



30 septembre 2022
Dossier N° ALU3.M.2014_FAISABILITE

NIMES METROPOLE

**ETUDE DE DIAGNOSTIC ET DE FAISABILITE DE REMISE DU
TOIT DES PRETRAITEMENTS DE LA STEU DE NIMES**

Etude de faisabilité de remise du toit des prétraitements

Station de traitement des eaux usées Nîmes Ouest - Bâtiment A1 – Nîmes (34)



EXPERTISE & INGENIERIE

BATIMENTS – INFRASTRUCTURES – ENVIRONNEMENT



RECONNAISSANCE – DIAGNOSTIC – ETUDE – ASSISTANCE TECHNIQUE – CONTROLE – ESSAIS & INSTRUMENTATION



NIMES METROPOLE

**ETUDE DE DIAGNOSTIC ET DE FAISABILITE DE REMISE DU
TOIT DES PRETRAITEMENTS DE LA STEU DE NIMES**

Etude de faisabilité de remise du toit des prétraitements

Station de traitement des eaux usées Nîmes Ouest - Bâtiment A1 – Nîmes (34)



Dossier N° ALU3.M.2014_FAISABILITE		Contrat : Offre n° ALU3.M.1030 acceptée par bon de commande N°22000415 EU signée et datée du 21/06/2022					
INDICE	DATE	ETABLI PAR	VISA	VERIFIE PAR	VISA	PAGES	OBSERVATIONS
1	30/09/22	T.COSTA		E. SMAILOVIC		21 + ANNEXES	
ACSM FRANCE SAS - Siège social : 177B, avenue Louis Lumière Via Innova – ZA Espace Lunel Littoral – 34400 LUNEL Tél : 0411 932 170 / Fax : 0972 389 263 - S.A.S. au capital de 100 000 € - RCS Montpellier 799 063 789 – SIREN 799 063 789 – Code APE 7120B N° TVA : FR18 799 063 789 – Email : contact@acsm-france.com – Site internet : www.acsm-france.com							

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral du prix de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement.
A compter du paiement intégral du prix, le Client devient libre d'utiliser le Rapport et de le diffuser, à conditions de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui figurent au rapport, et notamment les conditions de validité et d'application du Rapport.

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	4
2	CONTEXTE ET MISSION D'ACSM-FRANCE	4
2.1	Objectifs.....	4
2.2	Base d'études.....	4
2.3	Contenu technique.....	5
3	PROPOSITION D'AMELIORATIONS ENVISAGEABLES.....	6
3.1	Rappel des résultats de l'étude diagnostique	6
3.2	Traitement des béton dégradés par la corrosion des portiques.....	7
3.2.1	<i>Préambule.....</i>	<i>7</i>
3.2.2	<i>Traitement traditionnel des bétons</i>	<i>8</i>
3.2.3	<i>Protection cathodique par courant galvanique (PCCG).....</i>	<i>9</i>
3.2.4	<i>Revêtements de finition, de protection</i>	<i>10</i>
3.2.5	<i>Synthèse des étapes de réparation des bétons dégradés par la corrosion.....</i>	<i>10</i>
3.3	Création d'une nouvelle toiture du local de relevage	11
3.3.1	<i>Préambule.....</i>	<i>11</i>
3.3.2	<i>Conception et mise en œuvre du nouveau système</i>	<i>11</i>
3.3.3	<i>Eléments à déposer au préalable.....</i>	<i>12</i>
3.3.4	<i>Le système de fixation préalable à la pose des couvertures</i>	<i>13</i>
3.3.5	<i>Système de couverture</i>	<i>17</i>
4	SYNTHESE & CONCLUSIONS	20

1 INTRODUCTION

A la demande et pour le compte de NIMES METROPOLE représentée par Valérie Costamagna, ACSM-France a été sollicitée pour la réalisation d'un diagnostic de la structure porteuse actuelle ainsi que l'étude de faisabilité avec proposition de solution techniques pour la remise du toit du bâtiment des prétraitements.

Notre mission a été réalisée durant le mois de juillet 2022 conformément à notre Offre n° ALU3.M.1030 acceptée par bon de commande N°22000415 EU signée et datée du 21/06/2022.

2 CONTEXTE ET MISSION D'ACSM-FRANCE

2.1 OBJECTIFS

La présente mission s'inscrit dans le cadre du projet de remise du toit du bâtiment des prétraitement de la Station de traitement des eaux usées de Nîmes située Impasse des Jasons à Nîmes (30).

Le toit de la partie des prétraitements de la station de traitement des eaux usées de Nîmes a été enlevé pour le renouvellement des vis sans fin. La structure qui portait le toit est composée :

- D'éléments métalliques qui sont très corrodées,
- De portiques poteaux/ poutres en béton armé.

Dans ce contexte, ACSM-FRANCE a été sollicitée pour la réalisation d'un diagnostic de la structure porteuse actuelle ainsi que l'étude de faisabilité avec proposition de solution techniques pour la remise du toit du bâtiment des prétraitements.

Le présent rapport consigne **les résultats de l'étude de faisabilité de remise du toit des prétraitement** dans le périmètre du programme de la mission.

2.2 BASE D'ETUDES

Pour la préparation et la réalisation de notre mission, il nous a été remis les documents suivants :

- Les plans Projet du bâtiment au format pdf
- Le rapport de diagnostic des structures porteuses de l'ancienne toiture n°ALU3.M.2014_DIA

2.3 CONTENU TECHNIQUE

Afin d'atteindre l'objectif donné, nous avons réalisé le programme d'étude suivant :

- La réalisation d'un rapport d'étude de faisabilité pour la création d'un toit sur la zone actuellement ouverte du bâtiment des prétraitements comprenant la synthèse du diagnostic au regard des résultats d'investigations in-situ, les éventuelles propositions d'actions immédiates (mise en sécurité), les actions à mener en termes d'investigations complémentaires éventuelles, de calcul. Les préconisations et propositions de solutions envisageables pour la création d'un toit démontable dans le cadre de la maintenance des équipements y compris pièces graphiques : plans, coupes et détails au format pdf à l'échelle à l'échelle adaptée aux dimensions des ouvrages (1/200ème, 1/250ème, 1/100ème, 1/150ème, 1/50ème ou 1/20ème).

3 PROPOSITION D'AMELIORATIONS ENVISAGEABLES

3.1 RAPPEL DES RESULTATS DE L'ETUDE DIAGNOSTIQUE

D'après les informations communiquées par le maître d'ouvrage, le local de relevage était, jusqu'à récemment, recouvert par deux toitures cintrées indépendantes en plaques translucides.

La maintenance des équipements du local de relevage, notamment le changement des vis sans fin par grutage, a nécessité la dépose des toitures existantes

Compte-tenu de la vétusté des éléments de toitures existantes, le maître d'ouvrage a pris la décision de ne pas remettre en place l'ancienne toiture.

La toiture étant depuis ouverte, le maître d'ouvrage envisage la mise en œuvre d'une nouvelle toiture en réutilisant, si cela est possible, les ossatures porteuses de l'ancienne toiture.

