La passerelle suspendue du parc du château de Wissekerke à Bazel [1824 – E]

(Braham Marc ; avril 2020, octobre 2022)

(Grand merci à Michael de Bouw pour son aide dans la compréhension de son mémoire[8], et la description de divers détails constructifs)

Passerelle originale

Localisation : Château de Wissekerke, Bazel (prov. de Flandre orientale, commune de Kruibeke),
51°08’43.96" N, 04°18’09.88" E.
Construction : 1824.
État actuel : restaurée (reconstruite) en 2011-12, accessible au public.
Concepteur : Jean Baptiste Vifquain (1789-1854)
Constructeur, fabricant : ateliers de serrurerie de M. Vanden Brand, Bruxelles.
Utilité : passerelle d’agrément, franchissement de l’étang du parc.
Type de pont : pont supendu à des chaînes faites de barres de fer à oeillets.
Description en long : distance entre les pylônes 23,10 m ; 21 m env. entre les culées.
Description en large : 2,0 m ; 1,90 m utile.
Particularité de l’ouvrage : le plus ancien pont suspendu encore existant en Belgique.

Fig. 1 : La passerelle du château de Wissekerke
(photo M. Braham ; janvier 2020)

Restauration

Période : pré-études dès 2003, travaux en hiver 2011/2012.
Inauguration : 2012.
Bureau d’étude : Ney & Partners.
Consultant : Architectural Engineering Research Laboratory, Vrije Universiteit Brussel.
Architecte : Marc Lauwers.
Entreprise des travaux : Herbosch-Kiere, Beveren.
Type de pont : le nouveau tablier n’est plus suspendu, c’est une poutre en caisson, métallique. Le système original de suspension est devenu purement décoratif.
Particularité : volonté de conserver, autant que possible, l’ouvrage original ou du moins son aspect.

A propos de l'origine de la passerelle

L'histoire du château de Wissekerke remonte probablement au XIVe siècle. Après des successions diverses, il devient, au XVIIIe, propriété du comte Philippe Louis Vilain XIIII (1778-1856), qui en fait effectuer de nombreuses transformations, et qui fait également construire la passerelle suspendue. C'est à J.-B. Vifquain, ingénieur polytechnicien belge (1789-1854), qui fera une carrière assez impressionnante (voir wikipedia), que les travaux sont confiés.

La littérature actuelle, que ce soit touristique, scientifique ou historique, s'accorde à dire que la passerelle suspendue du parc du château de Wissekerke à Bazel date de 1824, mais sans en apporter de preuve formelle. Dans une version précédente de notre note (V01_13.04.2020) nous apportions de multiples éléments de nature à faire accepter cette datation ou du moins cette date, à un an ou deux près. Depuis, nous avons trouvé cette preuve manquante, simplement sous la forme de quelques articles de journaux de l'époque[11] : il s'agit à n'en pas douter de 1824. Nous avons cependant jugé intéressant de garder ci-dessous les explications que nous donnions dans la version précédente de la note, simplement parce que les observations qui étaient faites gardent un intérêt certain.

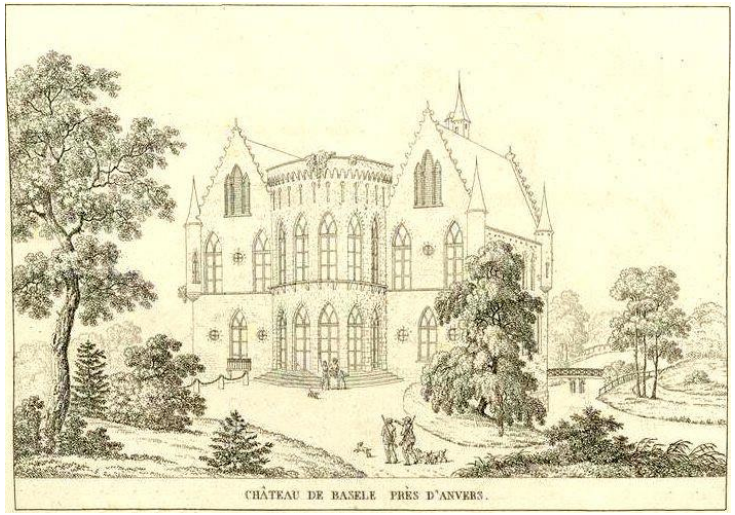


Fig. 2 : Le château de Wissekerke avant 1827
(d'après Goetghebuer[2])

