GENIE CIVILE STATION DE POMPAGE

Lot 1

C.C.T.P. complémentaire et avenant aux articles 4 « Dimensionnement des ouvrages » et 5 « Mode d'exécution des travaux de génie civil

BEREST INGÉNIERIE

BUREAUX D'ETUDES REUNIS DE L'EST
Ingénieurs civils des collectivités publiques
Membre CICF

ZI Maisons Rouges – 8, rue du Luxembourg
57 370 PHALSBOURG
Tél : **03.87.24.41.86** – lorraine@berest.fr

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I ETUDES LIEES AU CHANTIER 4

Article I.1 CALCUL DES OUVRAGES 4

I.1.1 Exigences générales 4
I.1.2 Environnement des ouvrages 5
I.1.3 Tolérances de fissuration 5
I.1.4 Enrobage des armatures / Épaisseurs des parois 5
I.1.5 Prédimensionnement 6
I.1.6 Stabilité des ouvrages 6

CHAPITRE II GENIE CIVIL ET BETON ARME 6

Article II.1 QUALITÉ DES MATÉRIAUX POUR BÉTON ARMÉ 6

II.1.1 Exigences générales 6
II.1.2 Ciments 6
II.1.3 Granulats 7
II.1.4 Eau de gâchage 7
II.1.5 Adjuvants 7
II.1.6 Aciers pour armature de béton armé 7
II.1.7 Compatibilité des différents constituants 8
II.1.8 Prévention contre les phénomènes d'alcali-réaction 8
II.1.9 Prévention contre les phénomènes de réaction sulfatique interne 8

Article II.2 FABRICATION DES BÉTONS 8

II.2.1 Résistance caractéristique 9
II.2.2 Dosage 9
II.2.3 Maniabilité 9
II.2.4 Eau de gâchage 9
II.2.5 Adjuvants pour béton 9
II.2.6 Essais de convenance 9

Article II.3 MISE EN ŒUVRE 10

II.3.1 Ouvrages provisoires et coffrages 10
II.3.2 Armatures de béton armé 10
II.3.3 Arêtes 11
II.3.4 Ouvertures dans les dalles 11
II.3.5 Traversées de paroi 11
II.3.6 Reprises de bétonnage 11
II.3.7 Joints de dilatations 11
II.3.8 Béton de remplissage / renformis 12
II.3.9 Transport et mise en œuvre du béton 12
II.3.10 État des parements 13
II.3.11 Réparation des défauts des surfaces coffrées 14
II.3.12 Prédalles / prémurs 14
II.3.13 Ouvrages préfabriqués 15

Article II.4 ESSAIS ET CONTRÔLES EN COURS DE TRAVAUX DE CONSTRUCTION DES OUVRAGES EN BÉTON 15

II.4.1 Contrôle des dimensions 15
II.4.2 Écarts sur la verticalité ou l'horizontalité 15
II.4.3 Contrôle de planéité 15
II.4.4 Contrôle de désaffleurement 15
II.4.5 Contrôle de l'état de surface 15

Article II.5 EPREUVES EN EAU DES OUVRAGES 15

II.5.1 Épreuve de charge 16
II.5.2 Essai d'étanchéité 16
II.5.3 Réparation des défauts d'étanchéité 17

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Ouverture de fissures Wk1 en fonction du rapport h_D/h 5
Figure 2 : Extrait du référentiel SYNAD des produits de démoulage.....10

CHAPITRE I ETUDES LIEES AU CHANTIER

ARTICLE I.1 CALCUL DES OUVRAGES

I.1.1 Exigences générales

Le dimensionnement des ouvrages en béton armé sera réalisé conformément aux prescriptions techniques en vigueur à la date de signature du marché et notamment les Eurocodes et leurs annexes nationales.

Selon le Fascicule 74, les ouvrages seront de Type A1 ouvrage en béton non revêtu.

Les hypothèses retenues seront les suivantes :

- EUROCODE 0 :
    - Classe de conséquence CC2
    - Classe de fiabilité RC2 – $\beta = 3,8$
- EUROCODE 1 :
    - Charge de neige (partie 1-3 : NF EN 1991-1-3 Indice de classement P06-113-1)
    - Actions du vent (partie 1-4 : NF EN 1991-1-4 indice de classement P06-114-1)
        - Région 2, $V_{b,0}$ 24 m/s.
- EUROCODE 2 :
    - La classe d'étanchéité dérogera à la classification de l'EUROCODE 2. L'ouvrage devra ainsi être étanche dans la masse (classe d'étanchéité 1).
    - Les ouvrages en béton armé seront calculés selon l'Eurocode 2 partie 3 (NF EN 1992-3/NA), classe structurale S4 – durée d'utilisation **50 ans (à justifier par le bureau d'études structure)** ;
    - Pour les armatures proches de la face non mouillée des sections partiellement tendues, la contrainte de traction, calculée vis-à-vis de l'état limite de service, est limitée aux valeurs fixées par les règles Eurocode 2 (NF EN 1992-1-1 section 7 et EN 1992-3) pour les **ouvrages hydrauliques de classe 1**.
- EUROCODE 8 :
    - Séisme : Ouvrage de catégorie d'importance de classe I en zone de sismicité 3 (modérée), conformément au décret 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismique.

Le tassement global sous le radier des ouvrages sera inférieur ou égal à 2 cm.

Les ouvrages carrossables devront être dimensionnés pour supporter des charges roulantes pouvant atteindre 42 Tonnes, correspondant aux véhicules d'exploitation.

