

4, rue de l'Aluminium
77 176 Savigny-le-Temple
Tél : 01 87 20 43 34
Courriel : contact@stego-ingenierie.fr
www.stego-ingenierie.fr

Maître d'Ouvrage

**MINISTERE DE LA JUSTICE
SG/DIRSG SUS/ DI TOULOUSE**

Projet n° SGO_ETD24093100768CD

Opération

**Palais de Justice de Toulouse
2 Allée Jules Guesde
31 000 TOULOUSE**

DIAGNOSTIC TECHNIQUE DES TOITURES TERRASSES

Indice 0 - 24/02/2025

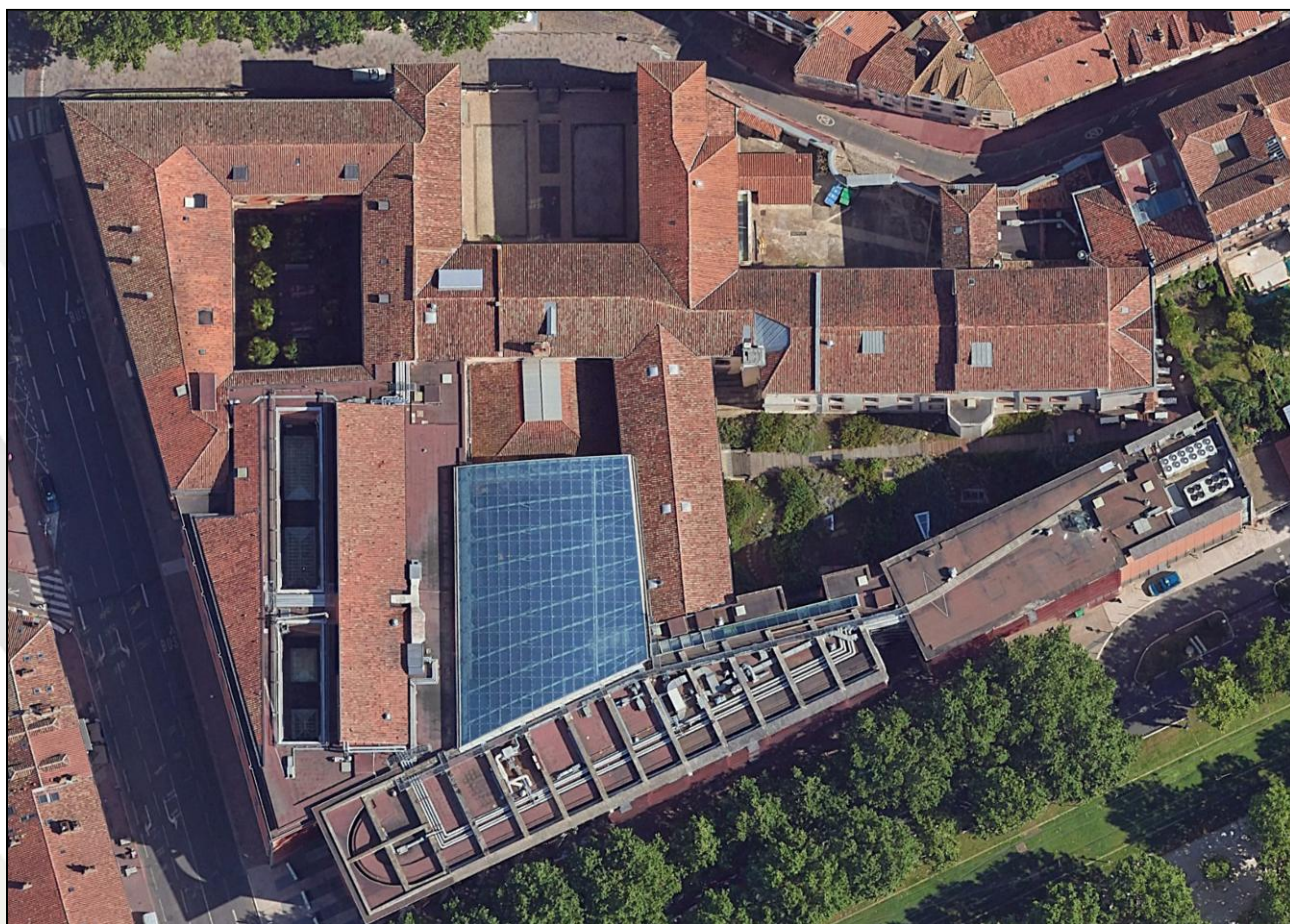


TABLE DES MATIÈRES

1	DOCUMENTS OFFICIELS ET DTU	3
2	PÉRIMÈTRE DE L'OPÉRATION	4
3	PRÉAMBULE.....	5
4	ETUDE DE L'EXISTANT	6
4.1	Les surfaces courantes	6
4.2	Les sondages	10
4.3	Les reliefs.....	12
4.4	Les dispositifs d'évacuation des eaux de pluie.....	14
4.4.1	Évacuation du chéneau de la Grand'Chambre	17
4.5	Les accessoires.....	21
4.6	Les équipements techniques	25
4.7	La sécurité.....	29
5	ÉTUDE DU PLAN LOCAL D'URABNISME	33
6	ÉTUDE DU CONTRAT DE MAINTENANCE DES TOITURES TERRASSES	34
7	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS TECHNIQUES	37
8	APPROCHE BUDGETAIRE DES TRAVAUX	40

1 DOCUMENTS OFFICIELS ET DTU

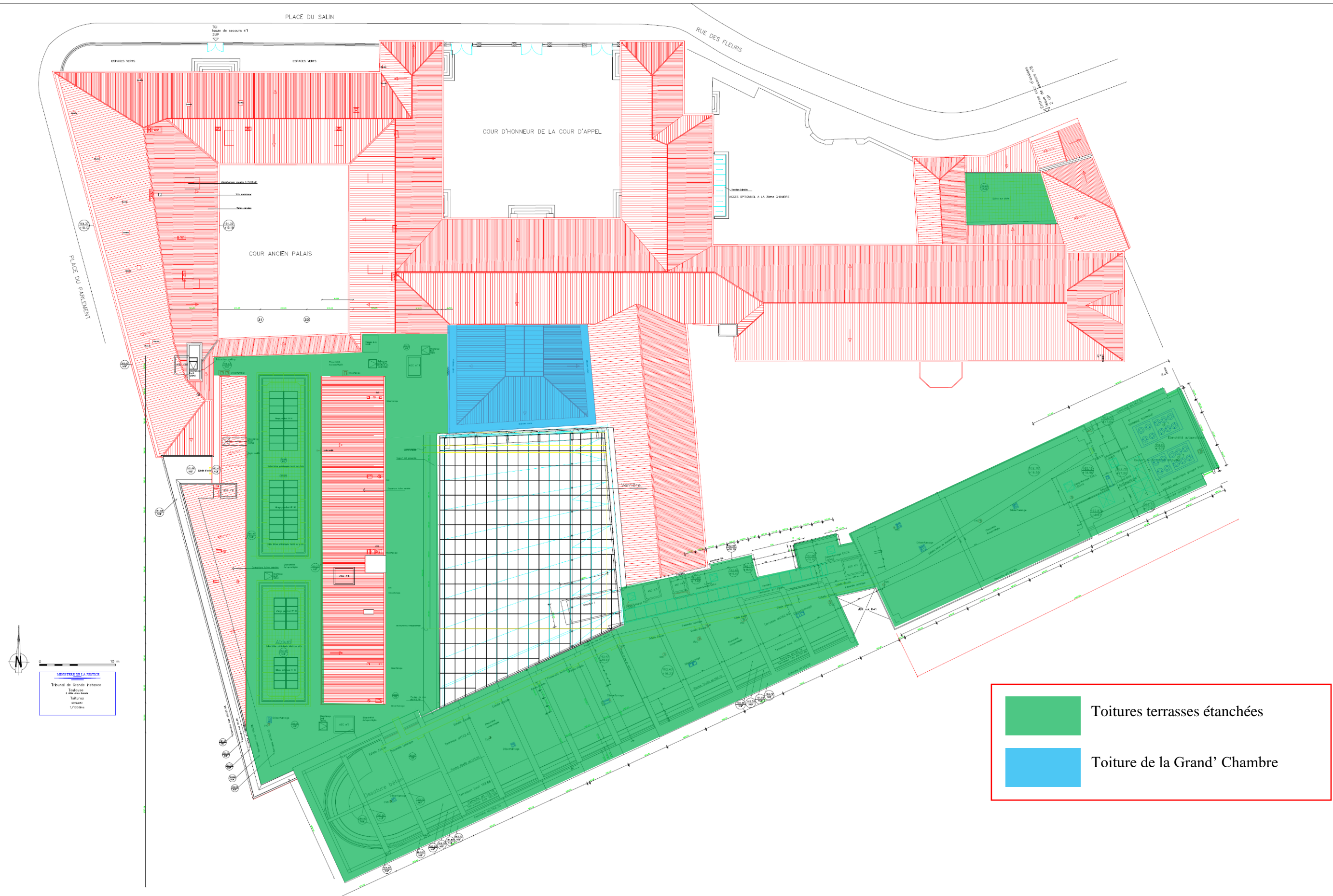
Les ouvrages ainsi que leurs techniques de pose sont définis dans les documents officiels suivants :

Étanchéité :

- ✓ **DTU 40.35** : Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues.
- ✓ **NF DTU 43.1** : Travaux de bâtiment Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine.
- ✓ **NF DTU 43.4** : Travaux de bâtiment – Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtement d'étanchéité
- ✓ **NF DTU 43.5** : Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures terrasses ou inclinés.
- ✓ **NF DTU 60.11** Concernant les gouttières, chéneaux et descentes d'eaux pluviales.
- ✓ **NF E85-015** : Éléments d'installations industrielles - Moyens d'accès permanents - Escaliers, échelles à marches et garde-corps.
- ✓ **NFP 36.402 à NFP 36.406** : Évacuation des eaux pluviales.
- ✓ **Règles professionnelles** pour la réfection complète des revêtements d'étanchéité des toitures-terrasses et inclinées (CSNE).
- ✓ **Cahier 3502 - e-Cahiers du CSTB** (avril 2004) : Étanchéités de toitures par membranes monocouches synthétiques en PVC-P non compatible avec le bitume faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un document d'application - Cahier des prescriptions techniques communes de mise en œuvre.
- ✓ **Règles NV 65** (février 2009) définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes.
- ✓ **Eurocodes**.
- ✓ **Avis techniques en vigueur** des systèmes d'étanchéité des fabricants concernés.
- ✓ **L'ensemble des normes** régissant les produits mis en œuvre sur le chantier.
- ✓ **NFS 61.938 et NFS 61.932**.
- ✓ **Code du Travail**.

Listes non-exhaustives des normes et pièces officielles déterminant la conformité des ouvrages décrits ci-après.

