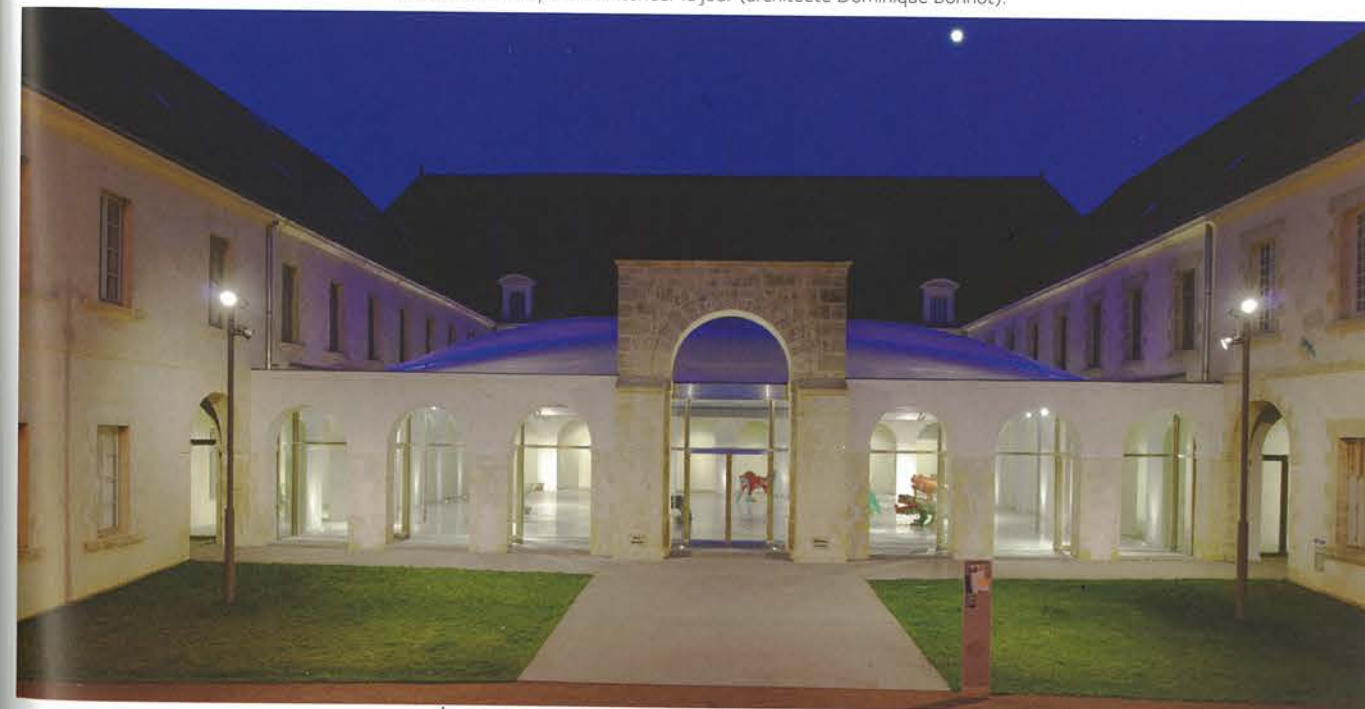


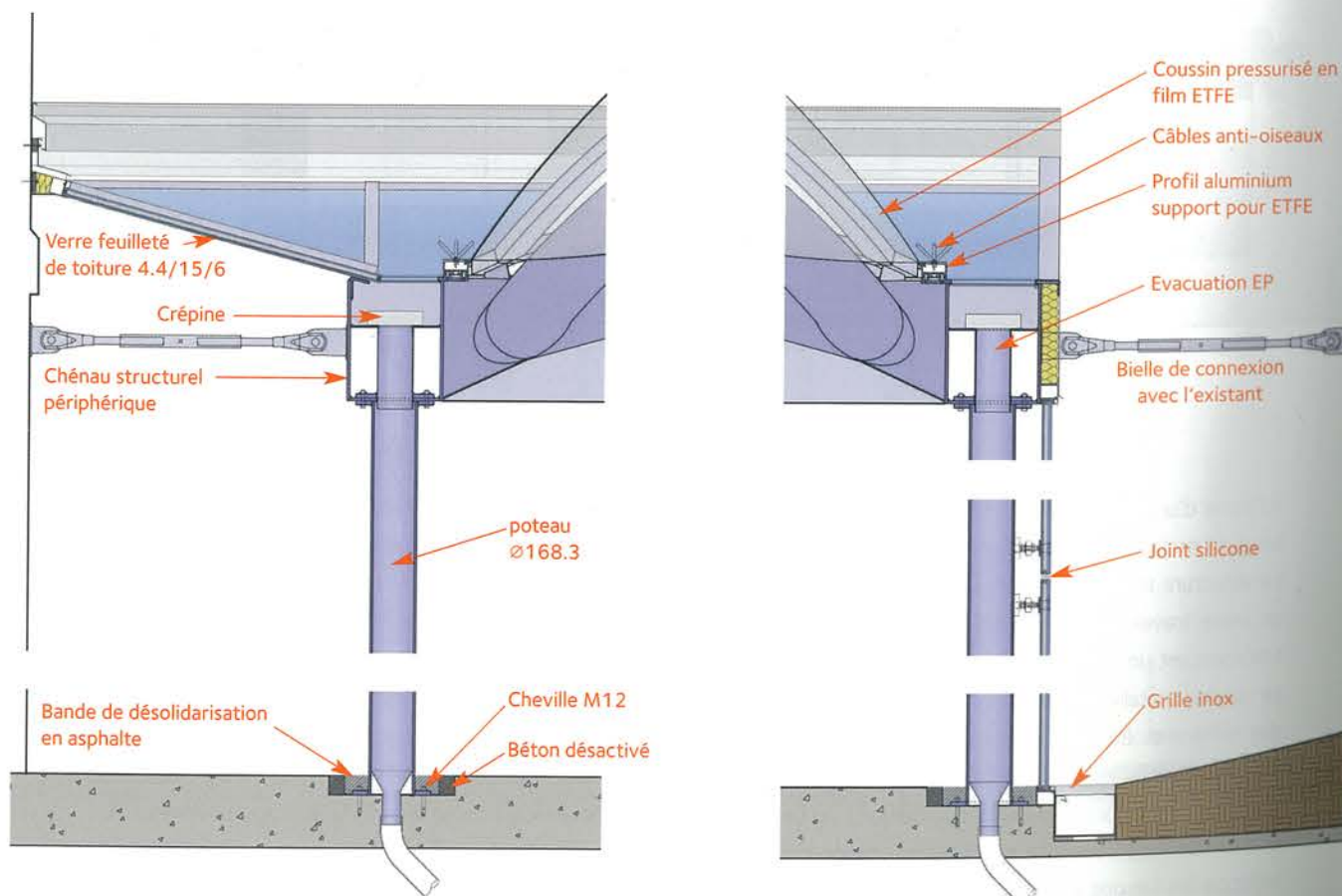
Schéma éclaté de la verrière (architecte Dominique Bonnot).



Vue du nouvel espace à l'intérieur le jour (architecte Dominique Bonnot).



