

03/16 steeldoc

Métal digital



Passerelle mobile pour mobilité réduite

Maitre de l'ouvrage

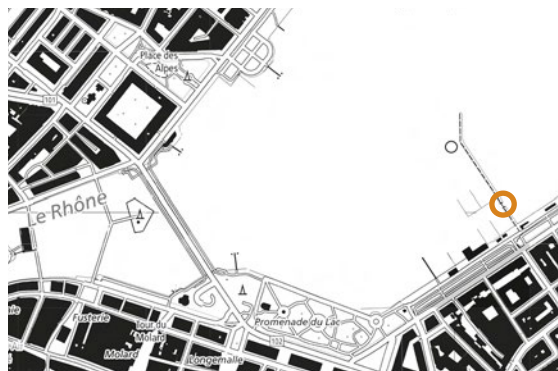
HAU (Handicap Architecture Urbanisme), Genève

Ingénieurs

Ingeni SA, Genève

Achèvement

2016



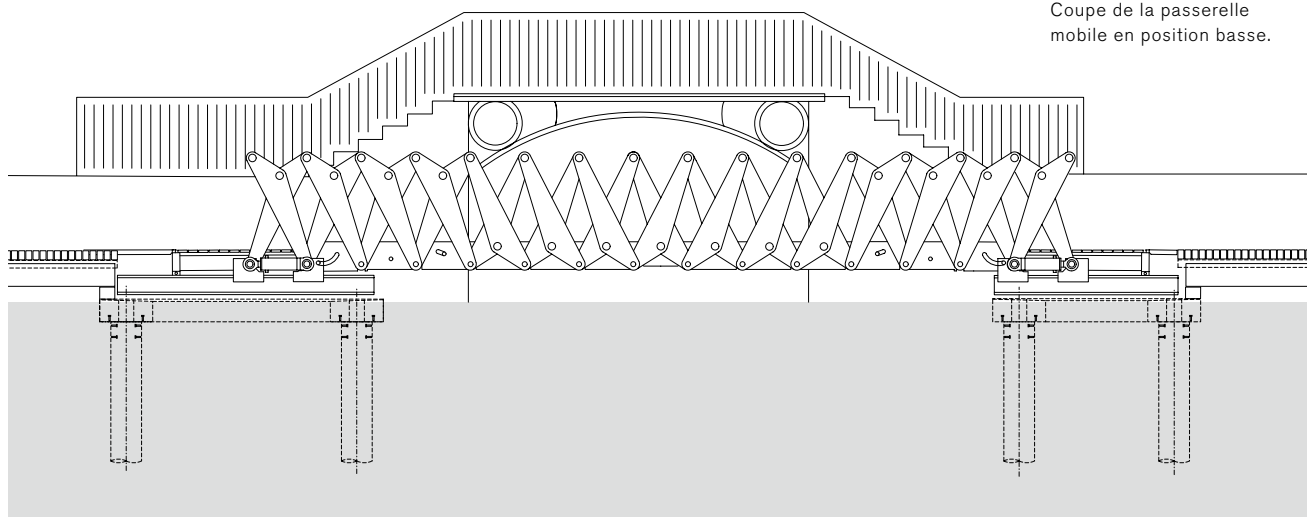
Situation, échelle 1:15 000

Le nouveau système de passerelle mobile développé pour cet ouvrage est novateur et élégant, tant en termes de forme que de fonctionnement. Le recours aux technologies numériques a grandement facilité la matérialisation d'un concept qui séduit par son apparente simplicité.

Visible de très loin à la ronde, le Jet d'eau de Genève est le symbole par excellence de la cité de Calvin. Il orne depuis 1891 la jetée des Eaux-Vives, un ouvrage en empierrement construit en 1857 pour abriter conjointement avec la jetée des Pâquis, la rade de Genève des vagues générées par la bise. Jusqu'à présent, une passerelle métallique en arc – 4,5 mètres de portée et un tirant d'air d'environ 2,5 mètres – posé entre deux massifs de pierre permet le passage des embarcations des pêcheurs, leur évitant ainsi un long détour pour contourner la jetée.

De par sa forme, il interrompt la continuité de la jetée et empêche les visiteurs à mobilité réduite de s'approcher du Jet d'eau.