2 PÉRIMÈTRE DE L'OPÉRATION



3 PRÉAMBULE

Dans le cadre de notre mission de diagnostic, nous nous sommes rendus sur le couvert du Palais de Justice de Toulouse situé au 2 Allée Jules Guesde à TOULOUSE (31 000) le 19 Novembre 2024 sur les toitures afin de réaliser nos investigations sur site.

Rappel de la mission :

L'audit devra recenser :

- Les équipements présents en toiture terrasse ayant une interaction avec les étanchéités ou devant être pris en compte dans une future opération de réfection de ces étanchéités ;
- Les évacuations d'eau et les écoulements vers celles-ci (présence de flash), leur nombre et un avis sur leur dimensionnement ;
- Les désordres constatés sur l'étanchéité, relevés d'étanchéité, les couvertines, les évacuations, ...
- Les équipements de sécurité pour les interventions, leur éventuelle absence, leur état ;
- Les défauts de maintenance et analyser les contrats de maintenance relatifs à l'entretien des toitures terrasses et des équipements de sécurité pour l'entretien de celle-ci ;
- Les évacuations de la toiture de la Grand 'Chambre et leur fonctionnement.

L'audit devra rechercher les pistes d'améliorations à apporter au complexe toiture terrasse, notamment (sans être exhaustif) :

- Recenser les technologies pouvant être mise en œuvre en listant leurs avantages et inconvénients.
- La mise en œuvre d'étanchéités présentant des caractéristiques réflexives et émissives intéressantes (produits type « Cool roof »), au regard de la faisabilité technique et de la faisabilité au regard de l'urbanisme et du Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur (PSMV) ;
- L'éventualité d'un renforcement de l'isolation des toitures terrasse en fonction de la faisabilité technique et en intégrant les travaux embraqués (réhausse, relevés d'étanchéité, ...) ;
- Amélioration des évacuations d'eau et les écoulements vers celles-ci ;
- Relatif à l'entretien et aux contrats de maintenance ;
- Amélioration des évacuations d'eau de la toiture de la Grand 'Chambre, avec dimensionnements selon les fréquences des pluies pour atteindre le maximum possible.

4 ETUDE DE L'EXISTANT

4.1 Les surfaces courantes

Les surfaces courantes sont traitées au moyen de revêtements d'étanchéité autoprotégés par granulés minéraux.

Nous relevons la présence d'une toiture terrasse avec protection gravillons.

Les complexe iso-étanches sont mise en œuvre sur des supports en maçonnerie à pente nulle conforme à la NF DTU 20.12.



Vue d'ensemble des toitures terrasses



Désordres et pathologies relevés :



Faïençage du revêtement d'étanchéité
autoprotégé

Cette pathologie atteste de la vétusté du matériau d'étanchéité, ce dernier arrive au terme de ses capacités techniques.



Présence de gonfles en surfaces
courantes

Cette pathologie démontre l'inaptitude ponctuelle du complexe d'étanchéité à assurer son rôle technique.



Présence de nombreuses réparations
ponctuelles



Présence de nombreuses réparations
ponctuelles

Les rétentions d'eaux ne représentent pas de risque immédiat pour le hors d'eaux des locaux sous-jacents, néanmoins, ces dernières attestent d'un défaut d'écoulement des eaux pluviales, d'ouvrages de récolte engorgés ou encore mal positionnés.



Prolifération de végétaux de type
cryptogame
(Défaut d'entretien)

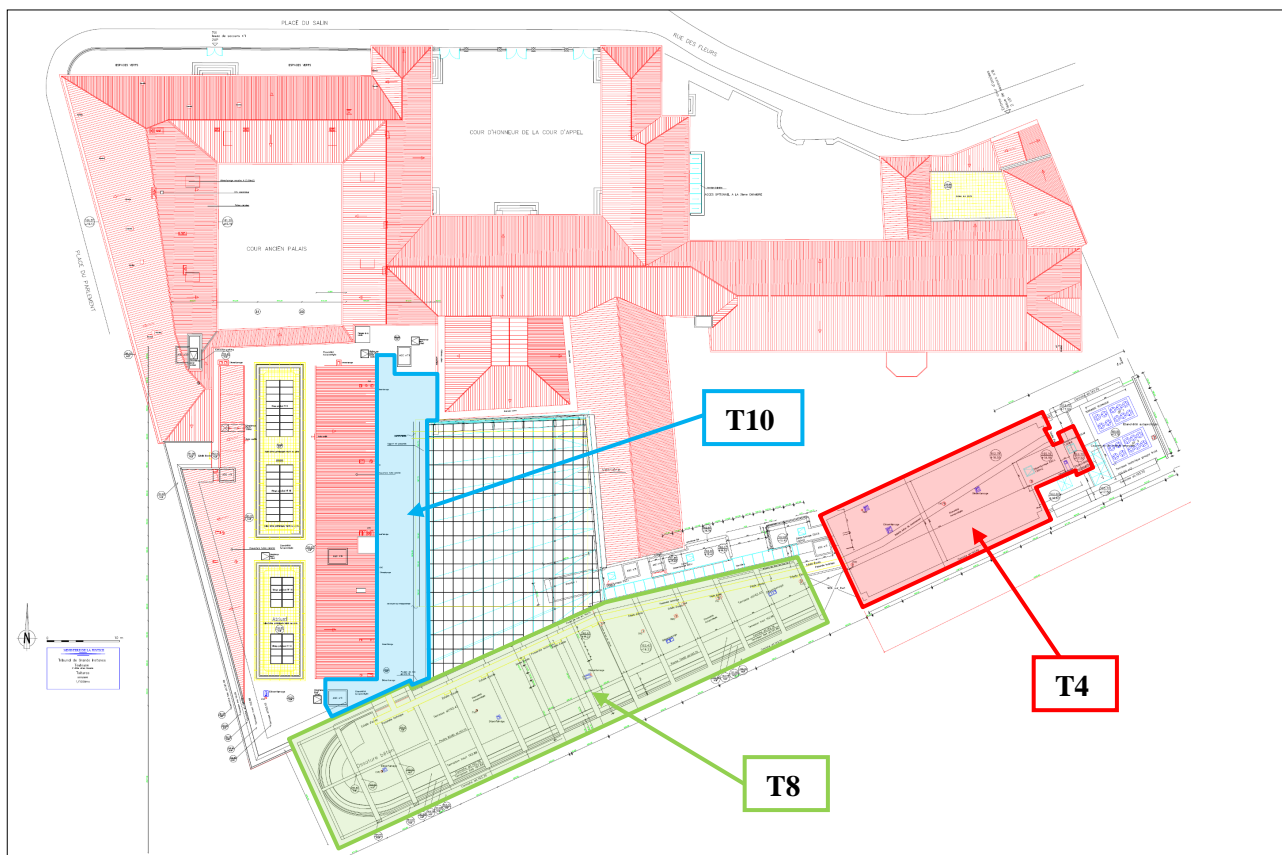


Prolifération de végétaux
(Défaut d'entretien)

4.2 Les sondages

La réalisation d'une campagne de sondages sur les toitures-terrasses nous a permis de déterminer la nature, le mode de pose et l'état des complexes iso-étanches en place suivants :

Localisation des sondages :



Sondage sur la toiture-terrasse T4 :

- Support en maçonnerie conforme à la NF DTU 20.12 ;
- Pare vapeur bitumineux courant ;
- Isolation thermique en panneaux de polystyrène expansé de 60 mm d'épaisseur ;
- Revêtement d'étanchéité bicouche en membrane bitumineuse autoprotégée par granulats minéraux ;
- **Résultat du sondage : présence d'eaux au sein des complexes iso-étanches**



Revêtement d'étanchéité bicouche en membrane bitumineuse autoprotégée

Isolation thermique en polystyrène expansé de 60 mm d'épaisseur

Pare-vapeur bitumineux courant

Sondage sur la toiture-terrasse T8 :

- Support en maçonnerie conforme à la NF DTU 20.12 ;
- Pare vapeur bitumineux courant ;
- Isolation thermique en panneaux de polystyrène expansé de 60 mm d'épaisseur ;
- Revêtement d'étanchéité bicouche en membrane bitumineuse autoprotégée par granulats minéraux ;
- **Résultat du sondage : présence d'eaux au sein des complexes iso-étanches**



Revêtement d'étanchéité bicouche en membrane bitumineuse autoprotégée

Isolation thermique en polystyrène expansé de 60 mm d'épaisseur

Pare-vapeur bitumineux courant

Sondage sur la toiture-terrasse T10 :

- Support en maçonnerie conforme à la NF DTU 20.12 ;
- Pare vapeur bitumineux courant ;
- Isolation thermique en panneaux de mousse de polyuréthane de 70 mm d'épaisseur ;
- Revêtement d'étanchéité bicouche en membrane bitumineuse autoprotégée par granulats minéraux ;
- **Résultat du sondage : présence d'humidité au sein des complexes iso-étanches**



Revêtement d'étanchéité bicouche en membrane bitumineuse autoprotégée

Pare-vapeur bitumineux courant

Isolation thermique en mousse de polyuréthane de 70 mm d'épaisseur

4.3 Les reliefs

L'ensemble des reliefs est traité par l'intermédiaire de relevés d'étanchéité en membrane bitumineuse recevant une double autoprotection par feuille d'aluminium et granulats minéraux appliqués contre les acrotères périphériques et l'ensemble des éléments en surélévation solidaire du support maçonné.

Leur protection en tête contre les eaux de ruissellement est assurée par plusieurs dispositifs en fonction des localisations.



Protection des relevés d'étanchéité par les
profilés métalliques des menuiseries



Protection des relevés d'étanchéité par la
présence de couvertines métalliques au droit
des acrotères périphériques

Désordres et pathologies relevés :



Nous avons constaté plusieurs hauteurs de relevés d'étanchéité inférieur au 15 cm exigés par la NF DTU 20.12

Les relevés d'étanchéité sont ponctuellement percés



Présence de relevés d'étanchéité décollés (Défaut d'entretien)

La membrane d'étanchéité est décollée sur plusieurs endroits au droit des relevés d'étanchéité.
Ce désordre présente un risque important d'infiltrations



4.4 Les dispositifs d'évacuation des eaux de pluie

Les dispositifs d'évacuation des eaux de pluies sont composés d'entrées d'eaux pluviales verticales ou latérales, cylindriques ou tronconiques de différents diamètres :

- Entrées d'eaux pluviales tronconiques : Ø 90/180 mm ;
- Entrées d'eaux pluviales cylindriques : Ø 80 mm – Ø 90 mm – Ø 100 mm ;
- Entrées d'eaux pluviales latérales : Ø 60 mm – Ø 80 mm.

Les entrées d'eaux pluviales sont partiellement équipées de système d'arrêt des débris de type crapaudine.

