

MEMOAR

Mémento pour la mise en œuvre sur ouvrage d'art



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
de l'Énergie,
du Développement
durable
et de la Mer

Page laissée blanche intentionnellement

MEMOAR

Mémento pour la mise en œuvre sur ouvrage d'art

Collection les outils

Sommaire

- Introduction

- Equipe rédactionnelle

- Collection des fiches techniques MEMOAR

Chapitres	Fiches (dates de publication)
I "Actions préparatoires"	I-1 "L'analyse du PAQ" (Fév. 2005) I-2 "Implantation des ouvrages et suivi topométrique des travaux" (Fév. 2005) I-3 "La commande du contrôle extérieur des études d'exécution" (Fév. 2005) I-4 "La revue des bases des études d'exécution" (Fév. 2005) I-5 "Le visa de la note d'hypothèses et des notes de calculs" (Fév. 2005) I-6 "Le visa des plans d'exécution" (Fév. 2005) I-7 "Installations de chantier" (Août 2007) I-8 "Hygiène et sécurité" (Juin 2008) I-9 "Déplacement et protection des réseaux" (Mars 2009)
II "Fondations"	II-1 "Réalisation des fouilles superficielles et des blindages" (Fév. 2005) II-2 "Les parois moulées et les barrettes" (Fév. 2005) II-3 "Les palplanches" (Fév. 2005) II-4 "Les pieux forés" (Fév. 2005)
III "Aciers passifs"	III-1 "Préfabrication, transport, stockage et mise en œuvre des aciers passifs" (Fév. 2005)
IV "Aciers de précontrainte"	IV-1 "Les torons clairs" (Fév. 2005) IV-2 "Les torons protégés" (Fév. 2005) IV-3 "Les barres de précontrainte" (Fév. 2005) IV-4 "Les conduits" (Fév. 2005) IV-5 "Les ancrages" (Fév. 2005) IV-6 "Mise en œuvre des conduits" (Fév. 2005) IV-7 "L'enfilage et la mise en tension des armatures de précontrainte" (Fév. 2005) IV-8 "Les produits de protection et leur mise en œuvre - Les cachetages" (Fév. 2005)
V "Ouvrages provisoires"	V-1 "Les coffrages (stabilité)" (Fév. 2005) V-2 "Les coffrages (parements)" (Fév. 2005) V-3 "Les étalements et cintres" (Fév. 2005) V-4 "Equipages mobiles des ponts mixtes" (Août 2007)
VI "Préfabrication"	VI-1 "Préfabrication en usine" (Fév. 2005)

VII "Bétonnage"	<p>VII-1 "Formulation des bétons" (Fév. 2005 + révision Mars 2009)</p> <p>VII-2 "Fabrication en centrale, transport et réception sur chantier" (Fév. 2005 + révision Mars 2009)</p> <p>VII-3 "Mise en œuvre du béton" (Fév. 2005 + révision Mars 2009)</p> <p>VII-4 "La vibration du béton" (Fév. 2005 + révision Mars 2009)</p> <p>VII-5 "La cure du béton et le décoffrage" (Fév. 2005 + révision Mars 2009)</p> <p>VII-6 "Les reprises de bétonnage" (Fév. 2005 + révision Mars 2009)</p> <p>VII-7 "Traitement des non-conformités et défauts apparents des bétons" (Août 2007 + révision Mars 2009)</p>
VIII "Mise en œuvre des appareils d'appui"	<p>VIII-1 "Appareils d'appui en élastomère fretté" (Fév. 2005 + révision Octobre 2022)</p> <p>VIII-2 "Appareils d'appui à pot" (Fév. 2005 + révision Octobre 2009)</p> <p>VIII-3 "Bossages" (Fév. 2005 + révision Octobre 2009)</p> <p>VIII-4 "Vérinage, calage" (Fév. 2005 + révision Octobre 2009)</p>
IX "Mise en œuvre des dispositifs de retenue"	IX-1 "Mise en œuvre des dispositifs de retenue (barrières et garde-corps)" (Fév. 2005)
X "Mise en œuvre des chapes d'étanchéité"	X-1 "Mise en œuvre des chapes d'étanchéité" (Fév. 2005)
XI "Mise en œuvre des joints de chaussée"	XI-1 " Mise en œuvre des joints de chaussée" (Fév. 2005)
XII "Audit de chantier"	XII-1 "Le contrôle qualité" (Fév. 2005)
XIII "Opérations préalables à la réception"	<p>XIII-1 "L'inspection détaillée initiale" (Fév. 2005)</p> <p>XIII-2 "Les épreuves et interprétation des épreuves" (Fév. 2005)</p>
XV "Dossier d'ouvrage"	XV-1 "Dossier d'ouvrage" (Fév. 2005)
XVI "Ouvrages métalliques ou mixtes – Produits"	<p>XVI-1 "Les ouvrages métalliques ou mixtes" (Août 2007)</p> <p>XVI-2 "Aciers de charpente métallique" (Août 2007)</p>
XVII "Ouvrages métalliques ou mixtes – Montage"	<p>XVII-1 "Le montage des ouvrages métalliques ou mixtes" (Août 2007)</p> <p>XVII-2 "Les assemblages soudés" (Août 2007)</p>
XVIII "Ouvrages métalliques ou mixtes – Protection"	XVIII-1 "Protection contre la corrosion" (Août 2007)

Introduction

Dès 1995, le cycle d'études Ouvrages d'Art a mis en évidence un déficit dans la production de documents méthodologiques simples traitant de la surveillance et du contrôle d'exécution des ouvrages d'art. L'écoute externe pratiquée au travers des clubs CDOA a confirmé ce besoin fortement exprimé par les maîtres d'œuvre.

L'objectif de ce document est de répondre à cette demande des acteurs de terrain exerçant les fonctions de maîtrise d'œuvre, sans pour autant requérir des actions de formations lourdes ou des appuis extérieurs.

L'expression de ce besoin a été d'autant plus forte que l'on a assisté à une forte déconcentration de la maîtrise d'œuvre travaux de construction d'ouvrages d'art à l'échelon de la subdivision territoriale. Celle-ci, n'agissant qu'épisodiquement dans ce domaine technique, dispose rarement de l'ensemble des compétences attachées à la fonction.

L'introduction de l'assurance qualité, bien qu'ayant fait l'objet d'une information large et complète, est vécue de manière différente selon les maîtres d'œuvre. La diversité des cultures d'entreprises ne facilite pas la prise en compte de la démarche qualité dans l'exécution des ouvrages d'art.

D'autre part, la complexification du domaine normatif et l'introduction des normes européennes, provoquent des mises à jour de plus en plus fréquentes des textes réglementaires de type CCTG qui doivent faire références à ces normes.

L'influence de ces différents facteurs est mesurable au travers des remontées d'expériences des laboratoires, souvent appelés à intervenir sur les chantiers pour effectuer des conseils à la maîtrise d'œuvre, en plus de leurs missions traditionnelles.

Rappelons que le principal document traitant du sujet, le G.G.O.A 70 (G.M.O. niveau 2) édité en août 1970, n'a jamais été remis à jour. Si certaines pratiques de bonne exécution restent valables, la simple évolution de la normalisation et l'introduction des PAQ suffisent à le rendre caduque.

Hormis le G.G.O.A 70 et quelques formations diffusées dans les C.I.F.P., il n'existe que peu de documents traitant des problèmes d'exécution (fasc. 63, fasc. 64, fasc. 65A et 65B, fasc. 66, fasc. 68,...). Si beaucoup de guides ont été diffusés par le Sétra depuis, ils abordent souvent les problèmes de conception, de dispositions constructives en même temps que celles relatives à la bonne exécution. Le maître d'œuvre y trouve souvent la réponse à ses questions, mais au milieu de considérations qui sont loin de ses préoccupations immédiates.

D'autre part, ces documents sont diffusés dans l'ensemble des services, mais l'expérience montre qu'ils demeurent, si ce n'est confidentiels, du moins peu connus de ceux qui exercent la maîtrise d'œuvre en phase travaux.