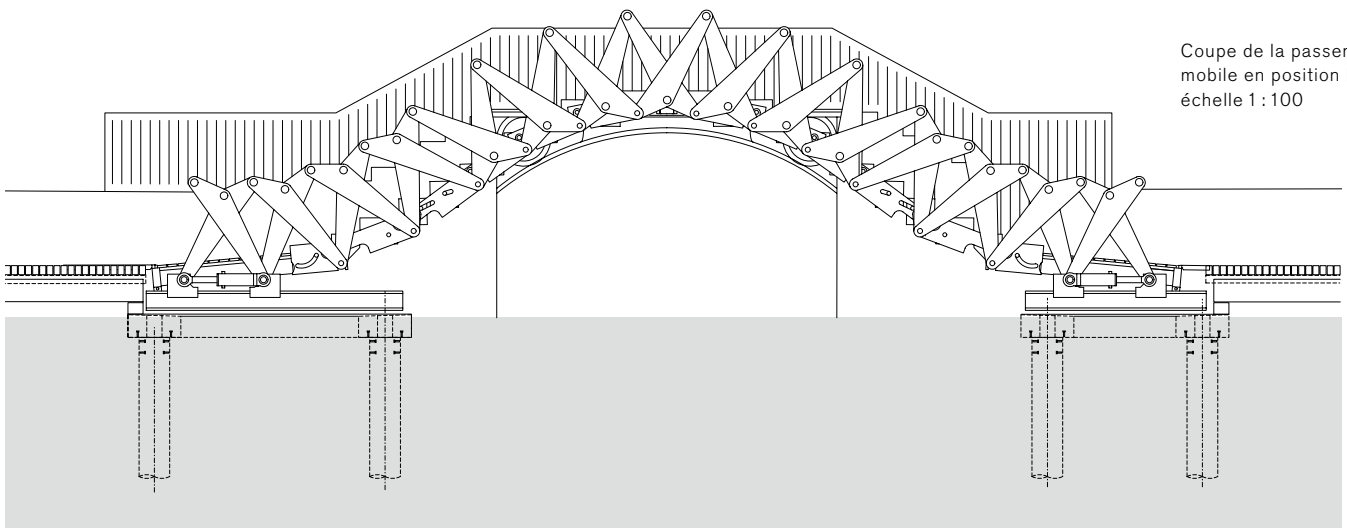
Afin de permettre à tous d'accéder à la fameuse fontaine, l'association Handicap Architecture Urbanisme (HAU), soutenue financièrement par une fondation privée, a initié l'idée d'un réaménagement de la jetée proposant un parcours piétonnier élargi et dépourvu d'escaliers. Le projet proposé par le bureau d'architectes MID et le bureau Ingeni SA, baptisé « Dialogue avec la Jetée », n'intervient pas sur l'ouvrage historique, mais souhaite concilier les flux antagonistes des piétons et des bateaux.



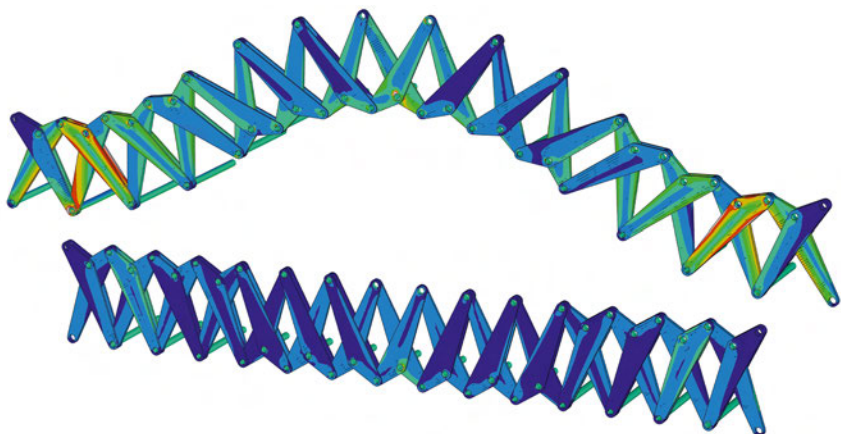
Coupe de la passerelle mobile en position basse.



En avant-plan, la passerelle mobile en position haute ; en arrière-plan, la passerelle historique de la jetée des Eaux-Vives.



