

# TROIS TONNES DE PLOMB INSAISSABLES.

## RÉCIT DE LA MISE EN ŒUVRE

### D'UNE COUVERTURE SINGULIÈRE

#### Contexte historique et patrimonial

Vestige médiéval de la fin du XIII<sup>e</sup> siècle, le pont des Trous est une ancienne « porte d'eau » intégrée au système défensif de la ville de Tournai.

Cette infrastructure a évolué à travers le temps et les vicissitudes de l'Histoire ; le pont des Trous reçoit des modifications importantes et ce, dès la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et tout le XIX<sup>e</sup> siècle. Il sera classé en 1936 pour ses valeurs artistiques, archéologiques et historiques, et fera l'objet de grands travaux à la suite de la Seconde Guerre mondiale.

Ces travaux d'après-guerre qui ont rehaussé les deux tours de 2,40 m et reconstruit les arches ont conduit



Vue du pont des Trous, de la cathédrale et du beffroi de Tournai. G. Focant © SPW-AWaP

au déclassement du pont des Trous en 1947, la Commission royale des Monuments, Sites et Fouilles considérant la perte d'authenticité comme facteur déterminant.

En 1991, le pont des Trous sera reclassé, ses valeurs esthétiques et scientifiques ayant été mises en exergue.

Aujourd'hui, dans le cadre des grands travaux de modernisation de la traversée de Tournai en cours, soulignons qu'au sein des débats sur la valorisation patrimoniale du pont des Trous, ces mêmes valeurs esthétiques et symboliques ont été mises en avant.

D'un point de vue esthétique, le pont des Trous est un condensé matériel et fantasmé de l'époque médiévale et de l'architecture militaire. D'un point de vue symbolique, il a sédimenté un imaginaire collectif d'appropriation et d'appartenance à la ville de Tournai, au même titre que la cathédrale et le beffroi.

#### Contexte d'intervention

Les travaux de couverture prennent place dans le cadre des grands travaux de modernisation de la traversée de Tournai et sont plus spécifiquement en lien avec la restauration des deux tours : la tour du Bourdiel (tour rive gauche) directement concernée par la couverture en plomb et la tour de la Thieulerie (tour rive droite).



La tour du Bourdiel (tour rive gauche) directement concernée par la couverture en plomb et la tour de la Thieulerie (tour rive droite). G. Focant © SPW-AWaP



Sommet de la tour du Bourdiel, Tournai. G. Focant © SPW-AWaP

La philosophie de projet pour les deux tours consiste à mener une approche de conservation patrimoniale valorisant tout aussi bien la matière historique « originelle » que la situation matérielle induite par les travaux d'après-guerre.

Cette philosophie du projet de conservation souligne les valeurs précitées plébiscitées dans la valorisation patrimoniale, contemporaine, du pont des Trous.

### Objet d'intervention

L'objectif est la mise en œuvre d'une protection efficace et durable contre les intempéries de la partie sommitale de l'édifice dans le cadre du projet de conservation de la tour du Bourdiel.

### État sanitaire général

Lors des travaux d'après-guerre, une poutre de ceinture en béton a cerclé le « chemin de ronde » au sommet de la tour. Une calotte en ciment avec pente vers l'intérieur recouvre celui-ci et rejetait les eaux de pluie vers l'intérieur de la tour sans autre dispositif. Il n'y a donc que peu ou pas de protection contre les eaux de pluie. La calotte est parfaitement solide et stable, mais ne remplit plus aucun rôle d'étanchéité. Au vu de sa localisation au sein de la tour, cette zone est particulièrement soumise aux aléas météorologiques. Les larges couvre-murs présents sur les acrotères ne jouaient plus leur rôle, les

maçonneries étaient à saturation d'eau... L'ensemble des travaux de conservation sur le reste de l'édifice ne pouvait être garanti sans une attention spécifique et durable au niveau du sommet de la tour.