C'est dans cet esprit qu'a été réalisé le guide MEMOAR, le Mémento pour la Mise en Oeuvre sur Ouvrages d'Art.

Pour répondre rapidement à la demande, il a été décidé de réaliser une collection de fiches techniques, traitant chacune d'un sujet particulier de façon autonome et donc plus faciles à tenir à jour, mais réunies sur un site intranet, puis publiées sur un CD-Rom.

Ces fiches sont séparées en deux grandes familles :

- les fiches qui donnent les clés de la maîtrise d'œuvre :
 - lever un point d'arrêt avant bétonnage,
 - les opérations préalables à la réception,
 - les épaisseurs d'enrobage,...
- les fiches à caractère informatif :
 - la formulation du béton,
 - les dénivellations d'appuis,
 - la mesure du coefficient de transmission des aciers de précontrainte,
 - la manutention des cages d'armatures,...

Chaque fiche décrit les points importants à examiner, la façon de réaliser cet examen, les constats à effectuer. Elle ne rappelle pas les valeurs portées dans les règlements et normes, afin de rester relativement pérenne, mais elle tente de préciser les limites de la « non-conformité ».

Les fiches à caractère informatif, comportent les éléments essentiels à la compréhension des méthodes ; elles sont écrites sous une forme simple mais permettant au décideur d'apprécier l'influence sur la qualité finale des solutions techniques que l'entreprise propose de mettre en oeuvre.

Chaque fiche est conçue de façon à faire ressortir l'essentiel sur une technique ou un procédé donné. Elle comporte toujours un dernier paragraphe faisant référence à la littérature disponible sur le sujet (documents normatifs, réglementaires ou guides).

Nous souhaitons que ce document s'enrichisse au fil du temps, en fonction des besoins, par les retours d'expérience et les remarques que les lecteurs ne manqueront pas de nous faire.

Équipe rédactionnelle

Ce document est un recueil de fiches pratiques qui ont été rédigées par des spécialistes du réseau scientifique et technique (LCPC, Laboratoires régionaux, DOA des Cété, Sétra) et par (ou en collaboration) avec des maîtres d'œuvre des services extérieurs ou des collectivités territoriales.

Leur nombre et leur changement d'affectation ne nous permettent pas de les citer nominativement, mais qu'ils soient assurés de la reconnaissance générale pour la qualité et l'intérêt de leur contribution.

Fiche n° I-1

"L'analyse du PAQ"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne l'analyse d'un PAQ (Plan d'Assurance Qualité) présenté par l'entreprise.

Il s'agit d'une **action amont à la phase travaux** dont l'objet est d'obtenir un **référentiel Qualité** répondant aux objectifs du marché.

La vérification de l'application du PAQ (notamment de l'utilisation des fiches de suivi) n'y est pas traitée (voir fiches techniques par domaine et fiche de contrôle Qualité).

2. Rappels

Le PAQ décrit l'organisation, les moyens, les modes opératoires (et le contrôle intérieur s'y rapportant) qui seront mis en oeuvre par l'entreprise dans l'optique de l'obtention de la qualité requise par rapport aux exigences du marché. Il est constitué d'un document d'organisation générale, de procédures et de fiches de suivi.

Le PAQ de l'entreprise générale est complété par les PAQ (parfois réduits aux procédures) de sous-traitants ou de fournisseurs.

Le PAQ doit évidemment être transmis au maître d'oeuvre avant la réalisation des travaux dont il traite, et ce dans le délai suffisant, mentionné au marché.

Tout document "Qualité" est à gérer à l'instar des documents d'études d'exécution (notes de calculs et plans) c'est-à-dire qu'il doit impérativement donner lieu dans le délai défini par le marché, à l'établissement d'un avis du maître d'oeuvre (risque sinon de présomption d'accord tacite et/ou de contentieux). Il est préférable à ce sujet d'imposer à l'entreprise de s'arrêter tant qu'un point d'arrêt n'a pas été levé, même si les délais ont été dépassés.

Enfin, la certification des entreprises ne les exempte pas de la production d'un PAQ particulier. Celui-ci peut comporter ou se référer à des éléments du système qualité établis pour la certification (à joindre au PAQ), **mais doit être appliqué au chantier.**

3. Points importants à examiner

Préambule

La consistance de l'analyse est variable selon les phases d'établissement du PAQ.

La méthode qui suit concerne les phases de préparation des travaux, sachant qu'à la remise de l'offre et avant signature du marché, l'analyse du SOPAQ porte essentiellement sur l'identification des parties concernées, l'affectation des tâches, la description sommaire des difficultés spécifiques du chantier, l'origine des principales fournitures, les moyens en personnel, les moyens généraux en matériel, et l'organisation qualité de la société.

- document d'organisation générale

L'analyse porte sur les descriptions de l'encadrement responsable, l'organisation de l'entreprise et les modalités générales de contrôle intérieur, y compris la gestion des non-conformités.

Il est notamment vérifié l'existence d'un **responsable Qualité** effectivement nommé pour le chantier et d'un **plan de contrôle** comportant :

- la liste des actions à contrôler ;
- le type de contrôle : interne, externe, extérieur ;
- la fréquence : aléatoire ou systématique ;
- la nature du contrôle : PC ou PA ;
- les délais de préavis et de réponse ;
- ...

- procédures d'exécution des travaux

Elles doivent comporter les chapitres suivants :

- objet ;
- référentiel ;
- moyens :
 - personnel, avec description de la qualification des intervenants et références pour le personnel d'encadrement ;
 - matériels, avec fourniture des agréments éventuels ;
 - matériaux, avec certifications de produits éventuelles ;
- méthodes, modes opératoires ;
- contrôles ;
- **points sensibles** (critiques ou d'arrêt) et **délais** (préavis et réponses) associés.

Les procédures données en annexe ne concernent que quelques domaines classiques habituels, les

procédures des autres domaines sont traitées dans les fiches spécifiques correspondantes.

- fiches de suivi (annexées aux procédures)

Il est vérifié que les rubriques sont suffisantes pour garantir la formalisation du contrôle intérieur et la traçabilité des produits et/ou actions.

Il est vérifié la présence d'un cadre de fiche de non-conformité.

4. Documents à consulter

L'analyse du PAQ est faite en se référant aux documents suivants :

- fascicule 65 A du CCTG ;
- CCTP – CCAP ;
- normes en vigueur ;
- mise en œuvre des Plans d'Assurance de la Qualité - Exécution des ouvrages en béton armé et en béton précontraint - Guide pour les entrepreneurs et les maîtres d'œuvre. *Guide technique*. Sétra, décembre 1991, 53 p. (référence Sétra : F9175);
- avis de recommandation aux maîtres d'ouvrage publics à propos de la gestion et de l'assurance de la qualité lors de la passation et de l'exécution des marchés de travaux. *Recommandation n° T1-87*. BO n°88-11, 20 avril 1988 ;
- établissement du schéma directeur de la qualité (SDQ) - *Recommandation n° T1-89* aux maîtres d'ouvrage publics de bâtiment. BOCCRF, 27 mars 1990 (voir notamment § G5 : Suivi des opérations - points critiques - points d'arrêt).

Annexes à la fiche n° I-1

Secteur "Armatures"

- procédure "fourniture/façonnage des armatures"

Secteur "Précontrainte"

- procédure "précontrainte/injection"

Secteur "Bétons"

- procédure "fourniture"
- procédure "mise en œuvre"
- procédure "parement"

Procédure fourniture/façonnage et pose des armatures

Les points suivants doivent être traités :

Fourniture

Présentation des fiches correspondant aux armatures et aux manchons éventuels retenus (obligatoirement admis à l'usage de la marque NF AFCAB "aciers pour béton armé" et NF AFCAB "Dispositifs de rabotage ou d'ancrage d'armatures du béton").