Nous nous référions principalement à 3 documents de l'époque de la construction de la passerelle : de Cloet[1] (1825), Guetghebuer[2] (1827), et *La Belgique littéraire et industrielle*[3] (1837), qui nous entretiennent du parc dudit château. Les deux premiers, non seulement mentionnent bien une passerelle métallique dans le parc (en fait c'est le même texte), mais ils donnent également chacun une gravure, différente cependant, des lieux (fig. 2, celle de Goetghebuer[2]). Or, ni le texte ni les gravures ne laissent entendre ni voir que cette passerelle fut suspendue. On y lit : « plusieurs ponts, *un entr'autres en fer coulé qui se distingue par la hardiesse et en même temps par la délicatesse de sa construction, embellissent ce jardin.* » Mais si ce pont, ou un autre, avait été suspendu, ne l'auraient-ils pas dit et montré clairement ? Les deux gravures, il est vrai, sont orientées de telle manière qu'elles ne peuvent vraisemblablement pas montrer la passerelle suspendue là où elle se trouvait, de plus elles pourraient être antérieures à 1824 ; leur contribution à la recherche de la vérité est donc très faible, c'est vrai.

Il faut encore remarquer cependant qu'aucun des deux auteurs – de Cloet[1] & Guetghebuer[2] – ne fait référence à Vifquain, l'architecte auquel sont unanimement attribués la passerelle suspendue ainsi que les aménagements du château au début du XIXe ; comme si les ponts « *en fer coulé* » qu'ils mentionnent en 1825 et 1827 respectivement n'étaient pas (encore) cette passerelle suspendue de Vifquain.

Ajoutons que Linters[5] (1975), qui semble s'être penché sur la question, écrit simplement à propos de ce « *sierlijke hangbrug* » (gracieux pont suspendu) : « *een zuivere datering kon nog niet vastgesteld worden* ». Il ajoute que les archives de la famille Vilain n'ont pas fourni de réponse, même si la plupart des historiens, dit-il encore[5], placent sa construction entre 1820 et 1824. C'est d'ailleurs encore le cas de Lederer, qui la situe en 1824 dans la *Biographie nationale belge*[6] (1983), sous *Vifquain Jean-Baptiste Joseph* (1789-1854), sans cependant donner de référence précise (et d'ailleurs sans préciser qu'elle soit suspendue). Nancy

Ruelens (1982) enfin, qui a beaucoup écrit à propos de Vifquain, recopie[7] de Cloet, mais elle lui ajoute une phrase étonnante « *le pont réalisé par Vifquain* … », comme si cela venait de de Cloet, ce qui n'est donc pas le cas (voir plus haut) ; cela ressemble à une note personnelle, injustifiée, ou une erreur de composition ?

D'un autre côté, *La Belgique littéraire et industrielle*[3] (1837) écrit en substance : « *on y voit* [dans ce parc] *un joli pont en fil de fer long de 28 m et qui a été construit par M. Vifquain*. » Un pont « *en fil de fer* », à cette époque, c'est un pont suspendu, expression manifestement reprise du titre du livre de Marc Seguin[4] (1824). En 1837 donc, plus de doute, elle est là, mais cette information n'a guère d'intérêt.

Le fait est cependant maintenant bien établi, la construction de la passerelle date de la première moitié de l'année 1824[11]. On s'en voudrait par ailleurs de ne pas préciser que les mêmes articles de journaux[11] indiquent que le même Vifquain, ingénieur en chef du Waterstaat (les Ponts et Chaussées des Pays-Bas), avait déjà fait construire au début de la même année une passerelle suspendue « *du même genre* » à l'entrée du château de M. d'Hoogvorst à Limal. Cette passerelle, de 40 mètres de longueur, fera probablement l'objet d'une autre note.

