

Le pont de Hasselt sur le canal Albert

(Maquoi René ; novembre 2019, juillet 2021)

Localisation : au nord de la ville de Hasselt.

50° 56' 32" N ; 05° 20' 34" E.

Année de construction : 1936.

Inauguration de l'ouvrage : 1 février 1937.

Disparition : effondrement spectaculaire le 14 mars 1938.

Utilité : franchissement du canal Albert pour permettre une liaison routière Hasselt-Zonhoven-Hechtel et une liaison vicinale Hasselt-Genk.

Type de pont : pont métallique à tablier en béton non collaborant.

Description en long : 2 maîtresses poutres de type Vierendeel à membrure supérieure parabolique, comportant chacune 12 panneaux de 6,21 m.

Portée : 74,52 m entre appuis.

Largeur : 10,30 m entre les plans moyens des maîtresses poutres.

Auteur de projet : Service spécial d'études d'ouvrages d'art du ministère des Travaux publics (ir principal : G. De Cuyper).

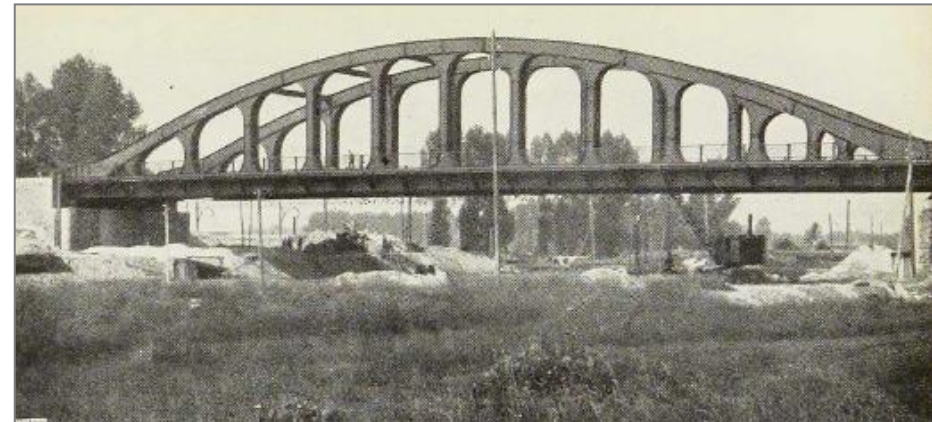
Maître d'œuvre : ministère des Travaux publics de Belgique, direction générale des Voies hydrauliques (Dir. Gén. De Brabandere).

Documents d'adjudication : cahier des charges et plans datés de 1935.

Montant de l'adjudication : 1,7 Mo BEF (42500 €)

Fabricant-Constructeur : S.A. de Construction et des Ateliers de Willebroek.

Particularité : tous les assemblages en atelier et les joints de montage sur chantier sont réalisés par soudage à l'arc électrique.



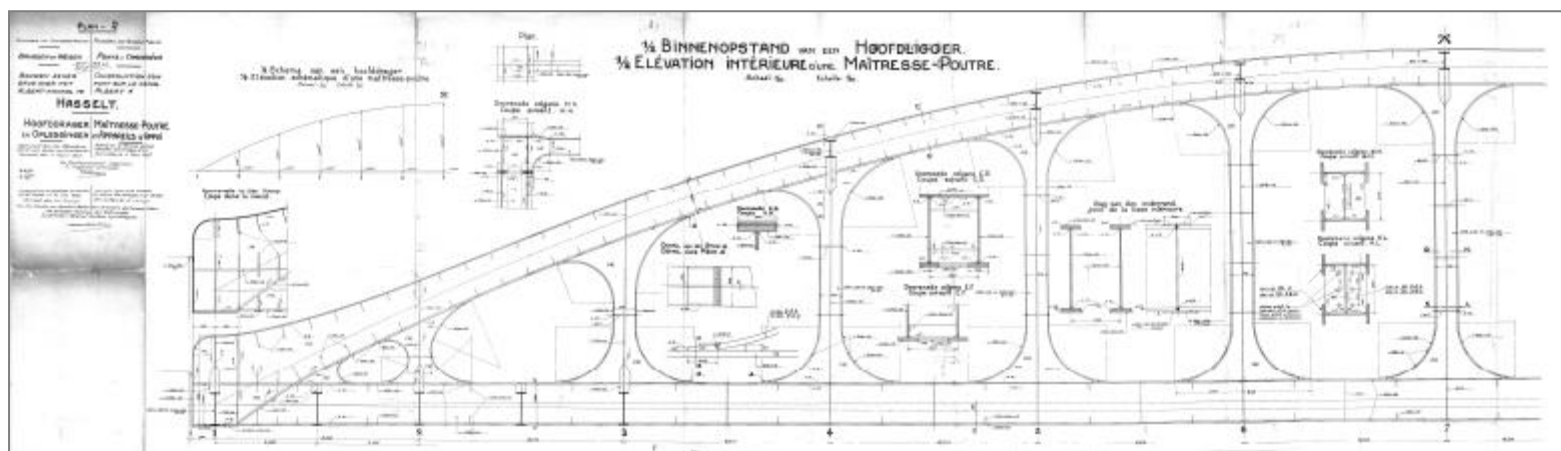
Vue d'ensemble depuis la berge du canal
(source : *Revue Universelle des Mines*, n°8, 1937)



