

Case study

La Fondation Louis Vuitton, Paris

Habillage haute-couture pour les terrasses

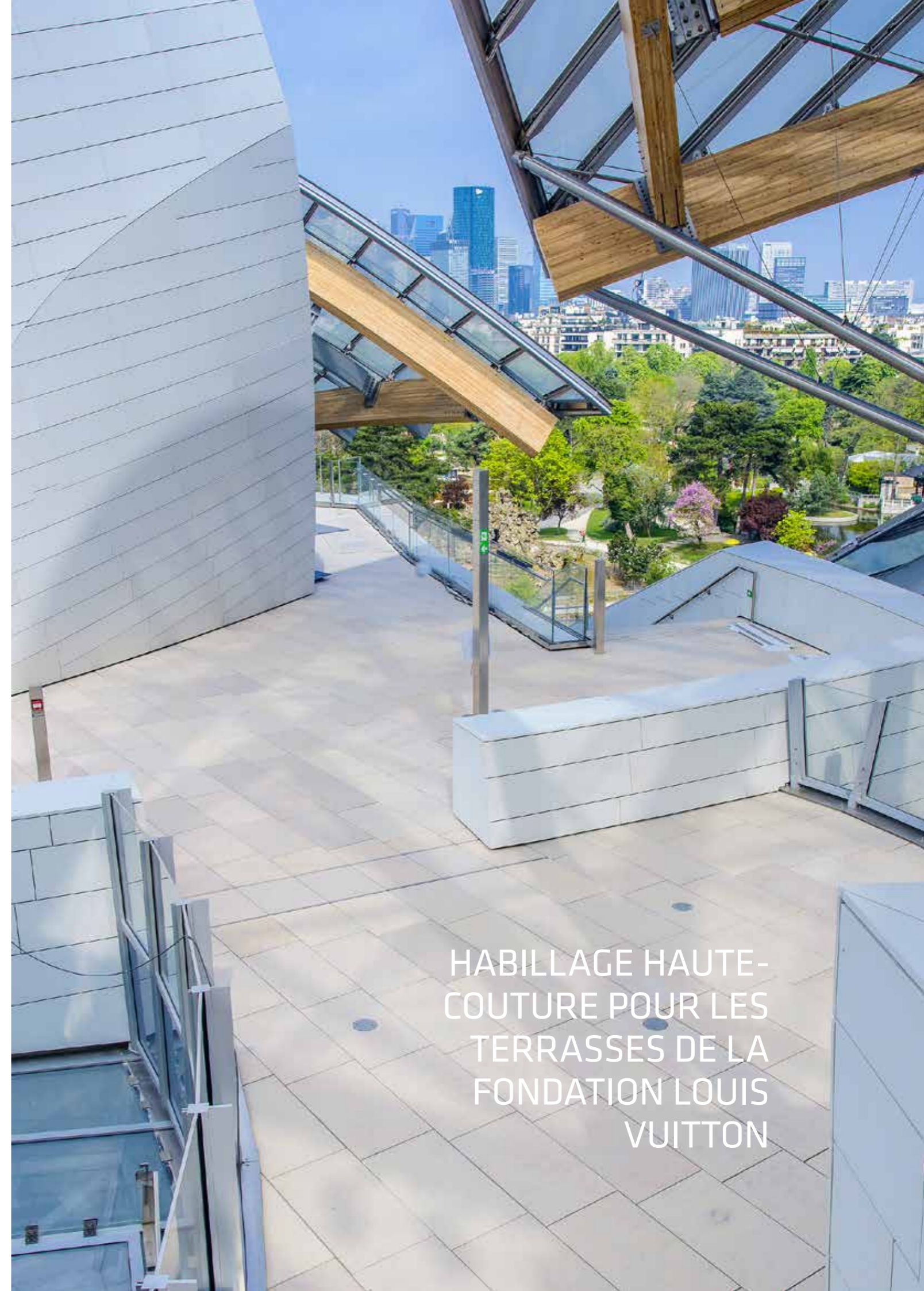




Inaugurée le 27 octobre 2014, la Fondation Louis Vuitton est devenue, au cœur du Bois de Boulogne, une étape incontournable. Fruit d'un dialogue permanent entre Bernard Arnault et l'architecte californien Frank Gehry, la Fondation Louis Vuitton est à l'image du Groupe LVMH et emblématique de l'œuvre de l'architecte. Erigée au cœur du Jardin d'acclimatation sur 11700 m², une chrysalide de verre, déclinaison contemporaine des serres horticoles du XIX^{ème} siècle, abrite au sein du bâtiment central, appelé Iceberg de nombreuses salles d'exposition et un auditorium. Son architecture audacieuse affirme l'engagement du groupe pour l'art contemporain et véhicule ses valeurs de créativité et d'innovation.

Les huit voiles de verre, au total 13500 m², sont constituées de panneaux uniques cintrés sur-mesure. Le verre a été pixélisé pour lui donner une teinte légèrement blanche qui s'accorde avec l'« iceberg », tout en conservant une surface réfléchissante et sensible à la lumière. Cinq terrasses complètent l'ensemble et permettent de découvrir Paris sous un jour nouveau. Ces terrasses, devaient certes s'harmoniser avec le Ductal de l'iceberg et les voiles de verre avec le recours à un matériau noble, la pierre naturelle, mais elles devaient également satisfaire une contrainte technique liée à l'entretien des voiles de verre.

Zoontjens a été mandaté pour la conception du dallage en pierre naturelle de ces terrasses et a utilisé le système DNS[®] Heavy, procédé de rehausse et de nivellement des dalles.



HABILLAGE HAUTE-
COUTURE POUR LES
TERRASSES DE LA
FONDATION LOUIS
VUITTON



Lors de son fonctionnement, les pieds et patins de la nacelle sont posés sur des plaques de protection ou directement fixés aux plots d'ancrage



Bras de la nacelle en action



Détail d'un plot d'ancrage



Des contraintes techniques hors norme pour l'habillage des terrasses

A l'origine, la solution identifiée pour l'habillage des 1400 m² de terrasses, une dalle de pierre naturelle sur plots, s'inscrivait dans un cadre normatif classique couvert par le DTU.