Photographies représentatives :



Entrée d'eaux pluviales verticale tronconique de Ø 90/180 équipée d'un système d'arrêt des débris de type crapaudine



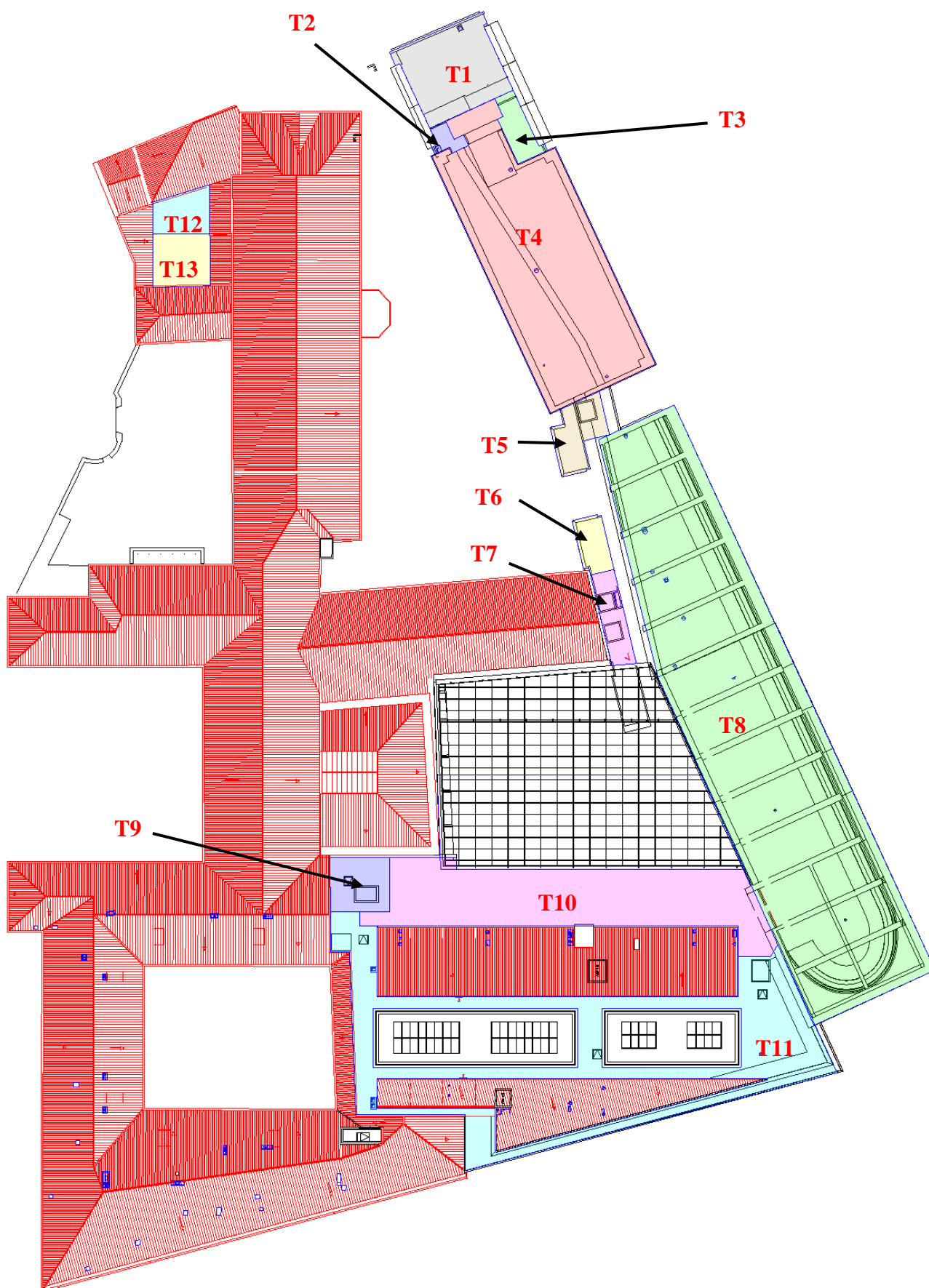
Entrée d'eaux pluviales verticale cylindrique de Ø 80 mm
Absence de système d'arrêt des débris



Entrée d'eaux pluviales verticale cylindrique de Ø 80 mm
Absence de système d'arrêt des débris



Entrée d'eaux pluviales verticale tronconique de Ø 90/180 équipée d'un système d'arrêt des débris de type crapaudine

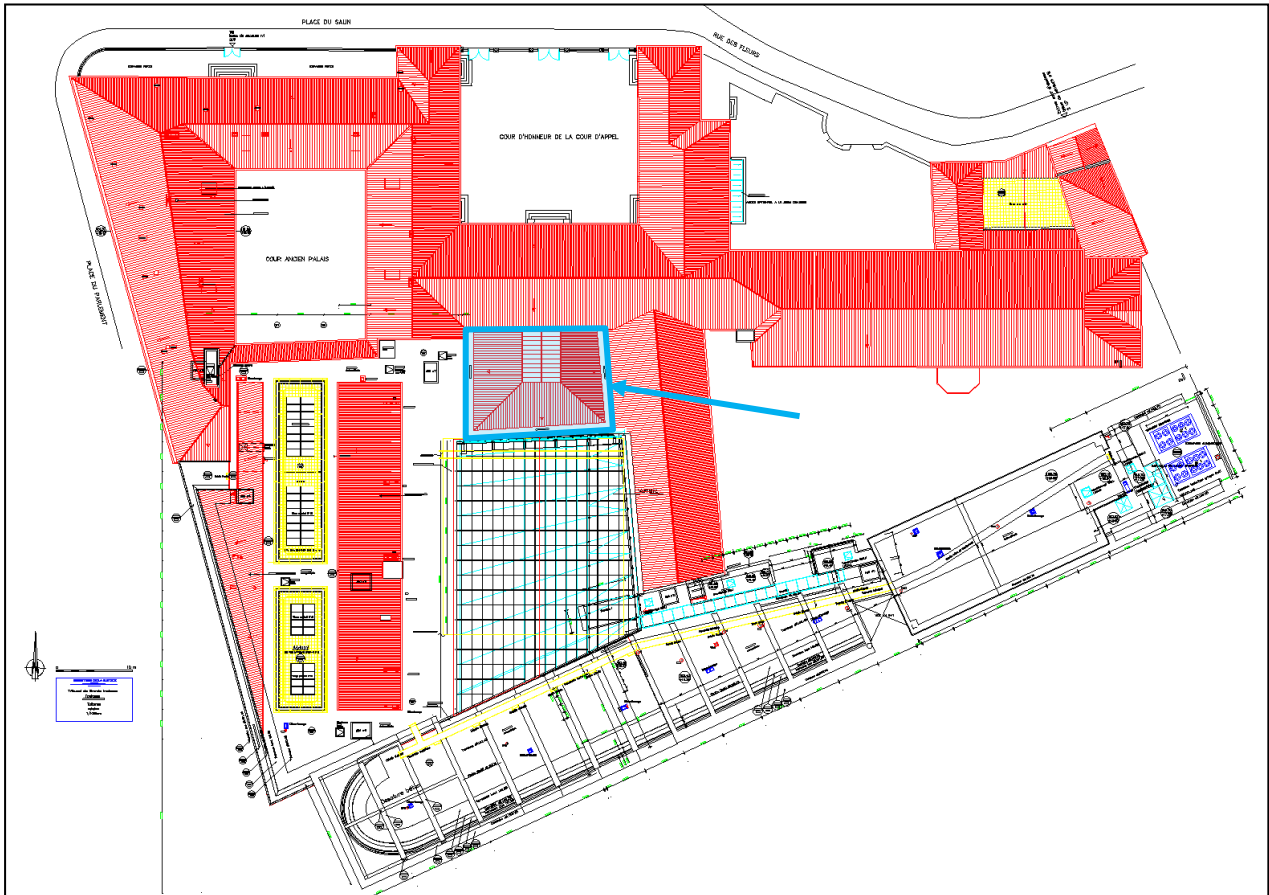


**Tableau de vérification des capacités d'évacuation des eaux pluviales en toitures-terrasses
d'après les DOE du 09/07/2001 et du 13/02/2008 fourni par la maîtrise d'ouvrage :**

Désignation	Surface collectée	Nature et dimensions des EEP en mm	Capacité d'évacuation	Conformité
T1	175 m ²	2 EEP Ø 100	226 m ²	• Dispositif suffisant
T2	15 m ²	1 EEP Ø 100 + trop-plein	113 m ²	• Dispositif suffisant
T3	45 m ²	2 EEP Ø 80	142 m ²	• Dispositif suffisant
T4	425 m ²	4 EEP Ø 100	452 m ²	• Dispositif suffisant
T5	30 m ²	1 EEP Ø 80 + 1 trop-plein	71 m ²	• Dispositif suffisant
T6	50 m ²	1 EEP Ø 80 + 1 trop-plein	71 m ²	• Dispositif suffisant
T7	35 m ²	1 EEP Ø 80 + 1 trop-plein	71 m ²	• Dispositif suffisant
T8	1 110 m ²	4 EEP Ø 80 10 EEP Ø 100 + 2 trop-pleins	1 562 m ²	• Dispositif suffisant
T9	47 m ²	1 EEP Ø 100	113 m ²	• Dispositif suffisant
T10	1 075 m ²	1 EEP Ø 100 9 EEP Ø 120	1 100 m ²	• Dispositif suffisant
T11	415 m ²	16 EEP Ø 100	1 808 m ²	• Dispositif suffisant
T12	171 m ²	2 EEP Ø 100	226 m ²	• Dispositif suffisant
T13	98 m ²	2 EEP Ø 100	226 m ²	• Dispositif suffisant

4.4.1 Évacuation du chéneau de la Grand'Chambre

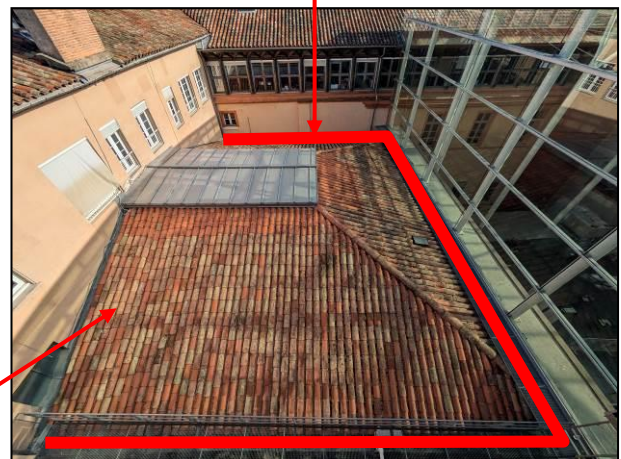
Localisation de la couverture et du chéneau de la Grand'Chambre :



Photographies représentatives :