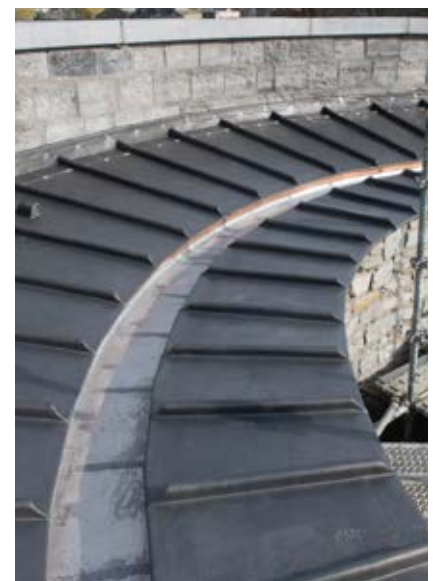
### Motivation du choix du plomb

Les réflexions qui ont été menées afin d'évaluer le meilleur moyen d'assurer l'étanchéité et les meilleures modalités d'évacuation des eaux de pluie sur le long terme se sont articulées autour de trois axes : premièrement, la lecture de la typologie et de la période historique d'édification de la tour, et ce, dans le cadre de la valorisation patrimoniale « contemporaine » du monument ; ensuite, la prise en compte de la réalité en ce qui concerne l'accessibilité, l'entretien et la durabilité des mesures de protection et, enfin, la volonté d'apporter une solution qui, tant dans le domaine du savoir-faire que culturellement, puisse apporter une valeur ajoutée aux qualités substantielles du monument.

Le choix du plomb s'est ainsi avéré le plus pertinent. Tant ses caractéristiques physiques que ses possibilités de mise en œuvre permettent en effet de préserver et de renforcer l'aspect médiéval, d'aborder une conception « contemporaine » participant aux valeurs esthétiques et symboliques, d'assurer une très grande durabilité et donc, de garantir les mesures de conservation à l'échelle du monument. De même, la

malléabilité et la patine naturelle du plomb permettent de participer aux qualités esthétiques de la tour, tout en n'hybridant pas sa lecture première, à savoir, sa minéralité monumentale.

Une modélisation photogrammétrique ainsi qu'un portfolio détaillant les différentes étapes de la construction de cette couverture singulière est accessible sur notre site <https://agencewallonnedupatrimoine.be/les-f-a-r-c-c>.



Vue de la partie la plus cintrée, côté aval, avec son chéneau encaissé en Inox AME et un « passe corde » permettant d'assurer la parfaite ventilation du complexe soutenant les tables de plomb. G. Focant © SPW-AWaP



Assemblage des tables de plomb sur âme en cuivre formant ourlet. © SPW-AW&P



Vue en plan de l'ourlet roulé à l'interface avec le chéneau. © SPW-AW&P

### Mise en œuvre

S'il existe plusieurs procédés pour la mise en œuvre de tables de plomb en couverture, ils ne sont pas nombreux. La pose sur tasseaux ovoïdes est généralement privilégiée selon divers moyens de fixation.

Dans le cas présent, c'est la conception même de la protection du sommet de la tour qui a induit le choix technique de mise en œuvre. La volonté d'apporter une valeur ajoutée tant sur le champ du savoir-faire que sur le champ culturel a induit une série de recherches formelles afin de mettre en valeur la complexité géométrique de la tour, entre ligne droite et cintrage, tout en projetant une approche formelle sobre, légère et rythmée.

Ainsi pour la première fois en Wallonie depuis de très nombreuses décennies, voire peut-être plus encore, le choix de

la mise en œuvre s'est porté sur une couverture dite « à ourlet roulé » à l'aide de tables de plomb laminé de 3 mm d'épaisseur. Cette mise en œuvre est décrite tant dans la littérature technique française<sup>1</sup> que dans la britannique<sup>2</sup>.

Cette option a permis d'éviter une concentration de tasseaux dans les parties les plus cintrées de la couverture, ce qui est très difficile à réaliser en plus d'un aspect esthétique peu satisfaisant. Cette technique offre ainsi un résultat sobre et élégant.

Des réserves auraient pu être formulées sur l'éventualité d'une déformation rendue possible par l'ourlet ouvert et ce, malgré la double épaisseur de plomb de l'assemblage et de la patte de cuivre (épaisseur cumulée de 6,8 mm). Mais, comme cette zone de l'édifice est pratiquement inaccessible, ce risque s'avère très limité voire inexistant. Dans d'autres circonstances, quand des

passages occasionnels sont possibles, la pose sur tasseau ovoïde devient l'option à privilégier.