Vue de la couverture de nuit (architecte, Dominique Bonnot).



Coupes de détail de la verrière au niveau des poteaux.

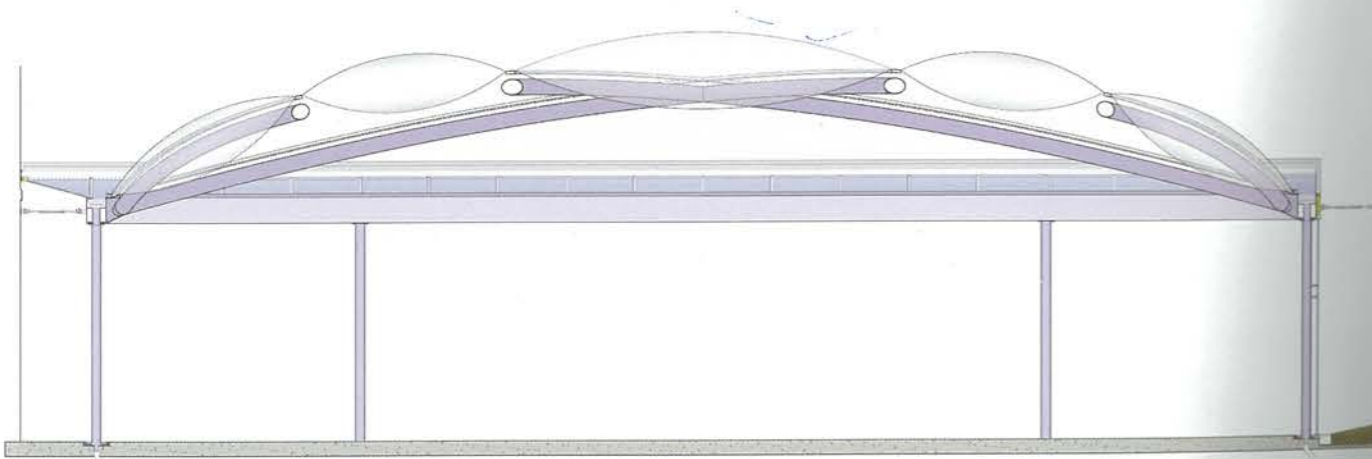
16.2 / Verrières légères à base d'éthylène tétrafluoroéthylène (ETFE)