Chéneau encaissé en zinc



Tuile « CANAL » en terre cuite

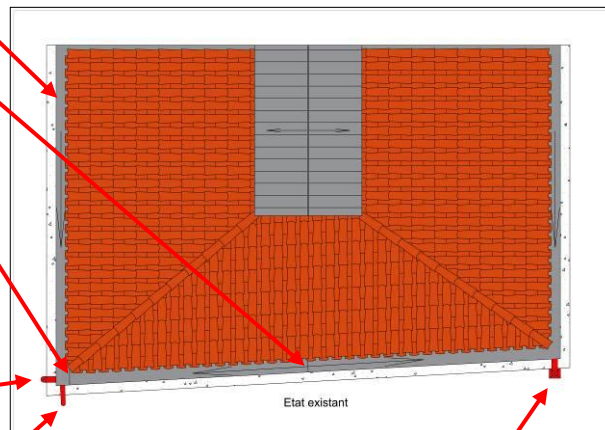
Croquis de principe de l'état existant et photographies représentatives :

A ce jour le chéneau est divisé en deux sections :

1^{ère} section de chéneau

2^{ème} section de chéneau

Présence d'un ressaut



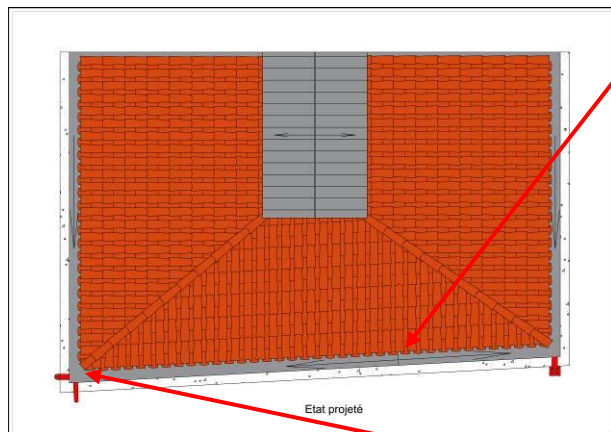
Les trop-pleins présents au droit du chéneau de la Grand'Chambre s'écoulent directement au sein du bâtiment.

Des modifications devront être apportées afin de mettre en conformité le chéneau, ainsi que de cesser l'écoulement provenant des trop-pleins

Croquis de principe de l'état projeté du chéneau :

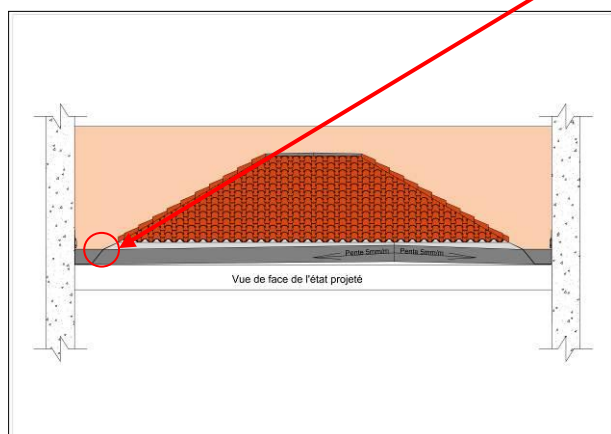
Il est nécessaire de supprimer le ressaut, de modifier la disposition ainsi que la hauteur du chéneau afin d'augmenter sa capacité de récolte.

De plus, nous recommandons de réhausser le trop-plein débouchant dans la salle des pas perdus afin que celui-ci ne serve qu'en dernier recours en cas d'intempéries extrêmes.



La mise en conformité du chéneau implique une modification des pentes

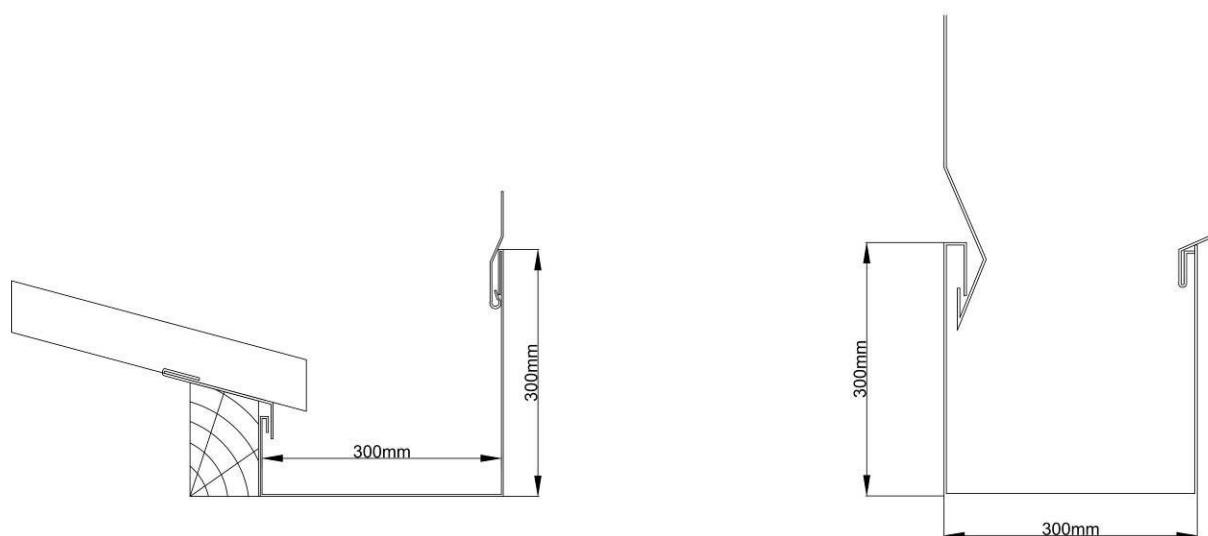
Suppression du ressaut



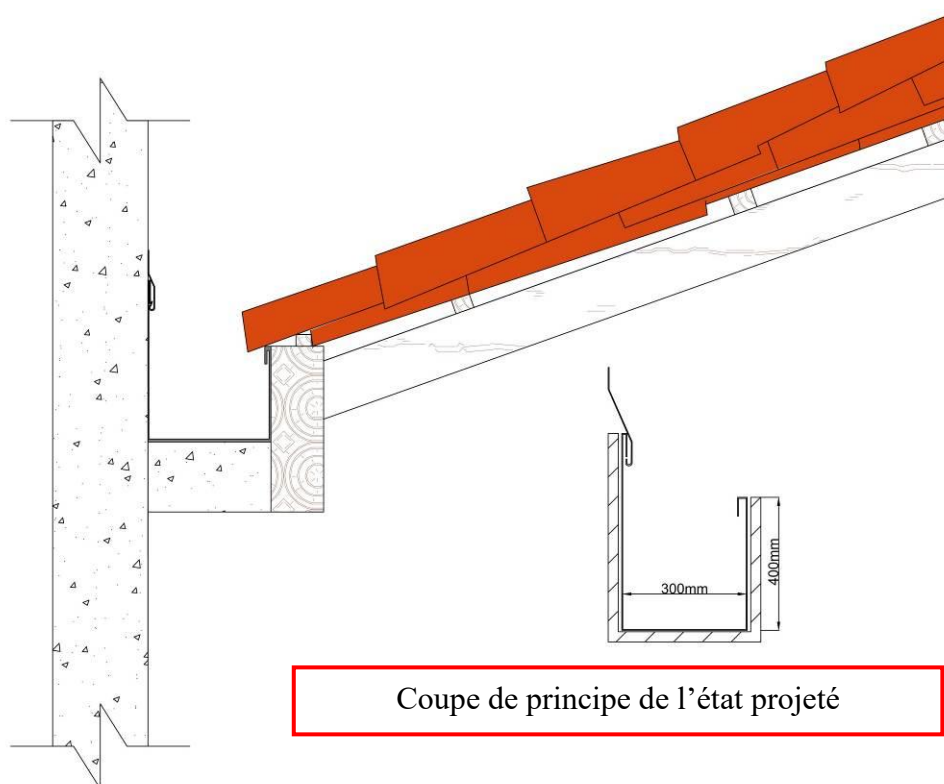
La modification des chéneaux implique d'intervenir sur les couvertures en tuiles.

Les tuiles Canal en terre cuite de la couverture de la Grand'Chambre sont désorganisées. En effet, nous avons remarqué que plusieurs manipulations au droit de celles-ci ont été réalisées, probablement lors de travaux complémentaires ou de modifications.





Coupe de principe de l'état existant



Coupe de principe de l'état projeté

4.5 Les accessoires

Nous notons différents types d'accessoires présents sur les toitures-terrasses :

- Lanterneaux ;
- Extracteur d'air ;
- Ventilations isolées ;
- Moteurs VMC ;
- Gaines / gaines de fluide ;
- Saut de loup.

Photographies représentatives :



Lanterneau



Extracteur d'air



Ventilation isolée



Moteur VMC



Gaines

Gaines de fluide

Saut de loup



Désordres et pathologies relevés :



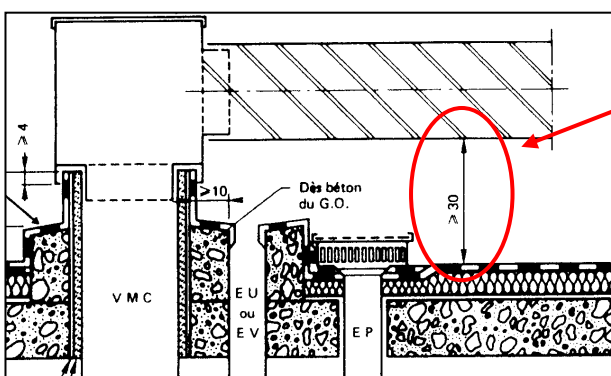
Coupole de lanterneau vétuste



Défaut de fermeture du lanterneau



Hauteur libre sous gaines et gaines de fluide
insuffisante aux normes en vigueur



Hauteur libre minimale sous les gaines et tuyaux
d'alimentation de 30 cm, d'après la **NF DT 68.2**



Support de moteur VMC inadapté



Les supports des moteurs VMC par l'intermédiaire en dalle béton sont inadaptés. Ce type de support risque de poinçonner et la membrane est la rend inaccessible.



Absence de protection au droit des pieds de saut de loup



L'absence de protection au droit des pieds de saut de loup risque de poinçonner la membrane. De plus, nous avons constaté des réparations provisoires au droit de certains pieds.

4.6 Les équipements techniques

Les toitures-terrasses sont munies de nombreux équipements techniques de type C.T.A., aéroréfrigérant, etc...

Ces équipements reposent, pour la grande majorité, sur le revêtement d'étanchéité par l'intermédiaire de dalles de répartition de charges en béton armé.

Ce mode de pose ne respecte pas les prescriptions décrites dans les NF DTU de la série 43.

En effet, lors de la réfection des étanchéités des toitures-terrasses, il est d'usage de vérifier la bonne conception de l'implantation des équipements présents en toiture.

Le but étant de rendre l'accès à l'étanchéité, au droit et autour des équipements, compatible avec les exigences d'accessibilité par l'étancheur aux ouvrages d'étanchéité.

Cela implique la modification du mode de pose de l'ensemble des équipements mis en œuvre sur structure lestée.