Vue dans l'axe de l'ouvrage (source : *Hasselt, een brug meer of minder*)

Le contexte

L'aménagement du canal Albert, creusé entre 1930 et 1939, a nécessité la construction d'une septantaine de ponts. Une large majorité de ceux-ci (env. 70%) étaient du type Vierendeel, du nom de l'ingénieur-professeur-inventeur belge Jules Arthur Vierendeel qui a réussi à en promouvoir la mise en œuvre au prétexte de plus grande économie et de meilleure esthétique¹. La spécificité de la « poutre Vierendeel », désignée à l'origine « poutre à arcades », résidait dans la suppression des diagonales des poutres à treillis à nœuds admis articulés, utilisées jusqu'alors, et dans la réalisation, en contrepartie, de nœuds rigides qui étaient dès lors massifs.



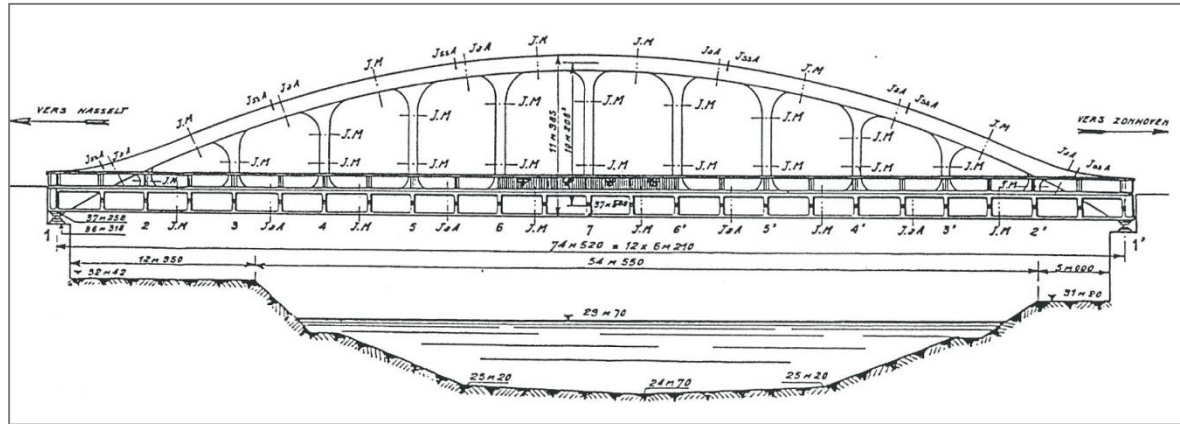
Demi-élévation intérieure d'une maîtresse poutre (source : archives du ministère des Travaux publics de Belgique)

Par ailleurs, un nouveau mode d'assemblage a vu le jour dans le courant des années 1920 : le soudage à l'arc électrique. À l'incitation des fabricants belges d'électrodes, les ateliers belges de construction métallique ont proposé aux maîtres d'œuvre publics de substituer cette technique innovante au « classique » rivetage. Force de conviction et même népotisme² ont fini par porter leurs fruits. Ainsi, tandis que les premiers ponts métalliques du canal Albert étaient encore rivetés, les suivants ont d'abord recouru au soudage en atelier suivi du rivetage pour les assemblages réalisés sur chantier (solution « partiellement soudé »), avant de recourir à la solution du « tout soudé ».

Le pont de Hasselt appartenait à la famille des ponts métalliques de type Vierendeel « tout soudé » ; il pouvait d'ailleurs à ce moment revendiquer le titre de plus long ouvrage européen, et vraisemblablement mondial, exécuté entièrement par soudage à l'arc électrique.