Les investigations sur site réalisées sur les ossatures porteuses de l'ancienne toiture du local de relevage ont permis de mettre en évidence les points suivants :

- Des structures porteuses composées de 3 files de portiques poteaux / poutres en béton armé. Chaque portique se compose de trois poutres en appui sur les murs de refend en rive et sur des poteaux intermédiaires.
- La présence de profilés métalliques fixés sur l'arase supérieure des poutres des portiques BA. Ces profilés métalliques sont les vestiges des éléments constitutifs de toitures faisant également office de chéneaux. Ces profilés métalliques **sont dans un état de dégradation par la corrosion très avancé.**
- Un ancien schéma directeur des eaux pluviales consistant à ramener gravitairement les eaux de pluie des toitures cintrées vers les chéneaux. Les eaux de pluie étaient évacuées en bout de chéneaux par l'intermédiaire des descentes EP. Actuellement en l'absence de toiture, il ne reste plus que les vestiges des chéneaux et descentes EP PVC Hors Service. Lors des épisodes pluvieux, les eaux de pluie se déversent dans le local de relevage.
- Un béton des portiques poteaux/ poutre **dans un état globalement satisfaisant mais** affecté ponctuellement par des fissures, épaufrures, amorces d'éclats et éclats de béton avec aciers apparents corrodés et, de manière plus générale, présentant une érosion chimique superficielle
- Des armatures structurelles de poteaux et de poutres de portique présentant un enrobage statistique moyen de 27 mm, situées dans la zone de carbonatation du béton (carbonatation > 47 mm). Les armatures sont donc dans un milieu propice au développement de la corrosion par le mécanisme de la carbonatation uniquement, sans participation avérée des chlorures dont la teneur dans le béton est inférieure à la teneur critique.

Dans ces conditions, la mise en œuvre d'une nouvelle toiture dans le local de relèvement, en réutilisant les ossatures porteuses de l'ancienne toiture (portiques BA), reste envisageable.

Les principes et les conditions de mise en œuvre de la nouvelle toiture dans le local de relèvement sont développés ci-après dans le présent rapport.

La création d'une nouvelle toiture reposant sur les ossatures en béton armé de l'ancienne toiture reste envisageable, dans la mesure où :

- Les profilés métalliques fixés sur l'arase supérieure des poutres des portiques BA actuellement corrodés et hors service soient entièrement déposés. Le châssis de la nouvelle toiture devra reposer sur les portiques et intégrera des chéneaux et un dispositif de collecte des eaux pluviales en aval adapté,
- Les bétons dégradés par la corrosion par le mécanisme de la carbonatation des portiques poteaux/ poutres seront traités
- La descente de charge sur les portiques poteaux/ poutres de la nouvelle toiture reste équivalente à celle de l'ancienne toiture

Le traitement des bétons dégradés par la corrosion permettant de pérenniser la structure porteuse et la nature de la nouvelle toiture pouvant être mise en œuvre sont développés dans les paragraphes ci-après :

3.2 TRAITEMENT DES BETON DEGRADEES PAR LA CORROSION DES PORTIQUES

3.2.1 Préambule

Le traitement des bétons dégradés par la corrosion s'entend généralement par la mise en œuvre d'un traitement traditionnel (traitement des armatures dégradées par la corrosion et reprofilage des bétons) et la réalisation d'un éventuel revêtement de finition avec préparation préalable du support.

Le traitement traditionnel des bétons dégradés par la corrosion est une des étapes préliminaires importantes d'une réhabilitation d'ouvrage qui est **nécessaire mais non suffisante pour garantir la pérennité à long terme des réparations.**

La corrosion des armatures est un phénomène électrochimique complexe qui trouve son origine dans divers facteurs dont principalement un faible enrobage des armatures associé à la carbonatation du béton et/ ou à la présence de chlorures libres.

Le Réseau CON REP NET (CONception REPair NETwork) [ConR 2004] créé en 2003 a réalisé un état des lieux des réparations réalisées sur des ouvrages d'art en Europe. Il a notamment montré **qu'en moyenne cinq ans après la réparation, 50% d'entre elles sont à renouveler et dix ans après la réparation, 70% d'entre elles sont à renouveler.** La durée de vie d'une réparation traditionnelle est encore plus défavorable si l'on tient compte de l'âge de l'ouvrage (critique si supérieur à la durée de conception usuelle de 50 ans d'un bâtiment suivant Eurocodes), de son environnement (contexte maritime, environnement humide...), de la qualité de la conception (respect des enrobages réglementaires, composition des bétons suivant NF EN 206), de la nature des traitements antérieurs.

Par conséquent, un traitement traditionnel ne suffit pas à garantir l'absence de retour du phénomène de corrosion (retour du phénomène de corrosion par anodes induites ou par anodes naissantes sur un autre spot de corrosion). De nouveaux désordres sont amenés à apparaître rapidement sur le béton dont le ferrailage présente un défaut d'enrobage, qui a perdu sa réserve alcaline (carbonaté) ou bien présentant une teneur en chlorures élevée.

Dans l'optique de procéder à une réparation satisfaisante et pérenne **avec une durée de vie nominale supérieure à 25 ans**, il sera nécessaire d'éliminer la pile galvanique responsable de la corrosion. Pour cela, il existe plusieurs procédés. Les procédés les plus adaptés au contexte à mettre en œuvre sur les portiques consiste à :

- Supprimer l'anode et la cathode par la mise en œuvre d'une protection cathodique par courant galvanique (PCCG).
- Limiter l'humidité, l'oxygène et la pénétration des autres agents agressifs en utilisant des revêtements de surface

Ces procédés ainsi que les éléments structurels sur lesquels ils seront appliqués sont développés dans les paragraphes ci-après.

3.2.2 Traitement traditionnel des bétons

Le traitement traditionnel des bétons consistera à rétablir, si nécessaire, la fonction structurelle et à reconstituer les parements actuellement dégradés par le phénomène de corrosion (traitement des aciers corrodés, renforts éventuels en cas de perte significative de section d'acier, reprofilage du béton).

Comme souligné ci-avant en préambule, c'est une des étapes préliminaires importantes d'une réhabilitation d'ouvrage **qui est nécessaire mais non suffisante pour garantir la pérennité des réparations**.

Le traitement traditionnel des bétons dégradés par la corrosion doit être réalisé en respectant le protocole suivant :

- Les armatures actuellement corrodées seront mises à nu. Il est recommandé un dégarnissage de 2 cm minimum au-delà des premiers aciers, ce qui impose des précautions de confortement, à justifier et à mettre en œuvre si nécessaire avant la réalisation du dégarnissage
- Le dégagement des armatures corrodées pourra être réalisé au moyen de techniques de burinage, repiquage. Le dégarnissage doit être effectué jusqu'à ce qu'un acier sain apparaisse et la longueur de cet acier doit être dégagée sur toute sa périphérie, selon la norme NF P 95-101
- Les aciers corrodés seront soigneusement nettoyés afin d'être exempts de toute trace de corrosion à leur surface. En cas de perte de continuité des armatures par perte totale de section ou de section résiduelle insuffisante, des armatures complémentaires seront mises en œuvre sur justification par un calcul réglementaire (armatures classiques ou lamelles de carbone engravé respectant les longueurs de scellement des dispositions constructives)

- Les éléments dégradés seront ensuite reprofilés (reconstitués) avec des produits de réparation utilisés conformes aux recommandations de la norme NF EN 1504-1 à 10 « Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité ».

L'utilisation de produits de passivation est à proscrire (risque accru d'anodes induites avec accélération de la corrosion autour de la réparation) notamment dans le cas d'une mise en œuvre d'un système de protection cathodique ou un traitement électrochimique (risque de court-circuit).

Le traitement traditionnel décrit ci-avant sera réalisé sur les armatures dégradées par la corrosion des poteaux et poutres de des portiques support de toiture du local de relevage.