Façonnage

- Si l'armaturier est **certifié AFCAB**, son PAQ est accepté a priori.
- Si l'armaturier **n'est pas certifié AFCAB**, son PAQ doit répondre aux exigences du règlement de certification et la réception sur site sera réalisée conformément aux dispositions de la norme NF A35-027 (*consulter un spécialiste du RST pour le domaine*).

Pose

- Si le poseur est **certifié AFCAB**, son PAQ est accepté a priori pour les dispositions qui ne relèvent pas spécifiquement du chantier.
- Si le poseur **n'est pas certifié AFCAB**, son PAQ doit répondre aux exigences du règlement de la certification (*consulter un spécialiste du RST pour le domaine*).

La procédure doit traiter des modalités de réception des armatures et éléments préfabriqués, des modalités de stockage avant pose, des conditions d'arrimage sur site (avec, en cas de soudage, la qualification des personnels, des modalités de lancement des armatures et des conditions de calage (nombre et type de cales).

Contrôle intérieur

- Description de la vérification des armatures en place (proposition de levée de point d'arrêt). Qui ? Délai de préavis ? Délai de réponse ?
- Existence d'un cadre de fiche de suivi.

Procédure précontrainte/injection

Remarque liminaire : il doit être fourni un document spécifique au chantier.

Il est essentiel de s'assurer que le procédé de précontrainte dispose d'un agrément ou d'une autorisation de distribution ou d'emploi et que les armatures sont homologuées ou bénéficient d'une autorisation de fourniture ou d'emploi. Enfin, il convient de s'assurer qu'il y aura sur le chantier un CMP, et que ce dernier est qualifié.

Les points suivants doivent également être traités :

Matériaux

- Conditions d'approvisionnement et de stockage
 - armatures ;
 - conduits ;
 - ancrages (tromplaque, plaque, clavettes) ;
 - constituants du coulis de ciment, produits souples (graisse, cire...).

Matériel

- Enfilage et mise en tension
Description du matériel et fourniture des fiches de tarage et d'étalonnage (*consulter un spécialiste du RST pour le domaine*)

- Injection
Description du matériel et fournitures (malaxeur, cuve, pompe) (*consulter un spécialiste du RST pour le domaine*)

Programme de précontrainte

- Pose des conduits et pièces incorporées (à décrire)
- Convenance

Prise en compte des coefficients de transmission

- Mise en tension
À décrire avec :
 - résistance minimum du béton ;
 - ordre de mise en tension ;
 - méthode de mesure des allongements ;
 - directives pressions/allongements ;
 - modalités de contrôle intérieur ;
 - recépage des surlongueurs (point d'arrêt).

Protection provisoire et définitive des câbles tendus

À décrire avec :

- programme d'injection ;
- modalités de contrôle intérieur.

Personnel

- organigramme ;
- responsable précontrainte (CMP) et suppléants ;
- personnel d'exécution.

Il est souhaitable d'avoir en annexe

- *origine et références du CMP et de l'équipe de mise en tension*
- *fiches d'identification des câbles*
- *fiches de mise en tension des câbles*
- *fiches d'injection des câbles*
- *directives pression/allongements*
- *fiches d'injection - épreuve de convenance*
- *fiche de non-conformité*

Documents de suivi

Procédure "fourniture des bétons"

Les points dont doit traiter la procédure (un PAQ spécifique peut être établi) de fourniture des bétons sont :

Étude de la formule de béton en référence aux exigences du CCTP selon :

- classe d'environnement et de gel ;
- adaptation temps froid et chaud ;
- alcali-réaction et réaction sulfatique ;
- et en fonction du cahier des charges de l'entreprise (rhéologie, résistance au jeune âge, méthode de coulage, Durée Pratique d'Utilisation).

Vérification des références ou de l'épreuve d'étude

(consulter un spécialiste du RST pour le domaine).

Outil de production

- centrale principale
- centrale de secours

admis à la marque NF (procédure générale ou particulière)

Moyens de contrôle internes de fabrication (constituants, béton frais et durci)

Moyens de transport (bétonnières portées)

Convenance de fabrication (pouvant intégrer les contraintes de mise en œuvre)

- programme à fournir (ouvrabilité du béton, nombre de gâchées, essais,...) ;
- point d'arrêt essentiel.

Procédure "mise en oeuvre des bétons"

Les points suivants doivent être traités :

Produits

- modalité de réception du béton sur chantier ;
- désignation du produit de cure éventuel (admis à la Marque NF "Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Produits de cure").

Matériel

- moyens de déchargement (grue, pompe, tapis, benne, tube, manche,...) ;
- nombre, diamètre et type de vibreurs (vérification des fréquences).

Mise en œuvre (après vérification de l'étalement en liaison avec le COP le cas échéant)

- conditions climatiques (température, vent, pluie) ;
- état du coffrage ;
- état du ferrailage \Rightarrow interaction avec secteur "armatures"
- liaison avec la centrale ;
- mode de progression ;
- mode de vibration (épaisseur des couches, temps de vibration) ;
- mode de finition ;
- type de cure et moment d'exécution.

Contrôle intérieur

- analyse et vérification du bon de livraison, notamment de la partie "pesées" ;
- vérification du rendement volumétrique sur béton frais ;
- méthode de vérification de la résistance au jeune âge ;
- confection d'éprouvettes d'information ;
- maturométrie.

Cadre de fiche de suivi

Procédure "parement des bétons"

Les points suivants doivent être traités :

Faisabilité en matière de coulage et de décoffrabilité des bétons (à partir des plans de coffrages et de ferrailages) ;

Capacité des bétons à répondre aux emplois prévus (dosages en eau libre et en éléments fins d'une part et taille du plus gros granulats d'autre part) ;

Convenance des moyens de coulage et de vibration (élément témoin) ;

Adéquation des systèmes coffrants (peau et démoulant compris), **du nombre de leurs réemplois, et de la fréquence de rotation éventuelle** ;

Âges de décoffrages ;

Contrôle des parements obtenus avec relevé des éventuels défauts :

- variations de teinte ;
- efflorescences ;
- tâches noires ;
- pommelages ;
- traces de rouille ;
- ressuage ;
- nids de cailloux ;
- soufflures ;
- fissures ;

\Rightarrow mention des résultats sur une fiche de suivi.

Fiche n° I-2

"Implantation des ouvrages et suivi topométrique des travaux"

1. Objet de la présente fiche et rappels

Cette fiche porte sur l'implantation et le suivi topométrique des ouvrages à construire.

Plan général d'implantation des ouvrages (article 27.1 du CCAG)

Ce plan est établi par le maître d'œuvre (par son bureau d'études ou par un bureau d'études externe). Il définit la position de l'ouvrage par rapport à des repères fixes raccordés autant que possible au système Lambert et au nivellement général de la France (NGF/IGN69).

Nota : il est utile de préciser sur ce plan les repères de nivellement de référence qui ont servi à son établissement. Lorsque les repères de référence existants sont éloignés, il est utile également que le maître d'œuvre en fasse implanter à proximité de l'ouvrage à construire, préalablement au démarrage du chantier (en indiquant leur position sur le plan général d'implantation).

Piquetage général (articles 27.2 du CCAG et 7 du CCAP)

Il s'agit du report sur le terrain des axes des ouvrages, au moyen de piquets numérotés, raccordés en plan et en altitude aux repères fixes du plan général d'implantation.

- Si le piquetage a été effectué avant le marché, le plan d'implantation notifié à l'entreprise comporte l'indication de la position des piquets ;
- Si le piquetage n'a pas été réalisé avant le marché, il est effectué par l'entrepreneur, à ses frais, contrairement avec le maître d'œuvre. Dans ce cas, l'opération fait l'objet d'un procès-verbal dressé par le maître d'œuvre et notifié à l'entrepreneur.

Piquetage spécial (articles 27.3 du CCAG et 7 du CCAP)

Il s'agit du report sur le terrain, par des piquets distincts, du tracé des câbles, canalisations et ouvrages souterrains.