L'histoire plus récente de la passerelle[8]

En 1981 la passerelle est déclarée « monument protégé », en même temps que le château, l'ouvrage d'entrée et l'ancien colombier. Les années qui suivent sont alors extrêmement tourmentées. En 1989 la municipalité loue le domaine – elle l'achète plus tard –, y inclus la passerelle, mais on assiste pendant les années qui suivent à une série de péripéties où se succèdent des petites réparations ainsi que des interdictions et des autorisations restreintes de circulation. Dès 1989 par exemple il est autorisé que 10 personnes au maximum (en fait 800 kg) s'y trouvent en même temps. En 1991 le tablier de bois est remplacé. Finalement, en 1992 la passerelle est résolument fermée. Elle est déclarée instable. Elle ne rouvrira qu'en 2012, après de sérieuses transformations, que l'on décrit ci-dessous.

Description technique de la passerelle originale

Il s'agit ici pour l'essentiel d'une description réalisée au début des années 2000 empruntée au mémoire de de Bouw[8] ; il est certain que des réparations et des transformations ont eu lieu entre le moment de la construction et le relevé de de Bouw. La description sera de toute façon nettement moins détaillée ici que dans ce relevé.

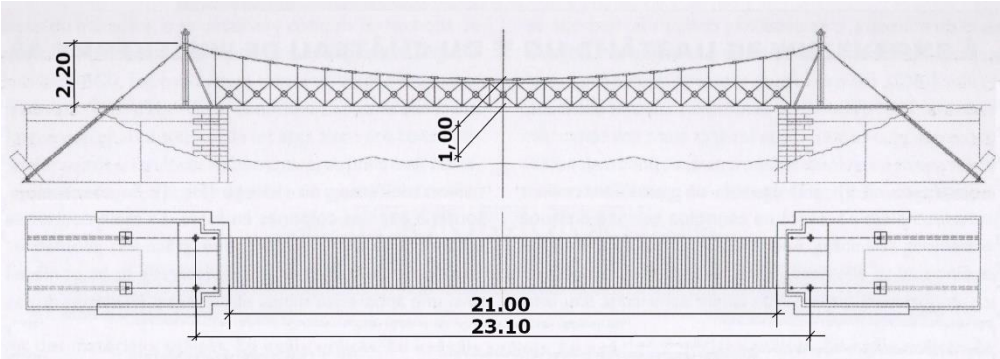


Fig. 3 : vue en plan et élévation de la passerelle originale
(tiré du mémoire de de Bouw[8])

La passerelle a une longueur de 23,10 m entre les pylônes, pour une distance de 21,00 m entre les faces des culées (fig. 3). La largeur est de 2,0 m, pour une largeur utile de 1,90 m environ. Signalons pour être complet que les journaux de l'époque[11] indiquaient une longueur de 80 pieds et une largeur de 6, ce qui correspond assez bien aux dimensions relevées.

Les caténaires sont des sortes de chaînes, dont les « *maillons* » (si l'on peut parler ainsi) sont des barres de fer de 1,0 m de longueur environ, de section 31 x 15 mm, terminées aux extrémités par des boutonnières (des œillets). Ces

Fig. 4 : attache d'une suspente à la jonction des maillons d'une caténaire (photo M. Braham ; 2020)

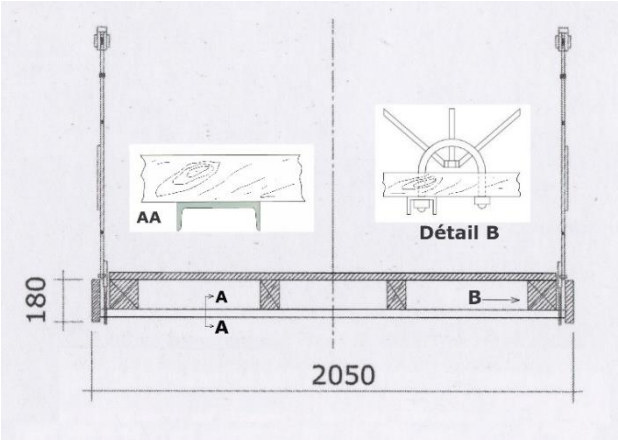


Fig. 6 : coupe dans la passerelle en 2003 (extrait de Wouters et de Bouw[10])

boutonnières servent à attacher les maillons l'un à l'autre, mais ceci se fait par l'intermédiaire d'un assemblage comprenant deux plats de fer qui sont également utilisés pour accrocher les suspentes (fig. 4).