Dans le cas d'ouvrages constitués de plusieurs zones compartimentées, ils devront être dimensionnés de manière que chaque zone puisse être vidangée indépendamment.

I.1.2 Environnement des ouvrages

- Effluents transitant :
    - pH entre 6,0 et 8,0 ;
    - Température < 30°C ;
    - Conductivité entre 550 et 1 400 µS/cm ;
- Humide avec gel modéré ou en référence à la norme NF EN 206-A2 ;
- Hygrométrie très forte ;
- Moyennement agressif niveau XA2 ;
- Gradient thermique :
    - Température extérieure : - 15 à + 35 °C
    - Température retenue des effluents : + 15 °C

I.1.3 Tolérances de fissuration

Selon les Eurocodes il convient de limiter l'ouverture des fissures W_k1 pour les ouvrages de classe 1. Elles devront être **de 0,15 mm** pour les faces en contact avec le liquide lorsque les fissures peuvent être supposées non traversantes.

La valeur limite de l'ouverture de fissure W_k1 pour la classe d'étanchéité 1 devra tenir compte de la hauteur d'eau dans l'ouvrage. Aussi, pour déterminer W_k1 on utilisera le rapport h_D/h ou h_D est hauteur d'eau en m et h l'épaisseur de la paroi en m.

Abaque de calcul d'ouverture de fissures (§ 7.3.1 (111) NF EN 1992-3/NA Novembre 2016)

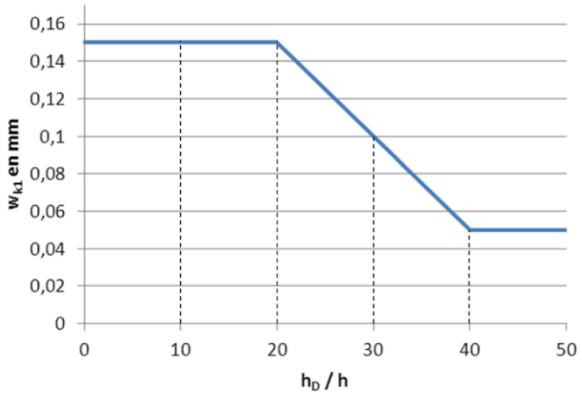

Figure 1 : Ouverture de fissures Wk1 en fonction du rapport h_D/h

Pour les ouvrages de classe 1, selon les Eurocodes et le Fascicule 74, les fuites sont limitées à une faible quantité et quelques taches ou plaques d'humidité en surface admises.

Ces prescriptions sont complétées par les précisions suivantes :

- **Une simple tache humide, sans suintement, ne fera pas obstacle à la réception si elle est temporaire et disparait rapidement après la mise en eau ;**
- **Une tache humide avec suintement, présence d'eau en surface avec ou sans écoulement, ne sera pas acceptée.**

I.1.4 Enrobage des armatures / Épaisseurs des parois

L'enrobage minimum des armatures sera de 5 cm pour les parements directement exposés à la condensation ou à l'eau, 3 cm pour les parois extérieures. Aucune tolérance en moins ne sera admise.

Afin d'assurer des possibilités de bétonnage correctes avec des moyens conventionnels, l'épaisseur des parois des ouvrages ne pourra être inférieure à **30 cm**.

Les parois des ouvrages hydrauliques préfabriqués (poste de pompage, déversoir d'orage, chambre à vannes, chambre de régulation…) ne pourront être inférieures à **15 cm**.

I.1.5 Prédimensionnement

L'entrepreneur fournira dans son offre une note de prédimensionnement des ouvrages selon les exigences générales, précisant au minimum les éléments suivants :

- Hypothèses de dimensionnement (méthodes de calcul retenues pour les EUROCODES, classe d'étanchéité 1, charges, ouvertures de fissures…) ;
- Hypothèses sismiques (zone, catégorie des ouvrages…) ;
- Les formulations de béton ;
- Épaisseurs des parois (radiers, voiles, dalles…) ;
- Enrobage des armatures ;
- Quantité d'acier prévisionnelle ;
- Mode opératoire de traitement des reprises de bétonnage horizontales et verticales (bandes d'étanchéité, joints hydro-gonflants, engravures, produits d'étanchéité…) ;
- Etc.

I.1.6 Stabilité des ouvrages

La stabilité des ouvrages devra être assurée en fonctionnement normal quel que soit le niveau d'eau dans le sol.

Le volume d'eau contenu dans les ouvrages hydrauliques (poste de pompage, déversoir d'orage, chambre de manœuvre…) ne pourra être pris en compte dans le calcul de stabilité. Les ouvrages devront être stable à vide lorsque le Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE) sera atteint.

L'hypothèse à prendre pour la cote du Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE) sera le niveau du terrain fini au droit des ouvrages.

Un coefficient de sécurité de 0,9 sera appliqué aux charges de l'ouvrage (charges descendantes) dans le calcul de stabilité réalisé par rapport au Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE).

CHAPITRE II GENIE CIVIL ET BETON ARME

Le présent chapitre fixe les conditions particulières d'exécution de l'ensemble des ouvrages (bassin de pollution, poste de pompage, déversoir d'orage, chambre de manœuvre, vidange ou de régulation…).

ARTICLE II.1 QUALITÉ DES MATÉRIAUX POUR BÉTON ARMÉ

II.1.1 Exigences générales

Les fiches produits et les résultats des essais effectués sur les matériaux employés par la centrale béton seront fournis par l'entrepreneur au maître d'œuvre dans son dossier d'exécution.