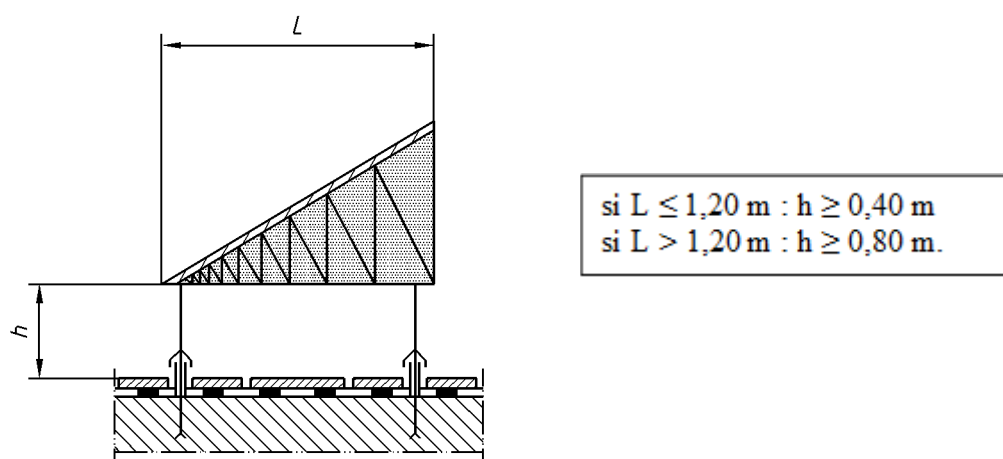
Il est nécessaire de positionner les équipements techniques en hauteur car ceux-ci doivent permettre l'entretien et la réfection des ouvrages d'étanchéité sans démontage lourd.

Le but est de permettre à l'entreprise titulaire des travaux d'étanchéité, d'intervenir sans l'appui d'une entreprise extérieure spécialisée dans les équipements techniques.

Cela peut notamment réduire les coûts des travaux sur l'étanchéité (entretien annuel et réfection) à long terme et de manière importante.

Cela peut également limiter, voire supprimer, toutes les conséquences sur l'exploitation d'un bâtiment par le maintien en fonctionnement des équipements durant les travaux d'étanchéité.

Croquis représentatif extrait de la NF DT 43.1 - Support Béton :





Équipements techniques lourds



CTA



Climatiseurs



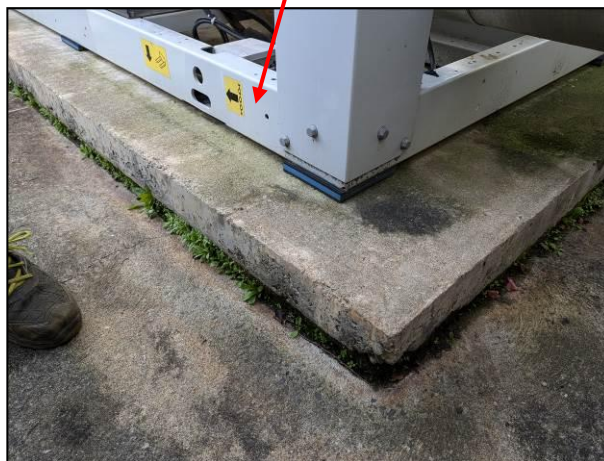
Installation frigorifique

Désordres et pathologies relevés :

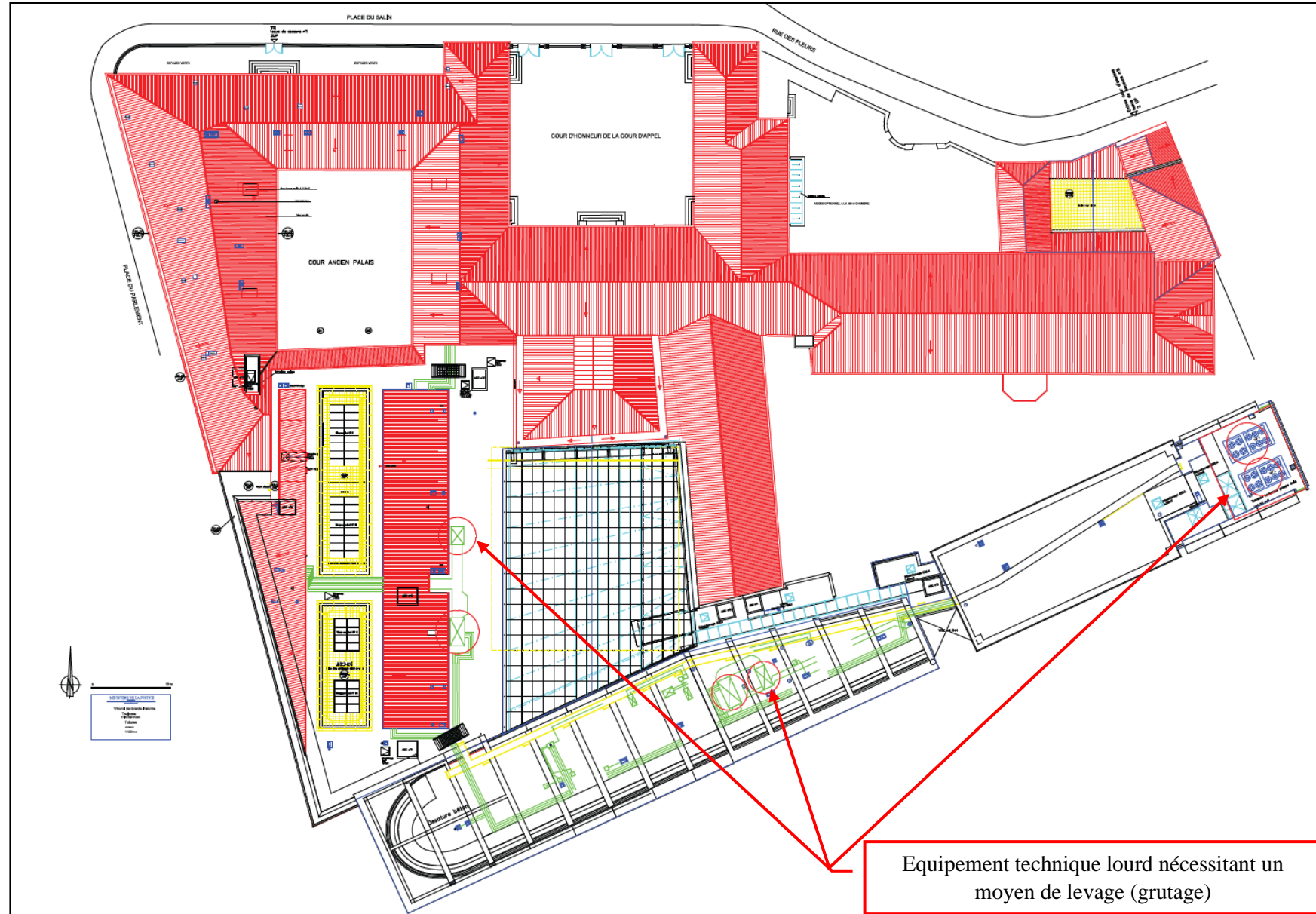


Support des équipements techniques inadaptés

Les supports des équipements techniques ont été réalisés par l'intermédiaire de dalles en béton. Ces supports sont inadaptés. Ces derniers devront être mis en œuvre sur des structures métalliques reliées au support en béton à 80 cm du revêtement d'étanchéité.



MINISTERE DE LA JUSTICE – SG / DIRSG SUS / DI
Palais de Justice – 2 Allée Jules Guesde – 31 000 TOULOUSE



4.7 La sécurité

La sécurité en toiture-terrasse est assurée par différents moyens :

- Garde-corps métallique / à câble
- Ligne de vies
- Voiles en surélévation

Certaines toitures-terrasses ne présentent aucun dispositif de sécurité. Cependant, plusieurs points d'ancrage ont été mis en œuvre pour la sécurité individuelle, néanmoins, leur nombre est insuffisant au regard des surfaces.

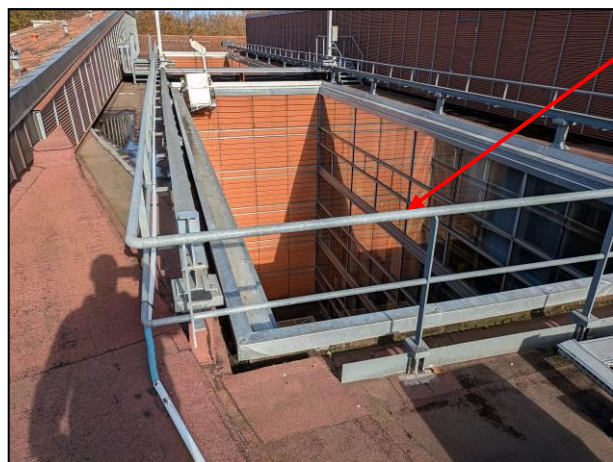
Photographies représentatives :



Garde-corps à câbles
Interdit selon NF E 85-015



La hauteur des garde-corps est insuffisante et non conforme aux normes en vigueur



Garde-corps métalliques ancrée dans le support



La hauteur des garde-corps est insuffisante et non conforme aux normes en vigueur



Les voiles en surélévation de la toiture-terrasse T1 assurent la sécurité contre les chutes en hauteur



Point d'ancrage mis en œuvre ponctuellement sur les toitures-terrasses



Absence totale de dispositif de sécurité

- Pour rappel :

Extraits du code du travail

Obligations du Maître d’Ouvrage :

Section 1 : Champ d'application et définitions (Articles R4211-1 à R4211-2)

Article R4211-1 (Créé par Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008)

Les dispositions du présent titre déterminent, en application de l'article L. 4211-1, les règles auxquelles se conforme le Maître d'Ouvrage entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments destinés à recevoir des travailleurs, que ces opérations nécessitent ou non l'obtention d'un permis de construire.

Section 2 : Dossier de maintenance (Articles R4211-3 à R4211-5)

Article R4211-3 (Créé par Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008)

Le Maître d'Ouvrage élabore et transmet aux utilisateurs, au moment de la prise de possession des locaux et au plus tard dans le mois qui suit, un dossier de maintenance des lieux de travail.

Ce dossier comporte notamment, outre les notices et dossiers techniques prévus aux articles R. 4212-7, R. 4213-4 et R. 4215-2, les dispositions prises :

1° Pour le nettoyage des surfaces vitrées en élévation et en toiture en application de l'article R. 4214-2 ;

2° Pour l'accès en couverture, notamment :

a) Les moyens d'arrimage pour les interventions de courte durée ;

b) Les possibilités de mise en place rapide de garde-corps ou de filets de protection pour les interventions plus importantes ;

c) Les chemins de circulation permanents pour les interventions fréquentes ;

3° Pour faciliter l'entretien des façades, notamment les moyens d'arrimage et de stabilité d'échafaudage ou de nacelle ;

Sécurité des lieux de travail :

Article R4214-5 (Créé par Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008)

Les ouvrants en élévation ou en toiture sont conçus de manière à ne pas constituer, en position d'ouverture, un danger pour les travailleurs.