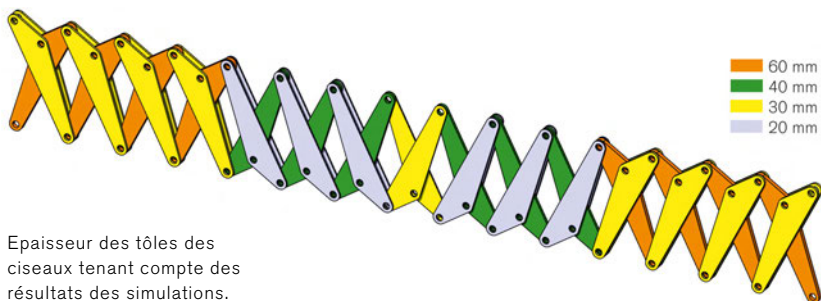
Coupe de la passerelle mobile en position haute, échelle 1 : 100



Simulation de la répartition des contraintes par la méthode des éléments finis.

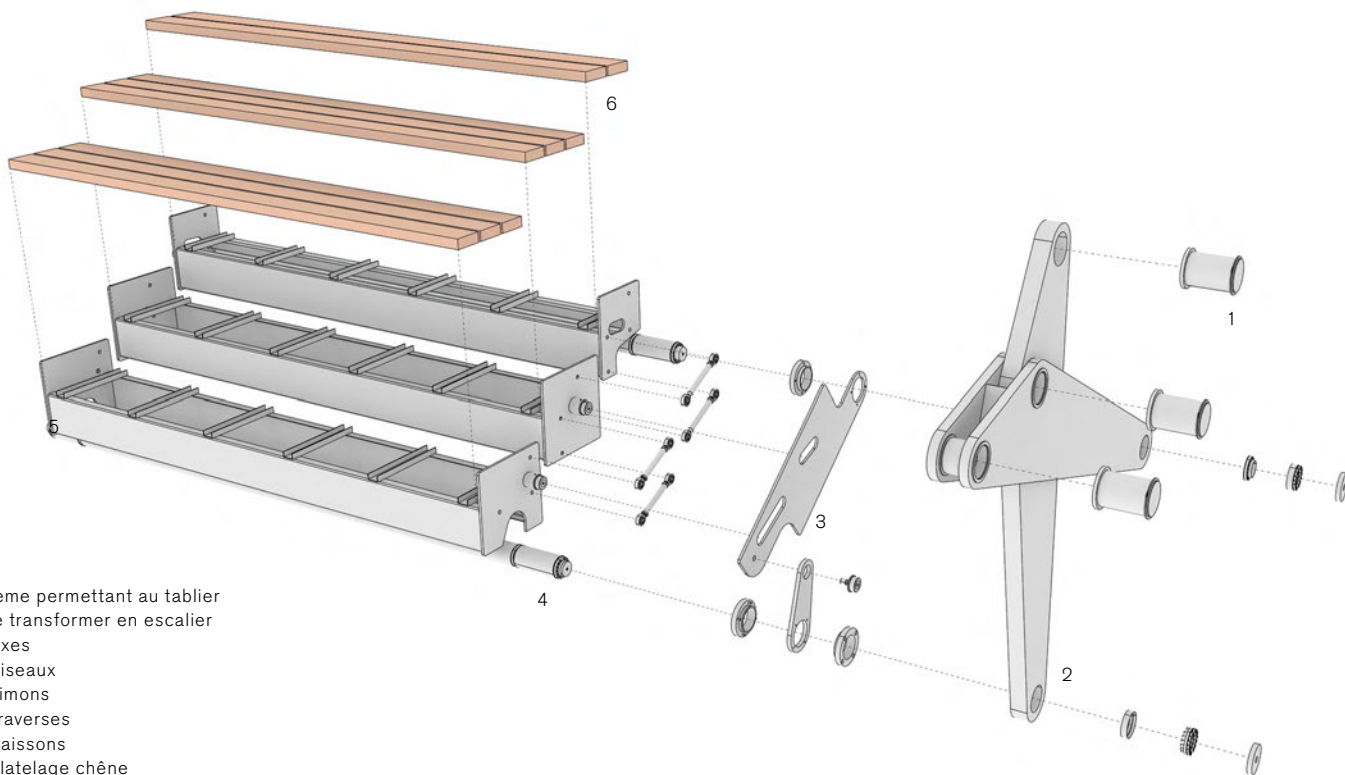
Contraintes et créativité

Cette contrainte a nécessité l'étude d'une passerelle mobile. Ce type de passerelle utilise habituellement des mécanismes de pivotement, de translation, de rotation ou de soulèvement qui permettent le passage d'un flux au détriment de l'autre. Ils ont généralement un fort impact visuel, incompatible avec l'esprit du projet. Les réflexions entreprises ont abouti à un concept unique et novateur, assurant la continuité de l'esplanade autant dans sa position horizontale que dans celle qui laisse traverser les bateaux.