II.1.2 Ciments

Seuls peuvent être utilisés les ciments admis à la marque NF, ce qui implique la conformité à la norme NF EN 197-1 avec double marquage NF + CE.

II.1.3 Granulats

Les granulats naturels utilisés pour la fabrication du béton devront répondre aux normes NF P 18-545 et NF EN 12620.

La granulométrie devra être choisie en fonction des dispositions constructives, en particulier des exigences d'enrobage des armatures selon « disposition constructive » des règles de calcul des ouvrages. La granulométrie maximum admise sera de 22,5 mm.

Les granulats devront être exempts de toutes matières terreuses, marneuses ou crayeuses. Ils ne devront pas contenir des impuretés dont la teneur pourrait nuire aux propriétés du béton et/ou altérer les armatures métalliques.

Selon la norme NF EN 197-1 l'équivalence en sable sera supérieure ou égale à 75 % ; le module de finesse du sable devra être supérieur à 2,50 ; le rapport gravier sur sable doit être supérieur à 2,20.

II.1.4 Eau de gâchage

L'eau de gâchage satisfera aux prescriptions de la norme NF EN 1008. L'eau provenant du réseau public d'eau potable est réputée conforme à la norme.

II.1.5 Adjuvants

Seuls pourront être utilisés les adjuvants satisfaisants à la norme NF EN 934-2 et faisant l'objet d'une marque NF adjuvants.

II.1.6 Aciers pour armature de béton armé

La fourniture, le façonnage et la mise en œuvre des armatures de béton armé respecteront les prescriptions du fascicule 65 du CCTG chapitre 6 Armature de béton armé.

Le niveau de corrosion devra permettre la bonne adhérence du béton.

II.1.6.1 Choix et provenance des armatures

Les aciers et armatures utilisés devront bénéficier d'une certification de conformité émanant de l'AFCAB (Association Française de Certification des Armatures du Béton) en cours de validité.

II.1.6.2 Classe des armatures

Ronds lisses (Adx) :	Fe E220 ou Fe E240
Armatures à Haute Adhérence (HA) :	B500
Armatures à Haute Adhérence pour treillis soudés (HA) :	B500

L'entrepreneur précisera la classe de ductilité des armatures à haute adhérence.

Il sera interdit d'utiliser sur un même ouvrage des ronds lisses de même diamètre et de nuances différentes. **Les ronds lisses pourront être utilisés uniquement en tant qu'armatures de frettage ou en tant qu'armatures en attente dans le cas où ces armatures sont vouées à un pliage suivi d'un dépliage.**

Les frettages des réservations seront impérativement réalisés en HA B500.

II.1.6.3 Boites d'attente

Les boites d'attente feront l'objet d'une validation préalablement à leur mise en œuvre par présentation d'une fiche technique confirmant leurs caractéristiques dimensionnelles et la certification AFCAB des armatures. Les boites d'attente devront être représentées et référencées sur les plans de coffrage et ferraillage.

II.1.6.4 Stockage des armatures

Les armatures seront stockées à plat sur un calage bois ou un géotextile disposé sur une aire de stockage définie, à l'abri de toute source de pollution ou d'altération, et classées par nuances, catégories, et diamètre. **Aucune salissure ne sera admise sur les aciers.**

II.1.6.5 Façonnage sur site des armatures

Le façonnage dans les coffrages n'est admis que pour la fermeture des cadres et étriers compte tenu des risques de non-conformité aux dessins d'exécution et de blessures aux parois de coffrage.

Un matériel spécifique devra être utilisé et une procédure particulière devra être soumise au visa du maître d'œuvre, qui décrit :

- Le domaine d'application et les conditions requises ;
- Les moyens en matériel et méthodes utilisés pour effectuer l'opération et leur adéquation ;
- Les résultats attendus avec les critères d'acceptation.

Une épreuve de convenance sera réalisée. Elle sera effectuée sous la responsabilité de l'entrepreneur en présence du maître d'œuvre ou de l'un de ses représentants.

Le façonnage des armatures sera uniquement exécuté mécaniquement.

L'identification des armatures fabriquées sur chantier devra être assurée à l'aide d'un étiquetage interne identifiant chaque produit conformément à une procédure présente au PAQ. Cet étiquetage devra comporter au minimum les références au plan d'exécution (dessin d'armatures) et de la nomenclature si cette dernière ne figure pas sur le plan ainsi que le repère de l'armature.

II.1.7 Compatibilité des différents constituants

Les constituants du béton devront être choisis de façon à être compatibles entre eux et à ne pas altérer les armatures, en particulier :

- La quantité maximale d'ion chlore (CL-) susceptible d'être solubilisée est fixée à 1 % de la masse du ciment pour les bétons et mortiers non armés, à 0,65 % de la masse du ciment pour les bétons armés ;
- La quantité maximale d'ion soufre (S^2) est fixée à 0,5 % de la masse du ciment.

II.1.8 Prévention contre les phénomènes d'alcali-réaction

Le niveau de prévention des ouvrages contre les phénomènes d'alcali-réaction sera de niveau B conformément au fascicule de documentation FD P18-646.

- Classe d'exposition : XAR2 (hygrométrie supérieure à 80 % ou en contact avec l'eau) ;
- Catégorie d'ouvrage : II (risques d'apparition de désordres peu tolérables).

Les formules de béton proposées par l'entrepreneur devront satisfaire à une des conditions suivantes :

- Tous les granulats Non Réactifs (NR) ;
- Bilan des alcalins actifs du béton < 3,5 kg/m³ ;
- Essai de performance sur béton (NF P 18-454) ;
- Granulats Potentiellement Réactifs à effet de Pessimum (PRP) avec conditions spécifiques.