3.2.3 Protection cathodique par courant galvanique (PCCG)

Le procédé de protection cathodique par courant galvanique est encadré par la norme. NF EN ISO 12696 Février 2017 « Protection cathodique de l'acier dans le béton » qui spécifie les exigences de performance pour la protection cathodique de l'acier dans le béton à base de ciment, pour les structures nouvelles comme pour les structures existantes. Il traite des bâtiments et des ouvrages d'art, y compris les armatures précontraintes noyées dans le béton.

Ce procédé peut être utilisé sur les ouvrages en béton présentant une réserve alcaline nulle ou insuffisante (béton carbonaté jusqu'aux aciers) et une épaisseur de recouvrement faible des armatures responsable du phénomène de corrosion (par le mécanisme de la carbonatation). Ce procédé peut être également utilisé sur des ouvrages en béton présentant un taux de chlorures libres supérieur au seuil fixé par la réglementation au sens de la norme NF EN 206 responsable du phénomène de corrosion (par le mécanisme des chlorures) **sans toutefois être supérieur à 1% par rapport au poids du ciment.**

Le procédé de protection cathodique par courant galvanique consiste en la mise en œuvre d'un système d'anodes dites 'sacrificielles' constituées d'un métal moins noble que l'acier à protéger, comme le zinc ou l'aluminium, qui va être directement raccordé aux aciers et qui subiront la corrosion en lieu et place de l'acier présent dans la structure interne du béton. Les anodes dites 'sacrificielles' peuvent prendre la forme de feuilles de zinc collées sur le parement ou par l'incorporation d'anodes discrètes forées connectées aux armatures.

L'anode va être consommée préférentiellement, générant ainsi un courant de protection cathodique. La différence de potentiel entre l'anode et la cathode est fonction de l'environnement et des potentiels relatifs des anodes et cathodes. Le courant est fonction de la différence de potentiel et de la résistance électrique.

Ce procédé nécessite en amont **la vérification de la continuité électrique des armatures et un contrôle rigoureux des connections et câblages** avant traitement, un contrôle de l'efficacité du système pendant et après le traitement (tests de performance in-situ, essais de convenance, calepinage, contrôle à réception et suivi).

La conception du système de protection cathodique doit être réalisée par du personnel qualifié bénéficiant d'une certification de **Niveau 4 (spécialiste en PC) au sens de la norme NF EN ISO 15257 -2017.**

La protection cathodique par courant galvanique est rentable en termes d'analyse du coût du cycle de vie des systèmes de réparation si l'on souhaite que la durée de vie de la structure soit allongée de 25 ans et plus.

Au regard des conclusions du diagnostic et des contraintes de site, ce procédé sera appliqué sur les poteaux et les poutres des portiques support de toiture du local de relevage.

3.2.4 Revêtements de finition, de protection

Après reprofilage des éléments dégradé par la corrosion et protection cathodique, un revêtement de finition peut être appliqué sur le parement afin de limiter la pénétration d'agents agressifs (chlorures ou dioxyde de carbone) mais aussi contribuer à l'imperméabilisation des bétons.

Au regard des conclusions du diagnostic et du contexte, la mise en œuvre d'un ragréage à base de ciment alumineux fondu résistant aux agressions chimiques est recommandée sur les poteaux et les poutres des portiques support de toiture du local de relevage.

3.2.5 Synthèse des étapes de réparation des bétons dégradés par la corrosion

Les étapes de réparation des bétons dégradés par la corrosion sont consignées de manière synthétique dans le tableau ci-après :

Etape	Type de traitement	Objectifs du traitement
Etape 1	Réparation traditionnelle	Rétablir la fonction structurelle et reconstituer les parements actuellement dégradés par le phénomène de corrosion. Etape nécessaire mais non suffisante pour garantir à court terme l'absence de retour de désordres liés à la corrosion (épaufrures, éclats de béton avec aciers apparents corrodés, perte de section des armatures).
Etape 2	PCCG	Protéger à long terme (jusqu'à 20 ans et au-delà) contre la corrosion les armatures situées au sein du béton carbonaté
Etape 3	Revêtements de finition	Limiter la pénétration d'agents agressifs responsables de la corrosion des armatures (chlorures ou dioxyde de carbone) mais aussi contribuer à l'imperméabilisation des bétons,

3.3 CREATION D'UNE NOUVELLE TOITURE DU LOCAL DE RELEVAGE

3.3.1 Préambule

La nouvelle toiture des prétraitements devra :

- S'appuyer sur les structures existantes (portiques BA) afin de ne pas modifier la répartition des descentes de charges
- Ne pas modifier la descente de charge sur les portiques
- Être facilement démontable dans le cadre du changement périodique des vis sans fin par grutage (périodicité décennale)
- Conçue avec des matériaux résistants aux attaques chimiques (dégazage acide)
- Permettre une gestion des eaux pluviale adaptée

3.3.2 Conception et mise en œuvre du nouveau système

Pour répondre aux exigences développées ci-avant, nous proposons la mise en œuvre d'un système de couverture pouvant prendre la forme de **caissons autoportants modulables en polyester renforcé de fibres de verre (type COSERWA® ou similaire)**.



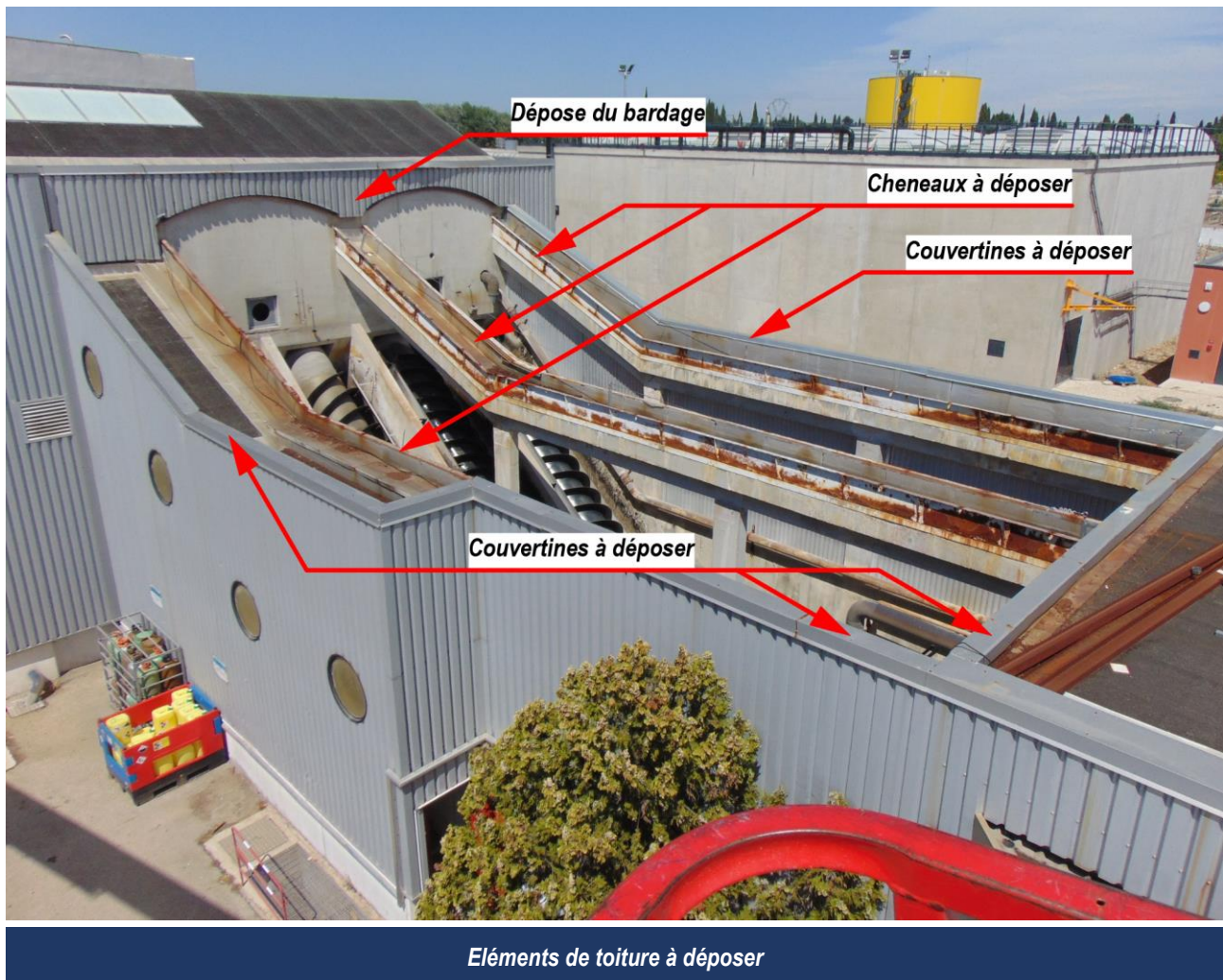
Il s'agit d'une conception semblable à la toiture initiale, avec notamment :