Epaisseur des tôles des ciseaux tenant compte des résultats des simulations.

Ainsi le ponton plat se soulève pour laisser passer les embarcations avec un doux mouvement sinusoïdal semblable à celui d'une vague, sans aucune interruption matérielle. Cette continuité n'est pas simplement formelle mais elle est également fonctionnelle, les piétons peuvent en effet emprunter l'ouvrage dans sa position ouverte au passage des bateaux. L'ouvrage ainsi déployé assume une forme stylisée en arc caractéristique des ponts bâtis sur des canaux, comme à Venise, par exemple.



Système permettant au tablier de se transformer en escalier

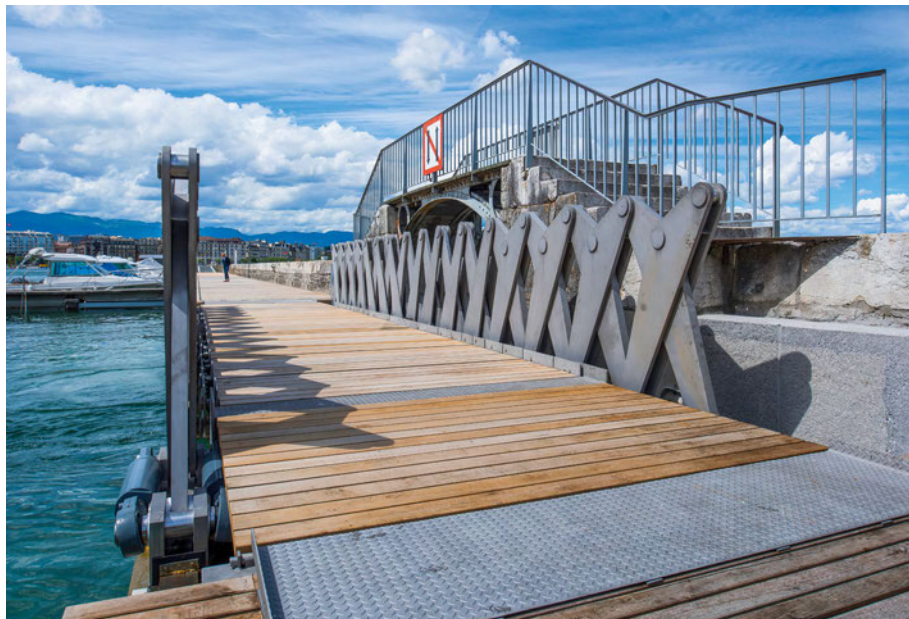
- 1 Axes
- 2 Ciseaux
- 3 Limons
- 4 Traverses
- 5 Caissons
- 6 Platelage chêne

Une fois le concept défini reste la question de la réalisation d'une structure porteuse plate capable de se transformer en une structure courbe, sans oublier le développement d'un système à la fois simple, fiable et durable à l'usage. L'inspiration est venue des mécanismes les plus simples qui utilisent un seul degré de liberté pour créer le mouvement – les systèmes à ciseaux. Les plus connus sont les mécanismes des nacelles élévatrices à ciseaux. Si le mouvement est ici linéaire, d'autres exemples montrent des mouvements plus complexes comme le jeu de la sphère extensible de Hoberman.

S'étirer pour s'élever

Les ingénieurs ont ainsi développé un système particulier de ciseaux dont l'axe de rotation est excentré et dont la forme initiale est inscrite dans un rectangle. La rotation des deux paires de ciseaux autour de l'axe transforme le rectangle en un trapèze. La succession géométrique d'une juste combinaison de 15 paires de ciseaux définit une chaîne de trapèzes donnant lieu à une courbe de type sinusoïdal. Le mécanisme ainsi déterminé peut être actionné ou bloqué par pression entre deux nœuds de n'importe quelle paire de ciseaux. L'emplacement le plus judicieux étant celui aux deux points d'appuis de la passerelle où ont été placés deux paires de pistons hydrauliques qui actionnent le système structural. Paradoxalement, c'est donc l'allongement (1,50 mètre) de la passerelle qui permet son déploiement vertical (2,30 mètres). La passerelle se compose de deux de ces systèmes de ciseaux positionnés de part et d'autre soutenant le tablier lui aussi conçu comme un mécanisme capable de suivre le mouvement ondulé du pont : grâce à un ingénieux système de bielles et de limons développé grâce au savoir-faire de l'entreprise de construction métallique, les caissons du tablier se transforment en une succession de marches. La passerelle s'élève et s'abaisse en 90 secondes.