¹ Les premières réalisations de « poutre à arcades » ont été la passerelle sur la Dendre érigée en 1898 à Grammont (Geraardsbergen), ville dans laquelle Vierendeel a séjourné et étudié (voir fiche passerelle de Grammont), puis le pont d'Avelgem, en province de Flandre occidentale, dont Vierendeel a été l'ingénieur en chef-directeur des services techniques.

² Cela a entraîné la révocation de l'inspecteur général des Ponts et Chaussées, chargé en 1932 des pouvoirs de Directeur Général pour le canal Albert et nommé Directeur Général des Voies hydrauliques en 1933.

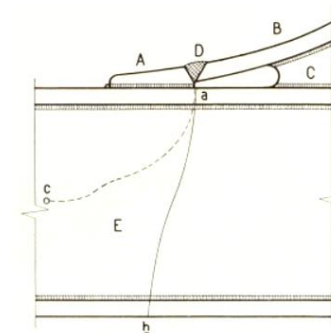


Plan de repérage des joints de montage (JM) sur chantier réalisés par soudage
(source : Hasselt, een brug meer of minder)

L'effondrement de l'ouvrage

Bien que, en janvier 1937, le pont ait passé avec succès les épreuves réglementaires de mise en charge, en ce compris le passage du tram Hasselt-Genk, le pont de Hasselt s'est effondré le 14 mars 1938 à 8h20 du matin, par temps clair, température extérieure proche de zéro degré et légèrement négative peu avant, alors qu'une rame de tramway comportant deux voitures venait de franchir l'ouvrage. L'effondrement est survenu sans qu'il ait été précédé d'un quelconque signe prémonitoire. Un bruit violent, interprété au premier abord comme une déflagration, a alerté les usagers qui ont alors évacué l'ouvrage. C'était la conséquence de l'apparition soudaine et brutale d'une première fissure dans une poutre-maîtresse, à la jonction soudée d'un montant avec la face supérieure de la membrure inférieure.

Cette fissure s'est propagée sur toute la hauteur de la membrure inférieure, et a été suivie de désordres similaires dans divers composants des deux maîtresses-poutres, jusqu'à ce que, quatre à cinq minutes après la première alerte, l'ouvrage désormais privé d'une résistance résiduelle suffisante s'effondre dans le lit du canal Albert. Par miracle, cet accident n'a fait que des dégâts matériels.



Détail constructif dans la zone d'initiation de la première fissure
(source : L'Ossature Métallique, n°2, 1939)



Le pont de Hasselt après son effondrement dans le lit du canal Albert
(source : *L'Ossature Métallique*, n°5, 1938)



Rupture franche des membrures supérieures
(source : *Hasselt, een brug meer of minder*)

Les causes de l'effondrement

La période (1938) était propice à la naissance de rumeurs et leur propagation parmi la population locale ; elles ont fait état de sabotage ou d'actions de l'ennemi en devenir visant à saper le déploiement industriel du Limbourg. Plus rationnels, les techniciens ont, de prime abord, incriminé tantôt la qualité de l'acier mis en œuvre, tantôt le système constructif, tantôt encore la technique d'assemblage. À vrai dire tous avaient raison et tort à la fois car, comme c'est pour ainsi dire la règle lors de tout accident, il a été clairement établi plus tard que l'effondrement résultait d'une conjonction de causes. Mais à l'époque, par méconnaissance et par ignorance, on n'avait pas encore la capacité d'inventorier complètement toutes les causes possibles et surtout d'en expliquer scientifiquement les effets. La ruine observée relevait en effet de ce que l'on appelle aujourd'hui la « rupture fragile », un phénomène très mal connu à l'époque mais désormais très bien maîtrisé.

Pour le pont de Hasselt, l'excès de chargement étant exclu d'office pour diverses raisons objectives, on peut aujourd'hui affirmer que l'on devait mettre en cause moins le système structural que la qualité du métal mis en œuvre et le mode de construction très perfectible en atelier et sur chantier. En particulier l'emploi de l'acier spécifié au cahier des charges – à savoir l'acier Thomas non calmé –, dont on pouvait trouver les justifications dans le fait que seul ce type d'acier était produit chez nous et qu'il importait de redynamiser l'industrie sidérurgique nationale affaiblie par de longues années de crise, convenait bien pour les ponts rivetés mais – on le savait à peine – beaucoup moins pour les ponts soudés. Les habituels essais de traction sur l'acier mis en œuvre attestaient de la résistance attendue. Rien n'indiquait alors que le matériau ne fût pas soudable ; toutefois sa teneur en azote le rendait susceptible de vieillissement – phénomène dont on commençait à peine à parler – et surtout, il présentait une ténacité peu satisfaisante³, surtout à basse température – un domaine que l'on n'explorait nullement à l'époque –, ce qui aurait dû

³ Ceci sera notamment attesté plus tard par des essais sur éprouvettes prélevées par des scientifiques allemands dans les ruines du pont de Hérenthals-Olen, ouvrage similaire à celui de Hasselt.

l'exclure d'une association avec le soudage à l'arc électrique.