Il peut être réalisé en même temps ou après le piquetage général.

D'après le CCAG, le recueil des renseignements est à la charge du maître d'œuvre. Cependant, les CCAP dérogent souvent au CCAG et imputent cette tâche à l'entrepreneur.

Le CCAP fixe également les délais laissés à l'entrepreneur pour prévenir les exploitants des canalisations. Les obligations de l'entrepreneur en la matière, qui sont normalement rappelées dans le plan général de coordination SPS, consistent à procéder, dans les formes et délais prescrits par la réglementation, à la Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT), auprès de chaque gestionnaire de réseaux concerné par les travaux.

Enfin, l'entrepreneur est tenu de se conformer aux dispositions du décret 91-1147 du 14 octobre 1991 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution. Ce décret définit, pour chaque type de réseau, les différents périmètres de protection, en fonction de la nature des travaux à exécuter.

- Si le piquetage a été réalisé avant le marché, le plan de piquetage spécial est notifié à l'entreprise (cas exceptionnel) ;
- Si le piquetage spécial n'a pas été réalisé avant le marché, il est effectué par l'entrepreneur, à ses frais, contrairement avec le maître d'œuvre et les représentants des services concessionnaires (cas général). Dans ce cas, l'opération fait l'objet d'un procès-verbal dressé par le maître d'œuvre et notifié à l'entrepreneur.

Si des ouvrages non repérés sont découverts en cours de travaux, l'entrepreneur informe par écrit le maître d'œuvre. Il procède ensuite à un relevé contradictoire avec le maître d'œuvre, et doit surseoir aux travaux adjacents à l'ouvrage découvert jusqu'à la décision (par Ordre de Service) du maître d'œuvre sur les mesures à prendre.

Le piquetage spécial fait l'objet d'un procès-verbal visé par le maître d'œuvre et notifié à l'entrepreneur.

Piquetage complémentaire (article 27.5 du CCAG)

Il complète le piquetage général.

Ce piquetage fait partie des obligations contractuelles de l'entrepreneur. Il est souvent nécessaire pour assurer un minimum de précisions dans les dimensions futures de l'ouvrage.

Les piquets placés au titre du piquetage complémentaire doivent pouvoir être distingués de ceux placés au titre du piquetage général.

L'entrepreneur est seul responsable de cette opération, même si des vérifications ont été effectuées par le maître d'œuvre.

Les piquetages complémentaires sont nécessaires lorsque le piquetage général ne fournit pas directement l'implantation détaillée de l'ensemble des ouvrages à exécuter. À titre d'exemple, ces piquetages déterminent sur le terrain l'implantation exacte des poteaux des piles ou culées, des semelles de fondations, etc.

Les repères doivent être d'utilisation facile, notamment lors du coulage d'un tablier, pour suivre les évolutions des cintres et vérifier la cote de l'extrados.

Les marchés du Ministère de l'Équipement prévoient normalement (notamment s'ils sont conçus à l'aide du logiciel CAPT-DCE) que les piquetages complémentaires sont vérifiés par le maître d'œuvre.

2. Points importants à examiner

Les ouvrages à construire sont rattachés, soit à l'implantation générale d'un itinéraire (cas d'un tracé routier "neuf" par exemple), soit à un repère local (cas d'un élargissement d'ouvrage).

Dans le premier cas, plusieurs documents ont été réalisés avant les travaux par le maître d'œuvre qui a également fait procéder à une implantation générale de l'itinéraire. Les documents peuvent avoir été réalisés à des périodes différentes, par des intervenants différents.

Il est donc important de rassembler, avant les travaux, tous les documents concernés et de s'assurer de leur cohérence.

Avant le démarrage du chantier

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Piquetage général</p> <ul style="list-style-type: none"> Validation préalable du plan général d'implantation Opération de piquetage général Notification du piquetage général 	<p>Bureau d'études, plan, listings informatiques des axes des voies</p> <p>Géomètre, piquets, plan d'implantation</p>	X		<p>Vérifier la concordance de ce document avec les documents d'implantation de l'itinéraire.</p> <p>Vérifier que le plan est réalisé avec les bonnes versions des coordonnées d'implantation.</p> <p>En principe, les axes principaux suffisent pour positionner l'ouvrage à construire, mais il est essentiel que ces axes soient définis sans ambiguïté lorsqu'il existe un risque de confusion, notamment dans le cas où les axes des semelles de fondation et ceux des appareils d'appui ne seraient pas confondus.</p> <p>Il faut également penser que certains points importants de l'ouvrage ne pourront pas être rétablis facilement du fait de la configuration des lieux et/ou de la construction de certaines parties d'ouvrage. Il convient donc d'ajouter quelques repères secondaires à titre de sûreté.</p> <p>Voir rappels ci-dessus.</p>

Piquetage spécial				
<ul style="list-style-type: none"> Recueil des renseignements 	Bureau d'études du maître d'œuvre Entreprise Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux			Les services concessionnaires sont normalement recensés pendant la période d'élaboration du projet par le bureau d'études du maître d'œuvre, qui peut donc utilement être consulté. Les services concessionnaires doivent être informés par l'entrepreneur au moins dix jours avant la date de début des travaux (DICT – décret 91-1147, article 7).
<ul style="list-style-type: none"> Opération de piquetage spécial 	Géomètre, exploitants des réseaux, piquets, plan d'implantation, plans des réseaux	X		
<ul style="list-style-type: none"> Notification du piquetage spécial 				Voir rappels ci-dessus.

Pendant le chantier

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Piquetages général et spécial <ul style="list-style-type: none"> Vérification des repères (piquets) Report de repères 	Contrôle visuel, plan d'implantation Géomètre, piquets, plan d'implantation			Vérifier l'état des repères (ancrage au sol, heurts de véhicules,...). En cas de doute, vérifier la correspondance avec le plan d'implantation. Accord préalable du maître d'œuvre. Rédiger un procès-verbal.
Les piquetages complémentaires <ul style="list-style-type: none"> Vérification d'un piquetage complémentaire réalisé par l'entrepreneur 	Géomètre, plan d'implantation	X		Voir rappels ci-dessus.

3. Documents à fournir au maître d'œuvre

- déclarations d'intention de commencement de travaux ;
- plan d'implantation des ouvrages.

4. Documents à consulter sur le site

- plan général d'implantation ;
- plans d'implantation et de coffrage réalisés par l'entrepreneur.

5. Bibliographie

- Exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution. *Décret 91-1147 du 14 octobre 1991*. JO du 9 novembre 1991.

Fiche n° I-3

"La commande du contrôle extérieur des études d'exécution"

1. Objet de la présente fiche et généralités

Cette fiche a pour objet d'aider le maître d'œuvre à rédiger les pièces constituant le dossier de consultation des bureaux d'études pour la réalisation du contrôle extérieur des études d'exécution.

Ce contrôle est réalisé dans le cadre du contrôle extérieur exercé par le maître d'œuvre. La finalité du contrôle extérieur est de s'assurer que la réalisation est de qualité. Le choix du bureau de contrôle est à cet égard très important.

Son rôle consiste à vérifier les documents d'exécution pour s'assurer que la qualité de l'ouvrage exécuté sera conforme aux exigences du maître d'ouvrage sous le triple aspect :

- de la conformité aux spécifications techniques du marché ;
- de la conformité aux documents réglementaires et règles de l'art en vigueur ;
- du suivi des quantités.

Cette mission ne s'identifie pas à celle qu'effectuent pour le bâtiment les bureaux de "contrôle" qui interviennent pour assurer la couverture de la construction par les assurances. Elle doit permettre le visa par le maître d'œuvre des documents d'exécution nécessaires au chantier.¹

¹ Le CCAG-Travaux comme le fascicule 65 A du CCTG précisent que tous les documents fournis par l'entrepreneur sont soumis au visa du maître d'œuvre (à l'exception de certains documents relatifs principalement aux ouvrages provisoires de deuxième catégorie). L'entrepreneur ne peut commencer l'exécution sans ce visa. Le marché dresse la liste des ouvrages provisoires classés en première catégorie ; à défaut, il appartient à l'entrepreneur d'en établir la liste en même temps que le programme d'exécution et de la soumettre à la décision du maître d'œuvre.