II.1.9 Prévention contre les phénomènes de réaction sulfatique interne

Le niveau de prévention des ouvrages contre les phénomènes de réaction sulfatique interne sera de niveau BS.

- Classe d'exposition : XH2 (alternance humidité-séchage, humidité élevée) ;
- Catégorie d'ouvrage : II (conséquences peu tolérables).

ARTICLE II.2 FABRICATION DES BÉTONS

Les bétons proviendront d'une centrale NF Béton Prêt à l'Emploi (NF 033). Une centrale de secours devra également être prévue.

L'entrepreneur indiquera, la ou les formules de béton qu'il compte utiliser et les centrales de béton alimentant le chantier au maître d'œuvre dans son dossier d'exécution.

II.2.1 Résistance caractéristique

Type	Usage	Formule	Dosage minimal en ciment
Ouvrages hydrauliques	Parois (radiers, voiles, dalles et autres parois)	**BPS NF EN 206-A2 XA2 C35/45**	380 kg/m³
	Béton de forme	**BPS NF EN 206-A2 XA2 C35/45**	380 kg/m³
	Béton de propreté, de substitution	**BPS NF EN 206-A2 X0 C16/20**	/
	Béton de lestage, de remplissage	**BPS NF EN 206-A2 XC1 C20/25**	260 kg/m²
	Béton pour bouchon (havage)	**BPS NF EN 206-A2 XF1 C30/37**	300 kg/m²
Bâtiments	Murs, dalles intérieures / extérieures, socles, fondations, longrines	**BPS NF EN 206-A2 XF1 C25/30**	280 kg/m³

II.2.2 Dosage

Le dosage en ciment ne devra pas être inférieur aux prescriptions précitées ainsi qu'à la norme NF EN 206-A2. La notion de liant équivalent ne sera pas admise.

II.2.3 Maniabilité

La maniabilité devra se conformer à la norme NF EN 206-A2.

II.2.4 Eau de gâchage

Le rapport eau sur ciment (E/C) devra se conformer à la norme NF EN 206-A2.

II.2.5 Adjuvants pour béton

L'emploi d'adjuvants pour la confection des bétons sera soumis à l'agrément de maître d'œuvre. Ils devront être certifiés NF et respecter les exigences de la norme NF EN 206-A2.

L'entrepreneur devra justifier de l'adéquation entre le ciment, les adjuvants et leurs dosages respectifs (étude compatibilité ciment-adjuvant).

L'emploi d'un adjuvant ne devra pas altérer les caractéristiques mécaniques, physiques ou chimiques du béton. Il ne devra pas nuire aux caractéristiques des armatures et en particulier leur adhérence au béton.

II.2.6 Essais de convenance

L'entrepreneur devra procéder à des essais de convenance de l'ensemble des formules de béton proposé.

Ces essais seront réalisés sur le site de construction.

Ils comprendront, par formule :

- 1 essai d'affaissement au cône d'Abrams (selon norme NF 12350-2) ;
- 1 série de 6 (3 éprouvettes seront écrasées à 7 jours puis 3 à 28 jours).

Lors de ces essais, aucune éprouvette écrasée à 28 jours d'âge ne devra se rompre à une valeur inférieure à la résistance caractéristique demandée.

Dans le cas contraire, la formule devra être modifiée et de nouveau essais réalisés.

La centrale BPE justifiant d'essais inférieurs à 6 mois pour une formule identique et une distance de transport équivalente pourra proposer les résultats.

Les résultats des essais de convenance seront joints au dossier d'exécution pour validation.

ARTICLE II.3 MISE EN ŒUVRE

II.3.1 Ouvrages provisoires et coffrages

L'ensemble des parements, parois hydrauliques et parements autres est défini comme parement simple au sens du fascicule 65.

II.3.1.1 Panneaux de coffrage

Les coffrages seront réalisés au moyen de contre-plaqué filmé et imperméable, afin d'obtenir des parements lisses destinés à rester bruts de décoffrage.

Les poteaux cylindriques seront réalisés au moyen de tube de coffrage en carton neuf et résistant à l'humidité.

Les parpaings auto-coffrants ne seront pas acceptés, sauf accord explicite du maître d'œuvre.

II.3.1.2 Déformations et flèches

Les échafaudages et cintres destinés à supporter les bétons coulés ne devront pas subir de déformations excédant 2 cm en quelque point que ce soit.

II.3.1.3 Écarteurs de coffrages

Les tendeurs métalliques noyés directement dans le béton sont interdits.

Les trous de tige de banches seront comblés au moyen de bouchons conique en béton adaptés à l'environnement de l'ouvrage (eaux usées). Les bouchons devront être mis en œuvre depuis l'intérieur vers l'extérieur de l'ouvrage et collés à l'aide d'un mortier bi-composant à base de résine époxydique.

Les bouchons plastiques sont interdits.

L'ensemble de ces produits seront soumis à l'agrément préalable du maître d'œuvre.

II.3.1.4 Cales d'enrobage

Les cales d'enrobage des armatures devront être adaptées au type de paroi.

Pour les parois horizontales, les cales devront être de type linéaire.

La classe d'exposition des cales en béton devra être égale à celle de l'ouvrage.

Les cales devront être espacées de 50 cm maximum.

L'ensemble de ces produits seront soumis à l'agrément préalable du maître d'œuvre.