- Des couvertures en coques démontables pour le changement des vis sans fin
- Une préservation des appuis existants afin de conserver des descentes de charges de toiture équivalentes sur les portiques poteaux/poutres
- La possibilité d'intégration de trappes de désenfumage dans les couvertures
- La présence de cheneaux périphériques et système d'évacuation des eaux pluviales
- La création de cheneaux en rives de toiture pour faciliter la pose et dépose des caissons autoportants sans impacter l'étanchéité à l'interface toitures/ murs de refends BA (files 2 et 5)
- La réfection des étanchéités et solins
- La réfection des couvertines et bardages périphériques

3.3.3 Eléments à déposer au préalable

Avant la mise en œuvre de la nouvelle toiture, les éléments énoncés ci-après seront déposés :

- L'ensemble des cheneaux métalliques actuellement en place comprenant la dépose de l'étanchéité et des fixations sur les poutres BA des portiques
- La dépose du bardage du mur de refend file 5
- La dépose des couvertines périphériques
- La dépose des descentes EP en PVC



3.3.4 Le système de fixation préalable à la pose des couvertures

La pose du toit nécessite la mise en œuvre préalable d'un support de fixation pour les futurs caissons autoportants de couverture faisant également office de système d'évacuation des eaux pluviales sur le principe du chéneau.

Ce système de cheneaux sera mis en œuvre :

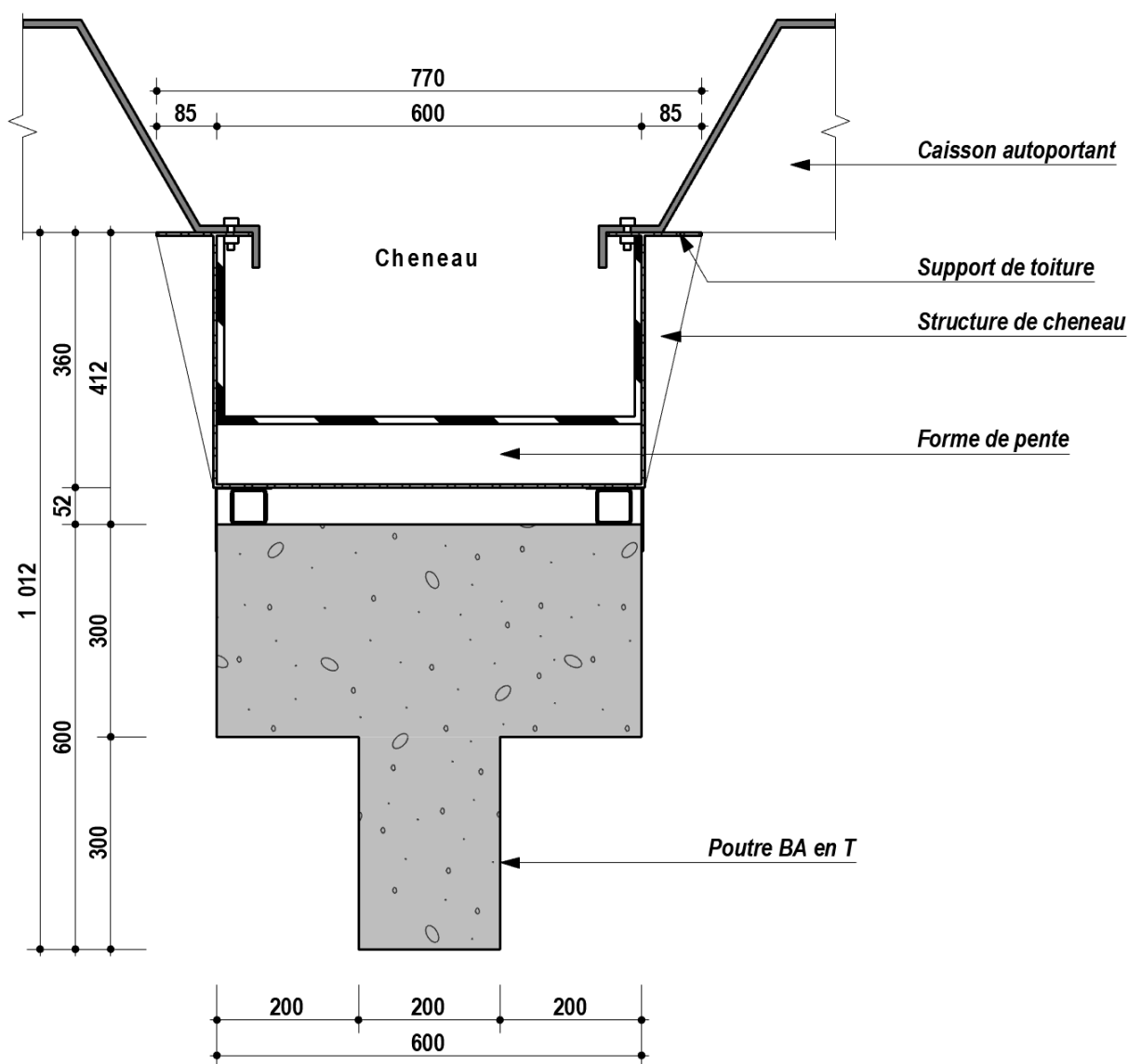
- Sur les poutres de portique existantes permettant l'appui et la fixation des caissons autoportants de couverture.
- En rive de couverture (contre les murs des files 2&5) permettant de gérer l'étanchéité entre les couvertures et les murs. Les cheneaux seront posés sur des consoles métalliques ancrées aux murs en béton.

Les cheneaux seront façonnés ou habillés de manière à préserver l'étanchéité des entablements et des relevés.