Nota : La description des tâches inhérentes au contrôle des études d'exécution et de son suivi fait l'objet des fiches distinctes suivantes :

- n° I-4 – revue des bases des études d'exécution ;
- n° I-5 – visa des notes d'hypothèses et de calculs ;
- n° I-6 – visa des plans d'exécution.

2. Remarques

Il est très souhaitable que le bureau d'études chargé du contrôle extérieur des études d'exécution ("bureau de contrôle") soit désigné pendant la phase de consultation des entreprises et que sa mission soit étendue à l'assistance du maître d'œuvre au dépouillement de l'appel d'offres puis à la mise au point du marché. Pour ce faire, il est indispensable que le bureau de contrôle dispose de l'ensemble des documents traduisant la genèse du projet.

Une autre organisation avantageuse consiste à prolonger la prestation du bureau d'études ayant réalisé les études précédentes. Dans un tel cas, le contrôle extérieur des études d'exécution doit être une tranche conditionnelle du marché initial.

3. Composition du dossier

Le dossier de consultation des bureaux d'études pour la réalisation d'un contrôle extérieur des études d'exécution est composé des pièces suivantes basées sur le Cahier des Clauses Administratives Générales applicables aux marchés publics de Prestations Intellectuelles (CCAG-PI) :

- Règlement de Consultation (RC) ;
- Acte d'Engagement (AE) ;
- Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) ;
- Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) ;
- Bordereau des Prix Unitaires et Forfaitaires (BPUF) ;
- Cadre du Détail Estimatif (DE).

Les articles du CCTP et la liste des prix du BPUF font l'objet des annexes 1 et 2.

Nota : CCTP et CCAP peuvent être regroupés en un seul document : le cahier des prescriptions communes (CPC).

4. Pour en savoir plus, consulter :

- la fiche n° I-4 – revue des bases des études d'exécution ;
- la fiche n° I-5 – visa des notes d'hypothèses et de calculs ;
- la fiche n° I-6 – visa des plans d'exécution ;
- le guide pour la commande et le pilotage des études d'ouvrages d'art. *Guide technique*. Sétra, novembre 1997, 116 p. (référence Sétra F9761) ;
- le CCAG-Travaux ;
- le CCAG-PI ;
- le fascicule 65 A du CCTG.

Annexe 1 à la fiche n° I-3

Article 1 – Objet de la prestation

- intitulé de la prestation ;
- présentation générale de l'opération (description du contexte général de l'opération, description de l'ouvrage objet de la mission (caractéristiques principales, délais de réalisation).

Article 2 – Pièces constitutives du CCTP

- le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières ;
- l'annexe n° 1 : Dossier du marché d'exécution de l'ouvrage ;
- l'annexe n° 2 : Programme de l'ouvrage ;
- l'annexe n° 3 : Organigramme du maître d'ouvrage et de l'équipe de maîtrise d'œuvre – Plan d'assurance qualité de la maîtrise d'œuvre ;
- l'annexe n° 4 : Planning général de l'opération.

Article 3 – Consistance de la prestation

La prestation consiste en la vérification des plans et notes de calculs d'exécution établis par le (ou les) bureau(x) d'étude(s) technique(s) de l'entrepreneur titulaire du marché de construction (et ses sous-traitants).

La vérification a pour objet de s'assurer de la conformité des documents aux spécifications du marché, aux règlements, normes et règles de l'art en vigueur, de leur cohérence, de leur lisibilité et de l'exhaustivité des dessins et calculs remis. Elle porte sur l'ensemble des documents relatifs aux ouvrages définitifs ainsi qu'aux ouvrages provisoires de première catégorie.

La mission s'étend jusqu'à la vérification du programme des épreuves de l'ouvrage. Elle comprend

également l'examen des procédures d'exécution relatives aux études ainsi que la vérification des nomenclatures des plans de ferrailage.

En option (suivant le découpage des prestations d'études arrêté par le maître d'œuvre) : en plus de ces contrôles, la mission comprend en premier lieu l'assistance du maître d'œuvre au dépouillement de l'appel d'offres puis à la mise au point du marché.

Pour ce faire, et en préalable, le bureau de contrôle procède à une analyse critique des documents établis pendant la phase de conception de l'ouvrage, dans le but de souligner la nature des problèmes susceptibles d'être rencontrés (principalement en cas de variantes proposées par l'entreprise).

Le bureau de contrôle participe à des réunions d'études, de coordination ou de chantier à la demande du maître d'œuvre.

Article 4 – Déroulement de la prestation

4.1. Découpage de la prestation en étapes

La prestation du bureau d'études est découpée par le maître d'œuvre en deux phases. La durée prévisionnelle de chaque phase est définie au CCAP.

Chaque phase est sanctionnée par une réception délivrée à la suite d'une revue de projet ou d'une réunion qui constitue un point d'arrêt. L'approbation de chaque phase vaut levée du point d'arrêt correspondant.

Ces phases s'intègrent dans le déroulement de la passation du marché de travaux puis des études d'exécution. Leur composition est définie ci-dessous :

- Phase 1 – Aide à l'analyse des offres - Mise au point du marché
 - revue des documents remis ;
 - participation au dépouillement technique de l'appel d'offres ;
 - rapport d'analyse sur les dispositions techniques proposées par l'entreprise ;
 - revue de projet avec le maître d'œuvre et l'entreprise.
- Phase 2 – Contrôles d'exécution
 - participation à la réunion de démarrage des études ;
 - vérification des documents et émission des notes d'observations ;
 - revue finale de projet avec le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre, l'entrepreneur et son (ou ses) bureau(x) d'études et l'architecte.

4.2. Insertion de la prestation dans le déroulement général des études

La prestation du bureau d'études devra s'intégrer dans le déroulement général de l'opération et l'organisation des études d'exécution proposée par l'entrepreneur et acceptée par le maître d'œuvre.

Article 5 – Conditions de réalisation de la prestation

5.1. Conditions générales

La fonction de maîtrise d'œuvre générale est assurée ... (nom et titre du maître d'œuvre).

La conduite du chantier, ainsi que les études nécessaires sont réalisées sous la conduite du maître d'œuvre, qui s'assure de la transmission au bureau de contrôle des documents nécessaires au bon déroulement de sa prestation, au fur et à mesure des besoins et certifie le service fait. Le maître d'œuvre coordonne le suivi du chantier et organise à ce titre des réunions d'études, de chantier ou d'étapes, en fonction des besoins.

5.2. Documents fournis par le maître d'œuvre

Le maître d'œuvre met en temps utile à la disposition du bureau d'études les données et documents nécessaires à la réalisation du contrôle d'exécution, à savoir :

- le dossier de consultation des entreprises, puis le dossier de marché de l'ouvrage ;
- le programme de l'ouvrage ;
- les documents à contrôler, au fur et à mesure de leur établissement et en tenant compte de l'échéancier prévisionnel de fourniture de ces documents établi par l'entrepreneur (En fonction de l'organisation retenue par le maître d'œuvre, ces documents peuvent être directement transmis par l'entreprise au bureau de contrôle) ;
- les plans visés "Bon pour exécution" (dito ci-dessus).

5.3. Documents fournis par le bureau de contrôle :

- Phase 1 : un rapport d'analyse des offres des entreprises portant sur les propositions techniques et/ou les variantes présentées ;
- Phase 2 : pour chaque document vérifié et à chaque indice, le bureau de contrôle adresse au maître d'œuvre (et, le cas échéant, à l'entreprise et à ses bureaux d'études) une note d'observations numérotée signalant tous les points à corriger, puis, lorsque le document n'appelle plus de remarque, proposant le visa.