Dispositions particulières applicables à l'exécution de travaux temporaires en hauteur et à certains équipements de travail utilisés à cette fin :

Sous-section 2 Travaux réalisés au moyen d'équipements de travail

Article R4323-62 (Créé par Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008)

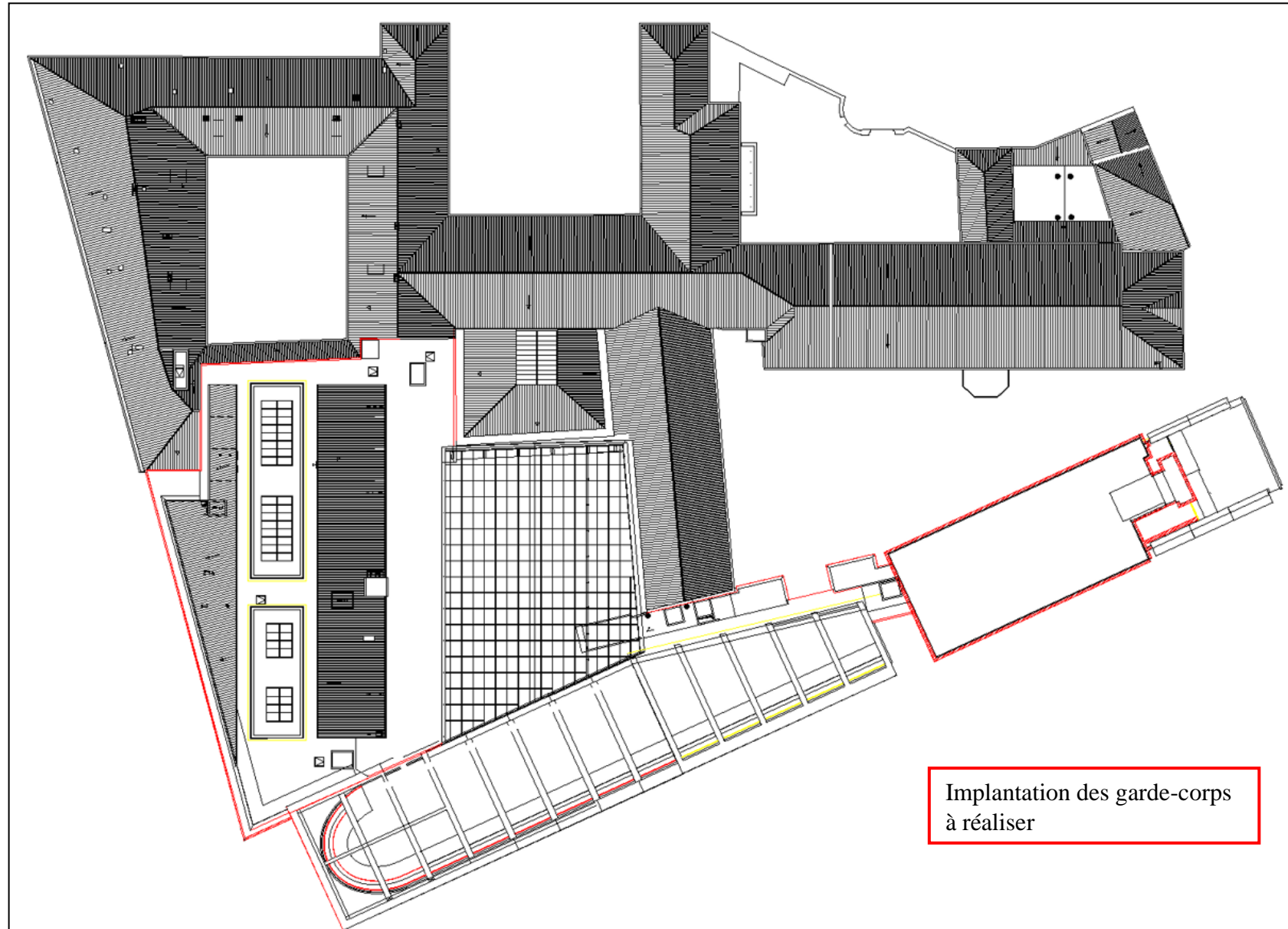
Lorsque les travaux temporaires en hauteur ne peuvent être exécutés à partir du plan de travail tel que mentionné à l'article R. 4323-58, les équipements de travail appropriés sont choisis pour assurer et maintenir des conditions de travail sûres. La priorité est donnée aux équipements de travail assurant une protection collective. Les dimensions de l'équipement de travail sont adaptées à la nature des travaux à exécuter et aux contraintes prévisibles et permettent la circulation sans danger. Des mesures propres à minimiser les risques inhérents à l'utilisation du type d'équipement retenu sont mises en œuvre. En cas de besoin, des dispositifs de protection pour éviter ou arrêter la chute et prévenir la survenance de dommages corporels pour les travailleurs sont installés et mis en œuvre dans les conditions prévues aux articles R. 4323-60 et R. 4323-61.

Article R4323-63 (Créé par Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008)

Il est interdit d'utiliser les échelles, escabeaux et marchepieds comme poste de travail. Toutefois, ces équipements peuvent être utilisés en cas d'impossibilité technique de recourir à un équipement assurant la protection collective des travailleurs ou lorsque l'évaluation du risque a établi que ce risque est faible et qu'il s'agit de travaux de courte durée ne présentant pas un caractère répétitif.

Article R4323-64 (Créé par Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008)

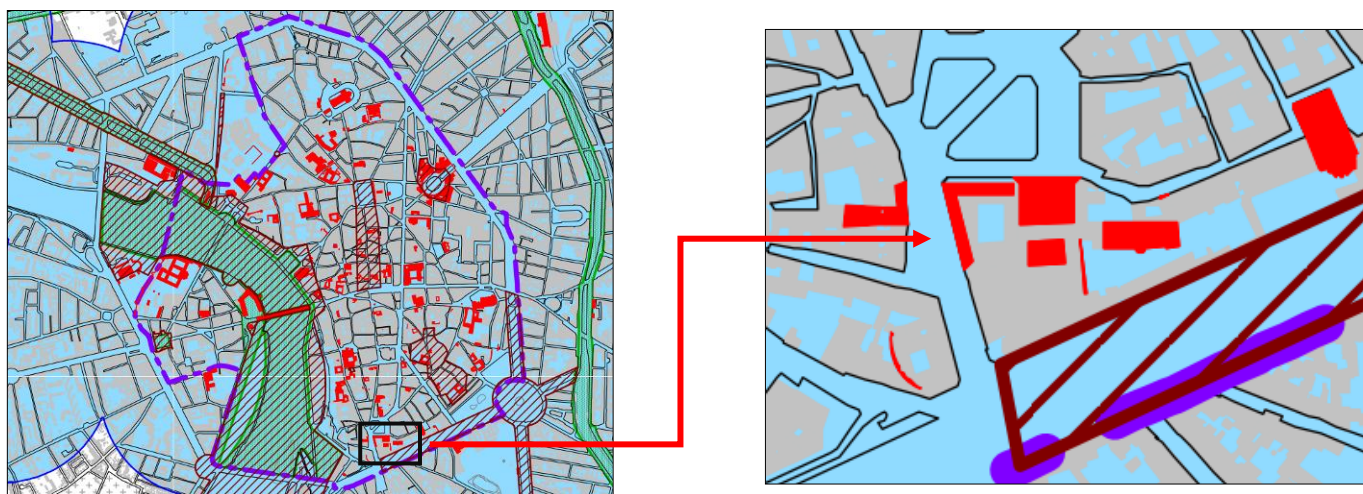
Il est interdit d'utiliser les techniques d'accès et de positionnement au moyen de cordes pour constituer un poste de travail. Toutefois, en cas d'impossibilité technique de recourir à un équipement assurant la protection collective des travailleurs ou lorsque l'évaluation du risque établit que l'installation ou la mise en œuvre d'un tel équipement est susceptible d'exposer des travailleurs à un risque supérieur à celui résultant de l'utilisation des techniques d'accès ou de positionnement au moyen de cordes, celles-ci peuvent être utilisées pour des travaux temporaires en hauteur. Après évaluation du risque, compte tenu de la durée de certains travaux et de la nécessité de les exécuter dans des conditions adaptées du point de vue ergonomique, un siège muni des accessoires appropriés est prévu.



5 ÉTUDE DU PLAN LOCAL D'URABNISME

D'après notre étude du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la ville de Toulouse datant du 10 Novembre 2016, le palais de Justice est situé dans le périmètre de protection des monuments historiques classés ou inscrits (zone bleue).

De plus, l'ouvrage se situe dans le périmètre du secteur sauvegardé ce qui signifie que cette zone est soumise à des règles particulières (zone violet). La toiture terrasse Grand'Chambre est inscrite au monument historique (zone rouge).



D'après le service urbanisme, le sol de l'ensemble de la terrasse sera en terre cuite rouge, pour les terrasses accessibles. Les revêtements de type membrane ou les gravillons blancs et gris sont interdits. Une teinte rouge à rouge brun, équivalente à celle des tuiles, sera à privilégier. Les toitures-terrasses végétalisées sont autorisées.

Etude des produits réfléchissants de type « COOL ROOF » :

Ces produits permettent de réfléchir une partie de la chaleur et essentiellement d'améliorer le confort d'été dans les bâtiments.

Les contraintes de l'urbanisme présentées ci-avant nous imposent une teinte « tuile » pour la réalisation de l'étanchéité des toitures terrasses.

A ce jour, seules des peintures applicables directement sur les revêtements d'étanchéité peuvent répondre à ces contraintes.

En effet, aucun revêtement d'étanchéité teinté dans la masse n'est sur le marché français à ce jour. Cette solution est onéreuse (entre 25 et 35 €/m²) et n'apportera qu'une amélioration du confort d'été dans le niveau sous-jacent aux toitures.

Nous recommandons au maître d'ouvrage d'opter plutôt pour une solution de végétalisation, pour laquelle les professionnelles des toitures ont un retour d'expérience de plusieurs dizaines d'années.

6 ÉTUDE DU CONTRAT DE MAINTENANCE DES TOITURES TERRASSES

Nous nous sommes cantonnés à étudier l'article 21 du contrat de maintenance détaillant la nature des prestations.

Pour ce faire nous avons comparé la nature des prestations vis-à-vis de celles exigées par la NF DTU 43.1.

En rouge, nous avons intégré les articles correspondants dans le contrat de maintenance.

Extrait de la NF DTU 43.1 – annexe A

DTU A.1

Les prescriptions du Cahier des Clauses Techniques conduisent à la réalisation d'ouvrages de bonne qualité. Toutefois, la condition de durabilité ne peut être pleinement satisfaite que si ces ouvrages sont entretenus et que si leur usage est conforme à leur destination.