Même si le plomb est l'un des matériaux métalliques les plus malléables en matière de couverture, laissant penser au profane que sa mise en œuvre est forcément aisée, il n'en n'est rien, tant s'en faut.

Une main d'œuvre qualifiée, avec une longue expérience dans le domaine, est indispensable à la réussite de l'opération. Elle maîtrisera la problématique des dimensions et des assemblages des éléments à mettre en œuvre d'une part pour le maintien en place de ceux-ci et d'autre part afin de s'assurer de la bonne gestion des mouvements thermiques du plomb dont, pour rappel, le coefficient de dilatation thermique linéaire ( $K^{-1}$ ) est ( $29 \cdot 10^{-6}$ , soit 2,9 mm/m pour une plage de température de 20°C à 100°C), l'un des coefficients les plus élevés pour les matériaux de couverture.

L'emboutissage du plomb, selon qu'on lui donne une forme concave ou convexe, nécessite également une grande dextérité. En effet, il est indispensable de maintenir une épaisseur constante. Une marge est toutefois tolérée dans certains cas<sup>3</sup>, afin de garantir des mouvements homogènes des différents éléments et d'éviter des déchirures à court terme.



Maquettes d'étude. A. Solinis © Atelier Moneo

1 • Norme française P 34-216-1 - Septembre 1994. Document Technique Unifié (D.T.U.). Travaux de bâtiment. Travaux de couverture en plomb sur support continu. Partie 1 : Cahier des clauses technique. p.53/66. Point 8 : Prescriptions concernant la couverture à ourlet roulé.

• Encyclopédie des métiers. L'art du Couvreur Tome 3 / La couverture en plomb. Édité par la Librairie du Compagnonnage. 1994. p. 413-415.

2 Rolled Lead Sheet - The Complete Manual. The lead sheet association. 2016 Edition. p.36/213 Hollow roll.

3 Dans Rolled Lead Sheet - The Complete Manual, p.14, « Good bossing is achieved when ... without reducing the thickness of the lead sheet by more than 25% ».



Assemblage par brasure des éléments en Inox AME formant chéneau.

© SPW-AW&P



Vue d'ensemble de la préparation du support : plâtre + membrane de désolidarisation. © SPW-AW&P

L'autre facteur important qui favorise la qualité de la mise en œuvre de tables de plomb est le niveau de perfection du support qui reçoit l'ouvrage. Celui-ci sera ferme, lisse, compatible d'un point de vue chimique avec le plomb et autorisera une ventilation indispensable en sous-face.

En ce qui concerne les travaux de la partie sommitale de la tour du Bourdiel, nos prédécesseurs avaient coulé sur le « chemin de ronde », une dalle de béton devant assurer l'étanchéité des maçonneries sous-jacentes. Cette dalle, si elle ne remplissait plus son rôle d'étanchéité avait au moins le mérite d'offrir une surface ferme et compacte, une mise à niveau globalement acceptable mais surtout, considérant son épaisseur, la possibilité d'y encastrier le chéneau qui récolte les eaux de ruissellement.

Pour le façonnage du chéneau encastéré dans la dalle et au regard de la configuration des lieux, notamment l'impossibilité d'imprimer les pentes inhérentes à l'utilisation du plomb pour le façonnage de chéneaux, et l'importance de laisser les

matériaux se dilater, il est apparu assez rapidement que la seule solution viable à long terme, qui en tout cas était compatible avec la durée de vie du plomb, était l'utilisation d'inox AME. L'inox AME est un acier inoxydable austénitique de type 316 L (L = Low carbon) dont le coefficient de dilatation thermique linéaire ( $K^{-1}$ ) est de  $16 \cdot 10^{-6}$  (soit 1,6 mm/m pour une plage de température de 20°C à 100°C), donc proche de la moitié du coefficient de dilatation du plomb. Il est composé de 17% de chrome, 10% de nickel et est adjuvanté de molybdène ce qui permet d'améliorer notablement sa résistance à la corrosion et sa résistance mécanique. Il est revêtu sur les deux faces d'une couche d'étain qui se patine avec le temps pour offrir un aspect proche de celui du plomb. Les courbures du chéneau sont façonnées à l'aide de petits éléments assemblés entre eux par rivetage et l'étanchéité est assurée à l'aide de brasure.