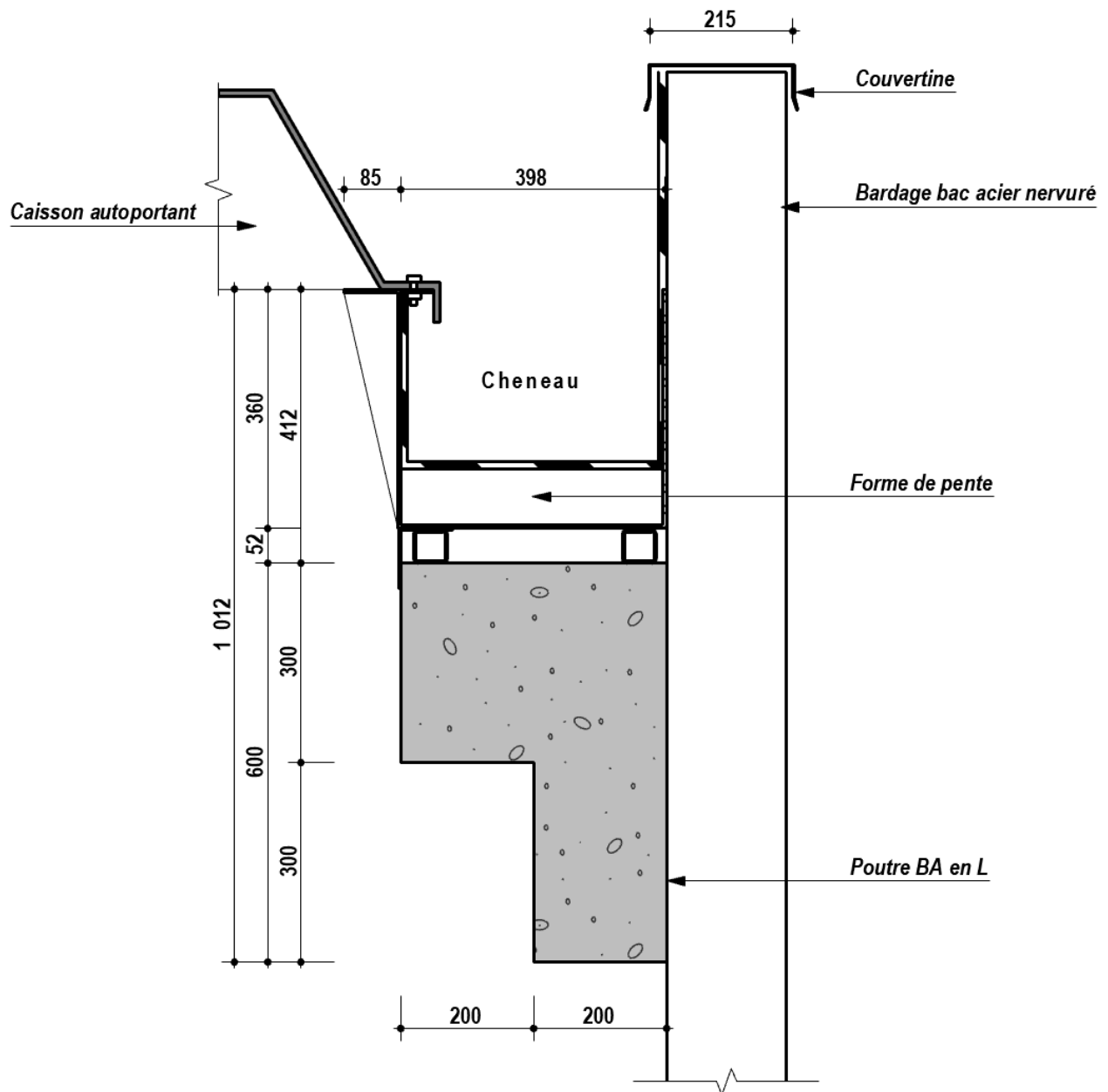
Les chéneaux seront équipés d'exutoires reliés à des descentes PVC raccordées au réseau pluvial.

Le bardage file 5 sera remplacé par un nouveau qui épousera la géométrie du nouveau chéneau (voir coupe de principe du chéneau file 5 en page 16 et image de synthèse en page 17).

Les couvertines de l'ensemble des acrotères périphériques qui ont été préalablement déposées seront entièrement remplacées par de nouvelles couvertines.