II.3.1.5 Huiles de décoffrage

Les huiles de décoffrage qui seront utilisées en quantité minimale devront être purement végétales, hydrosolubles, sans solvant et de classification suivante :

FAMILLE Appellations	CRITÈRES	NATURE DES CONSTITUANTS	SÉCURITÉ FEU	UTILISATEURS / ENVIRONNEMENT		
				HYGIÈNE	COV	BIODÉGRADABILITÉ
VÉGÉTALE						
Pur Végétal	■ Concentration en constituants végétaux > 95 % ■ Aucun pictogramme de danger	■ Triglycérides et esters d'origine végétal Appellation disponible avec le logo EXCELLENCE SYNAD : constituants utilisés exempts par nature de B[a]P	♦♦	♦♦♦♦	♦	♦

Figure 2 : Extrait du référentiel SYNAD des produits de démoulage

Les parois seront nettoyées après le décoffrage pour élimination du résiduel d'huile.

L'entrepreneur précisera la ou les huiles de décoffrage qu'il compte utiliser au maître d'œuvre dans son dossier d'exécution.

II.3.2 Armatures de béton armé

Le pliage et le redressage des armatures à haute adhérence en attente n'est admis, une seule fois, que pour les armatures possédant cette aptitude. Il conviendra d'utiliser un matériel permettant de limiter les contraintes locales dans l'acier.

La réalisation des assemblages soudés en aciers pour armatures transmettant des efforts devra être conforme à la norme NF EN ISO 17660-1.

L’entrepreneur précisera dans son offre la liste et les certifications du personnel dédié aux opérations de soudure d’armatures (conducteur de travaux, chef de chantier, sous-traitants…) conformément à la norme NF EN ISO 17660-1.

Les extrémités des ligatures ne devront pas être positionnées dans la zone d’enrobage des armatures.

Les armatures libres en attente seront façonnées ou équipées de manière à éliminer les risques graves pour la sécurité des personnes. Les dispositions adoptées seront portées sur les plans d'exécution.

II.3.3 Arêtes

Pour éviter les épaufrures, toutes les arêtes seront abattues par un chanfrein à 45°, au moyen de baguettes à section triangulaire isocèle de 15 mm de côté de l'angle droit.

II.3.4 Ouvertures dans les dalles

Afin de limiter les risques de fissuration, toutes les ouvertures dans les dalles hautes des ouvrages devront être couturées au moyen d’armatures positionnées à 45° dans les angles sur chacune des nappes de la paroi.

Ces armatures devront être représentées sur les plans de ferraillage et référencées dans la nomenclature.

II.3.5 Traversées de paroi

La réalisation des traversées de paroi devra être en adéquation avec les exigences d’étanchéité des ouvrages décrites précédemment.

Ces traversées de paroi pourront être réalisées :

- Par réalisation d’une réservation dans la paroi lors de son bétonnage puis au scellement de la conduite à l’aide de mortier fibré sans retrait avec mise en place d’un joint hydro-gonflants sur le périmètre de la tuyauterie et sur le périmètre de la réservation ;
- Par manchettes avec collerettes scellées lors du bétonnage de la paroi ;
- Par carottage avec mise en place d’un joint de branchement (type Forsheda ou équivalent) ;
- Par carottage avec mise en place de la conduite équipée d’un joint modulaire d’étanchéité (type Link Seal ou équivalent).

Un détail des traversées de parois autorisées est présenté dans le présent dossier.

Pour les traversées de paroi des gaines TPC par carottage, un calfeutrement entre la gaine et la paroi sera réalisé au moyen d’un produit adapté, résistant à l’hydrogène sulfuré (H_2S), de part et d’autre de la paroi.

II.3.6 Reprises de bétonnage

Les reprises de bétonnage devront être indiquées sur les plans d’exécution et leur disposition ne pourra être modifiée sans justification du bureau d’études structure de l’entreprise, validée par le maître d’œuvre.

L'étanchéité des reprises de bétonnage entre les différentes parois des différents ouvrages sera assurée au moyen de bandes métalliques revêtues de 0,60 mm d'épaisseur et de 0,15 m de largeur associé à un joint hydro-gonflant, ou d'un dispositif équivalent agréé par le maître d’œuvre.

Les surfaces de reprise seront débarrassées de toute laitance et traitées par 2 couches successives de produit de reprise approprié.

La mise en œuvre des différents matériaux devra respecter les prescriptions techniques du fabricant.

II.3.7 Joints de dilatations

Les élastomères pour les joints de dilatation seront de première catégorie (allongement supérieur à 250 %).

II.3.8 Béton de remplissage / renformis

Afin de limiter la microfissuration, des armatures de peau devront être disposées dans les bétons de remplissage, notamment lors de la réalisation de formes de pente et congés d'angle.

L'enrobage minimum des armatures devra être respecté.

II.3.9 Transport et mise en œuvre du béton

Le coulage du béton ne pourra intervenir qu'après l'accord du maître d'œuvre.

Pendant l'exécution des travaux les formules de béton ne pourront être modifiées sans l'accord préalable du maître d'œuvre.

La centrale BPE principale devra se situer à moins de 30 minutes du chantier.

La mise en œuvre du béton devra être intervenir au plus tard 2 heures après sa fabrication en centrale (première gâchée).

Le béton sera convenablement mis en place et vibré par tranche de 0,40 m.

La hauteur de déversement ne dépassera pas 1,50 m pour limiter la ségrégation et assurer le remplissage régulier du coffrage.

Les bétons seront mis en œuvre par vibration à l'aide d'une aiguille vibrante hydraulique ou électrique en prenant soin d'entrecroiser les zones d'action du vibrateur. La vibration devra assurer le remplissage des moules ainsi que l'homogénéité et la compacité du béton. L'épaisseur des couches serrées par vibration superficielle est limitée à 20 cm pour les bétons non ou faiblement armés et 15 cm pour les bétons fortement armés.