Incidentement on relèvera que le pont de Hasselt fut reconstruit après la guerre en recourant cette fois au rivetage.

L'impact de l'effondrement du pont de Hasselt

L'accident de Hasselt, de même que les désordres importants constatés en 1940 sur deux autres ouvrages de même type, respectivement à Hérenthals et Kaulille, a généré au plan belge d'importants travaux de recherche dans le domaine de la métallurgie des aciers et de celui du soudage. Ces efforts ont toutefois pâti de la seconde guerre mondiale. Des contributions scientifiques importantes ont été apportées assez tôt par l'Allemagne qui avait eu à connaître de problèmes similaires, mais sans effondrement, sur deux ponts soudés réalisés à l'aide d'aciers plus « durs » que ceux mis en œuvre dans les ponts du canal Albert.

Son caractère de précurseur de la construction entièrement soudée, ses dimensions, son système constructif et sa ruine totale spectaculaire ont fait du pont de Hasselt et de son accident un exemple type de la « rupture fragile » et il s'est dès lors trouvé systématiquement repris et commenté dans la littérature scientifique traitant de ce sujet, au même titre que les ruptures observées en d'autres temps dans les Liberty ships et même la déchirure des coques rivetées du Titanic⁴ ayant provoqué le dramatique naufrage que l'on connaît.

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, les modes d'élaboration des aciers ont été affinés, des contraintes très strictes quant à la composition chimique du matériau ont été prescrites, le soudage à l'arc électrique est passé du stade de l'empirisme à celui d'une discipline spécifique et la mécanique de la rupture est venue apporter un tout nouvel éclairage sur cette problématique complexe de la rupture fragile. Les documents produits au cours du temps ont progressivement remédié à la méconnaissance des années 30 et conduit à la rédaction de normes et de guides de bonne pratique à divers égards. Des accidents similaires à ceux survenus dans cet ouvrage – et divers autres – du canal Albert, que l'on attribue aujourd'hui sans l'ombre d'un doute à la rupture fragile, sont désormais difficilement concevables et risquent peu de se reproduire.

Les reconstructions successives du pont de Hasselt

- Dès après l'accident, un pont de bateaux est installé en urgence mais l'usage en est limité aux seuls piétons ou attelages légers puisque sa capacité est de 6 tonnes.
- À la mi-avril 1938, la 2^{ème} Compagnie des pontonniers de Burcht et le 2^{ème} Génie de Berchem mettent en place un double pont militaire de type Algrain dont la capacité est de 18 tonnes, qui prend appui sur deux piles provisoires disposées dans le lit du canal.
- En mars 1941, débute la construction d'un nouveau pont métallique, encore de type Vierendeel mais cette fois riveté.
- En septembre 1944, le pont Vierendeel riveté récemment construit est dynamité par les troupes allemandes lors de leur retraite.
- Les libérateurs américains ont alors construit un barrage temporaire, sur lequel la circulation était possible, afin d'aller libérer les Pays-Bas et

⁴ Ceci n'a pu être mis en évidence qu'à la fin des années 1970 après qu'il ait été possible de prélever des éprouvettes du matériau dans l'épave immergée pour les soumettre à des essais complets de caractérisation.

s'emparer de l'Allemagne du Nord.

- En avril 1945, un pont provisoire est édifié sur appuis intermédiaires multiples; il doit permettre le passage de tout trafic.
- Un troisième ouvrage métallique de type Vierendeel, mais riveté, est érigé à partir de la mi-1950.
- Dans les années 1970, l'élargissement du canal requiert un nouvel ouvrage de 117 m de portée ; il s'agit cette fois d'un pont bow-string à suspentes verticales avec contreventement supérieur constitué de croix de Saint-André. L'exécution (1981-1985) en revient à N.V. Kumpen et N.V. Nobels-Peelman tandis que le montage, à l'aide de pontons et de plateformes multi-essieux motorisées, est assuré par la N.V. Savelkoul.
- Il est actuellement prévu de rehausser le pont pour l'adapter à la nouvelle hauteur libre du canal.