Le support est composé d'un solivage en sapin rouge du nord, coupé en sifflet afin de donner la pente nécessaire. Fermement fixé à la maçonnerie, il est

réhaussé d'un voligeage, posé le cœur au soleil, également en sapin rouge du nord en minimisant les désaffleurements. Les corbeaux débordants sur l'intrados sont en chêne non traité et recouverts de deux voliges en chêne également pour des raisons esthétiques (visibles du rez-de-chaussée).

Afin d'assurer une parfaite planéité du plomb, une couche de plâtre THD (Très haute dureté) est placée sur l'ensemble du voligeage au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Son aspect doit être lisse, uniforme et continu pour soutenir parfaitement l'ensemble des tables de plomb. Dès que le plâtre a fait sa prise, une membrane de désolidarisation, type papier kraft revêtu d'une fine couche de polyéthylène, est posée. Celle-ci isolera le plomb du plâtre et facilitera les mouvements du plomb.

Au sujet de la mise en œuvre des tables de plomb, de leur assemblage, de leur maintien et de leur fixation, les différentes opérations ont été menées comme suit.



Mise en œuvre des pattes pour maintien des ourlets. © SPW-AWaP



Vue d'ensemble des ourlets. © SPW-AWaP

En partie haute, à l'interface avec la maçonnerie, l'étanchéité est assurée par une remontée de minimum 5 cm de la table de plomb sur le mur acrotère. Est fixée, à l'aide de pattes de maintien, en cuivre étamé (ép. 8/10<sup>e</sup>) brasées sur la table de plomb, une bande soline de la même épaisseur que la table avec un recouvrement de 15 cm. Ce solin est lui-même surmonté d'un contre-solin engravé dans la maçonnerie. Les parties inférieures des solins et contre-solins sont façonnées à l'aide d'un pli rechassé. Le calfeutrement dans la maçonnerie a été réalisé à l'aide de laine de plomb matée à la chasse, sur une profondeur de 3 cm, pour donner un aspect lisse au joint de plomb qui, à terme, se mariera parfaitement avec la patine de la pierre de Tournai.

En partie basse, le pied de la table de plomb épouse une bande d'agrafes en cuivre, terminée par un ourlet creux, surplombant légèrement le chéneau en Inox. L'enduit de lissage en plâtre permet de compenser la surépaisseur du cuivre (8/10<sup>e</sup>) et ainsi de ne pas marquer les feuilles de plomb. L'épaisseur du complexe de charpente est protégée par une bande de cuivre façonnée à dessein autorisant sa parfaite ventilation.

Pour les côtés des tables, il s'agit d'assembler l'ensemble des tables de plomb entre elles en s'assurant de leur libre dilatation mais également de leur



Vues d'ensemble de la couverture. © SPW-AWaP

résistance aux dépressions du vent. Pour ce faire, on assemble les côtés latéraux des tables à l'aide d'une patte d'agrafes continue longitudinale. Celle-ci est en cuivre et a un profil en « L », de 0,8 mm d'épaisseur. Elle est solidement fixée sur le voligeage. Chaque patte d'agrafes est emballée de part et d'autre par les côtés latéraux des tables de plomb, l'une étant 5 mm plus courte que l'autre. À l'aide de bannes plates, on imprime méthodiquement un mouvement de rotation à l'ensemble des éléments créant ainsi une vague.

La ventilation en sous face est assurée par la mise en place de passe-cordes en plomb en pleine toiture et par une lame continue ouverte en pied de toiture. L'ensemble des ouvrages en plomb est finalement traité à l'aide de cinq couches d'huile de patine.

Le résultat final, tant original que de grande qualité d'exécution, n'est malheureusement jamais observable : la position de l'ouvrage ne le permet pas.

Ce travail n'aurait pas été possible sans :

- le Service Public de Wallonie, Mobilité et Infrastructures, Département Expertises Hydraulique et Environnement : Christophe Vanmuysen, Inspecteur général
- l'entreprise générale : Patrick, Sébastien, Louis
- le sous-traitant. : Olivier, Patrice, Dimitri, Baptiste, Tanguy, François, Jean Louis, Yohan

Jean-Christophe SCAILLET  
 José Alberto SOLINIS CARRERA  
 (Atelier Moneo)  
 en collaboration avec  
 le bureau GREISCH



Vues d'en bas du débordement de la couverture. A. Solinis © Atelier Moneo