DTU A.2

L'entretien est à la charge du maître d'ouvrage ou ses ayants droit après réception de l'ouvrage. Il comporte des **visites périodiques de surveillance des ouvrages au moins une fois par an**. Les terrasses à pente nulle ou les noues à pente nulle avec revêtement d'étanchéité autoprotégé peuvent nécessiter un entretien plus fréquent. Par ailleurs, s'il n'est prévu qu'une seule visite par an, elle est effectuée de préférence à la fin de l'automne pour les bâtiments situés à proximité d'arbres.

DTU A.3

Il est recommandé qu'un **contrat d'entretien soit passé entre le maître d'ouvrage et l'entreprise**, définissant la nature des prestations. En l'absence d'un tel contrat, **le maître d'ouvrage peut être amené à justifier de l'entretien régulier des ouvrages** qu'il aura diligenté.

21.2 - Maintenance préventive

La maintenance préventive est effectuée selon des critères prédéterminés dans l'intention de réduire la possibilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu et de maintenir, dans le temps, les performances des matériels ou équipements à un niveau optimal proche de celui des performances initiales.

*Le TITULAIRE effectue à **minima trois (3) entretiens préventifs annuels**.*

DTU A.4

L'entretien comporte au moins les opérations suivantes :

- L'examen général des ouvrages d'étanchéité visibles ;
- L'inspection de tous les ouvrages complémentaires visibles sur la toiture, notamment souches, édicules, lanterneaux, acrotères, ventilations, zinguerie, bandeaux, etc. ...
- La vérification des relevés d'étanchéité ;
- La vérification et le nettoyage des entrées d'eaux pluviales et trop-pleins ;
- L'enlèvement des mousses, des herbes et de la végétation ;
- L'enlèvement des boues et limons sur revêtements autoprotégés apparents ;
- L'enlèvement des détritits et menus objets.
- La remise en ordre éventuelle des protections meubles

DTU A.5

Dans le cas de toitures-terrasses protégées par dalles sur plots, l'entretien comporte également :

- Un nettoyage complet au jet d'eau, à la pression du robinet, des parties courantes du revêtement de circulation et du revêtement support des plots
- Un calage des dalles instables dans le cas où les contraintes d'exploitation le requièrent.

Les prestations minimales de contrôles et de vérifications attendues sont les suivantes :**21.2.1 - Chéneaux, gouttières et descentes**

- Examen général des ouvrages visibles,
- Nettoyage, enlèvement des feuilles et mise à la décharge des détritits,
- Remise en place des gouttières, boîtes à eaux et descentes déboîtées y compris le remplacement des crochets défectueux ou manquants,
- Remplacement des sections de chéneaux, boîtes à eaux et descentes détériorés.
- Vérification du bon fonctionnement des descentes et débouchage le cas échéant,
- Nettoyage des pieds de chute accessibles à l'aide de matériel adapté (regard d'eaux pluviales, tampon de visite, ...)
- Mise en eau pour recherche de fuites

Les prestations minimales de contrôles et de vérifications attendues sont les suivantes :

- Enlèvement des mousses, herbes, végétaux ainsi que des objets divers et mise en décharge des détritits.
- Examen général des ouvrages d'étanchéité visibles,
- Recherche de fuites par un test fumée une (1) fois par an
- Ratissage, remise à niveau des gravillons, remise en ordre des éventuelles protections meuble.
- Vérifications des relevés d'étanchéité.

- - Vérifications des naissances d'eau pluviales et trop pleins.
- - L'inspection et au nettoyage des grilles, crépines, crapaudines et des siphons d'évacuation des eaux pluviales et des avaloirs
- - Contrôle des joints d'étanchéité.
- - Vérification des bandes de rive ou couvertines,
- - Inspection complémentaire de tous les ouvrages de la toiture, notamment :
 - ✓ Souches,
 - ✓ Édicules,
 - ✓ Lanterneaux,
 - ✓ Acrotères,
 - ✓ Ventilations,
 - ✓ Zinguerie,
 - ✓ Bandeaux de protections,
 - ✓ Couvertines,
 - ✓ Solins,
 - ✓ Verrières

Et remise en état le cas échéants. Un soin particulier sera porté aux joints silicones des ouvrages avec au besoin un remplacement de ceux-ci.

- Reprises ponctuelles de l'étanchéité des zones détériorées.

DTU A.6

L'emploi de produits désherbants est possible sous réserve qu'il n'y ait pas d'incompatibilité entre eux et les éléments constituant l'étanchéité, sa protection et ses ouvrages annexes.

Traitement anti-mousse (fiche technique à fournir pour évaluation, le produit devra être respectueux de l'environnement et non nocif).

DTU A.10

Toutes dispositions doivent être prises en accord avec la législation en vigueur pour assurer la sécurité des personnes amenées à intervenir sur les toitures dans le cadre des travaux d'entretien et de maintien en état des installations.

21.1 – Généralités :

Le titulaire dispose des moyens nécessaires pour assurer la maintenance des toitures, chéneaux, gouttières, descentes et s'engage à maintenir les toitures dans de bonnes conditions de sécurité et de fonctionnement garantissant la sécurité des personnes et des biens.

Les moyens d'accès, la sécurité des personnes est assurée par le TITULAIRE. Il lui appartient de mettre en place les moyens adaptés (harnais, échelle plate, nacelle...) nécessaires à son travail en sécurité, sans pouvoir se prévaloir d'éventuelles difficultés liées à l'accès ou à l'utilisation des lignes de vie.

Article 19 : Règlementation applicable :

Pas de mentions concernant les DTU de la serie 43 concernant l'étanchéité.

En conclusion, les prestations détaillées dans le contrat de maintenance sont adaptées aux ouvrages des toitures du Palais de Justice de Toulouse.

Ce dernier est plus exigeant que les normes applicables (Annexe A de la NF DTU 43.1).

En outre, nous recommandons d'ajouter dans l'article 19 du contrat de maintenance « Règlementation applicable : », les NF DTU de la série 43 qui régissent les travaux d'étanchéité des toitures terrasses et notamment l'annexe A de la NF DTU 43.1 qui détaille l'entretien des ouvrages d'étanchéité.

7 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS TECHNIQUES

Au regard des pathologies et non-conformités remarquées, une réfection totale de l'ensemble des complexes iso-étanche semble nécessaire à court terme.

Nous avons constaté des couches isolantes mouillées. De plus, au regard de la faible épaisseur des couches isolantes, les résistances thermiques ne correspondent plus aux exigences actuelles ($R \geq 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$).

Nos recommandations découlent du résultat de nos investigations et du respect des NF DTU de la série 43 codifiant respectivement les travaux de mise en œuvre des toitures en béton avec revêtement d'étanchéité et les travaux de réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses plates ou inclinés.

Au vu des éléments recueillis in-situ, et afin d'anticiper d'éventuels désordres dus aux pathologies et non-conformités constatées, **nous recommandons au Maître d'Ouvrage de faire réaliser des travaux de réfection totale des toitures-terrasses sous de 1 à 3 ans pour l'ensemble des toitures-terrasses, sujet du présent document. Ainsi que la couverture couvrant la Grand'Chambre.**

Les travaux pourraient s'articuler de la manière suivante :

Après dépose et évacuation des ouvrages d'étanchéité, et ce, jusqu'au support en maçonnerie, la mise en œuvre du nouveau complexe se fera immédiatement après la dépose afin d'assurer le hors d'eau des locaux sous-jacents.

La réparation des bétons épaufrés ou cassés sera également prévue dans les prestations.

L'ensemble des accessoires seront déposés, vérifiés et remplacés à neuf si nécessaire.

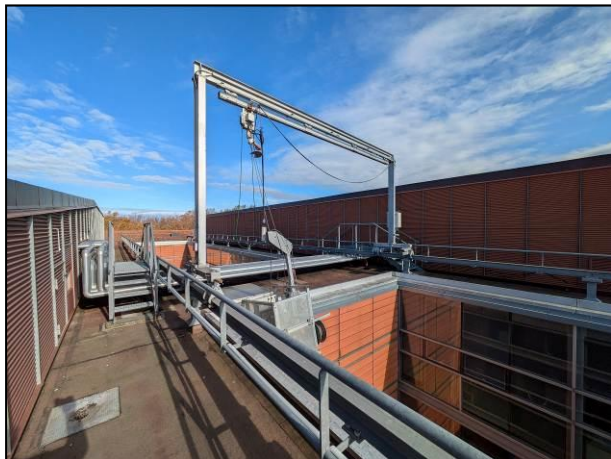
Nous proposons la mise en œuvre d'un nouveau complexe d'étanchéité comprenant les éléments décrit ci-après :

Les acrotères périphériques qui ne possèdent pas les dimensions suffisantes devront réhaussés par des fourrures de bois traité classe 2 selon la NF EN 335-2 liaisonnés à la structure existante de manière à permettre la réalisation des relevés d'étanchéité de hauteur suffisante.

Un pare-vapeur bitumineux courant sera appliqué directement sur le support en maçonnerie. **Une isolation thermique en panneaux de mousse de polyuréthane de type EFIGREEN ALU + ou équivalent de 100 mm d'épaisseur conférant une résistance thermique de $4,55 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ sera mise en œuvre sur le pare-vapeur.**

REMARQUE SUR L'ISOLATION THERMIQUE :

La mise en œuvre d'une isolation supérieure à 100 mm d'épaisseur nécessite de nombreuses modifications, notamment au droit des bandeaux de menuiseries et des bardages métalliques en toiture.



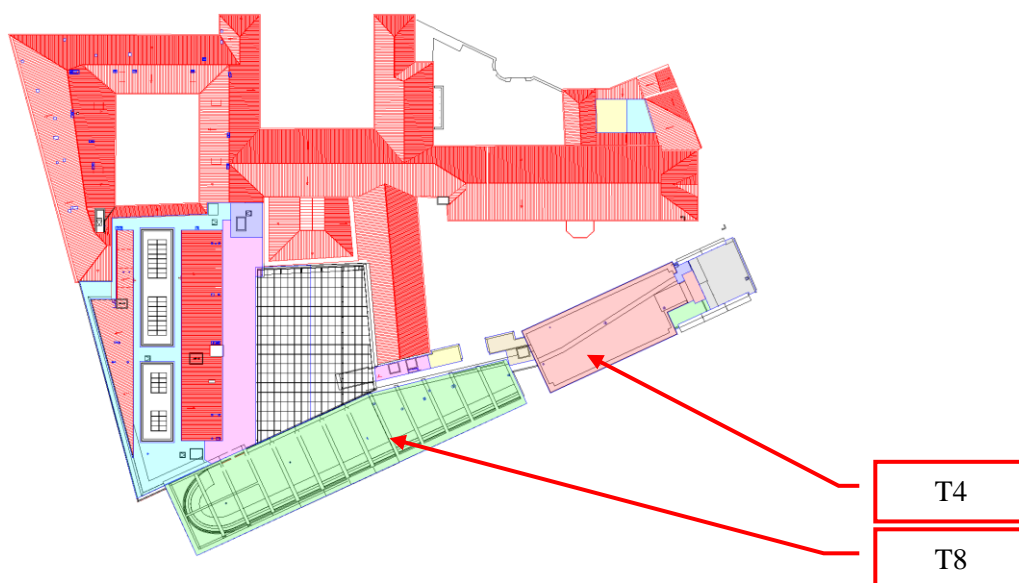
Le revêtement d'étanchéité sera de type STYRBASE STICK / SOPRALENE FLAM 180 AR conférant un classement F5I5T2 et sera posé en semi-indépendance.

