial (1905), *Carrières, Monographie des industries du bassin de Liège*, Imprimerie Henri Poncelet.
13. Greenhalgh, P., (1991), *Ephemeral Vistas: The "Expositions Universelles," Great Exhibitions and World's Fairs, 1851–1939*, Ed. : John M. MacKenzie, Manchester University Press, Studies in Imperialism.
14. Gubin, E., Nandrin, J.-P., (2010), *La Belgique littéraire et bourgeoise*, Nouvelle histoire de Belgique, le cri édition.
15. Gubin, E., Stengers, J., (2002), *histoire du sentiment national en Belgique des origines à 1918*, t. II : *Le Grand siècle de la nationalité belge*, de 1830 à 1918, Bruxelles (p. 119).
16. Haoudy, K., (2006), *L'architecture préfabriquée de Baume & Marpent, ossature du modernisme*, Au-delà de la Haine... Itinéraire de l'entreprise wallonne Baume & Marpent, La Louvière : Ecomusée Régional du Centre, (pp. 71-100).
17. Haoudy, K., (2012), *Au-delà de la Haine... itinéraire de l'entreprise wallonne Baume et Marpent*, Construire au-delà de la méditerranée, (pp. 18-29)
18. Haoudy, K., Sirjacobs, I., (2017), *Une architecture nomade : les gares belges à travers le monde*, Éditions de la Province de Liège.
19. Hennaut, B, (2018), *Old England à Bruxelles, un grand magasin à structure métallique*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 171-173).
20. Henrion, P., Graulich, I., Housen, J., (2001), *Vers la modernité. Le XIXe siècle au pays de Liège*, cat. exp., Stavelot : imprimerie Chauveheid.

21. Holzer, S., (2018), *Aperçu des typologies structurales des charpentes en fer (1820-1900)*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 60-66).
22. Landowski, M., Lemoine, B., (2005), *Concevoir et construire en acier*, collection Mémento acier, Arcelor.
23. Lebrun, P., (1979), *La Belgique au XIXe siècle : sommet du régime capitaliste classique et un des premiers pays du monde*, Bulletin de la Classe des Lettres et des Sciences Morales et Politiques. Académie Royale de Belgique, Bruxelles : Hayez, imprimeur de l'Académie Royale de Belgique (pp. 374-376).
24. Leblicq, Y., Vandenbreeden, J., (1979), *Bruxelles, construire et reconstruire, architecture et aménagement urbain, 1780-1914*, Bruxelles, crédit communal de Belgique.
25. Lombaerde, P., (1995), Léopold II, le roi bâtisseur, Hommes et terres du Nord, Persée : Université de Lyon, CNRS & ENS de Lyon.
26. Marsaux, MM., Candlot, E., (1907), *Exposition internationale. 1905. Liège. Section française. Rapport 28- génie civil et 29- travaux publics*, Comité Français des expositions à l'étranger, M. Vermot Editeur.
27. Pasquasy, F, (2018), *Élaboration et mise en forme du fer, de la révolution industrielle à l'entrée dans l'ère de l'acier (1863)* , Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 54-57).
28. Pasquasy, F, (2018), *Élaboration et mise en forme du fer et de l'acier, de 1863 à 1945* , Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 69-75).
29. Patricio, T., Stevens, T., (2018), *La grande halle des abattoirs d'Anderlecht*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 165-167).
30. Pinot de Villechenon, F., (1992), *Les expositions universelles*, Paris : presses universitaires de France, Qui sais-je ?, 2659.
31. Polain, E., (1932), *La formation territoriale de la cité de Liège*, Revue du Nord (pp. 161-180).
32. Pradel de Gantry, M.-N., (1983), *XIXe siècle : la découverte des civilisations dans le temps et l'espace*, Le livre des expositions universelles 1851-1989 (pp.287-296), Paris : édition des arts décoratifs.
33. Renardy, C., (2005), *L'argent, le pouvoir et la Société Anonyme Liège-Exposition*, Liège et l'Exposition Universelle de 1905, La Renaissance du Livre (pp.139-152).
34. Renardy, C., (2005), *Liège et l'Exposition Universelle de 1905*, La Renaissance du Livre.
35. Renon, A. (2005), *Le Pont de Fragnée, un symbole séculaire*, Bruxelles : MET Ministère wallons de l'Équipement et des Transports.
36. Rossel, E., (1911), *Livre d'or de l'Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles en 1910*, Em. Rossel editeur.
37. Reyniers, I., Van de voorde, S., Wouters, I., (2024), *Van kunstobjeten totbouwafval, het stedelijk beleid rond afbraakmaterialen in Brussel (1860-1940)*, bulletin KNOB vol. 123 (pp. 18-35).
38. Schultz, H., Sobek, W., Habermann, K., (2003), *Construire en acier*, PPUR presses polytechniques.
39. Stiennon, J., (1974), *Jalons dans l'évolution de l'architecture civile liégeoise*, Patrimoine monumental de la Belgique, tome 3.