5.4. Délais

Pour chaque document d'exécution transmis à son premier indice, le bureau de contrôle dispose d'un délai de ... (durée variable entre 7 et 15 jours calendaires, à fixer en fonction notamment de la complexité de l'ouvrage et des délais de réponse du maître d'œuvre à l'entreprise fixés dans le marché de travaux) pour adresser ses observations au maître d'œuvre. Ce délai est réduit à ... (en général une semaine) pour les documents renvoyés à un indice supérieur. Ces délais s'entendent à compter de la date de réception par le bureau de contrôle des documents.

5.5. Pénalités de retard

Le retard dans la remise des notes d'observations entraînera une pénalité d'un montant de 300 € (somme à moduler en fonction de la nature du document et de la gêne occasionnée au chantier) par jour ouvrable de retard.

Le montant total des pénalités applicables est limité à 10 % du montant HT du marché.

Annexe 2 à la fiche n° I-3

1	Aide à l'analyse des offres - Mise au point du marché
	<p>Ce prix rémunère au forfait la phase 1 de la prestation telle que définie à l'article 3 du CCTP. Il comprend, à ce titre, toutes les dépenses inhérentes à la réalisation de cette phase dans les conditions fixées dans les articles 4 et 5 du CCTP. Il comprend notamment la participation à la réunion de dépouillement des offres ainsi qu'à la revue de projet préalable à la signature du marché, dans les locaux du maître d'œuvre.</p> <p>- LE FORFAIT :</p>
2	Contrôle d'exécution
	<p>Ce prix rémunère au forfait la phase 2 de la prestation relative à la vérification des plans et notes de calculs de l'ouvrage. Il porte sur l'ensemble des documents établis pour le compte de l'entrepreneur, et destinés à la réalisation du chantier tels que définis à l'article 3 du CCTP.</p> <p>Il comprend, à ce titre, toutes les dépenses inhérentes à la réalisation de cette phase de la prestation dans les conditions fixées dans les articles 4 et 5 du CCTP, y compris les frais d'envoi des notes d'observations.</p> <p>Il comprend notamment la participation à la réunion de démarrage des études ainsi qu'à celle de revue finale de projet dans les bureaux du maître d'œuvre ou sur le chantier.</p> <p>- LE FORFAIT :</p>
3	Réunions d'études
	<p>Ce prix rémunère à l'unité la demi-journée de réunion supplémentaire d'études, de coordination ou de chantier auxquelles participe le bureau d'études à la demande du maître d'œuvre.</p> <p>Il comprend le trajet aux bureaux du maître d'œuvre ou sur le chantier.</p> <p>L'UNITÉ :</p>

Nota : Dans le détail estimatif, il faut indiquer un nombre raisonnable de réunions pour que le jugement de l'offre ne se fasse pas uniquement sur le forfait des vérifications.

Fiche n° I-4

"La revue des bases des études d'exécution"

1. Objet de la présente fiche et rappels

Cette fiche a pour objet d'aider le maître d'œuvre et, le cas échéant, le bureau de contrôle extérieur des études d'exécution qu'il aura désigné, à s'assurer que l'ensemble des données et hypothèses nécessaires à la justification et à la réalisation d'un ouvrage courant (au sens de la circulaire du 5 mai 1994) sont correctement prises en compte par l'entreprise.

Le marché impose habituellement à l'entrepreneur de fournir à l'approbation du maître d'œuvre un document définissant les bases des études d'exécution. Ce document est en général établi par le bureau d'études d'exécution à partir des données et informations figurant dans les pièces techniques du marché complétées au besoin suivant les propositions techniques de l'entreprise. Ce document porte habituellement le nom de "note d'hypothèses".

Bien que le commentaire de l'article 32.2 du fascicule 65 A du CCTG¹ précise que la remise d'un tel document n'est normalement à prévoir que lorsque "le caractère non courant de la conception ou la faible définition au niveau du marché entraînent un risque sérieux de discussion de ces bases", il n'exclut pour autant nullement "un échange de vue sur ces questions à l'initiative de l'une quelconque des deux parties".

À l'instar de ce que prévoient les pièces techniques des marchés rédigées à l'aide du logiciel CAPT DCE, nous recommandons d'exiger systématiquement la remise d'une note d'hypothèses.

2. Contenu de la fiche

Cette fiche fixe le contenu type de la "note d'hypothèses" que doit fournir l'entreprise. Elle dresse la liste par chapitres principaux, des différents éléments devant y figurer. Afin de ne pas l'alourdir inutilement, seules les données générales "de base" utiles pour les ouvrages courants y figurent. Le lecteur est renvoyé au marché ou à d'autres documents plus

généraux pour certaines données particulières. La liste n'est bien évidemment pas exhaustive et il appartient au maître d'œuvre de l'adapter à son ouvrage et de s'assurer que ses particularités sont correctement appréhendées.

Notas : Lorsque l'équipe en charge des travaux est différente de celle du projet, il est utile sinon indispensable que cette dernière précise l'historique et les raisons des choix ayant conduit à l'ouvrage tel que projeté afin que l'examen des hypothèses fixées pour l'exécution se fasse en connaissance de cause. Parallèlement à l'examen de cette note, nous rappelons également qu'il appartient au maître d'œuvre de vérifier le programme des études d'exécution établi par l'entreprise afin qu'il s'assure de l'exhaustivité de la liste de documents prévus ainsi que de la compatibilité des délais nécessaires aux études avec le planning général des travaux.

Contenu type de la note d'hypothèses

1. Chapitre 1 - Description générale de l'ouvrage

Ce chapitre rappelle les caractéristiques géométriques et fonctionnelles principales de l'ouvrage :

- morphologie (type de structure, nature des fondations) ;
- longueur ;
- travure ;
- profil en travers ;
- tracé en plan ;
- profil en long ;
- gabarits ;
- schéma statique ;
- mode/phasage de réalisation.

2. Chapitre 2 - Textes réglementaires et références techniques

Ce chapitre dresse la liste des principaux documents extraits du répertoire des textes et des documents techniques essentiels Ouvrages d'Art édité par le Sétra servant à la justification des ouvrages. Il importe de vérifier que les documents visés correspondent bien à ceux rendus contractuels par le marché. L'adoption de règles de calculs différentes de celles utilisées pour l'élaboration du projet peut conduire à des augmentations de quantités, voire des remises en cause partielles des éléments de structure.

¹ Version d'août 2000

Textes généraux

Titre	Référence	Caractère réglementaire
DC 79 Instruction technique sur les directives communes de 1979 relatives au calcul des constructions	Circulaire n° 79.25 du 13.03.79	réglementaire
Fascicule 61 titre II du CPC Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art Programme de charges et épreuves des ponts-routes	Circulaire n° 71.155 du 29.12.1971 et son annexe I : Arrêté du 28.12.1971 modifié par arrêté du 08.12.1980 et circulaire n° 71.156 du 30.12.1971 modifié par la circulaire 80.52 du 09.12.1980	réglementaire
Transports exceptionnels, définition des convois type et règles pour la vérification des ouvrages d'art	Lettre circulaire DR R/EG3 du 20.07.1983	réglementaire
DTU Règles NV 65 modifiées avril 2000 Règles définissant les effets de la Neige et du Vent sur les constructions et annexes	DTU P06-002	réglementaire

Règles relatives à la conception parasismique

Titre	Référence	Caractère réglementaire
Zone sismique de la France Décret relatif à la prévention du risque sismique	Décret n°91-461 du 14.05.1991 modifié par décret n°2000-892 du 13.05.2000	réglementaire
Classification des ouvrages Arrêté relatif à la classification et aux règles de constructions parasismiques applicables aux ponts de la catégorie dite à risque normal	Arrêté du 15.09.1995	réglementaire
Règles PS 92 Règles de construction parasismique – règles applicables aux bâtiments (pour les fondations)	Norme NF P06-013	réglementaire
Guide AFPS 92 Guide pour la protection parasismique des ponts	Presses de l'ENPC	non réglementaire
Guide de conception Ponts courants en zone sismique	Sétra/SNCF - janvier 2000	non réglementaire