La vibration des coffrages est interdite.

L'ajout d'eau avant bétonnage est interdit.

Le coffrage devra impérativement rester 3 jours en place avant de procéder à son retrait.

Un produit de cure sera systématiquement utilisé lors de la réalisation de radier/dallage afin de ralentir l'évaporation et éviter la fissuration.

L'entrepreneur sera tenu d'installer, à ses frais, au point du chantier agréé par le maître d'œuvre, un **thermomètre enregistreur**, et ceci avant le démarrage du bétonnage des ouvrages. Le thermomètre sera installé à l'ombre, sur un support placé à +/- 1,50 m du terrain naturel et devra être muni d'un affichage instantané et le pas de temps de mesure sera de 2 heures.

Lorsque les températures annoncées avoisineront les limites d'interdiction de bétonnage (+/- 5°C), l'entrepreneur transmettra les relevés journaliers quotidiennement.

Les dispositions à prendre pour le bétonnage par temps froid et chaud ne donneront lieu à aucune rémunération supplémentaire.

II.3.9.1 Bétonnage par temps froid

Lorsque la température mesurée sur chantier sera susceptible d'être inférieure à plus deux degrés Celsius (+2°C) au courant des vingt-quatre heures suivant le début du bétonnage, l'entrepreneur sera tenu de prendre des précautions particulières. Celles-ci consisteront notamment le chauffage de l'eau et de celui des agrégats, le calorifugeage des coffrages et des fers non coffrés des bétons.

Dans le cas de l'utilisation d'adjuvants spécifiques, des essais complémentaires devront être prévus dans le cadre des épreuves d'étude et de convenance pour limiter notamment la baisse éventuelle de la résistance caractéristique à 28 jours et vérifier qu'elle reste supérieure à la résistance requise.

Les produits ainsi que le mode opératoire envisagés par l'entrepreneur feront l'objet d'une demande d'agrément pour validation du maître d'œuvre.

Lorsque la température mesurée sur le chantier sera inférieure à moins cinq degrés Celsius (- 5°C), le bétonnage sera formellement interdit. En cas de non-respect, les coulées concernées seront arrachées par l'entrepreneur sur décision du maître d'œuvre.

II.3.9.2 Bétonnage par temps chaud

Lorsque la température mesurée sur chantier sera susceptible de dépasser trente degrés Celsius (+30°C) au courant des vingt-quatre heures suivant le début du bétonnage, l'entrepreneur sera tenu de prendre des précautions particulières. Celles-ci consisteront notamment en une cure par humidification qui sera effectuée au moyen d'un géotextile non tissé étalé à même le béton frais et fortement arrosé. L'ensemble sera protégé par une feuille de polyane.

Dans le cas de l'utilisation d'adjuvants spécifiques, des essais complémentaires devront être prévus dans le cadre des épreuves d'étude et de convenance pour limiter notamment la baisse éventuelle de la résistance caractéristique à 28 jours et vérifier qu'elle reste supérieure à la résistance requise.

Les produits ainsi que le mode opératoire envisagés par l'entrepreneur feront l'objet d'une demande d'agrément pour validation du maître d'œuvre.

À partir d'une température extérieure de plus vingt-cinq degrés Centigrades (+25°C), les coffrages et armatures devront être maintenus refroidis au niveau de la température ambiante par arrosage, avant le début du bétonnage.

La température du béton frais au moment de la mise en œuvre devra impérativement être inférieure à trente degrés Celsius (+30°C).

II.3.9.3 Phénomènes de retrait

En cas de bétonnage des voiles toute hauteur, ils seront réalisés par tronçons d'une **longueur maximale de 12 m** en quinconce.

En cas de bétonnage des voiles toute circonférence, ils seront réalisés **en continu**, sans reprise de bétonnage verticale et sur une **hauteur maximale de 4 m**.

De manière générale, toutes les mesures devront être prises dans le ferraillage des ouvrages pour limiter voire supprimer les phénomènes de retrait du béton laissant apparaître des fissures actives notamment en pied de voile.

II.3.10 État des parements

Selon leur localisation, l'état de finition des parements devra correspondre aux prescriptions suivantes :

LOCALISATION DES PAREMENTS	ETATS DE FINITION PRESCRITS
Élément en béton (radier, dalle, voile)	Parements simple
Ouvrage hydraulique préfabriqué	Parements simple
Béton de pente des ouvrages hydrauliques (bassin de pollution, déversoir d'orage…)	Parements simple finition talochage mécanique (type hélicoptère) Petite surface (< 10 m²) : parements simple finition talochage manuel
Béton de pente (dalle extérieure avec circulation piétonne)	Parements simple finition balayette

II.3.10.1 Parements simples

Ils devront être conformes aux prescriptions du fascicule 65.

Ils devront être de teinte uniforme.

Aucun nid de cailloux ne devra être apparent.

Le bullage moyen, réparti sur l'ensemble de la surface considérée, devra être limité aux caractéristiques suivantes :

- Surface maximale par bulle 1,5 cm² ;
- Profondeur maximale 3 mm ;

- Surface maximale du bullage 3 %.

En cas d'hétérogénéité des teintes, les parements douteux seront, aux frais de l'entrepreneur, peints après nettoyage et dégraissage par lessivage.

La peinture sera appliquée en deux couches, et sera soumise à l'agrément préalable du maître d'œuvre.

