MADELENAT ARCHITECTURE
32, Rue de l'hôtel des Postes
06 000 Nice

Alpes-Maritimes

BIOT

Musée National Fernand Léger

(Label Architecture contemporaine

MUSÉE NATIONAL MARC CHAGALL MUSÉE NATIONAL FERNAND LÉGER MUSÉE NATIONAL PABLO PICASSO : LA GUERRE ET LA PAIX

AVP (APS+APD)

Réfection de l'étanchéité de la toiture terrasse de l'Aile Schoebel



Aout 2026

ind2

MADELÉNAT ARCHITECTURE

SECC Ingénierie de l'enveloppe

CINFORA BUREAU D'ETUDES www.cinfora.fr

SOMMAIRE

FICHE DE RENSEIGNEMENTS **4**

CONTENU DE LA MISSION **4**

RAPPORT DE PRÉSENTATION **5**

PRÉSENTATION & DESCRIPTON **6**

Présentation générale 6

Description du contexte 6

SYNTHESE HISTORIQUE ET CHRONOLOGIQUE **7**

Origines et création (1955-1960) 7

Reconnaissance nationale (1966-1969) 8

Aménagements et première extension (1990) 8

Modernisation (2004-2008) 9

Restauration de la façade Sud (2013-2015) 10

Situation actuelle 10

RAPPEL DU DIAGNOSTIC SANITAIRE **11**

Complexe d'étanchéité existant 11

Synthèse des désordres d'étanchéité relevés 11

PARTI DE RESTAURATION **12**

Solution d'étanchéité retenue 12

Solution de couverture retenue 15

Rappel de la conformité à la règlementation thermique existante 18

Solution de mise en conformité thermique retenue 19

Point de vigilance réglementaire et technique 21

PROGRAMME DE TRAVAUX **21**

LOT 1 ETANCHEITE 21

LOT 2 COUVERTURE 23

LOT 3 MENUISERIE 23

PIECES GRAPHIQUES **25**

ESTIMATION 26
ANNEXES – SECC 27
MENTIONS LEGALES & CONTACT 30

FICHE DE RENSEIGNEMENTS

Région :	PACA
Département :	Alpes-Maritimes
Commune :	Biot
Adresse :	255 Chemin du Val de Pôme, 06410 Biot
Cadastre :	000 BR 119
Superficie :	15 hectares
Propriétaire :	Etat français
Protection :	-
Destination :	Musée d'art contemporain
Périodes de construction :	XXe siècle
Label :	Architecture contemporaine remarquable le 28/11/2000

CONTENU DE LA MISSION

Le marché concerne une mission de maitrise d'œuvre pour des travaux de réfection de la toiture-terrasse et le remplacement des huisseries situées en toiture de l'aile Schoebel du Musée Fernand Léger situé à Biot, afin d'assurer la parfaite étanchéité du bâtiment Nord construit en 1990.
Ce bâtiment, classé architecture contemporaine remarquable (ACR), accueille des salles de musée dans laquelle sont exposés des collections nationales. Le but de l'opération est d'assurer leur sûreté et leur conservation dans les meilleurs conditions possibles (étanchéité à l'eau complète, stabilité du climat entre 18 et 22 degrés, protection des œuvres par filtre UV, et menuiseries munies de stores occultants, manipulables à distance, intégrés, offrant la possibilité d'occulter la lumière naturelle).

La phase AVP est engagée à partir du diagnostic déjà réalisé, qui a fait l'objet d'une réanalyse critique et de vérifications ciblées afin de confirmer les hypothèses techniques et de préciser les interfaces sensibles. Une estimation prévisionnelle détaillée est présentée ainsi qu'un planning général de l'opération.

L'étude d'avant-projet est développée par ensemble fonctionnels :
- Surfaces courantes de toiture-terrasse
- Relevés périphériques
- Evacuation EP
- Lanterneaux et châssis de désenfumages
- Ouvrages métalliques
- Accès toiture et dispositifs de sécurité

RAPPORT DE PRÉSENTATION

PRÉSENTATION & DESCRIPTON

Présentation générale

L'étude présentée ici, pour la restauration des toitures-terrasses des ailes Sud et Nord du Musée Fernand Léger, comporte une partie historique et chronologique, permettant de replacer le bâtiment dans son contexte et de mieux comprendre son évolution.

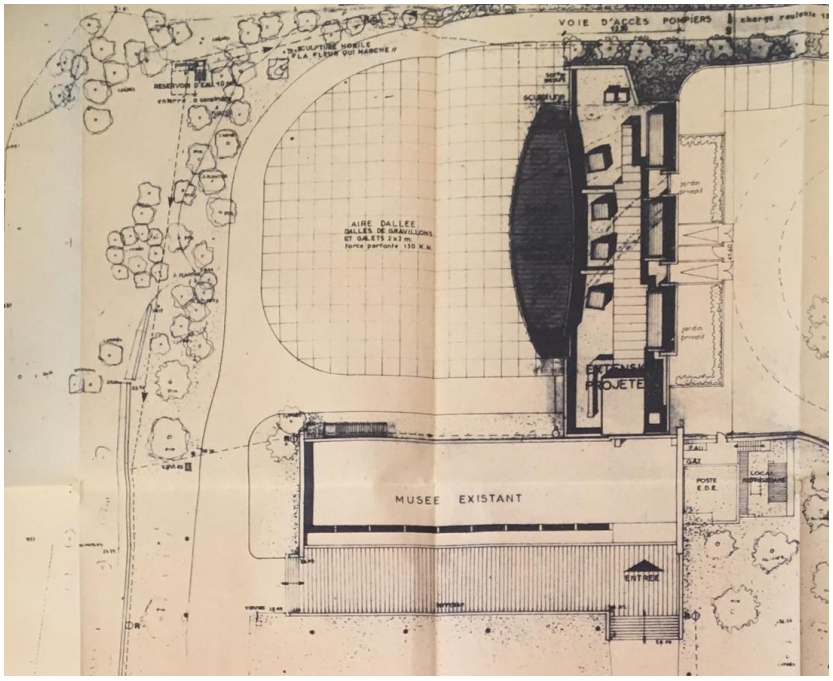
Les deux ailes n'ayant pas été construites simultanément, cette distinction apporte des éléments de compréhension utiles pour l'interprétation des sondages réalisés. Le rapport inclut ensuite un descriptif des travaux récents, un diagnostic de l'état sanitaire et structurel des toitures, suivi dd'une proposition du partie de restauration et du programme de travaux, avec estimatif et chiffrage prévisionnel au stade diagnotic.