Règles relatives aux fondations et soutènements

Titre	Référence	Caractère réglementaire
Fascicule 62 titre V du CCTG Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil	93-3 TO du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire
Fascicule 68 du CCTG Exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil	93-7 TO du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire
Guide de conception générale Ouvrages de soutènement	Sétra - décembre 1998	non réglementaire

Règles relatives aux ouvrages en béton armé et précontraint

Titre	Référence	Caractère réglementaire
Fascicule 62 Titre I Section 1 du CCTG BAEL 91 révisé 99 Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites	Fascicule spécial 99-8 du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire
Fascicule 62 Titre I Section II du CCTG BPEL 91 révisé 99 Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton précontraint suivant la méthode des états limites	Fascicule spécial 99-9 du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire
Fascicule 65 A du CCTG Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension	Fascicule spécial 2000-3 du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire
Additif au fascicule 65 A du CCTG Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint	Fascicule spécial 2000-4 du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire
BT 1 Bulletin technique n°1 et son complément - Calculs des hourdis de ponts	Document guide Sétra - réimpression 1985	non réglementaire
Ponts-cadres et portiques : guide de conception	Document guide Sétra - 1992	non réglementaire
Ponts-dalles. Guide de conception	Document guide Sétra - 1989	non réglementaire
PRAD Ponts-routes à poutres préfabriquées précontraintes par adhérence - PRAD - Guide de conception	Document guide Sétra - septembre 1996	non réglementaire
VIPP Ponts-routes à poutres préfabriquées précontraintes par post-tension - VIPP - Guide de conception	Document guide Sétra - février 1996	non réglementaire
PPE Ponts-routes à tablier en poutrelles enrobées - PPE - Guide de conception et calcul	Document guide Sétra/SNCF - mai 1995	non réglementaire

Règles relatives aux ouvrages métalliques et mixtes

Titre	Référence	Caractère réglementaire
Fascicule 61 titre V du CPC Conception et calculs des ponts et constructions métalliques en acier	Fascicule spécial 78-9 ter du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire
Fascicule 66 du CCTG Exécution des ouvrages de génie civil à ossature en acier	93-6 TO du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire
Circulaire n° 81-63 du 28.07.81 relative au règlement de calcul des ponts mixtes acier/béton		non réglementaire ; cette circulaire aurait du faire l'objet d'un fascicule spécial du CCTG dans les trois ans suivant sa parution, ce qui n'a pas été fait.
Ponts mixtes Recommandations pour maîtriser la fissuration des dalles	Sétra - septembre 1995	non réglementaire
Ponts métalliques et mixtes Résistance à la fatigue – guide de conception et de justifications	Sétra/CTICM/SNCF - mai 1996 + errata de 97	non réglementaire

Règles relatives aux équipements et superstructures

Titre	Référence	Caractère réglementaire
Corniches	Sétra - Collection du guide GC - décembre 1994	non réglementaire
Assainissement des ponts-routes (Évacuation des eaux, perrés, drainage, corniches-caniveaux)	Sétra - juin 1989	non réglementaire
Dalles de transition des ponts-routes	Sétra - octobre 1984	non réglementaire
Joints de chaussée des ponts-routes	Guide technique Sétra - 1986	non réglementaire
Appareils d'appui en caoutchouc fretté Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires	Guide technique Sétra - septembre 2000	non réglementaire
Appareils d'appui à pot de caoutchouc Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires	Guide technique Sétra - septembre 2000	non réglementaire
Barrières de sécurité de niveau N	Sétra – Collection du guide GC - septembre 2001	non réglementaire
Barrières de sécurité de niveau H	Sétra – Collection du guide GC - septembre 1999	non réglementaire
Garde-corps	Sétra - Collection du guide GC - avril 1997	non réglementaire

Règles relatives aux épreuves et ouvrages provisoires

Titre	Référence	Caractère réglementaire
Fascicule 65 A du CCTG Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension	Fascicule spécial 2000-3 du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire
Fascicule 61 titre II du CPC Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art Programme de charges et épreuves des ponts-routes	Circulaire n° 71.155 du 29.12.1971 et son annexe I : Arrêté du 28.12.1971 modifié par arrêté du 08.12.1980 et circulaire n° 71.156 du 30.12.1971 modifié par la circulaire 80.52 du 09.12.1980	réglementaire
Fascicule 61 titre V du CPC Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier (conforme aux DC71)	Fascicule spécial 78-9 ter du Bulletin Officiel du MELT	réglementaire

3. Chapitre 3 - Caractéristiques des matériaux

Les paragraphes suivants rappellent les principales caractéristiques des matériaux qui sont à préciser dans la note d'hypothèses. Doivent également y être précisées, toutes les hypothèses nécessaires à leur détermination.

Béton (BAEL 91 révisé 99)

- classe de résistance ;
 - masse volumique $\rho = 2,5 \text{ t/m}^3$;
 - résistances caractéristiques f_{c28} , f_{t28} (f_{cj} , f_{tj}) ;
 - modules de déformation instantanée et différée E_i , E_d ;
 - retrait $\epsilon_r = 2,0 \times 10^{-4}$ (ou $3,0 \times 10^{-4}$ quart sud-est de la France) ;
 - coefficient de dilatation thermique $\alpha_r = 10^{-5} \text{ 5m/}^\circ\text{C}$.
- Valeurs à distinguer en fonction des bétons utilisés par parties d'ouvrage.

Armatures passives (BAEL 91 révisé 99)

- nuance FeE (en général qualité soudable) ;
- limite élastique f_e (acier doux FeE235, $f_e = 235 \text{ MPa}$, acier HA FeE500, $f_e = 500 \text{ MPa}$) ;
- coefficient de fissuration h (ronds lisses $h = 1$, HA $h = 1,6$) ;
- condition de fissuration et contrainte de traction limite σ ;
- enrobages (à distinguer par parties d'ouvrage), diamètre et espacement mini (en fonction de la condition de fissuration) ;
- longueurs de recouvrement et d'ancrage, dispositions constructives particulières, pourcentages

mini (règles sismiques, règles relatives à la maîtrise de la fissuration des dalles de ponts mixtes ...).

Valeurs à distinguer en fonction des aciers utilisés par parties d'ouvrage (fondations, appuis, tablier, superstructures).

Armatures de précontrainte (BPEL 91 révisé 99)

- nature du câble (type et nombre de torons) ;
- classe (1770 ou 1860 MPa) ;
- module déformation E (en général 190 000 MPa) ;
- relaxation à 1000 heures σ_{1000} (en général très basse relaxation TBR, $\sigma_{1000} = 2,5\%$) ;
- type de procédé (vérifier l'agrément) ;
- frottement en ligne f et en courbe f_c ;
- recul d'ancrage g ;
- diamètre de gaine, dimensions des ancrages, enrobage, et dispositions constructives diverses (rayon de courbure mini...)
- caractéristiques du câble (section, force à rupture, contrainte et force à la mise en tension).

Valeurs à distinguer en fonction des aciers utilisés par parties d'ouvrage.

Acier pour charpente métallique (Fascicule 61 titre V du CPC)

- nuance (S235, 275, 355, 420, 460...)
- limite d'élasticité f_y (en fonction de l'épaisseur de la tôle) ;
- classe de qualité (en général K2G3 pour les aciers relevant de la norme NF EN 10025 et la qualité de base pour ceux relevant de la norme NF EN 10113) ;
- état de livraison (N pour l'état normalisé, M pour les aciers thermomécaniques) ;
- masse volumique ($7,85 \text{ t/m}^3$).

Valeurs à distinguer en fonction des différents éléments constitutifs de la charpente.