II.3.10.2 Parements non coffrés

Parements non coffrés : extrados de tabliers, de radiers ou autres dalles.

Ces parements devront être exempts de défauts susceptibles d'engager la durabilité du béton : nids de cailloux, fractures, écornures, fissures importantes, irrégularités d'aspect.

Il sera interdit de marcher sur ces parements pendant les 3 jours qui suivront la fin de la mise en œuvre du béton les constituants. À cet effet, l'entrepreneur devra avoir défini à l'avance le mode d'application de la cure.

II.3.11 Réparation des défauts des surfaces coffrées

II.3.11.1 Cas des grands vides et arrachements

Une véritable reprise de bétonnage sera nécessaire. Elle devra obligatoirement être armée et tenir compte des retraits différentiels (ex. : grillages galvanisés à mailles fixes).

Les surfaces des reprises devront être correctement préparées et repiquées jusqu'à l'atteinte d'un béton sain et compact.

Les outils utilisés ne devront pas microfissurer le béton sain.

Après repiquage, les surfaces seront nettoyées, enduites d'une pellicule de résine époxy puis les vides seront remplis à l'aide d'un béton frais gâché sec, de performances équivalentes à celle du béton de l'ouvrage.

II.3.11.2 Cas des petites réparations

- Défauts de planéité : ils seront traités par élimination mécanique pour retrouver le support brut (repiquage, bouchardage, rabotage, meulage…) ou par reprofilage. Le reprofilage sera réalisé à l'aide :
    - D'un mortier hydraulique de classe R3 ou R4 ;
    - D'un mortier de résine de classe R3 ou R4 ;
    - D'une recharge en béton adhérente à l'élément porteur.
- Nids de cailloux, zones ségrégées, corps étrangers, trous : ils seront éliminés par repiquage puis obturés à l'aide des matériaux et produits décrits ci-dessus ;
- Aciers apparents : le béton sera refouillé sur toute la longueur de l'armature, puis l'armature sera passivée, matée de manière à obtenir l'enrobage requis et la cavité sera obturée à l'aide des matériaux décrits ci-dessus ;
- Fissures : elles seront injectées de résine.

Ces réparations devront être réalisées suivant la norme NF EN 1504.

II.3.11.3 Essais de convenance

Avant toute réparation, il sera procédé à un essai de convenance qui devra permettre de retenir le produit le mieux adapté, tant au point de vue technique que du point de vue aspect de surface après séchage.

II.3.11.4 Mode de règlement

Les réparations ne donneront lieu à aucune rémunération supplémentaire.

II.3.12 Prédalles / prémurs

L'utilisation de prédalles ou de prémurs n'est pas autorisée pour les ouvrages hydrauliques (parois en contact avec l'eau ou pas). Leur utilisation n'est admise que pour les bâtiments, à l'exception des

parties du bâtiment au contact avec de l'eau (bâches, fosses, caniveaux…). En cas d'utilisation de prédalles ou de prémurs, ils devront avoir une certification NF et un agrément du CSTBat.

II.3.13 Ouvrages préfabriqués

Les ouvrages préfabriqués en usine ne pourront être assemblés uniquement par clavetage ou superposition d'éléments.

L'utilisation de colle et résine est proscrite pour l'assemblage et l'étanchéité des différentes parties de l'ouvrages.

ARTICLE II.4 ESSAIS ET CONTRÔLES EN COURS DE TRAVAUX DE CONSTRUCTION DES OUVRAGES EN BÉTON

II.4.1 Contrôle des dimensions

Les limites de tolérance d'implantation des coffrages seront en tout point de 5 centimètres en valeur absolue mesurée par rapport au piquetage général.

Les caractéristiques dimensionnelles des ouvrages devront respecter une tolérance maximale d'1 centimètre par rapport aux plans d'exécution.

Les largeurs ou épaisseurs des différentes parties d'ouvrage ne devront présenter aucun point d'insuffisance supérieure à 3 millimètres par rapport aux plans d'exécution.

II.4.2 Écarts sur la verticalité ou l'horizontalité

Les écarts sur la verticalité ou l'horizontalité d'un parement ne devront dépasser 2 cm.

Le défaut d'aplomb maximal admissible d'un élément de hauteur h exprimée en centimètre, voisin de la verticale, sera égal à : $\sqrt{h/7}$ avec h exprimé en cm.

II.4.3 Contrôle de planéité

La planéité des ouvrages sera de classe « A » soit désignation P3 du fascicule de documentation FD P18-503, soit encore les appellations « parements soignés » du DTU 21 et « parements fins » du fascicule 65 A du CCTG.

Les tolérances dimensionnelles devront être conformes aux valeurs indiquées ci-dessous :

- Faces vues : ≤ 5 mm sous une règle de 2 m et ≤ 2 mm sous une règle de 0,2 m.
- Faces non-vues : ≤10 mm sous une règle de 2 m.

II.4.4 Contrôle de désaffleurement

Les désaffleurs entre panneaux constituant les banches ou entre banches ne devront pas dépasser 3 mm avec un linéaire inférieur à 1 m/m².

II.4.5 Contrôle de l'état de surface

Le niveau de qualité de la texture d'épiderme (E 2) est évalué en référence à l'échelle de bullage définie dans le fascicule de documentation FD P 18-503. Le bullage moyen correspond au niveau 5, surface maximale par bulle 1,5 cm², profondeur 3 mm, surface de bullage 3 % de la surface totale.