Description du contexte

Le musée national Fernand Léger est construit en deux temps :

- En 1960 : le bâtiment orienté Est-Ouest est réalisé par l'architecte André Svetchine.
- En 1990 : perpendiculairement au premier bâtiment, l'extension orientée Nord-Sud est réalisée par l'architecte des BCPN Bernard Schoebel.

A la suite de problèmes de fuite récurrents, les toitures terrasses des deux ailes du musée doivent aujourd'hui faire l'objet d'un diagnostic, qui porte sur les terrasses, leurs lanterneaux et sur l'étanchéité à l'eau et à l'air des menuiseries extérieures.



Bernard Schoebel, Projet d'extension du Musée Fernand Léger à Biot, avril 1986

SYNTHESE HISTORIQUE ET CHRONOLOGIQUE

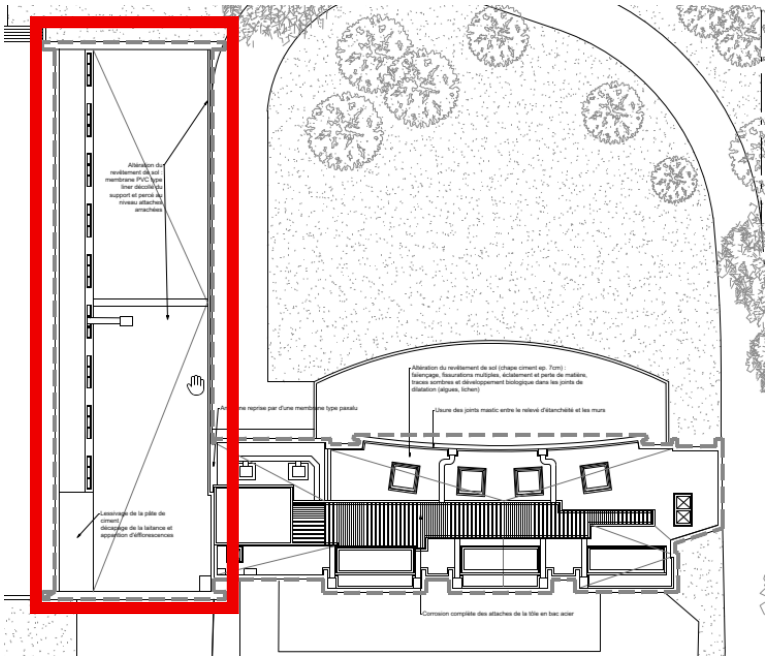
Origines et création (1955-1960)

En 1955, Fernand Léger acquiert le Mas Saint-André à Biot, attiré par la proximité de Vallauris, centre de création céramique. Après sa mort cette même année, son épouse Nadia Léger et son collaborateur Georges Bauquier concrétisent son projet de créer un musée dédié à son œuvre.



Jacques Mer, Construction du musée Fernand Léger à Biot, photographies vers1958- 1959
(© GrandPalaisRmn (musée Fernand Léger) / Adrien Didierjean)

L'architecte Andréï Svetchine conçoit le bâtiment (1957-1960), édifié sur une butte paysagée et surmonté d'une mosaïque monumentale de 400 m², inspirée d'un projet inédit de Fernand Léger pour le stade de Hanovre. Le musée est inauguré le 13 mai 1960 en présence de Picasso, Braque et Chagall, devenant le premier musée monographique d'art moderne de la région.



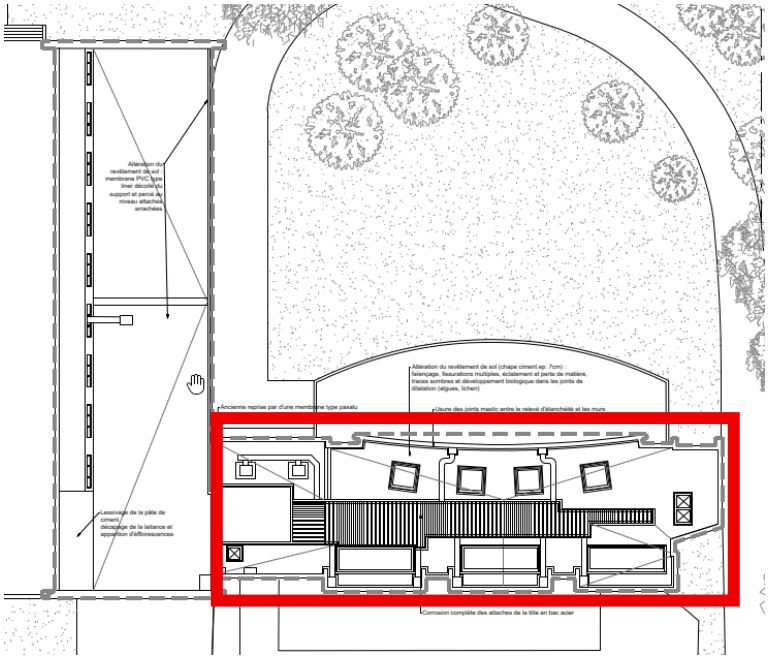
Reconnaissance nationale (1966-1969)

Quelques années après, en février 1966, Nadia Léger et Georges Bauquier annoncent leur intention de donner le musée de Biot ainsi qu'un ensemble d'œuvres de Fernand Léger (348) à l'État.

André Malraux, ministre des Affaires culturelles, accepte cette donation, conférant au lieu le statut de musée national. Les donateurs conservent la direction à vie, garantissant la fidélité au projet initial. L'acte de donation est établi le 11 octobre 1967, et accepté par l'État le 27 janvier 1969.

Aménagements et première extension (1990)

Devenu trop exigu pour recevoir l'importance collection constituée par ces donations, une série de travaux ont été réalisés pour aménager le Mas Saint-André et l'architecte Bernard Schoebel (Grand Prix de Rome) conçoit une extension doublant la surface d'exposition entre 1987 et 1990



Le nouveau bâtiment est orienté Nord-Sud, raccordé perpendiculairement au premier. Il reprend les mêmes matériaux, béton et pierre de taille, en s'étageant sur les mêmes niveaux. Il est inauguré le 22 juin 1990, dans son organisation et sa présentation définitives.