Coupe de principe du chéneau file E

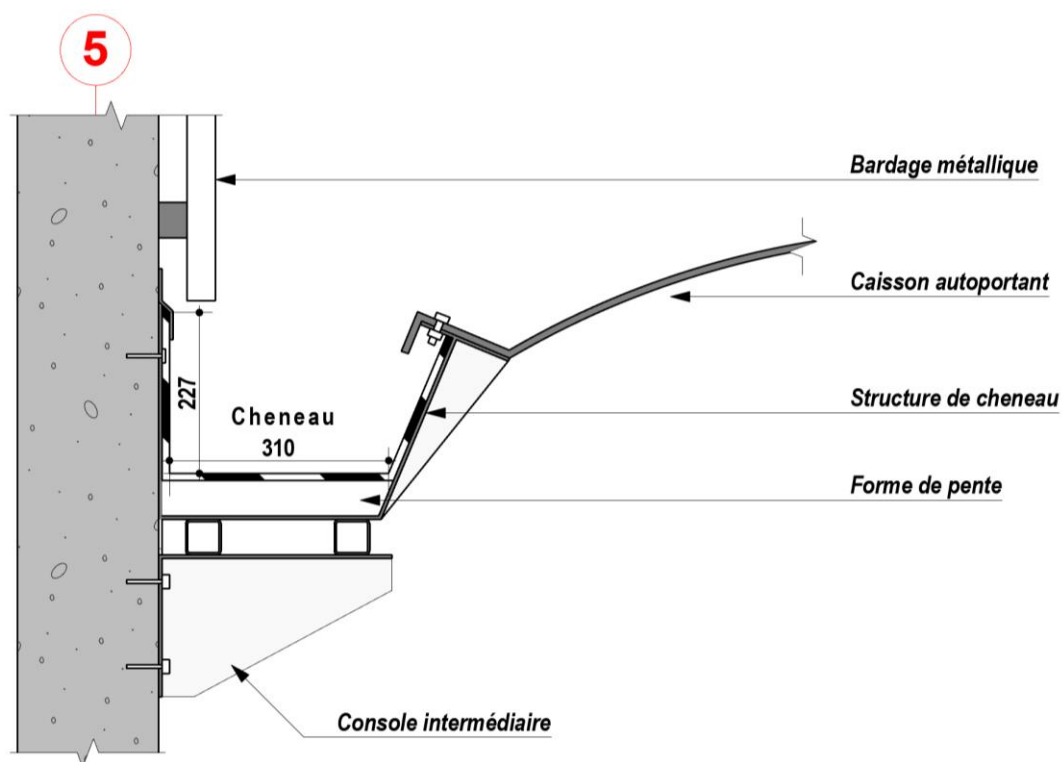


Coupe de principe du cheneau files C & G

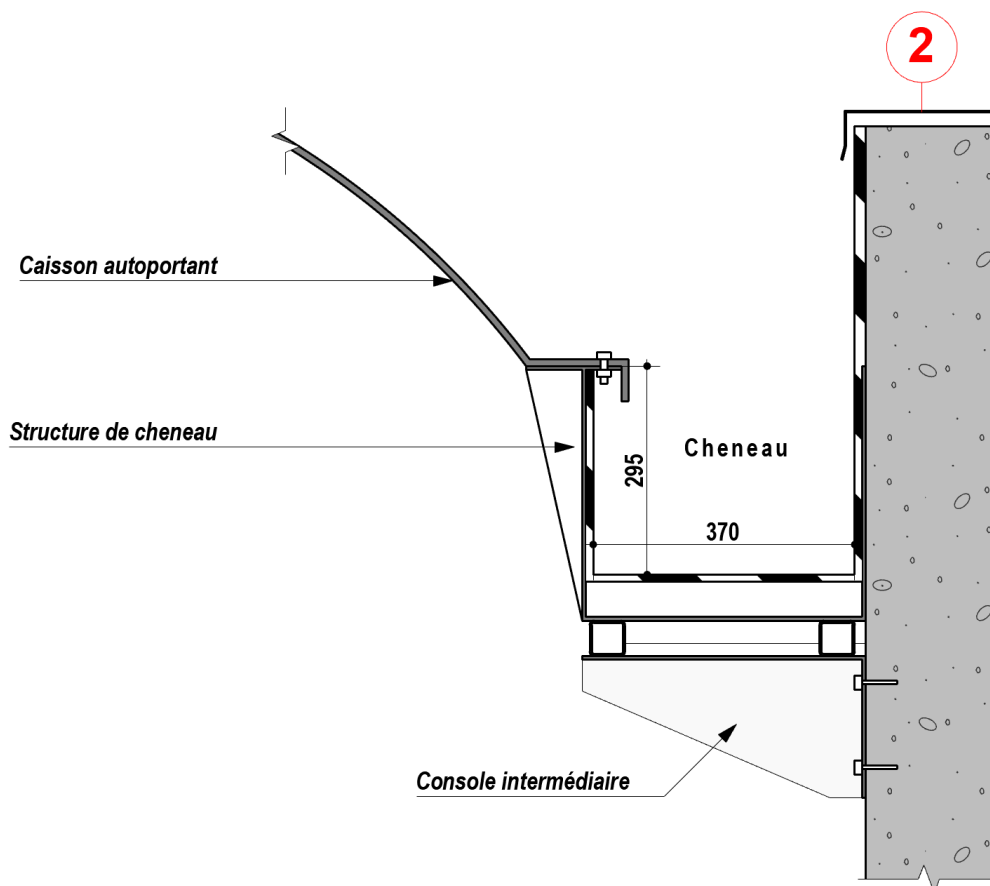
ETUDE DE DIAGNOSTIC ET DE FAISABILITE DE REMISE DU TOIT DES PRETRAITEMENTS DE LA STEU DE NIMES

Etude de faisabilité de remise du toit des prétraitements

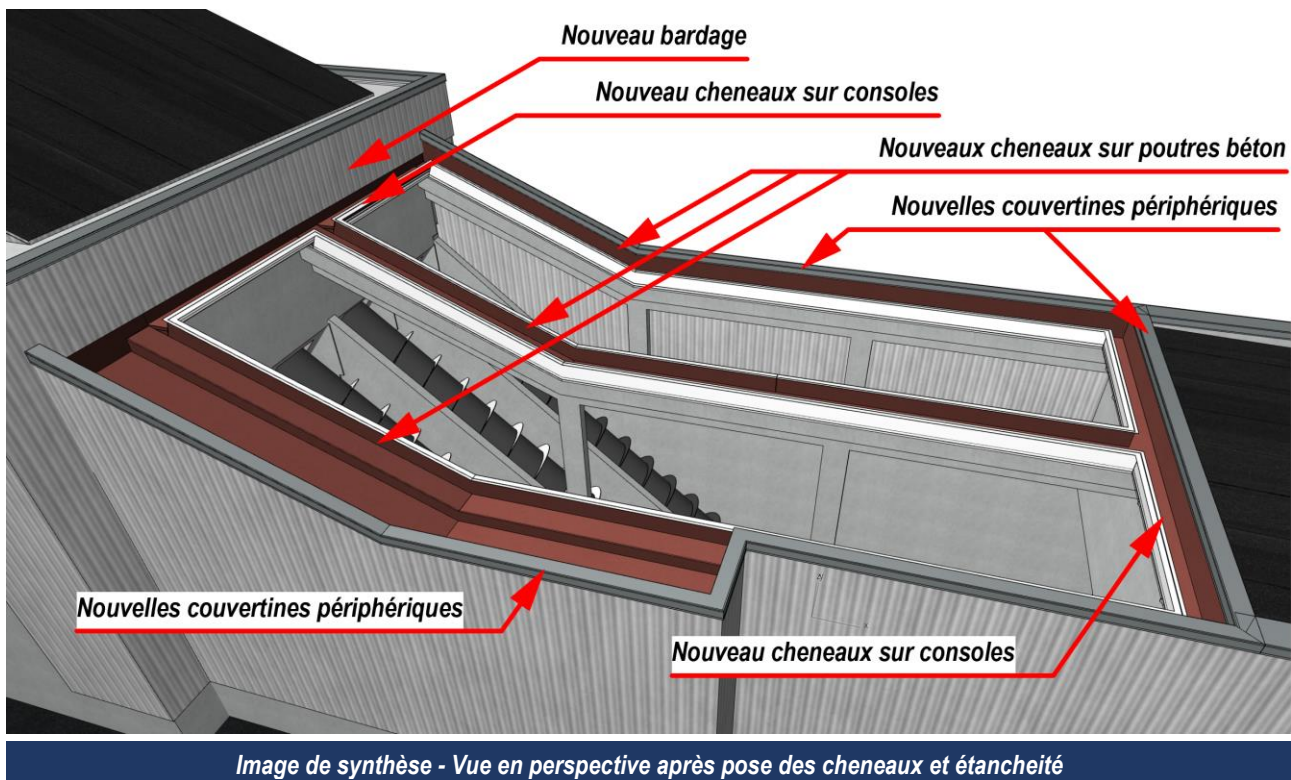
Station de traitement des eaux usées Nîmes Ouest - Bâtiment A1 - Nîmes (34)



Coupe sur cheneau file 5



Coupe sur cheneau file 2



3.3.5 Système de couverture

Les couvertures seront prévues en caissons autoportants, en nombre limité afin de réduire le temps de pose et de dépose de ceux-ci. La pose et dépose des caissons ne doit pas impacter les éléments fixes (cheneaux, étanchéités, bardages).

- Chaque caisson devra prévoir des fixations de levage et être adapté à la grue de levage des vis.
- La forme des couvertures devra faciliter l'écoulement des eaux de pluies vers les cheneaux.
- La conception des caissons devra permettre une bonne étanchéité entre les différents modules et les surfaces d'appui.
- L'accès en sous face de toiture étant difficile. Les fixations des modules sur les cheneaux devront être mis en place par la toiture uniquement.

ETUDE DE DIAGNOSTIC ET DE FAISABILITE DE REMISE DU TOIT DES PRETRAITEMENTS DE LA STEU DE NIMES

Etude de faisabilité de remise du toit des prétraitements

Station de traitement des eaux usées Nîmes Ouest - Bâtiment A1 - Nîmes (34)