Si elle répondait au parti pris esthétique requis, cette solution ne permettait pas d'assurer à long terme une protection efficace de l'étanchéité. En effet, l'entretien des faces internes des voiles de verre nécessite le recours à des équipements spécifiques devant se déplacer sur les terrasses. Dotées de bras extensibles et montées sur chenilles en caoutchouc, ces nacelles de maintenance pèsent chacune 6,5 tonnes. Leurs bras extensibles, même en position maximale, contribuent à assurer la stabilité du véhicule. Sur chaque terrasse, des éléments d'ancrage ont également été installés pour fixer les pieds de ces nacelles lorsqu'elles sont en fonction.

Le dallage retenu devait impérativement offrir une résistance mécanique capable de supporter des contraintes de charges évaluées à 20kN sur chaque dalle : des charges dynamiques liées au déplacement

des chenilles des nacelles et statiques résultant du positionnement de leurs patins.

C'est donc pour répondre à cette contrainte technique hors norme que l'architecte local de Frank Gehry, Studios Architecture, en concertation avec le maître d'œuvre et Vinci Construction France, s'est orienté vers un système capable de supporter de fortes charges statiques et dynamiques. Informée de la mise en œuvre sur mesure de dalles Drenoliet® avec le système DNS® pour les allées de l'Odysseum de Montpellier, premier centre commercial européen à ciel ouvert, et des nombreuses terrasses parking réalisées avec son système de dallages modulaire Pardak®, l'agence a consulté Zoontjens, convaincue de sa capacité à répondre aux critères esthétiques et aux contraintes techniques particulières exigés par le projet.

Comme le précise Eric Herzog, architecte de l'agence Studios Architecture « Les équipes de Zoontjens ont rapidement fait la preuve qu'elles pouvaient offrir ces mêmes capacités en termes de reprise des charges et de réalisation sur-mesure. »

Zoontjens relève le challenge et développe une solution sur-mesure

La pierre naturelle seule ne pouvant satisfaire les contraintes de charges statiques et dynamiques, Zoontjens propose une solution alternative : des dalles en béton armé sur plots DNS® Heavy avec une finition de pierre naturelle collée sur le béton, une technique que le groupe maîtrise parfaitement.