Couverture d'un cloître du XVII^e siècle. L'abbaye de Sainte-Croix, aux Sables-d'Olonne, a été aménagée en musée en l'an 2000. Son cloître de 24 m de côté a récemment fait l'objet d'une opération de couverture afin d'installer un espace polyvalent attendant au musée. Après avoir proposé une verrière, l'architecte a finalement choisi de couvrir le cloître par une couverture transparente constituée par des coussins pressurisés en ETFE, posés sur une charpente tubulaire cintrée. Les solutions classiques les plus éprouvées sont parfois difficilement applicables pour accomplir des projets ambitieux, il faut alors faire appel à d'autres techniques innovantes pour atteindre l'objectif. Cette solution, toute en légèreté, a permis de limiter

au minimum la taille des éléments structuraux et d'accroître la transparence de la couverture. L'ossature qui en découle est discrète, grâce à la suppression des ossatures secondaires, mais aussi à l'allègement du poids propre. La masse prévisible, de 63 kN d'une couverture en verre, est soudainement tombée à 1,2 kN avec la couverture en ETFE. Entièrement réalisée en acier inoxydable, la charpente a une finition qui va graduellement du mat au poli, en fonction de la nature de l'élément traité. Les coussins gonflés reposent sur une croisée de 4 arcs en tube acier duplex de nuance Uranus 35 de Ø 250 x 8 mm, cintrés à un rayon de 50 m et inclinés par paires, selon les deux diagonales du carré de base de 22 mètres de côté.



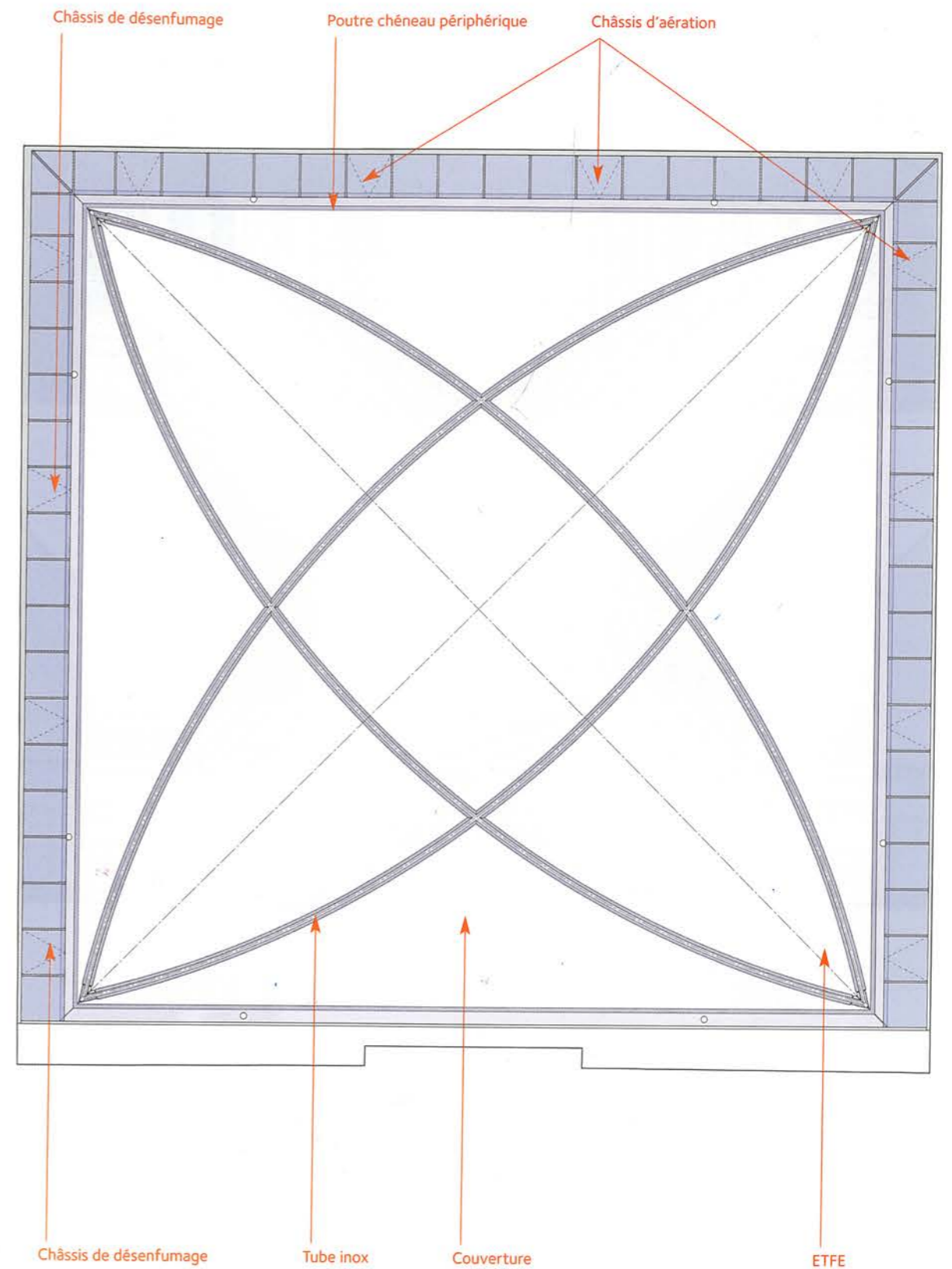
Vue du nouvel espace à l'intérieur de nuit (architecte Dominique Bonnot).