Bâtiment est orienté Nord-Sud inauguré en 1990



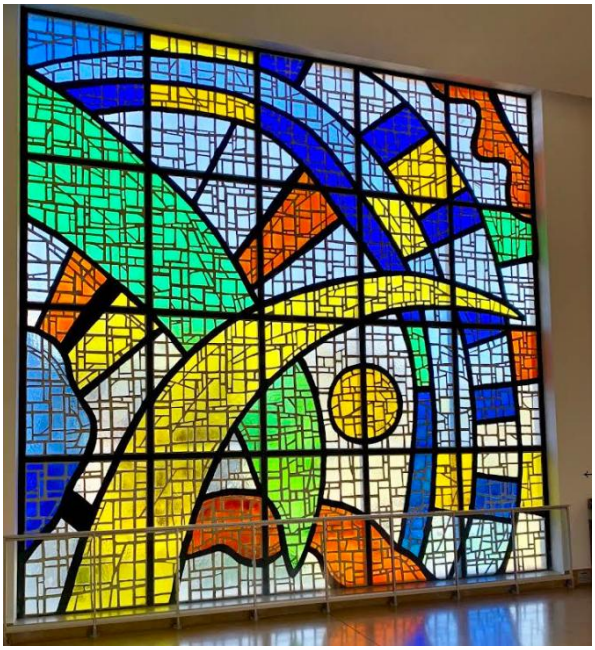
Façade Est de l'extension du musée

Georges Bauquier fait réaliser de nouvelles mosaïques monumentales par Heïdi Melano d'après des projets originaux de Léger (Triennale de Milan 1951, université de Caracas 1954) et des vitraux de Jacques Loire. Bauquier quitte la direction du musée en 1994.

Modernisation (2004-2008)

Sous la direction de l'architecte niçois Marc Barani, une campagne de rénovation transforme le musée : nouveau mobilier (Éric Benqué), réaménagement des jardins (Philippe Déliau) et création d'un parcours chronologique retracent l'évolution artistique de Léger.

Marc Barani est également à l'origine de l'ouverture de la façade Ouest d'une baie vitrée, redonnant de la transparence au hall d'entrée ainsi qu'une vue sur le parc méditerranéen.



Vitrail de la façade Ouest œuvre de Marc Barani

Restauration de la façade Sud (2013-2015)

Le décor de la façade Sud, réalisé en 1960 par Lino et Heïdi Melano, reprend un projet que Léger avait conçu pour l'entrée monumentale du stade-vélodrome de la Ville de Hanovre. Cette interprétation a fait appel à l'usage de différents matériaux, céramique et mosaïque, employés pour interagir avec l'environnement du site.

Cette façade monumentale, de 395 m^2 et composée de 413 modules céramiques, fait l'objet d'une restauration délicate dirigée par Pierre-Antoine Gatier, architecte en chef des monuments historiques, à partir de 2013. Les travaux s'achèvent en juillet 2015 avec l'exposition *Fernand Léger au-delà du décor*.

Situation actuelle

Entre 2021 et 2025, la mosaïque de le façade Ouest de l'extension du musée, réalisée d'après une œuvre de Léger présentée à la Triennale de Milan (1951), fait également l'objet d'une restauration d'envergure dirigée par Antoine Madelénat, architecte en chef des monuments historiques.

Le musée, qui conserve près de 350 œuvres couvrant toute la carrière de l'artiste, propose une programmation culturelle diversifiée. Labellisé « Architecture contemporaine remarquable » en 2000, il continue de développer ses missions de conservation, médiation et valorisation, demeurant un témoignage vivant de l'art moderne du XX^{e} siècle.

RAPPEL DU DIAGNOSTIC SANITAIRE 2025

Le relevé d'état sanitaire de 2025 de l'aile Schoebel (Nord-sud) a permis de mettre en évidence plusieurs désordres structurels et fonctionnels. Ces désordres affectent l'intégrité des complexes d'étanchéité et des ouvrages associés, et menacent aujourd'hui les conditions de conservation des œuvres exposées, la stabilité climatique des salles d'exposition et la présentation générale du musée.

Complexe d'étanchéité existant

La toiture des années 1990, est composée d'un complexe comprenant :

- Dalle béton
- Film polyéthylène (sur un pare-vapeur ?)
- Isolant en polyuréthane (PU) de 100 mm
- Membrane bitumineuse d'étanchéité (monocouche ou bicouche)
- Géotextile
- Chape de mortier de ciment de 70 mm formant protection et surface de circulation.

Épaisseur totale ≈ 17 cm.

Synthèse des désordres d'étanchéité relevés

La terrasse présente des désordres multiples et convergents. Des traces d'humidité sont visibles au-dessus et au-dessous du film polyéthylène, révélant une infiltration généralisée. La chape de surface est dégradée par un faïençage étendu, des fissurations localisées, des éclatements et des joints de dilatation ouverts avec développement végétal (racines). Les pentes sont insuffisantes, générant des zones de stagnation propices au développement de mousses et de lichens, et aucun dispositif de trop-plein n'est en place. Les relevés d'étanchéité présentent une hauteur insuffisante ; les garde-corps et les réseaux électriques sont fixés à moins de 10 cm du pied du relevé, en non-conformité avec le DTU 43.1. Les béquets maçonnés sont altérés et parfois implantés trop bas par rapport au niveau du complexe d'étanchéité. Les évacuations d'eaux pluviales (EEP) sont en mauvais état, partiellement obstruées et en nombre insuffisant (2 terrasses ne disposant que d'une seule EEP, sans dispositif de trop-plein). Par ailleurs, la rouille s'est installée sur les capotages métalliques, et les lanterneaux ne sont plus étanches : leurs joints de masticage sont usés (le service de maintenance suspecte une présence d'amiante), avec dépôts biologiques, infiltrations récurrentes et corrosion localisée des éléments métalliques. Les revers des lanterneaux montrent des traces d'infiltration, de moisissures et un écaillage du revêtement.
Une infiltration importante est présente dans la salle 3, sous le lanterneau à 5 baies le plus au nord. Cette infiltration, qui menace les œuvres exposées en dessous, pourrait provenir d'une fuite sur la descente d'eaux pluviales (EP) située juste au droit du lanterneau.
Une intervention complète et coordonnée est nécessaire pour rétablir l'étanchéité et ses relevés périphériques, remettre en état les menuiseries, sécuriser les points singuliers et assurer la mise hors d'eau et hors d'air du musée.