Références bibliographiques

Nijs, J. ; Hasselt – Een brug meer of minder. Uitgave : Het Streekboek, 1999.

Anonyme ; Les ponts métalliques soudés du canal Albert en Belgique. Le pont de Hasselt. *L'Ossature métallique*, CBLIA, Bruxelles, n° 9, 1936, pp. 398-399.

Anonyme ; L'accident du pont de Hasselt. *L'Ossature Métallique*, CBLIA, Bruxelles, n° 4, 1938, p. 193.

Anonyme ; Commentaires suscités par l'accident du pont de Hasselt. *L'Ossature Métallique*, CBLIA, Bruxelles, n° 7-8, 1938, pp. 336-339.

Anonyme ; État actuel des recherches relatives aux causes de l'accident du pont de Hasselt. *L'Ossature Métallique*, CBLIA, Bruxelles, n° 2, 1939, pp. 101-102.

Anonyme ; Accidents des ponts du canal Albert. *L'Ossature Métallique*, CBLIA, Bruxelles, n° 2, 1940, pp. 89-92.

Anonyme ; Effondrement du pont de Hasselt sur le canal Albert en Belgique. *Bulletin Technique de la Suisse Romande*, n° 64, 1938, Heft 11, pp. 153-154.

Anonyme ; Considérations relatives aux causes de la rupture du pont de Hasselt en Belgique. Rubrique Variétés, *Le Génie Civil*, 4 mars, 1939, 201.

Anonyme ; Considérations sur les accidents survenus à trois ponts soudés du canal Albert. Rubrique Résistance des matériaux, *Le Génie Civil*, 22-29 juin, 1940, p. 399.

Anonyme ; La rupture du pont-route soudé de Hasselt sur le canal Albert en Belgique. Rubrique Résistance des matériaux, *Le Génie Civil*, 11 juin 1938, p.497.

Busch, H. et Reulecke, W. : Untersuchungen über Risserscheinungen an einer geschweissten Brücke. *Stahl und Eisen*, n°4, Janvier 1942, pp. 66-72.

De Cuyper, G. ; Observations sur les ouvrages exécutés en Belgique. IABSE Congress report, n° 2, 1936, pp. 593-596.

De Cuyper, G. ; Échecs dans la construction soudée. 3rd IABSE Congress, Preliminary publication, Liège, 1948, pp. 37-45.

Gerbeaux, H. ; À propos du pont soudé de Hasselt. *Revue de la Soudure Autogène*, n°289, avril 1938, pp 371.

Pour en savoir un peu plus ...

À l'intention du lecteur davantage soucieux d'aspects techniques, quelques données additionnelles sont succinctement rassemblées ci-après.

À propos des maîtresses-poutres du pont de Hasselt

- Entre-distance des plans verticaux moyens : 10,30 m.
- Flèche à mi-portée : 10,21 m soit environ 1/7 de la portée.
- Membrures inférieures : 2 double tés jumelés reconstitués par soudage (âme de 1200 x 20 mm et semelles de 300 x 45 mm) distants d'axe en axe de 750 mm.
- Traverses entre les membrures inférieures : tous les 3,105 m, recevant des longerons enrobés de béton supportant une dalle en béton armé de 18,5 cm d'épaisseur.
- Membrures supérieures : 2 âmes de 1000 x 20 mm distantes d'axe en axe de 750 mm, munies d'un plat inférieur de 300 x 55 mm et réunies par un plat supérieur unique de 1050 x 32 mm.
- Contreventement des membrures supérieures : traverses assemblées rigidement sur les membrures.
- Montants : 2 DIR70 ou 2 DIN70 jumelés distants de 750 mm.
- Contre-flèche de la membrure inférieure : 0,25 m.
- Assemblages : tous les assemblages en atelier et les joints de montage sur chantier sont réalisés par soudage à l'arc électrique.
- Poids de la charpente métallique : environ 650 tonnes

À propos du matériau mis en œuvre dans les ponts Vierendeel du canal Albert

- Acier élaboré selon la méthode d'affinage de la fonte par le procédé Thomas-Gilchrist (décarburation par soufflage à l'air).
- Acier non calmé, encore dit effervescent.
- Nuance St37 selon la désignation de l'époque, soit une limite d'élasticité de l'ordre de 24 kg/mm² (235 N/mm²), comparable à un acier doux de nuance S235 selon l'appellation de nos jours.