Les suspentes sont des barres de fer de section carrée 13 x 13 mm, espacées de 1 m. Elles traversent sans s'interrompre le garde-corps (fig. 4 et 10), dont elles font partie, pour aller s'accrocher au tablier et ainsi le supporter. C'est au niveau de cette attache des suspentes dans le tablier que des changements ont dû intervenir, à une ou des époques difficiles à établir.

A l'origine il est vraisemblable que le tablier était fait de traverses en bois attachées aux suspentes, comme ce fut le cas de manière générale pour les ponts suspendus du début du XIXe (les poutres en fer n'existaient pas encore) ; ces traverses portaient alors vraisemblablement des longerons de bois qui eux-mêmes portaient les planches du tablier.

Lors de l'examen de 2003[8] cependant, il a été découvert une disposition du plancher quelque peu différente (fig. 5 et 6). Il existait à ce moment des petites traverses métalliques de section en U retourné attachées aux suspentes (fig. 5, et 6 AA) et supportant 4 longerons en bois (fig. 5), 1 à chaque rive (fig. 5) et 2 dans la largeur du tablier. Ce détail des attaches en rive (fig. 5, et 6 BB), plutôt compliqué, faisait d'ailleurs appel à la soudure, technique apparue seulement au XXe siècle. Cela ne datait donc nullement de l'époque de la construction de la passerelle et c'était bien plutôt révélateur des nombreux changements et renforcements qui avaient dû avoir lieu entretemps.

Fig. 5 : attache d'une suspente au tablier (extrait de de Bouw[8] ; 2003)

Un tablier de pont en bois devait être changé tous les 10 ou 15 ans au moins. En 2003 le tablier de bois était d'ailleurs à nouveau complètement pourri[8] (fig. 5), et les garde-corps par ailleurs sérieusement endommagés[8].

Reprenons donc la description de l'ouvrage tel que « découvert » en 2003[8]. Sous le tablier, des barres plates en fer disposées en croix de Saint-André servent de contreventement horizontal, comme c'était le cas dans toutes ces constructions longues, passerelles et ponts.

Fig. 7 : la nouvelle passerelle, avec l'ancienne structure à caténaires et suspentes désormais « hors service ». (photo M. Braham, janvier 2020)

Au sommet des pylônes disposés aux 4 coins de la passerelle les caténaires sont attachées aux chaînes d'ancrage extérieures (fig. 7) par l'intermédiaire d'un dispositif particulier en principe invisible (fig. 8) ; il a été découvert fortuitement lors de la restauration[9], la tête d'un poteau s'étant brisée. Ce dispositif permet un léger déplacement de ces attaches, vers le pont ou vers l'extérieur, pour empêcher que les pylônes soient soumis à des efforts horizontaux, situation pour laquelle ils ne sont pas prévus. Et pourtant des barres obliques butent également les pylônes du côté de la passerelle (Fig. 1 et 8). De quand datent ces barres ? Ont-elles une fonction structurelle ? Probablement que non mais elles perturbent peut-être le fonctionnement des caténaires. Les pylônes sont en fonte et ont une section cruciforme (fig. 8). Les deux pylônes de chaque côté de la passerelle sont reliés entre eux par une traverse en fonte très ouvragée (fig. 7) destinée à assurer leur stabilité transversale.

On devrait peut-être encore ajouter un détail, surprenant : lors de la restauration de la passerelle en 2011-12, on a constaté[9] que les couches de peinture successivement appliquées sur les caténaires et les garde-corps sont les mêmes que celles appliquées sur les pylônes. Ce détail ne peut que rassurer quant à l'origine commune de tous ces éléments.

La restauration / reconstruction

Il ne s'agit pas simplement d'une restauration, ni même d'une réparation, c'est en quelque sorte un remplacement déguisé, camouflé. Du fait que la passerelle devenait publique, elle ne pouvait en effet plus supporter, même restaurée et renforcée, les charges qui sont exigées par les normes actuelles de la construction. Les études de de Bouw[8] ont montré que la passerelle originale pouvait raisonnablement supporter 35 personnes, c'est-à-dire, grosso modo 65 kg/m^2 si on suppose ces personnes uniformément réparties sur le tablier. Or les normes actuelles exigent 500 kg/m^2. Inutile de beaucoup réfléchir, l'équation n'a pas de solution. Le problème a donc été résolu autrement : une nouvelle passerelle a été construite, mais habilement camouflée par l'originale à laquelle on a cependant donné un nouveau lustre. Le résultat est brillant puisque l'ancien ouvrage est conservé, avec sa technicité et son charme mais sans fonction structurelle, alors que le public voit à peine qu'il emprunte une « autre » passerelle, toute nouvelle et indépendante de l'originale (fig. 10).