PARTI DE RESTAURATION

Le projet de restauration de la toiture-terrasse et des lanterneaux s'inscrit dans une démarche de conservation raisonnée, visant à préserver le bâtiment et les collections qu'il abrite des entrées d'eau, tout en assurant la pérennité technique et la mise en conformité réglementaire des ouvrages. L'objectif est de stopper les désordres liés à l'usure et aux défauts du complexe existant, sans altérer l'identité architecturale du bâtiment.
L'objectif est double : traiter durablement les désordres constatés (usure, défauts d'étanchéité) et mettre l'ouvrage en conformité avec les normes thermiques et acoustiques actuelles, sans modifier l'aspect architectural du bâtiment.

Solution d'étanchéité retenue

D'après la notice descriptive de SECC datée du 24/07/2026

Il est proposé :

- Une réfection complète en adhérence sur dalle béton (DTU 43.1 et 43.5), après dépose totale du complexe existant.

• Dépose du complexe existant

Il est proposé :

- La dépose de la chape de protection (≈ 70 mm), du géotextile, de la membrane bitumineuse d'étanchéité, de l'isolant polyuréthane (PU, ≈ 100 mm) et du film polyéthylène / pare-vapeur, jusqu'à la dalle béton support.
- Le tri et évacuation en filière agréée. **Dépose subordonnée au résultat du RAAT (art. 3.5).**

• Support et préparation

Il est proposé :

- La reconnaissance et la préparation de la dalle béton conformément au DTU 43.5 : rebouchage des épaufrures et fissures, reprofilage ponctuel, dépoussiérage, application d'un enduit d'imprégnation à froid (EIF).
- Le contrôle de l'humidité résiduelle du support avant pose du pare-vapeur (prévention des cloques — DTU 43.1 §7).

• Par vapeur

Il est proposé :

- La création d'un pare-vapeur bitumineux soudé en plein sur EIF (adapté aux locaux à moyenne hygrométrie et à la protection de l'isolant contre les remontées de vapeur).
- Le relevé du pare-vapeur en périphérie.

- **Isolation thermique à pente intégrée**

Il est proposé :

- Une isolation en polyisocyanurate (PIR) à pente intégrée, type Recticel Eurothane Silver A (λD = 0,023 W/m·K, ACERMI 21/003/1509), assurant simultanément l'isolation et la pente (art. 4.6). Constitution : une couche de base plane en PIR assurant le R mini de 4,00 aux points bas (≈ 100 mm, R = 4,35), surmontée des panneaux à pente intégrée Silver A 1/50e (2 %). Résistance thermique : R mini 4,00 aux avaloirs — exigence exacte de la RT Existant en zone H3 (Biot) — et R moyen ≈ 6 à 7, au-delà du seuil d'aides CEE de 4,5. Fixation mécanique de l'isolant admise sur béton selon l'ATec/DTA du système (art. 3.2). L'isolant PIR n'étant pas sensible aux températures élevées (> 85 °C), il est compatible avec un revêtement apparent (règle CSFE R2).

- **Revêtement d'étanchéité**

Il est proposé :

- La création d'une étanchéité bitumineuse bicouche SBS soudée : première couche (feutre bitumineux SBS) + couche de finition autoprotégée. Exigences SECC : teinte claire SRI ≥ 40, classement de poinçonnement I5 (épaisseur de finition ≥ 5 mm), classement au feu venant de l'extérieur Broof(t3). Recouvrements, soudures et traitements de lés conformes au DTU 43.1. Une variante membrane synthétique (PVC/TPO) pourra être proposé afin de satisfaire les contraintes de teintes.

- **Forme de pente – dimensionnement de l'isolant**

Il est proposé :

- La création d'une pente 2 % (1/50e) réalisée par l'isolant à pente intégrée, avec points hauts et lignes de partage dirigeant les eaux vers les EEP. Pour conserver une épaisseur d'isolant ≤ ~200 mm au point haut (et préserver la hauteur de relevé), les longueurs de rampant sont limitées à ≤ 6 m. Le tableau ci-dessous donne, pour une couche de base de 100 mm (R = 4,35) et λ = 0,023, les épaisseurs et résistances selon la longueur de rampant.

Rampant (haut → avaloir)	Isolant : bas → haut (moyen)	R : mini / moyen
3 m	100 → 160 mm (130)	4,35 / 5,65
4 m	100 → 180 mm (140)	4,35 / 6,09
5 m (recommandé)	100 → 200 mm (150)	4,35 / 6,52
6 m (maxi)	100 → 220 mm (160)	4,35 / 6,96

Configuration recommandée : rampants ≈ 5 m → isolant 100 → 200 mm, R moyen ≈ 6,5. Le plan de calepinage à la pente (fabricant, phase PRO) précisera l'implantation des lignes de partage, les épaisseurs et le R moyen par zone. Plan en ANNEXE.

- **Relevés, acrotères et continuité de l'isolation**

Il est proposé :

- La création de relevés d'étanchéité d'au moins 15 cm au-dessus de la protection (DTU 43.1 §5), avec rehausse des maçonneries d'acrotère / béquets là où leur hauteur est insuffisante (DTU 20.12). Aucune fixation traversante (garde-corps, réseaux) à moins de 15 cm du pied de relevé : reprise des fixations non conformes constatées. Traitement des angles par équerres de renfort. Interface avec les coiffes/couvertines zinc (lot couverture) par solin étanche.
- Continuité thermique : conformément aux Recommandations Professionnelles CSFE Dossier 04 (2012), mise en place d'un isolant de relevé de R ≈ 2,00 m²·K/W (type Recticel Eurothane Bi-4 ou équivalent) sur tout le pourtour — acrotères, béquets et costières de lanterneaux, où l'isolation avait été omise (ponts thermiques signalés le 22/07) — en liaison continue avec l'isolant de partie courante. Au-delà de 2 m²·K/W, l'incidence sur le pont thermique devient négligeable.