Coupe longitudinale de la couverture.

Le tracé de la structure de la couverture forme une rosace symétrique contenue dans un carré de 21 m de côté. La poutre périphérique du carré accueille le chéneau, elle est formée par une section de 400 x 400 mm en tôle d'acier 316 L pliée de 10 mm d'épaisseur. Les poussées horizontales des arcs sont reprises aux quatre coins de cette sablière. Elle transmet les composantes verticales aux 8 fines colonnes pendulaires en acier inoxydable brossé grain 220 de Ø 168,3 x 6 mm. Ces poteaux assurent également une descente discrète des eaux du chéneau et sont coordonnées au droit de trumeaux existants du cloître. Pour raccorder la couverture avec les trois côtés du cloître qui donnent sur des corps de bâtiments existants et réaliser la fermeture du quatrième côté qui

constitue une entrée de celui-ci, les concepteurs ont traité l'irrégularité de la construction en ménageant un châssis vitré périphérique de 1,2 m de largeur, incliné vers le chéneau. Comme la toiture gonflable, la façade du porche a été conçue par l'ingénieur Marc Malinowski. Elle est réalisée en VEA (verre extérieur agrafé) pour éviter les traditionnelles parcloles des murs rideaux et obtenir plus de transparence grâce aux attaches ponctuelles en acier inoxydable. Les vitres sont reliées par des joints d'étanchéité siliconés sur une sapinette en EPDM. Seules les feuillures hautes et basses des volumes verriers sont réalisées en profil inox plié à froid de type Forster. L'ensemble des volumes verriers y compris les ouvrants d'accès sont de type trempé feuilleté.



Vue en plan de la nouvelle couverture transparente.



Vue du cloître couvert en élévation (architecte Dominique Bonnot).