40. Vande Vijver, G., (2006), *Baume & Marpent : itinéraire d'un géant*, Bulletin trimestriel de l'A.S.B.L. Patrimoine Industriel Wallonie-Bruxelles, Communauté Française (pp.8-10).
41. Van Loo, A., (2003), *Dictionnaire de l'architecture en Belgique de 1830 à nos jours*, Anvers : Fonds Mercator.
42. Wouters, I., (2018), *Construire en ossature métallique : transition de la fonte au fer laminé 1840-1860*, Patrimoines de fonte, fer et acier : architectures et ouvrages d'art, ed. Comité Patrimoine et Histoire de la FABI (pp. 66-68).
43. Wouters, I., (2024), *The architectural and structural works of S.A. John Cockerill (1842-1955) : balancing between craftsmanship and mass production*, Construction matters, 8th International Congress in Construction History (pp. 24-39).

Archives de la ville de Liège :

- Fonds de l'Exposition Universelle de Liège 1905

T3 Halles d'exposition

T61 Ministère des finances et travaux publics

T161 Entrée monumentale

T488 Démolition des halles

T513 Halles / rapports de construction

T514 Matériaux / PV de réception

T530 Planchers Halles

T540 Façades Halles

T541 Halles cahier des charges

A10r T3- Dispositifs des halles

A13r T4- Coupes halles des machines (ponts roulants)

A15p Vue en plan général des halles

A307-308 Plans des fondations de l'entrée principale

A309-312 Schémas de l'entrée

A327p Fermes

B83p Constructions destinées à être démolies

SAICOM

- Archives de Baume et Marpent

BAUM TP 86_6_44 Halles métalliques, ensemble

BAUM TP 86_6_33 Halles métalliques, ensemble

BAUM TP 86_6_3 Halles métalliques, ensemble

BAUM TP 84_31 Ossature métallique

BAUM TP 84_66 Exposition de Bruxelles 1910, Hangar pour ballons dirigeables

BAUM TP 88_14 Exposition de Bruxelles 1910, Halles du matériel des Chemins de fer, Ensemble de la charpente, Usines de Baume et Marpent et Victor Bertaux et Cie

BAUM PP 102 Exposition de Bruxelles 1910, commande 2050

BAUM PP 361_2_2 Wagon plateforme à 2 essieux pour le transport de grosses pièces mécaniques de grandes dimensions, Ensemble

BAUM 15 Rapport économique 1909-1910

BAUM 16 PV du conseil d'administration 1908-1909

BAUM 86 Plan de l'usine de Morlanwelz – Ensemble schématique des bâtiments

BAUM 88 Plan d'ensemble des bureaux du siège social de l'usine de Baume

BAUM 89 Plans des installations de l'usine de Baume

BAUM 91 Plans de l'usine de Baume – Ensemble des bâtiments de l'ancienne fonderie
BAUM 92 Position de Baume, Morlanwelz et Marpent par rapport aux villes
BAUM 94 Photographies des bâtiments de l'usine à Marpent
BAUM 95 Photographies de l'usine de Marpent
BAUM 98 Description et plans des installations de l'usine de Marpent
BAUM 102 Correspondance et liste du matériel retiré aux usines de Baume & Marpent
BAUM 295 Catalogue de production
BAUM 525 Plan des usines de Morlanwelz de Baume et Marpent
BAUM 558 Registre des PV du conseil d'administration 1905-1913
BAUM 1112 Expo Bruxelles 1910, Halles de machines, colonnes
BAUM 1231_5 Notes et calculs hangars Exposition de Léopoldville
BAUM 1231_7 Bâtiment Exposition de Léopoldville, ferme
BAUM 1231_12 Bâtiment Exposition de Léopoldville, poutres au vent des pignons

BAUM 1170 Ossature métallique, détail fermes

BAUM CA

BAUM Corresp

BAUM Prod_Corr

Clichés sur verre : BAUM 24, 25, 28, 42, 46, 60, 80, 100, 104, 161, 162, 164, 170, 174,
175, 199, 202, 346, 654, 732, 812, 817, 819, 885, 903

Archives nationales du monde du travail (France, archives en ligne)

- Compagnie des chemins de fer du Nord

Entrée 48AQ (administration centrale). > Assemblées générales > procès-verbaux

- ⇒ 48AQ39 : 17 avril 1903 – 18 mars 1904
- ⇒ 48AQ40 : 25 mars 1904 – 17 mars 1905
- ⇒ 48AQ41 : 17 mars 1905 – 2 mars 1906
- ⇒ 48AQ42 : 2 mars 1906 – 23 novembre 1906