- **Evacuation des eaux pluviales et trop-pleins**

- L'existant (5 EEP par terrasse, sans trop-plein) est sous-dimensionné : il est proposé une organisation du drainage par l'isolation pentée répartit les surfaces sur ≈ 6 avaloirs, chacun équipé d'une platine à collerette soudée (nœud étanche) et d'un trop-plein associé, redimensionnés selon le DTU 60.11.
- Création d'une évacuation d'eau pluviale avec raccordement au réseau

- **Points singuliers et pénétrations**

- Traitement étanche de toutes les pénétrations (gaines, réseaux, châssis) par manchons et platines soudées ;
- Dépose des différents réseaux fixés sur les relevés et redéploiement hors zone de relevé ;
- Mastic d'étanchéité neutre aux interfaces maçonnerie/menuiserie, avec fond de joint, là où nécessaire ;
- Dés et supports d'ouvrages techniques (réservoir, centrale de traitement d'air) : platine étanche et relevé conforme.

- **Interfaces avec la couverture**

Les ouvrages suivants, traités au lot couverture/menuiseries, conditionnent l'étanchéité et devront être coordonnés : coiffes et couvertines zinc sur acrotères et béquets ; couverture zinc et menuiseries double vitrage des lanterneaux ; réfection partielle du bac acier (≈ 20 %) et de ses attaches corrodées ; passerelle

métallique d'entretien sur patins (à poser sur dés désolidarisés du revêtement pour ne pas poinçonner l'étanchéité).

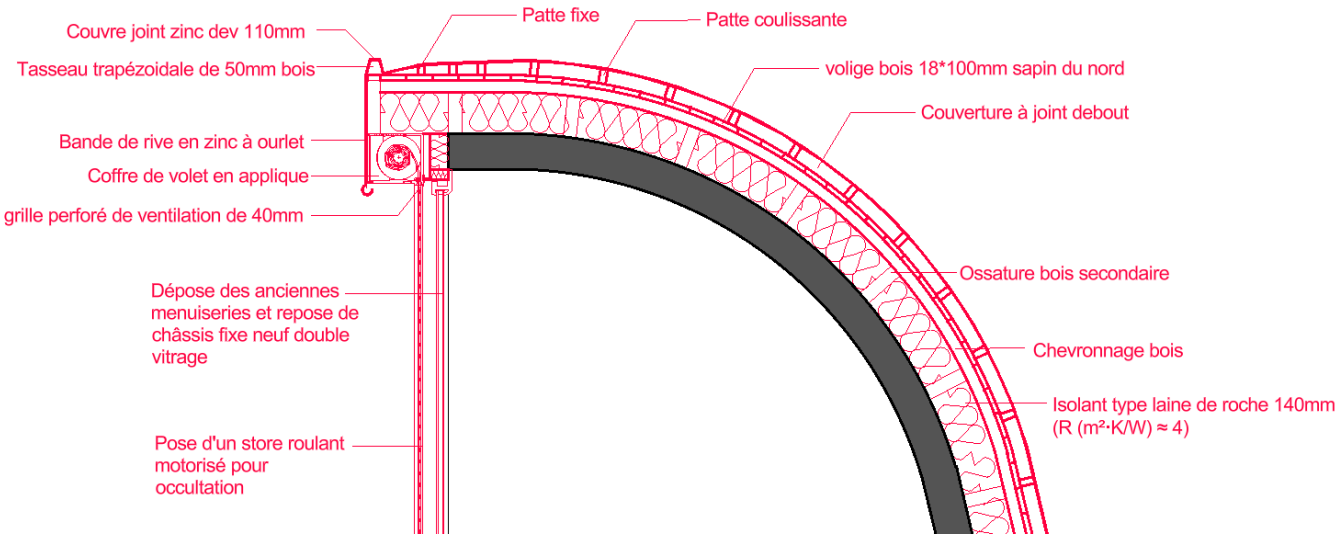
- **Sunthèse des perfomances et exigences**

Caractéristique	Exigence retenue	Référence
Système d'étanchéité	Bicouche bitumineux SBS soudé, autoprotégé	DTU 43.1 / 43.5
Isolation partie courante	PIR à pente intégrée (Silver A, λ 0,023) ; R mini 4,00, R moyen ≈ 6–7	RT Existant zone H3 (arrêté 22/03/2017) · R ≥ 4,0
Isolation de relevé	R ≈ 2,00 m²·K/W (type Eurothane Bi-4), continue y c. lanterneaux	CSFE Reco Pro Dossier 04 (2012)
Pente	2 % (1/50ᵉ), rampants ≤ 6 m	DTU 43.1 / CSFE R5
Réflectance solaire (teinte)	SRI ≥ 40 (teinte claire)	CSFE 2026 — R1/R2
Résistance au poinçonnement (grêle)	Classement I5 (finition ≥ 5 mm)	NF P84-354 / CSFE R3
Classement au feu	Broof(t3)	Arrêté du 25 juin 1980 modifié (Article CO17)
Hauteur des relevés	≥ 15 cm ; aucune fixation < 10 cm du pied	DTU 43.1 §5
Évacuations EP	≈ 6 avaloirs redimensionnés + TP ; EEP Est existante conservée	DTU 60.11
Tenue à l'atmosphère marine	Protection anticorrosion des accessoires métalliques (classe ≥ C4)	Contexte site
Entretien	1 à 2 visites/an (zone marine)	CSFE R7

Solution de couverture retenue

D'après la notice descriptive de SECC datée du 24/07/2026

Le matériau retenu pour l'ensemble des ouvrages de couverture, de bavettes, de coiffage et de solins est le zinc naturel, en épaisseur 8/10e (0,8 mm), mis en œuvre en feuilles ou éléments pliés sur mesure selon les développés relevés sur site.



Coupe de principe

- **Ossature secondaire**

Il est proposé :

- La mise en œuvre d'une ossature secondaire en bois posée parallèlement à la ligne d'égout et fixée dans la dalle béton au moyen d'équerre en acier galvanisé.

- **Isolation thermique**

Il est proposé :

- La mise en place de panneaux semi-rigides en laine de roche de type Rockfaçade de chez Rockwool. Le complexe disposé entre chevrons devra avoir un R > 4 m² K/W, soit une épaisseur de 140mm.