Fig. 8 : tête d'un pylône et attache d'une caténaire (barre bleue à gauche) à la tige d'ancrage (à droite) (photo de Bouw[8] ; 2003)

Cette nouvelle passerelle est en fait une poutre en caisson en acier, faite de 3 parties (fig. 9). Les deux parties extérieures sont montées en encorbellement sur les culées, ancrées dans les massifs de ces culées au moyen de pieux, invisibles évidemment. Les porte-à-faux de ces deux parties s'avancent de 4 m au-dessus de l'étang. Entre les deux, supportée par les extrémités des encorbellements, on trouve une poutre de 13 m de longueur. Ces trois poutres sont des caissons en acier (fig. 9) de section pseudo-trapézoïdale, et d'épaisseur 10 mm. La hauteur de cette section est de 160 mm aux bords de la passerelle, et 500 mm au centre. Cette géométrie est très heureuse car l'observateur, le promeneur, toujours situé légèrement plus haut que le niveau du tablier, ne voit pas la hauteur maximale du caisson, il n'en voit que les bords. Cette nouvelle poutre, cette nouvelle passerelle, est donc à peine perceptible à l'œil (fig. 1 et 10).

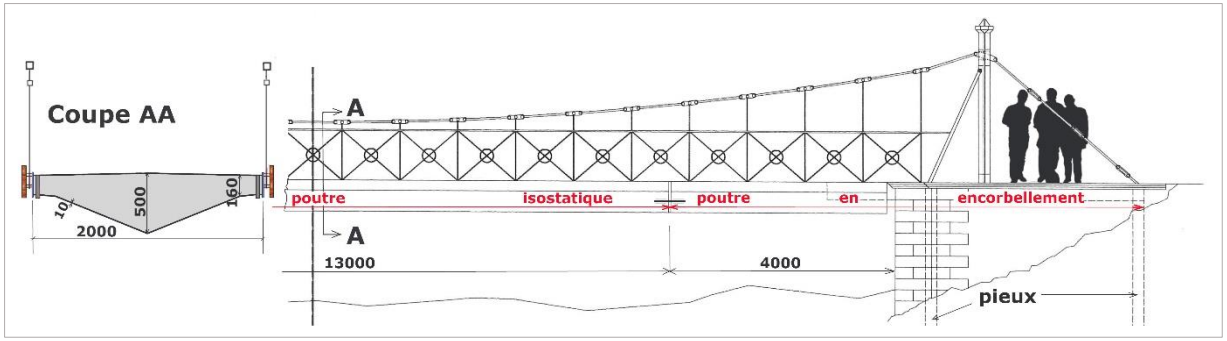


Fig. 9 : élévation de principe et coupe de la nouvelle passerelle (dessin emprunté et adapté de Wouters[9])

Fig. 10 : la passerelle du château de Wissekerke aujourd'hui (photographie M. Braham, janvier 2020)

La passerelle originale quant à elle a été complètement démontée pendant les travaux ; le tablier a été mis au rebut, les caténaires et les garde-corps ont été remontés plus loin sur la berge, attachés à des poteaux de service, alors que les pylônes et d'autres éléments étaient acheminés vers l'atelier pour y être restaurés. Tout cela a été nettoyé, réparé, repeint et remis en place par-dessus la nouvelle passerelle, mais la disposition est telle que les caténaires, et tout le système de suspension original, ne portent pas la nouvelle passerelle ; ils en sont indépendants. Ces éléments originaux sont devenus purement décoratifs. Mais encore une fois l'illusion est (quasi) totale (fig. 10).