ARTICLE II.5 EPREUVES EN EAU DES OUVRAGES

Il sera procédé à des essais en eau sur les différents ouvrages hydrauliques destinés au stockage ou au transport d'eaux pluviales et/ou d'eaux usées (hors conduites), distinctement composés d'une épreuve de charge d'une part et d'un essai d'étanchéité d'autre part. Ils seront exécutés conformément au fascicule 74.

Ces essais devront être intégrés au planning des travaux.

Ils devront intervenir :

- Au terme de la phase génie civil de l'ouvrage ;
- Après le scellement des conduites traversant les parois ;

- **Avant la remise en place du remblai autour de l'ouvrage.**

Ces essais en eau pourront être effectués par remplissage de l'ouvrage au minimum 28 jours après l'achèvement de la structure, après confirmation de l'obtention de la résistance à la compression du béton demandée ou justification de la résistance nécessaire par le BE structure, après inspection de l'ouvrage et traitement localisé éventuel des zones défectueuses (défauts de planéité, désaffleurement…), ainsi que des joints de construction.

L'eau nécessaire au premier essai est mise à disposition de l'entreprise par le maître d'ouvrage et à la charge de ce dernier.

Le premier remplissage de l'ouvrage (après travaux de génie civil, hors revêtement) sera effectué suivant un programme proposé par l'entrepreneur et accepté par le maître d'œuvre, de manière à assurer une mise en charge par tranches partielles journalières (≤ 1 m de hauteur).

L'ouvrage sera mis en eau jusqu'à sa côte des plus hautes eaux.

II.5.1 Épreuve de charge

Le remplissage des différentes parties de l'ouvrage devra être réalisé simultanément.

Un suivi des tassements sera effectué lors de cette épreuve. Il comprendra la réalisation de mesures :

- Avant mise en eau de l'ouvrage ;
- Dès le niveau maximum atteint dans l'ouvrage (jour 1 de l'essai) ;
- Après 7 jours au niveau maximum dans l'ouvrage ;
- Après vidange de l'ouvrage.

Un minimum de 4 points de mesure seront définis sur l'ouvrage et les mesures seront réalisées par rapport à un point fixe situé à l'extérieur de l'emprise des travaux.

Les différents points feront l'objet d'une validation préalable par le maître d'œuvre.

Les résultats seront consignés dans un procès-verbal qui sera remis au maître d'œuvre.

Cette épreuve sera déclarée concluante lorsqu'il n'est pas constaté de désordres préjudiciables à la destination de l'ouvrage.

II.5.2 Essai d'étanchéité

L'essai d'étanchéité sera réalisé simultanément à l'épreuve de charge.

Le constat visuel est le mode de référence pour la vérification de l'obtention des performances requises en termes d'étanchéité.

Ce constat visuel interviendra au minimum 7 jours après avoir atteint le niveau des plus hautes eaux dans l'ouvrage.

À défaut de pouvoir réaliser un constat visuel, notamment en raison du mode opératoire retenu pour la réalisation de l'ouvrage (havage, paroi moulée, pieux sécants, palplanches perdues…), une mesure du taux de fuite sera pratiquée. Le volume du taux de fuite sera celui défini au fascicule 74.

Néanmoins, préalablement à la réalisation de cette mesure du taux de fuite, un premier constat visuel depuis l'intérieur de l'ouvrage sera réalisé avant sa mise en eau pour les épreuves de charge et d'étanchéité. Tout défaut d'étanchéité (fissures actives, suintements…) devra être traité avant mise en eau.

Les défauts d'étanchéité seront constatés contradictoirement.

En cas de défaut d'étanchéité, l'essai sera répété après chaque remise en état de l'ouvrage et l'eau nécessaire aux essais suivants sera à la charge de l'entrepreneur.

Les ouvrages seront déclarés conformes en l'absence de suintements. Une simple tache humide, sans suintement, ne fera pas obstacle à la réception si elle est temporaire et disparait rapidement après la mise en eau.

II.5.3 Réparation des défauts d'étanchéité

Les zones présentant des défauts d'étanchéité seront traitées sur les faces intérieures et extérieures de la paroi de la façon suivante :

- Rabotage de la zone à traiter pour créer une adhérence optimale ;
- Humidification de la zone à traiter jusqu'à refus ;
- Application d'une première couche de revêtement d'imperméabilisation microfibré bi-composant (gâchage avec une résine) à la brosse ;
- À l'intérieur, mise en œuvre d'une armature en fibre de verre lors de l'application de la première couche de revêtement ;
- Après séchage, application d'une seconde couche revêtement d'imperméabilisation microfibré bi-composant.

Les fissures suintantes seront repérées et traitées par injection de résine.

Les pieds de voile présentant des défauts d'étanchéité seront traités sur la face intérieure de la paroi de la façon suivante :

- Grignotage mécanique de toute la surface du béton sur 20 cm à l'horizontal (radier) et 20 cm à la verticale (voile) afin d'obtenir une surface rugueuse ;
- Réalisation d'un congé d'angle avec du mortier de réparation étanche (hauteur ≈ 20 cm) ;
- Application d'un produit d'étanchéité bi-composant à base de mortier et de résine au rouleau ou au platoir sur le congé ainsi que sur 20 cm, de part et d'autre du congé (voile et radier).

Les produits de réparation ainsi que le mode opératoire envisagés par l'entrepreneur feront l'objet d'une demande d'agrément pour validation du maître d'œuvre.

Si différents produits sont utilisés sur une même partie d'ouvrage, ils devront être compatibles entre eux et provenir d'un même fournisseur.

Les réparations pour défaut d'étanchéité ne donneront lieu à aucune rémunération supplémentaire.