- **Chevronnage**

Il est proposé :

- La réalisation d'un chevronnage en bois de section 40 × 60 mm, posé perpendiculairement à la ligne d'égout. Compte tenu de la géométrie cintrée de l'édicule, les chevrons seront réalisés en lamibois de type Kerto afin de permettre le respect de la courbure de l'ouvrage.

- **Voligeage jointif**

Il est proposé :

La mise en œuvre du support jointif en voliges sapin traité classe 2 de 18 mm d'épaisseur, écartement entre voliges de 5 mm, fixées sur chaque chevron par des clous annelés adaptés à l'épaisseur des voliges.

- **Couverture à joint debout**

Il est proposé :

- La réalisation d'une couverture froide par la mise en œuvre d'une couverture à joint debout réalisée en travée de 0,50m de largeur.

L'entreprise devra la mise en œuvre d'une couverture de bac zinc de 0,80 mm d'épaisseur en longues feuilles à joint debout. La ventilation sera assurée par une entrée d'air continue à l'égout et une sortie linéaire au faitage. L'épaisseur de la lame d'air sera de 40mm.

- **Révision de la couverture en tôle d'acier**

Il est proposé :

- Des tôles en bac acier existantes, dont les attaches sont fortement corrodées, font l'objet d'une réfection partielle à hauteur d'environ 20 % des surfaces concernées, avec remplacement systématique des attaches corrodées, afin de garantir la tenue mécanique de la couverture au droit des raccords avec les ouvrages en zinc.

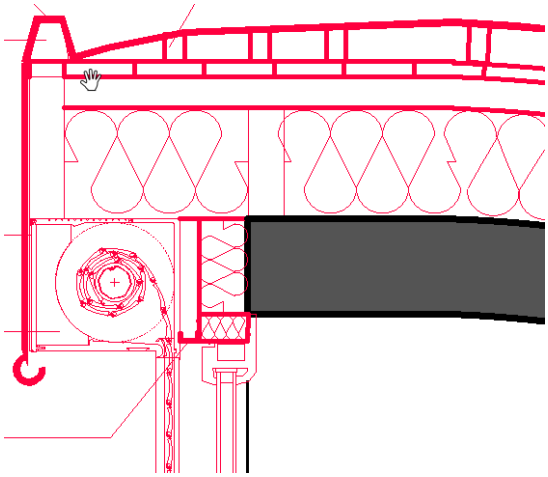
- **Rejingot en pied de menuiserie**

Il est proposé :

- En partie basse, la couverture zinc du lanterneau remonte en rejingot contre la costière de la menuiserie, sur une hauteur minimale de 5 cm au-dessus du plan de couverture courant. Ce rejingot, plié d'une seule pièce avec le zinc de couverture ou raccordé par agrafure, constitue une barrière étanche empêchant toute infiltration d'eau sous le châssis en cas de ruissellement ou de surverse.
- Le rejoingot est doublé, côté intérieur du châssis, d'une bavette de recouvrement (couvre-joint) venant sur le profil aluminium de la menuiserie sur un recouvrement d'au moins 3 cm, permettant le libre écoulement de l'eau sans point de rétention.

- **Finition en tête de menuiserie**

Une synthèse architecturale devra être réalisée afin de définir le traitement de la tête de couverture et d'assurer une parfaite intégration des différents ouvrages. Cette étude devra notamment statuer sur le principe de finition retenu au droit des volets roulants, en comparant les différentes solutions envisageables (coffres apparents ou coffres dissimulés derrière un habillage en bardage).



Coupe de principe

- **Synthèse des perfommances et exigences**

Ouvrage / élément	Matériau / disposition retenue	Performance / caractéristique
Support de la zinguerie (types A et B)	Chevrons bois fixés mécaniquement sur la maçonnerie/voile béton, recevant un voligeage bois continu	Support continu, adapté au développé courbe
Couverture des lanterneaux (types A et B)	Zinc en couverture à joint debout, posé sur voligeage bois,	Zinc , épaissenaturelur 8/10e (0,8 mm)
Isolation des lanterneaux	Isolant laine de roche, disposé entre le voile béton et le support bois de couverture	Épaisseur 140 mm — R ≈ 4 m².K/W
Bavette / coiffage des relevés de terrasse	Zinc plié sur mesure, recouvrant la jonction membrane/relevé, avec débord côté façade pour l'écoulement ; scellement en about maçonné	Zinc titane 8/10e

Rappel de la conformité à la règlementation thermique existante

D'après la notice descriptive de CINFORA datée du 30/07/2026

En fonction des caractéristiques du bâtiment et de l'importance des travaux entrepris, les mesures réglementaires sont différentes :

- La RT Existant Globale s'applique aux projets qui respectent les 3 critères suivants :
  - la Surface Hors Œuvre Nette (SHON) rénovée est supérieure à 1000m² ;
  - la date d'achèvement du bâtiment est postérieure au 1er janvier 1948 ;
  - le coût des travaux de rénovation « thermique » décidés par le maître

d'ouvrage est supérieur à 25% de la valeur hors foncier du bâtiment, ce qui correspond à 1 679 € HT /m² pour les locaux non résidentiels au 1er janvier 2026 (suivant la fiche d'application https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/_20260101_fa_calcul_de_la_valeur_d_un_batiment_v1_15.pdf).

Elle définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové, à justifier par un calcul thermique réglementaire.

- La RT Existant Par Elément s'applique aux autres projets. En cas de remplacement d'un élément du bâtiment (pose d'isolation, menuiseries, remplacement de systèmes énergétiques), elle définit des performances minimales à respecter pour l'élément remplacé.

  Pour une surface de référence du projet d'environ 2 500 m², la valeur règlementaire du bâtiment est de 4 197 500 € HT, soit un seuil de 25% égal à 1 049 375 € HT.

  Le montant des travaux retenus étant d'après le diagnostic estimés à 287 000 € HT, revu à 458 379 € HT (tranche ferme et optionnelle comprises) hors désamiantage, qui est de 2828,80 € HT, celui-ci est inférieur au seuil de 25%. En conséquence, l'opération n'est pas soumise à la RT Existant Globale, mais à la RT Existant par Elément.