Un peu de calcul pour terminer

Le calcul des efforts dans une caténaire n'est vraiment pas difficile si la caténaire est fortement (ou très) tendue, si le tablier est souple et si les charges appliquées sont uniformément réparties sur le tablier. Le cas des charges appliquées le long de la caténaire, comme son poids propre, correspondent à un problème plus complexe mais ce poids est ici très faible et, de toute façon, si la caténaire est suffisamment

tendue on peut négliger cet aspect des choses. On peut apprécier facilement si la caténaire est « très » ou « suffisamment » tendue simplement en calculant le rapport de sa portée à sa flèche. Si ce rapport, qui vaut ici 19 environ, est supérieur à 10, on peut parler de câble fortement tendu dans le contexte présent.

Avertissement : la plupart des lecteurs n'étant pas habitués aux unités de poids et de force *Newton*, *kiloNewton*, etc. utilisées aujourd'hui, on a préféré garder ici l'unité de l'époque, le kilogramme, écrit *kg*. Par ailleurs, les calculs effectués ci-dessous, et les commentaires, se réfèrent au concept ancien de vérification, nommé « aux contraintes admissibles ». La nouvelle passerelle est quant à elle calculée selon les recommandations des Eurocodes, incluant le concept actuel de la sécurité.

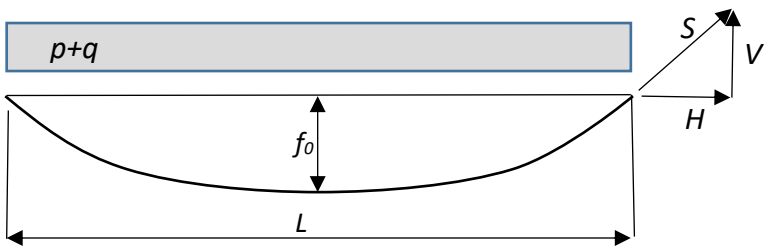
Qu'est-ce qu'un câble (ou une chaîne) très tendue ? Eh bien ! c'est justement un câble pour lequel diverses simplifications de calcul conduisent à des erreurs inférieures à quelques pour cent. Ceci sera vérifié si le rapport entre la portée L du câble et sa flèche f_0, soit L/f_0, est supérieur à 10 environ. Dans le cas de la passerelle Wissekerke on a :

$\frac{L}{f_0} = \frac{23{,}10}{1{,}20} = 19{,}25$ ce qui rend l'hypothèse tout à fait confortable.

De toute façon l'analyse entreprise ici est rendue élémentaire par le fait que la flèche du câble est supposée connue a priori. Il en irait tout autrement si l'on se préoccupait des calculs d'installation du câble, sous des charges données.

On conduit ici un calcul relatif à la passerelle originale, bien sûr. Le poids mort de la passerelle (tablier plus les garde-corps plus le sytème de suspension) est de 3220 kg (valeur donnée par de Bouw[8] et vérifiée), correspondant à une charge répartie p le long de la passerelle (la longueur de la passerelle est 21 m) :

$$p = \frac{3220}{21{,}00} = 153{,}3\ kg/m$$



On simplifie les choses en disant que cette charge p est appliquée tout le long de la projection du câble, c'est-à-dire sur L = 23,10 m. On peut alors envisager le calcul de la charge répartie additionnelle q admissible sur le tablier(en kg/m) pour atteindre la limite de résistance des « maillons » des caténaires (on considère les 2 caténaires ensemble). La charge totale appliquée à la passerelle sera donc $p + q$ en kg/m.

La réaction verticale totale en tête des pylônes (pour les deux pylônes d'un côté ensemble) est égale à : $V = (p+q)\,{}^{L}/_{2}$.

La réaction horizontale s'obtient par simple équation d'équilibre du moment des efforts appliqués à la moitié de la longueur des caténaires, soit :
$H = {}^{1}/_{f_0}\,[(p+q)\,{}^{L^2}/_{8}]$.