Des dalles de dimensions inédites, 90x50 cm et d'une épaisseur variant de 13 à 17 cm en fonction des terrasses sont fabriquées sur mesure. La pierre de Rocherons dorée, retenue par Bernard Arnault en raison de son alliance harmonieuse avec les façades de Ductal de l'iceberg est découpée aux dimensions

requis sur le site de la carrière en Côte d'Or. Ces dalles de pierre sont acheminées aux Pays-Bas pour être collées aux dalles béton.

Développée spécifiquement pour ce projet prestigieux, cette alternative répond au cahier des charges. Elle permet de satisfaire les attentes esthétiques des architectes et du maître d'ouvrage et les contraintes techniques de la maîtrise d'œuvre et des bureaux d'études techniques. En revanche, elle échappe au cadre normatif. Face à la complexité du projet, il a donc été nécessaire d'en vérifier la viabilité.

Des études très poussées indispensables en raison de la complexité du projet

Les ingénieurs du département R&D de Zoontjens, situé à Tilburg aux Pays-Bas, ont été fortement sollicités pour ce projet. Ils ont réalisé sur échantillons de nombreux tests : tests de collage de pierre, tests de résistance des plots, supports des dalles. Ils ont activement participé aux différentes études menées en collaboration avec le maître d'œuvre, le bureau Véritas, l'institut TNO établi aux Pays-Bas. Ces études avaient pour objectif de définir le dimensionnement du dallage des terrasses permettant de satisfaire les charges auxquelles elles seraient soumises et d'éviter tout désordre. Outre le système de dallage, ces études menées par le Bureau d'Ingénierie allemand E. Möller ont porté sur l'intégralité du complexe d'étanchéité recouvrant le support béton des terrasses : une étanchéité bicouche collée à chaud sur un isolant en verre cellulaire.

Différentes phases d'études ont été nécessaires pour dimensionner le complexe et en définir les limites : modèle de calcul théorique, maquette testée en laboratoire au C.S.T.C. - Centre Scientifique Technique de la Construction, situé à Wavre en Belgique pour conforter les calculs, essais de fatigue et de rupture.

Ces études ont également permis de dimensionner les pieds, patins rectangulaires et

chenilles de la nacelle pour éviter tout risque sur certaines zones, les rives en particulier, rendues plus fragiles en raison des découpes de dalles.

Toutes ces études ont été validées et compilées dans un dossier technique par le groupement d'ingénierie RFR + T/E/S/S/ constitué pour la Fondation Louis Vuitton.



Les dalles sur le disque support et de calage en EPDM



Pied et patin de la nacelle

DNS® Heavy pour rehausser et niveler le dallage des terrasses

Les dalles sont mises en œuvre sur le système DNS® Heavy, déclinaison du système DNS®, développé par Zoontjens pour d'obtenir une surface surélevée parfaitement plane. Le système DNS® Heavy permet de supporter de fortes charge. L'épaisseur du tube synthétique, élément central du système, a été augmentée. Elle est de 14,6 mm et son diamètre de 160 mm. Les tubes sont mesurés au laser, sciés à la hauteur requise puis installés sur un disque répartiteur de pression DNS® Heavy de 245 mm de section, avec rainure de fixation.

Un disque support de 245mm de section Heavy est ensuite installé sur le tube. Il est doté sur sa face inférieure DNS® Heavy des mêmes systèmes de rainures de fixation que les disques répartiteur de pression. En zone de rives des terrasses, tous les tubes DNS® Heavy sont reliés entre eux par des colliers en acier inoxydable avec des tiges filetées afin de renforcer la stabilité de l'ensemble du dallage.

Le complexe d'étanchéité des toitures-terrasses réalisé sous la responsabilité de Vinci Construction France est composé d'une membrane bicouche SBS collée à chaud sur un isolant en verre cellulaire (Foamglas S3).