Si la solution géométrique apportée au problème est particulièrement élégante, elle a nécessité un important travail de modélisation pour résoudre les questions liées à la statique. Des simulations par la méthode des éléments finis ont mis en évidence une répartition variable des contraintes dans les différents ciseaux. Il en résulte une variation d'épaisseur des tôles qui les composent.



A gauche, la passerelle mobile en position basse; à droite, la passerelle historique.

La structure, réalisée intégralement en acier inoxydable (Inox Duplex 1.4462), a été fabriquée et entièrement assemblée dans les ateliers de l'entreprise de construction, où des réglages et des tests de fonctionnement ont été conduits. Elle a ensuite été transportée en une pièce sur un gabarit et posée sur son socle définitif. Sa mise en service officielle a eu lieu le 25 juin 2016. Le concept de la passerelle du Jet d'eau, unique au monde, a débouché sur le dépôt d'un brevet international.

Projet Passerelle du Jet d'eau

Lieu Jetée des Eaux-Vives, quai Gustave-Ador, Genève

Maître de l'ouvrage HAU (Handicap Architecture Urbanisme), Genève

Partenaires République et Canton de Genève, Services Industriels de Genève en collaboration avec la Ville de Genève et la Fondation Genève Tourisme

Ingénieurs Ingeni SA Ingénierie structurale, Genève

Conception architecturale MIDarchitecture

Construction métallique Stephan SA, Fribourg, Givisiez

Nuance d'acier Inox Duplex 1.4462

Poids de l'acier 11 t

Portée en position baissée 9,40 m

Portée en position levée 10,80 m

Hauteur de soulèvement 2,30 m

Hauteur statique de la structure 1,40 m

Largeur 2,50 m

Achèvement juin 2016

Coûts total des travaux 2,5 mio CHF

Durée des travaux Octobre 2015–Juin 2016

Outils numériques pour la conception

Straus7, Autodesk Design Suite, Rhino3D

Impressum

steeldoc 03/16, septembre 2016
Métal digital

Editeur:
SZS Centre suisse de la construction métallique, Zurich
Patric Fischli-Boson

Redaction et textes:
espazium – Les éditions pour la culture du bâti, Zurich
Judit Solt
Dr. Viola John, p. 20–26
Philippe Morel, p. 12–15
Christof Rostert

Johannes Herold, p. 4–11
Cornelia Froidevaux, p. 16–19

Traduction française:
Chantal Pradines

Mise en page:
Anna-Lena Walther, Stämpfli AG

Textes basés sur les informations des concepteurs.
Les informations et les plans ont été fournis par
les bureaux d'études. Dessins retravaillés par
Martina Helzel, circa drei, München.
Plans de terrain p. 12: Swiss Topo

Photos:
Titre: Ronald Tillman
p. 4, 5, 8 en bas, 9, 11: Hufton + Crow
p. 7: Maarten Meuleman
p. 13 et 15: DMK Architecture Photography /
Adrien Barakat
p. 3, 16–17: KPMG, Groven
p. 18: Valentiny Architectes
p. 21: Messe Frankfurt / Ingo Bach
p. 22: Ingo Schrader / Bollinger + Grohmann
p. 23: Ingo Schrader
p. 24–26: Bollinger + Grohmann

Conception graphique:
Gabriele Fackler, Reflexivity AG, Zurich

Impression:
Stämpfli SA, Berne

ISSN 0255-3104

Abonnement annuel CHF 60.– / étranger CHF 90.–
Numéros isolés CHF 18.– / doubles numéros CHF 30.–
Sous réserve de changement de prix. A commander sur
www.steeldoc.ch

Construire en acier/steeldoc© est la documentation d'architecture du Centre suisse de la construction métallique et paraît quatre fois par an en allemand et en français. Les membres du SZS reçoivent l'abonnement ainsi que les informations techniques du SZS gratuitement.

Toute publication des ouvrages implique l'accord des architectes, le droit d'auteur des photos est réservé aux photographes. Une reproduction et la traduction même partielle de cette édition n'est autorisée qu'avec l'autorisation écrite de l'éditeur et l'indication de la source.

**Abonnement annuel à steeldoc pour CHF 60.–
(étudiants gratuit) sur www.steeldoc.ch**