On obtient donc l'effort au point d'attache dans l'ensemble des deux caténaires : $S = \sqrt{V^2 + H^2} = (p+q)\,{}^{L}/_{2}\sqrt{1 + ({}^{L}/_{4f_0})^2}$

Si l'on considère une contrainte admissible de 20 kg/mm^2 dans le fer constitutif des caténaires (comme suggéré dans le mémoire de de Bouw[8] sur base d'analyses du matériau d'origine), on peut obtenir la charge admissible *q* en égalant l'effort existant dans les caténaires et sa valeur admissible (les caténaires ont chacun une section de *A* = 470 mm^2 ≈ 31 x 15), soit :

$$(p+q)\,{}^{L}\!/_{2}\sqrt{1+\left({}^{L}\!/_{4f_0}\right)^2} = 20\cdot 2\cdot A = 20\cdot 2\cdot 470 = 18.800\ kg$$

D'où l'on déduit $p+q = 331{,}2\ kg/m$ ou encore $q = 331{,}2 - 153{,}3 = 178$ *kg/m.*

On en déduit le nombre de personnes *N* permises simultanément sur la passerelle, en supposant un poids moyen de 77 kg par personne, et en reprenant la valeur de 21,0 m pour la longueur de la passerelle. On trouve :

$N = \frac{(178\cdot 21)}{77} = \ 48$ personnes environ.

Il resterait bien sûr à vérifier les attaches des maillons entre eux, les attaches aux suspentes, et divers autres détails que l'on oubliera ici ; le but était de montrer que les calculs des caténaires peuvent être gérés sans difficulté.

On s'en voudrait quand même d'oublier les suspentes, pour lesquelles le calcul est élémentaire, puisque ce sont de simples barres soumises à traction. Leur section étant de 13 mm x 13, la contrainte admissible supposée à nouveau 20 kg/mm^2, elles ont une résistance de 3380 kg. Les suspentes étant espacées d'un mètre (environ), on obtient une surcharge admissible *q* sur le tablier (il y a deux côtés, donc deux suspentes par m de passerelle ; de plus on néglige de retirer le poids des caténaires, qui n'agit évidemment pas dans les suspentes) :

$q = 2\ \cdot\ 3380 - 153{,}3 = 6607$ kg/m

Les suspentes étaient donc loin d'être l'élément déterminant.

Références

1. de Cloet J., Madou J.-B. ; *Voyage pittoresque dans le royaume des Pays-Bas*. Édit. Jobard, Bruxelles. 1825.
2. Goetghebuer P.J. ; *Choix des monuments, édifices et maisons les plus remarquables des Pays-Bas*. Impr. A.B. Stéven, Gand. 1827.
3. *La Belgique littéraire et industrielle*. Revue de la littérature, des arts, des sciences et de la littérature. 1837, premier semestre. J. Jamar, éditeur. Bruxelles.
4. Seguin M. ; *Des ponts en fil de fer*. Paris, chez Bachelier, libraire, 1824.
5. Linters A. ; *De hangbrug te Bazel (ca 1820)*. Medelingen van het Centrum voor industriele archeologie. Janvier 1975. Koninglijke Bibliotheek Albert I.
6. Lederer A. ; Vifquain J.-B. dans la Biographie nationale publiée par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Tome quarante-troisième. 1983.

7. Catalogue d'une exposition ; **Jean-Baptiste Vifquain : ingénieur, architecte, urbaniste (1789-1854)**. Musée de Louvain-la-Neuve, exposition organisée à l'initiative du Centre d'histoire des sciences et des techniques, 15 octobre-14 novembre *1982.*
8. de Bouw M. ; *Restauratiestudie van de ijzeren hangbrug van het kasteel Wissekerke*. Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van burgerlijk ingenieur – architect. Vrije Universiteit Brussel, Faculteit Toegepaste Wetenschappen – Afdeling Architectuur. Academiejaar 2003.
9. Wouters I., de Bouw M., Verdonck A. ; *Restoration of the 1824 Wissekerke Iron Suspension Footbridge : Construction Details Revealed*. International Journal of Architectural Heritage, 9:7, 745-759, DOI : 10.1080/15583058.2013.850555. (2015).
10. Wouters I., de Bouw M. ; Restauration de la passerelle du château de Wissekerke à Kruibeke (1824). Dans Patrimoines de Fonte, Fer et Acier, Architectures et ouvrages d'Art. Ouvrage collectif édité par le Comité Patrimoine et Histoire de la FABI. Impr. Graphius Group, Gand, juin 2018.
11. *Le Journal de Bruxelles*, éditions des 24 août et 8 septembre 1824 ; *Le Courrier de la Meuse*, éditions des 25 août et 9 septembre 1824.