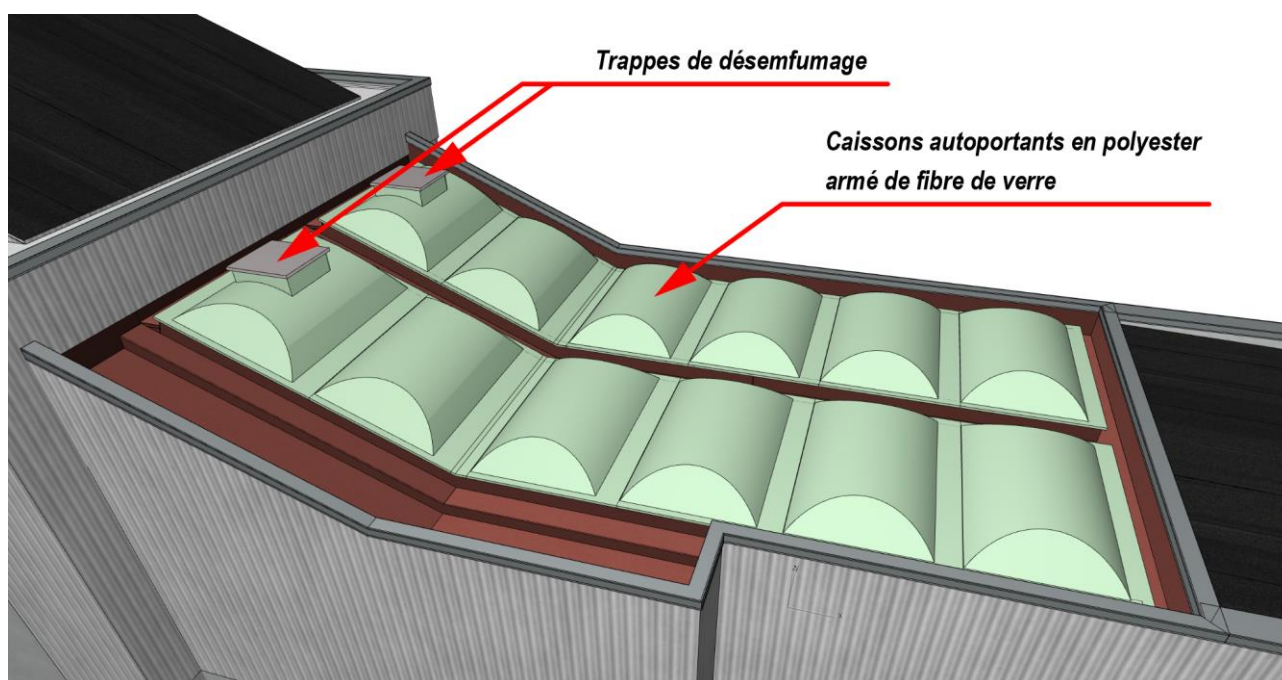
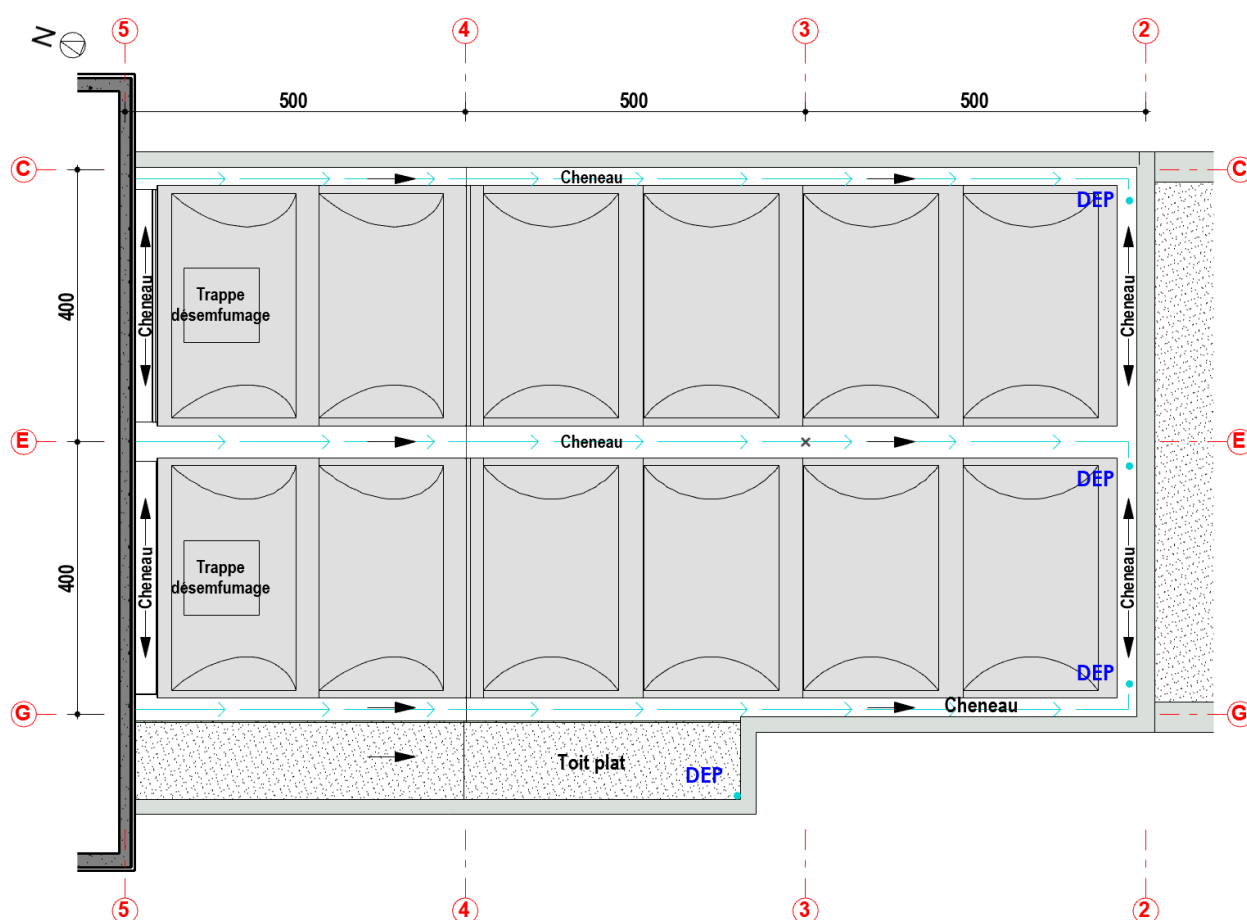