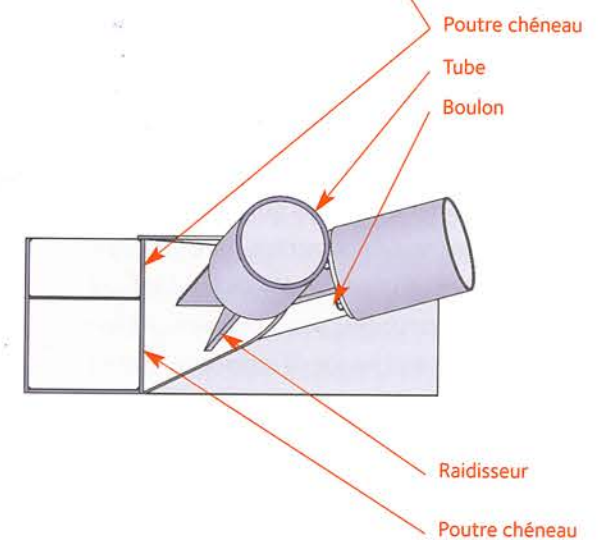
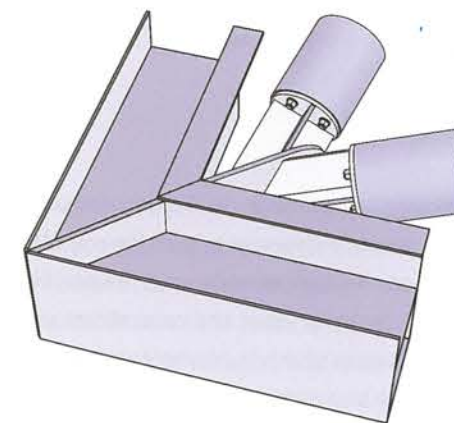
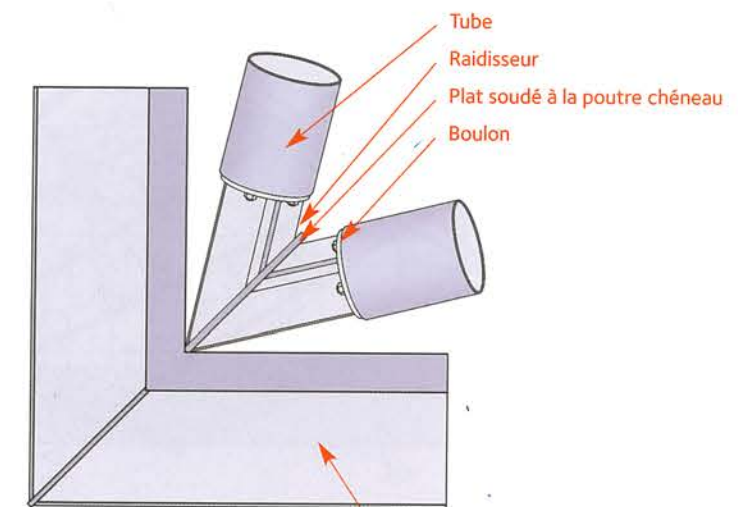
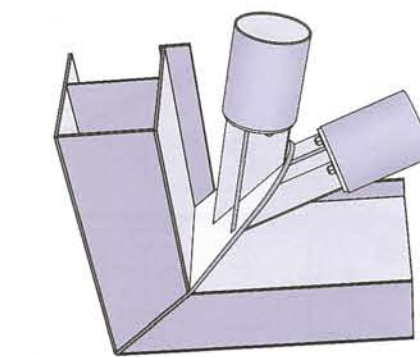
Vue des arcs et des poutres chéneaux durant la fabrication et le montage à blanc.



Élévation de la façade vitrée.

Outre l'étanchéité à l'air et à l'eau de l'enveloppe, il a fallu, gérer le contrôle thermique et acoustique de la couverture, obtenir une transparence visuelle sur les façades, respecter l'intégrité des maçonneries existantes et l'évacuation discrète des eaux pluviales. La verrière périphérique a permis la mise en place de dispositifs d'aération pour améliorer le confort d'été par une ventilation naturelle mais avec aussi une fonction d'exutoire de fumée, si l'on fait abstraction de la très faible résistance de la membrane à la chaleur. La hauteur libre de 4,5 m, imposée par les arcades du cloître existant, constituait également une contrainte car la hauteur sous plafond de la couverture aurait été basse compte tenu de la surface de l'espace.

Une version relevée fut un temps envisagée, puis abandonnée, pour simplement choisir une série d'arcs à grand rayon de courbure afin de relever un peu le plafond et surtout donner la pente nécessaire à la couverture pour l'écoulement de l'eau de pluie. La stabilité de la couverture et de sa structure sous son poids propre, les charges de neige et les efforts de soulèvement au vent, sont reportés dans le cadre du chéneau périphérique qui sert de tirant commun aux 4 arcs, via les 8 poteaux creux circulaires. La stabilité au vent est assurée par 8 biellettes horizontales, placées au droit de chaque poteau et ancrées dans la maçonnerie. Ces biellettes bi-articulées ne transmettent aucune charge verticale.



Axonométries de détail des nœuds d'assemblage aux angles du chéneau.