Solution de mise en conformité thermique retenue

D'après la notice descriptive de CINFORA datée du 30/07/2026

- **Situation géographique et conditions climatiques**

Le projet consiste en la réhabilitation du Musée National Fernand Léger. La parcelle se situe sur la commune de Biot (06410), située en zone climatique H3. Les conditions de températures et d'hygrométrie sont les suivantes :

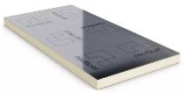
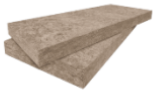
➢ Département : Alpes-Maritimes (06)
➢ Situation : Littorale (mer ≤ 10 km)
➢ Altitude : 27 m
➢ T° ext. de base corrigée : - 4°C
➢ T° moyenne annuelle : 12,0°C
➢ Zone climatique : H3

- **Hypothèse retenue**

L'étude thermique suivante a été réalisée sur la base des plans en date de juillet 2026. Toute modification, même mineure, de ces plans remettra en cause les calculs et donc la conformité réglementaire ou l'atteinte des objectifs de performance énergétique.

- **Solution envisagée**

La solution envisagée préconise l'isolation de la toiture-terrasse. Le tableau ci-dessous détaille l'isolation préconisée par type de paroi :

Désignation	Structure	Isolant				
		Localisation	Référence	Epaisseur (mm)	Résistance (m^2.K/W)	Visualisation
Toiture Terrasse	Béton	Sous étanchéité	Polyisocyanurate type Recticel Eurothane Silver A (Recticel)	100	4,35 (>=4,00)	
Toiture sheds	Couverture	Entre chevrons	Laine de roche type Rockplus Premium Nu (Rockwool)	140	4,35 (>=4,00)	

A NOTER : Les références d'isolants indiquées ci-dessus sont données à titre indicatif. Il est possible de les remplacer par un produit ayant une résistance thermique supérieure ou égale.

Les caractéristiques que devront avoir les menuiseries des sheds sont données ci-dessous :

Menuiseries	Coefficient de transmission thermique U_w moyen		Menuiseries mises en place après travaux : 1,60 W/m^2.K (<= 1,90)	
	Châssis			
	Type	Aluminium	Transmission thermique châssis U_f	2,00 W/m^2.K
	Vitrage			
	Modèle	Stadip Protect Cool-Lite Xtreme 70/33 (Saint Gobain Glass)	Composition	44.2/15/4 ou équivalent
			Transmission thermique vitrage U_g	1,0 W/m^2.K
	Facteur solaire S_g	33%	Transmission lumineuse vitrage Tl_g	70%
	Espaceur	Thermiquement amélioré	Coeff. Linéique jonction $\Psi_{espaceur}$	0,11 W/m.K
	Protection mobiles			
	Type	Stores extérieurs motorisés		

Avec les préconisations de la solution technique envisagée, le projet rénové est conforme à la règlementation RT existant (arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants).

Solution d'occultation retenue

Il est prévu la mise en œuvre de volets roulants motorisés au droit de chaque lanterneau. Le coffre, posé en applique et habillé d'une bande de rive en zinc à ourlet, sera

commandé individuellement par télécommande groupée radio depuis l'intérieur de la salle 3.

Le tablier sera constitué de lames en aluminium ajourées, permettant une modulation de l'apport lumineux selon la position du volet : occultation complète en position basse et diffusion d'une lumière filtrée et rasante lorsque le volet est partiellement ouvert.

Point de vigilance réglementaire et technique

D'après la notice descriptive de SECC datée du 24/07/2026

- **Amiante :** RAAT obligatoire avant travaux (bâtiment 1990) — conditionne dépose et coût ;
- **Atmosphère marine (~4 km mer) :** corrosion accélérée déjà constatée (attaches bac acier, cornières, gaines) ; prescrire aciers protégés/inox et zinc adaptés (classe de corrosivité ≥ C4) ;
- **Sécurité en toiture :** dispositifs collectifs pérennes (garde-corps conformes, points d'ancrage / ligne de vie) à prévoir ; les garde-corps actuels sont fixés de façon non conforme sur les relevés.
- **Paratonnerre en toiture :** Prévoir la dépose / repose par le mainteneur par la MOA.

PROGRAMME DE TRAVAUX

LOT 1 ETANCHEITE

Sur la base de l'estimatif prévisionnelle APD de SECC en ANNEXE

TRANCHE FERME

Installation générale de chantier

- Fourniture et pose d'un panneau de chantier
- Clôture/palissade de chantier
- Base vie/bungalow de chantier
- Raccordement eau/électricité + éclairage de chantier
- Tour d'échafaudage mobile
- Sapine d'accès – Amenée + montage + dépose
- Treuil/monte-charge – Amenée + montage + dépose
- Parapluie – Amenée + montage + dépose
- Tunnel de protection

Travaux préliminaires de dépose

- Dépose complète du complexe d'étanchéité

Travaux d'isolation et étanchéité de la toiture terrasse

- Préparation du support béton + EIF
- Pose d'un pare vapeur soudé en plein

- Pose d'une isolation à pente intégrée + base plane
- Pose d'une étanchéité bicouche SBS autoprotégée
- Relevés d'étanchéité + rehausse maçonnée acrotères/béquets
- Isolation de relevé (continuité thermique R ≈ 2,00, type Bi-4) — pourtour + lanterneaux
- Points singuliers, solin d'interface, mastics, équerres, reprise pénétrations

Travaux d'isolation et étanchéité de la toiture terrasse

- Vérification par caméra des descentes murés et rapport
- Création d'une descente d'eau pluviale, y compris raccordement au réseau et encastrement par chemisage
- Réfection/adaptation des évacuation existantes, y compris fourniture et pose de trop-pleins

Travaux divers

- Nettoyage et repli du chantier

TRANCHE OPTIONNELLE

Installation générale de chantier

- Clôture/palissade de chantier
- Base vie/bungalow de chantier
- Raccordement eau/électricité + éclairage de chantier
- Sapine d'accès – Amenée + montage + dépose
- Treuil/monte-charge – Amenée + montage + dépose
- Tunnel de protection

Travaux de sécurisation

- Dépose des gardes corps périphériques
- Pose de nouveaux garde-corps sur supports "Z" fixés mécaniquement en tête d'acrotères
- Provision pour contrôle/essai de poussé