Image de synthèse - Vue en perspective de la nouvelle couverture

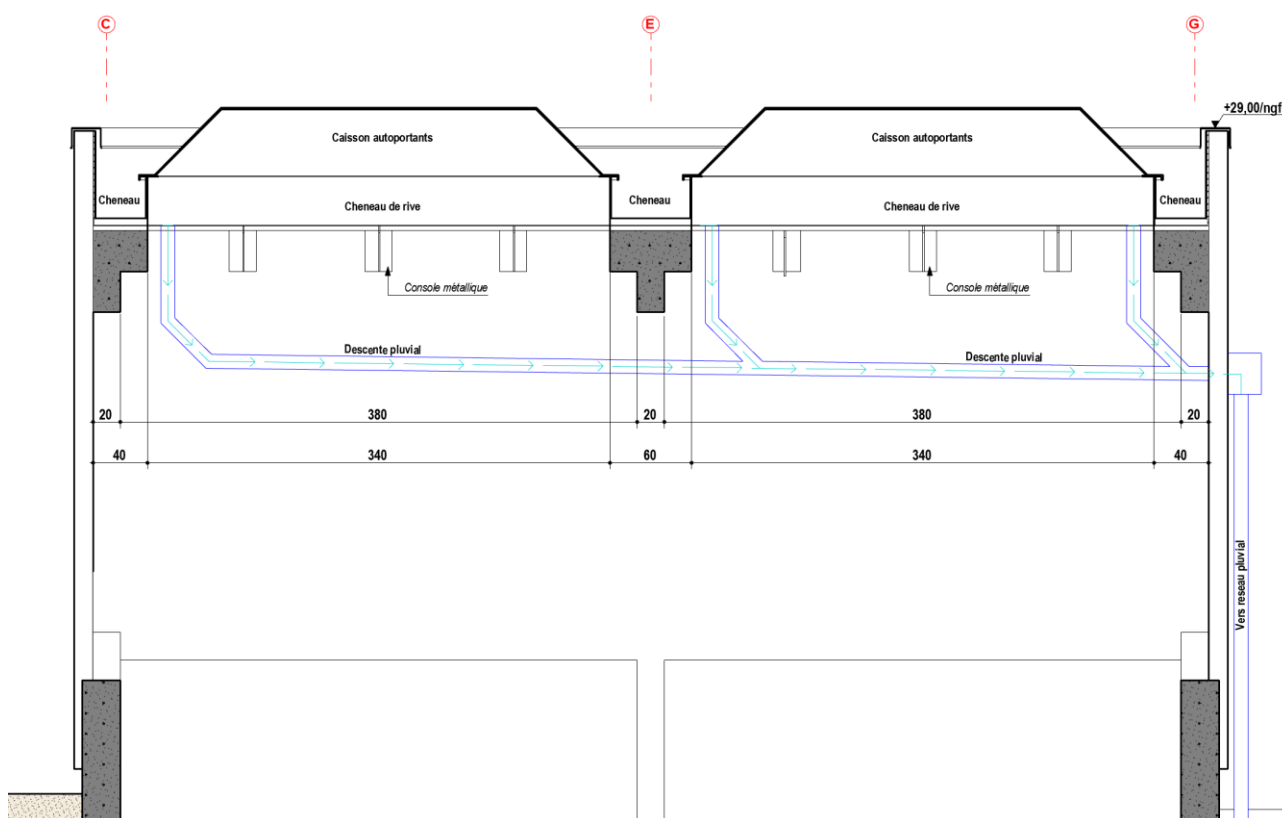


Plan de principe de la nouvelle couverture

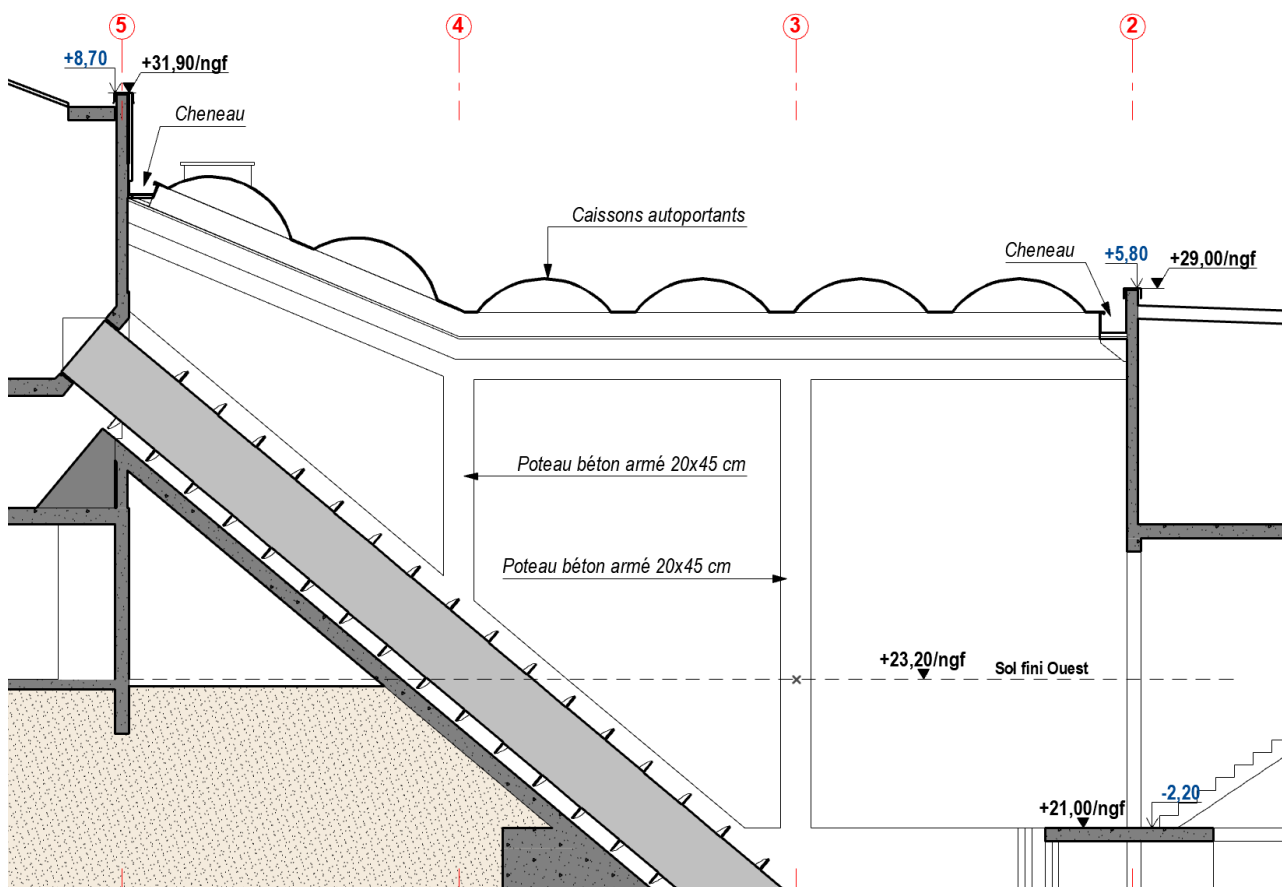
ETUDE DE DIAGNOSTIC ET DE FAISABILITE DE REMISE DU TOIT DES PRETRAITEMENTS DE LA STEU DE NIMES

Etude de faisabilité de remise du toit des prétraitements

Station de traitement des eaux usées Nîmes Ouest - Bâtiment A1 - Nîmes (34)



Coupe transversale de la nouvelle couverture – Evacuation des eaux pluviales



Coupe longitudinale de la nouvelle couverture

4 SYNTHÈSE & CONCLUSIONS

L'étude de la remise du toit des prétraitements de la STEU de Nîmes Ouest a permis de mettre en évidence la possibilité de remise en place de nouvelles toitures au regard des contraintes du site et de l'exploitant.

Les structures en béton armé, porteuses de la couverture sont dans un état satisfaisant et ne présentent pas de désordres structurels. Néanmoins, dans l'objectif de prolonger sa durée de vie à long terme, il sera nécessaire de protéger les aciers situés en zone carbonatée des risques de corrosion.

Les profilés métalliques faisant office de cheneaux et de structure d'appui des anciennes couvertures sont très corrodés et devront être déposés, entraînant également la dépose de l'ensemble des étanchéités.

Les couvertines et bardages périphériques pourront également être déposés et remplacés suite à la mise en place des nouvelles toitures.

Les nouvelles toitures devront s'adapter aux contraintes énoncées dans les paragraphes précédents. Elles devront notamment préserver une répartition des charges sur les portiques équivalente à celles supportées précédemment. Dans cette optique la mise en place au-dessus des poutres de nouveaux cheneaux semblables aux existants s'avère nécessaire afin de recueillir les eaux de pluies et de servir d'appui aux nouvelles couvertures. De plus, afin de préserver l'étanchéité à l'interface toitures - murs de refend en béton armé des files 2 et 5 lors des différentes poses et déposes, la mise en place de cheneaux le long de ces murs est préconisée.

L'emploi de caissons autoportants en polyester armé de fibre de verre permet une pose et dépose rapide des couvertures en vue du remplacement des vis du poste de relevage, sans aggraver les charges sur les structures existantes. Le matériau est également résistant aux attaques chimiques.

ANNEXES

> **Annexe 1** : Plans & Coupes de principe de la couverture

> **Annexe 2** : Détails de principe