Sous le système DNS® Heavy, l'étanchéité a été doublement protégée par des disques de bitume SBS de 460 mm et de 40 mm d'épaisseur et des plaques de répartition synthétiques de 450 mm de côté et 40 mm d'épaisseur installés de façon asymétrique pour faciliter l'évacuation de l'eau. Sur les supports de dalles ont été posés des disques de calage en EPDM entiers ou en quarts.



Balise utilisée pour déterminer la hauteur souhaitée



Découpe des tubes DNS® Heavy



Insertion du tube DNS® Heavy découpés



Les tubes DNS® Heavy coupés à hauteur sont répertoriés



Dalles anti-glisse au droit des escaliers



Des espaces verts aux endroits stratégiques sur les terrasses

Une mise en œuvre minutieuse à l'avancement

Comme toutes les équipes engagées dans la construction de ce projet prestigieux, Zoontjens a relevé de nombreux défis jusque-là inédits, de la conception des terrasses jusqu'aux finitions et a su parfaitement s'intégrer aux exigences des autres corps d'état.

La géométrie des terrasses a nécessité un travail sur-mesure en amont de la mise en œuvre. En raison de leur épaisseur, les dalles ont été en majorité découpées en usine à Tilburg afin de respecter le calepinage très précis à joints décalés 'earthquake'. Les coupes courbes et les chanfreins en particulier nécessitaient un outillage spécifiquement disponible en usine.

La mise en œuvre à l'avancement a permis de régler les détails de pose, de dimensionner le nombre de plots, de vérifier et rectifier la stabilité des dalles à l'aide de cales et de moduler les attentes du maître d'ouvrage et de l'architecte pour un rendu esthétique optimal.

Stabilisation renforcée du système support de dalles

Les raccords aux relevés d'étanchéité, rives et joints de dilatation ont fait l'objet d'une attention particulière.

Pour renforcer la stabilité du dallage aux niveaux des relevés et compte tenu du plan de calepinage avec des dalles de petites dimensions, des cornières d'acier inoxydable en L ont été assemblées le long des rives et posées sur les tubes DNS® Heavy. Dans les différentes zones de rives où des forces horizontales risquaient de s'exercer, les tubes DNS® Heavy ont également été reliés entre eux par des colliers en inox et tiges filetées.

A la jonction de deux terrasses, la dilatation inhérente à la structure a également été prise en compte pour le dallage afin d'éviter toute tension ou déplacement des dalles.



Mise en œuvre des dalles sur le système de support DNS® Heavy



Costières en acier inoxydable



Joint de dilatation



Système de support avec réglottes et tirants de fixation. Au premier plan, plot d'ancrage pour les pieds des nacelles de maintenance



Détail de finition des pieds de façades - introduction d'un caniveau



Une équipe solidaire investie dans ce chantier hors norme

La mise en œuvre des terrasses avec isolation en verre cellulaire et étanchéité bicouche s'est déroulée sur 8 mois, de juillet 2013 à Février 2014. Au total une trentaine de poseurs, spécialistes de la pose des dalles avec machine à ventouse traditionnellement utilisée pour la pose des dalles de parking Pardak se sont relayés sur le chantier. Au cours des trois derniers mois précédant la pose de la dernière pierre le 18 décembre 2013, les équipes Zoontjens ont travaillé en double poste et le week-end afin de respecter le calendrier.

Ce projet illustre tout particulièrement la capacité d'innovation et le goût du challenge de Zoontjens, pionnier des systèmes de dallages pour terrasses accessibles aux piétons et pour les terrasses accessibles aux véhicules légers, lourds et engins de maintenance.

Damien Bodin, Responsable des lots clos couvert, terrasse et dalles sur plots chez Vinci Construction France confirme la capacité de Zoontjens de travailler en partenariat étroit avec l'ensemble des autres sous-traitants « *Une relation de confiance s'est rapidement établie. Zoontjens a su s'adapter, mettre à notre disposition les moyens nécessaires dans une situation difficile. Dans un parfait esprit de partenariat, les équipes se sont adaptées et impliquées dans la coordination tous corps d'état. Chacun a pris ses responsabilités afin d'atteindre les objectifs de qualité requis par ce projet prestigieux.* »