Travaux de menuiserie trappe d'accès

- Accompagnement lot menuiserie pour mise en continuité des relevés d'étanchéités autours de la trappe d'accès

Travaux de guidage des eaux pluviales

- Provision pour remplacement de descentes fuyarde actuelles par descentes en zinc

Travaux divers

- Nettoyage et repli du chantier

LOT 2 COUVERTURE

Sur la base de l'estimatif prévisionnelle APD de SECC en ANNEXE

TRANCHE FERME

Travaux de zinguerie

- Pose de bavette en zinc sur les relevés d'étanchéité périphérique 8/10e

Travaux d'isolation et de couverture des lanterneaux Nord-Est

- Fourniture et pose d'une ossature secondaire en bois
- Fourniture et pose d'une isolation type laine de roche
- Fourniture et pose d'un habillage en zinc sur les lanterneaux

TRANCHE OPTIONNELLE

Travaux de zinguerie

- Révision de la couverture centrale de la gaine maçonnée, y cis remplacement de la quincaillerie
- Dépose de la membrane type Paxalu
- Remplacement des couvertines zinc des acrotères périphériques
- Pose de protection en zinc sur les cheminées/éléments en saillies

Travaux d'isolation et de couverture des lanterneaux Nord Ouest

- Fourniture et pose d'une ossature secondaire en bois
- Fourniture et pose d'une isolation type laine de roche
- Fourniture et pose d'un habillage en zinc sur les lanterneaux

LOT 3 MENUISERIE

Sur la base de l'estimatif prévisionnelle APD de SECC en ANNEXE

TRANCHE FERME

Travaux de menuiserie lanterneaux

- Dépose des menuiseries en place
- Fourniture et pose de menuiseries à 1 châssis fixe et double vitrage lanterneaux Nord Est
- Fourniture et pose de menuiseries à 5 châssis fixe et double vitrage lanterneaux Nord-ouest
- Réservation pour pose d'un volet roulant motorisé en applique en TO

TRANCHE OPTIONNELLE

Travaux de menuiserie lanterneaux

- Fourniture et pose de coffres de volet roulant motorisé en applique avec configuration à deux tabliers

Travaux de menuiserie trappe d'accès

- Dépose de la trappe d'accès actuelle
- Fourniture et pose d'une trappe d'accès 100x100cm avec fonction de désenfumage
- Fourniture et pose d'une échelle crinoline

Travaux divers

- Fourniture et pose d'une passerelle métallique sur patins entre les deux toitures terrasses

Nice, le 13/08/206

MADELÉNAT ARCHITECTURE

ANNEXES – SECC

7. Estimation prévisionnelle APD

Estimation de maîtrise d'œuvre au stade APD, **hors menuiseries**, établie sur les quantités mesurées sur DWG : 406 m² de partie courante et ≈ 220 ml de relevés. Estimation indicative à ± 20 %, **non contractuelles**, à affiner en PRO sur métré fin et résultats du RAAT.

Poste	Estimation € HT
Installations de chantier, accès et protection site muséal, sécurité collective provisoire	20 000
Dépose complète du complexe existant + évacuation	34 500
Préparation du support béton + EIF	6 100
Pare-vapeur soudé en plein	7 300
Isolation à pente intégrée Eurothane Silver A 2 % + base plane (R mini 4,00 / R moy ≈ 6,5)	35 000
Étanchéité bicouche SBS autoprotégée (SRI ≥ 40, I5, Broof(t3))	34 500
Relevés d'étanchéité (≈ 220 ml) + rehausse maçonnée acrotères/béquets	33 000
Isolation de relevé (continuité thermique R ≈ 2,00, type Bi-4) — pourtour + lanterneaux	6 000
EEP : réfection/adaptation + trop-pleins (réemploi des avaloirs existants)	4 500
Points singuliers, solins d'interface, mastics, équerres, reprise pénétrations	15 000
Remplacement des garde-corps, compris dépose	12 000
Habillage zinc des édicules, compris support et isolation	145 000
Révision de la couverture en tôle d'acier	3 500
Protection zinc des relevés d'étanchéité	12 000
Remplacement des couvertines en zinc	13 500
Nettoyage et repli	4 000
TOTAL (hors aléa désamiantage)	**385 000 € HT**

Un éventuel retrait d'amiante (selon RAAT) et les lots couverture/menuiseries/passerelle sont exclus de ce montant.

1.5 Référentiel normatif applicable

Référence	Objet
DTU 43.1 (NF P84-204)	Étanchéité des toitures-terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie / béton
DTU 43.5	Réfection des ouvrages d'étanchéité de toitures-terrasses
DTU 20.12	Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité
DTU 40.41	Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc
DTU 36.2	Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures
DTU 40.5	Travaux d'évacuation des eaux pluviales
DTU 40.5	Travaux d'évacuation des eaux pluviales
DTU 60.11	Règles de calcul des installations d'évacuation des eaux pluviales
NF P84-354 / référentiel FIT	Classement de poinçonnement (I5) des revêtements d'étanchéité
RT Existant (arrêté 3/05/2007 mod. 22/03/2017)	Rénovation élément par élément — toiture-terrasse zone H3 : R ≥ 4,0 m²·K/W (le seuil 4,5 relève des aides CEE)
CSFE — Recommandations Pro Dossier 04 (2012)	Isolation thermique des toitures-terrasses et relevés — isolant de relevé R ≈ 2 m²·K/W
Guide CSFE mai 2026	Adaptation des toitures étanchées au changement climatique (SRI, I5, pentes, entretien)
Code du travail (amiante)	Repérage amiante avant travaux (RAAT) préalable obligatoire
	Ensemble des avis techniques des produits utilisés
	Ensemble des textes législatifs et règlementaires

MENTIONS LEGALES & CONTACT

Raison sociale :	MADELENAT ARCHITECTURE SAS
Adresse :	32 rue de l'hôtel des Postes, Bloc C, 06000 Nice
Siège social :	58 rue Monsieur le Prince 75006 Paris
SIREN :	838 658 888
Code APE :	7111 Z
N° d'ordre :	S19825
TVA	FR85838658888
Assurance MAF	165787/B
Contact :	contact@madelenat.archi
Site internet :	https://madelenat.archi/