La création de trop-pleins doit être réalisée sur certaines toitures-terrasses au droit des flash d'eaux.

Les socles en béton sous les équipements techniques et monteurs VMC seront démolis et évacués.

L'ensemble des garde-corps existants seront déposés sans réemploi, et remplacés par des garde-corps de hauteur conforme aux normes en vigueur et respectera scrupuleusement les prescriptions de pose décrites dans le cahier des charges des fabricants et les avis techniques du produit.

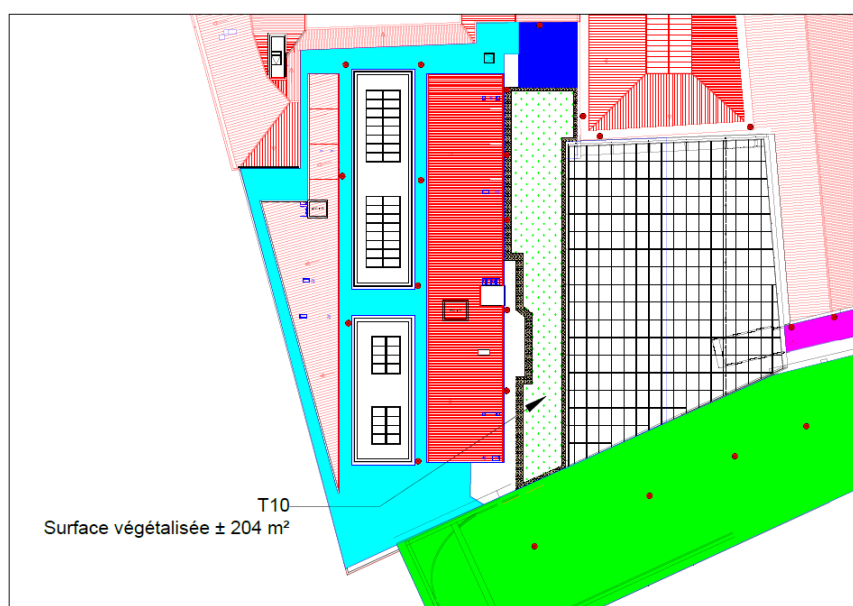
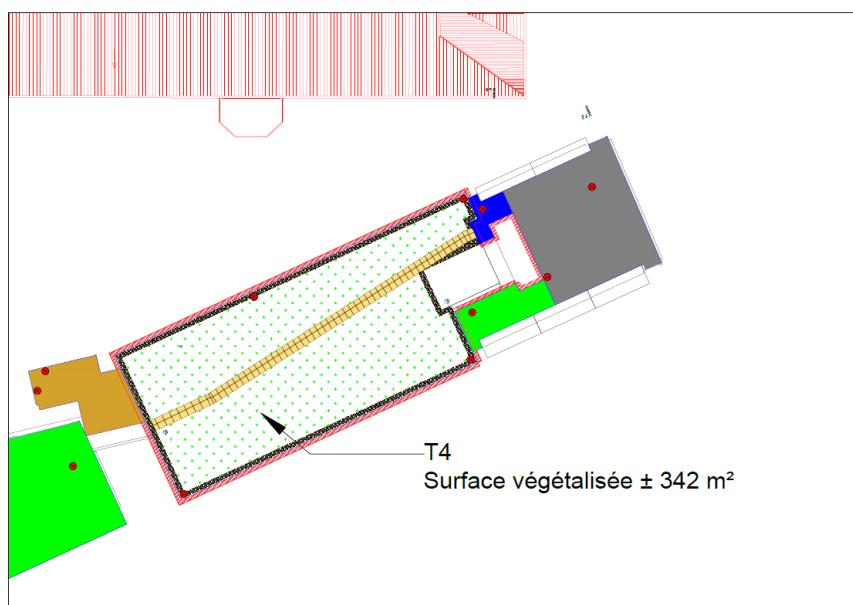
Certaines toitures terrasses peuvent accueillir une isolation thermique allant jusqu'à 140 mm, c'est le cas des toitures T4 et T8.



Une option de végétalisation des toitures est envisageable sur 545 m².

La végétalisation de ces toitures implique la réalisation de bandes stériles de 40 cm de largeur au droit des émergences et reliefs. Il n'y a pas de modification d'ampleur à prévoir au droit des relevés d'étanchéité.

(voir plan de localisation ci-dessous)



8 APPROCHE BUDGETAIRE DES TRAVAUX

Cette approche budgétaire n’inclut pas les prestations suivantes :

- Traitement des éléments contenant de l’amiante et/ou du plomb ;
- Les droits de voirie ;
- Le remplacement des gaines techniques ;
- Manipulation et adaptation des équipements techniques ;
- La réfection de la couverture de la Grand’Chambre.

TRAVAUX D'NSTALLATION DE CHANTIER																	
Désignation	U	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Qté	Prix unitaire	Prix total
Base vie	ens	1													1	4 500,00 €	4 500,00 €
Branchement provisoires	ens	1													1	950,00 €	950,00 €
Moyens de levage, d'approvisionnement et d'évacuation	ens	1													1	7 500,00 €	7 500,00 €
Montant H.T.																	12 950,00 €
TRAVAUX D'ÉTANCHÉITÉ																	
Désignation	U	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Qté	Prix unitaire	Prix total
TRAVAUX PRÉPARATOIRES																	
Démolition de la protection lourde dure	m²	115													115	20,00 €	2 300,00 €
Découpe et arrachage des revêtements d'étanchéité	m²	115	10	25	465	41	24	42	1110	47	330	415	30	42	2696	5,00 €	13 480,00 €
Dépose de l'isolation thermique	m²	115	10	25	465	41	24	42	1110	47	330	415	30	42	2696	4,00 €	10 784,00 €
Arrachage ou régénération du pare-vapeur	m²	115	10	25	465	41	24	42	1110	47	330	415	30	42	2696	3,00 €	8 088,00 €
Dépose des bandes porte-joints	ens	1													1	2 000,00 €	2 000,00 €
Découpe et arrachage des relevés d'étanchéité	ml	45	15	25	110	30	20	30	175	30	120	40	22	25	687	10,00 €	6 870,00 €
Dépose des entrées d'eaux pluviales	u	2	1	1	4	2	2	2	6	1	5	7	2	2	37	100,00 €	3 700,00 €
Dépose des moteurs VMC pour réemploi	ens	1													1	3 000,00 €	3 000,00 €
Dépose des couvertines métalliques	ml									7		110			117	70,00 €	8 190,00 €
Dépose sans réemploi des garde-corps	ml								100			110			210	30,00 €	6 300,00 €
Réparation des bétons épaufrés ou cassés	ens	1													1	2 500,00 €	2 500,00 €
Descentes et enlèvement des gravats	m³	11	1	2	44	4	2	4	105	4	31	39	3	4	255	90,00 €	22 929,48 €
TRAVAUX NEUFS																	
Application d'un pare-vapeur courant	m²	115	10	25	465	41	24	42	1110	47	330	415	30	42	2696	10,00 €	26 960,00 €
Mise en œuvre d'une isolation thermique de 100mm	m²	115	10	25	465	41	24	42	1110	47	330	415	30	42	2696	28,00 €	75 488,00 €
Application d'un revêtement d'étanchéité autoprotégée	m²	115	10	25	465	41	24	42	1110	47	330	415	30	42	2696	25,00 €	67 400,00 €
Rehaussement des acrotères	ml			100	110					6					216	60,00 €	12 960,00 €
Exécution des relevés d'étanchéité	ml	45	15	25	110	30	20	30	175	30	120	40	22	25	687	25,00 €	17 175,00 €
Travaux de modification du chéneau de la toiture Grand'Chambre	ens	1													1	15 000,00 €	15 000,00 €
Fourniture et pose de bandes porte-joints	ens	1													1	4 000,00 €	4 000,00 €
Fourniture et pose d'entrées d'eaux pluviales	u	2	1	1	4	2	2	2	6	1	5	7	2	2	37	150,00 €	5 550,00 €
Repose des moteur VMC	ens	1													1	500,00 €	500,00 €
Fourniture et pose de couvertines métalliques	ml		10	20	110	20	10	20	100	15	15	170	10		500	70,00 €	35 000,00 €
Fourniture et pose de structures métalliques support d'équipement	ens	1													1	22 000,00 €	22 000,00 €
Fourniture et pose de garde-corps	ml		10	20	110	20			100	15	15	170	10		470	110,00 €	51 700,00 €
Montant H.T.																	423 874,48 €

TRAVAUX OPTIONNELS : MISE EN OEUVRE D'UNE VÉGÉTALISATION SUR LES TOITURES-TERRASSES T4 ET T10																		
Désignation	U	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Qté	Prix unitaire	Prix total	
<u>POST EN MOINS VALUES</u>																		
Application d'un revêtement d'étanchéité autoprotégée	m²				-465						-330				-795	25,00 €	-	19 875,00 €
Exécution des relevés d'étanchéité	ml				-110						-120				-230	25,00 €	-	5 750,00 €
<u>POST EN PLUS VALUES</u>																		
Application d'un revêtement d'étanchéité bicouche traité anti-racine	m²				465						330				795	30,00 €		23 850,00 €
Exécution des relevés d'étanchéité traité anti-racine	ml				110						120				230	28,00 €		6 440,00 €
Fourniture et pose de bandes pare-gravier	ml				145						100				245	20,00 €		4 900,00 €
Mise en œuvre d'une végétalisation	m²				345						200				545	90,00 €		49 050,00 €
Montant H.T.																		58 615,00 €
<u>RÉCAPITULATIF DE L'OPÉRATION</u>																		
Désignation																	Prix total	
TRAVAUX D'NSTALLATION DE CHANTIER																	12 950,00 €	
TRAVAUX D'ÉTANCHÉITÉ																	423 874,48 €	
TRAVAUX OPTIONNELS : MISE EN OEUVRE D'UNE VÉGÉTALISATION SUR LES TOITURES-TERRASSES T4 ET T10																	58 615,00 €	
Montant H.T. Hors Option																	436 824,48 €	
T.V.A 20 %																	87 364,90 €	
Montant T.T.C.																	524 189,38 €	

Rédacteurs :
Vincent QUELLEC.....vincent.quellec@stego-ingenierie.fr