Coefficient d'équivalence acier béton (pour les structures mixtes) (Circulaire n° 81-63 du 28.07.81)

- coefficient instantané n_i ($n_i=6$) ;
- coefficient à long terme n_∞ ($n_\infty=18$) ;
- coefficients pour le calcul des dénivellations d'appui.

Caractéristiques des assemblages vis-à-vis de la vérification à la fatigue (Résistance à la fatigue – guide de conception et de justifications)

- catégories de détail ;
- coefficients de majoration spécifiques de la contrainte de calcul (coefficient k fonction des variations d'épaisseur...).

4. Chapitre 4 - Caractéristiques des sols de fondation

Les caractéristiques mécaniques des sols sont normalement précisées dans le rapport géotechnique joint au CCTP.

À défaut, elles pourraient être déterminées par des sondages effectués par l'entreprise et soumises à l'agrément du maître d'œuvre.

Il est conseillé au maître d'œuvre de se faire assister par les spécialistes des laboratoires régionaux pour le contrôle des hypothèses de sol fournies par l'entreprise.

Fondations superficielles (Fascicule 62 titre V du CCTG)

- rappel de la nature du sol de fondation ;
- module pressiométrique E ;
- pression limite p_l ;
- pression de fluage p_f ;
- pression limite équivalente P_{le}^* ;
- hauteur d'encastrement équivalente D_e ;
- résistance en pointe au pénétromètre ;
- coefficient de portance k_p ;
- angle de frottement interne f' ;
- cohésion c' ;
- coefficient rhéologique a (pour le calcul du tassement) ;
- coefficient de forme l_c et l_d (pour le calcul du tassement) ;
- niveau de la nappe phréatique.

Valeurs à distinguer pour chaque semelle.

Fondations profondes (Fascicule 62 titre V du CCTG)

Pour chaque couche de terrain traversée par les pieux :

- épaisseur de la couche ;
- nature du terrain ;
- module pressiométrique E ;
- pression limite p_l ;
- pression de fluage p_f ;
- coefficient rhéologique a ;
- courbe de frottement associée ;
- coefficient de portance k_p .

Préciser également :

- le niveau de la nappe ;
- la présence éventuelle de sols compressibles, de gypse en dissolution, de sols liquéfiables ;
- les hauteurs d'affouillements d'appuis en rivière etc... ;
- ainsi que les hypothèses adoptées pour leur prise en compte.

Valeurs à distinguer pour chaque appui.

5. Chapitre 5 - Actions

Charges permanentes

Il faut que le poids des structures et le poids des équipements soient distingués.

Poids propre des structures (DC 79)

- béton : calculé sur la base des dessins de coffrage avec une masse volumique de $2,5 \text{ t/m}^3$ pour le béton armé ;
- métal : calculé sur la base des dessins de charpente (en tenant compte des raidisseurs, entretoises...) avec une masse volumique de $7,85 \text{ t/m}^3$ pour l'acier.

Poids propre des équipements et superstructures

Il faut distinguer les valeurs caractéristiques, maximales et minimales évaluées selon les dispositions des DC 79. De façon générale, les fractions forfaitaires sont $+6/-4\%$ et $+3/-2\%$ pour les éléments préfabriqués en béton (sachant que les pondérations fixées dans CAPT-DCE sont légèrement différentes : $\pm 5\%$ et $\pm 3\%$).

- chape d'étanchéité en asphalte : métré (en général 3 cm), masse volumique $2,4 \text{ t/m}^3$, fraction $\pm 20\%$;

- chape d'étanchéité en feuille préfabriquée : métré (en général 5 mm), masse volumique 1,3 t/m³, fraction $\pm 5\%$;
- chape d'étanchéité en résine : (pour mémoire épaisseur 2,5 mm en moyenne, masse volumique variant de 1,10 t/m³ pour du polyuréthane à 1,40 t/m³ pour de l'époxy) ;
- couche de roulement : métré, masse volumique 2.4 t/m³, fraction + 40 et - 20% sauf si l'épaisseur du rechargement est déjà connue, dans ce cas fraction $\pm 20\%$;
- corniche-caniveau : pleine de boue masse volumique 1,5 t/m³ ;
- corniche d'habillage : métré suivant coffrage, masse volumique fonction du matériau ;
- garde corps : métré (en général 20 à 50 kg/ml) ;
- garde corps double fonction 25 kg/ml ;
- glissière de sécurité : nomenclature (en général 20 kg/ml) ;
- BN1 : 620 kg/ml ;
- BN2 : 605 kg/ml ;
- BN4 : 65 kg/ml ;
- BN4-16 : 70 kg/ml ;
- BN5 : 50 kg/ml ;
- BHO : 100 kg/ml ;
- B-hab : 86 kg/ml ;
- GBA : 620 kg/ml ;
- DBA : 700 kg/ml ;
- canalisations: métrés, concessionnaires, fraction $\pm 20\%$;
- divers (bordures, contre-bordure, candélabres, signalisation verticale, caillebotis, dalles, écrans) : métrés et/ou catalogues.

Charges de chantier

Engins et matériels de chantier (en général 500 kg sur une surface de 3 m x 3 m et 75 kg sur le reste (annexe B contractuelle au Fascicule 65 A du CCTG, article 2.3), matériels spéciaux (outils coffrants, avant bec...))

Charges d'exploitation (Fascicule 61 titre II du CPC)

- classe de l'ouvrage ;
- largeur roulable, largeur chargeable ;
- charges routières applicables (A(l), Bc, Bt) ;
- charges militaires (Mc80, Mc120) ;
- coefficient de majoration dynamique des charges du système B et des charges militaires (en distinguant le coefficient pour les effets généraux et le coefficient pour les effets locaux) ;

- charges exceptionnelles (convois de 3^{ème} catégorie, C, D et E pondérés par 1,1) ;
- charges de trottoir (générale 150 kg/m², locale 450 kg/m², roue de 6 t) ;
- forces de freinage, forces centrifuges ;
- charges sur les remblais (en général charge du fascicule 61 titre II : 1t/m²).

Actions climatiques (Fascicule 61 titre II du CPC)

- action du vent : en général application de l'article 14 du fascicule 61 titre II : en phase provisoire 1250 N/m², en phase définitive 2000 N/m² ;
- variation uniforme de température : cas de charge rare : écarts de + 30 °C et - 40 °C comprenant une plage rapidement variable ± 10 °C (calculée avec le module instantané du béton) et une plage lente + 20 °C/- 30 °C (calculée avec le module différé du béton) ;
- gradient thermique (pour certains ouvrages béton) : 12 °C ;
- action différentielle de la température pour les structures mixtes : $0,5 \times 10^{-4}$ à cumuler au retrait ;
- neige (le cas échéant).

Précontrainte (BPEL 91 révisé 99)

- rappel de la valeur de calcul Pd (en général valeur probable Pm et vérifications complémentaires).

Effet du retrait et du fluage

- fluage : voir BPEL 91 révisé 99 ;
- retrait : valeur finale $\epsilon_r = 2,0 \times 10^{-4}$ (ou $3,0 \times 10^{-4}$ quart sud est de la France).

Il faut distinguer la situation avant redistribution à la mise en service et après redistribution au temps "infini".

Actions transmises par les dispositifs de retenue

La structure doit être vérifiée sous les efforts suivants cumulés avec ceux dus aux seules charges permanentes, sans pondération supplémentaire à l'ELS en limitant la contrainte dans les aciers passifs à 2/3 fe.

- glissières GS2 ou GS4 : moment d'axe transversal 15 kNm, moment d'axe longitudinal 3,5 kNm ;
- glissières GR4 ou GRC : moment d'axe transversal 19 kNm, moment d'axe longitudinal 6,2 kNm ;
- garde-corps double fonction : moment d'axe longitudinal 15 kNm ;
- BN1 et BN2 : sur 5 m force horizontale de 100 kN/m, moment d'axe longitudinal 50 kNm/m ;

- BN4 et BN4-16 : force horizontale de 300 kN, moment d'axe longitudinal 200 kNm ;
- BN5 et BHO : moment d'axe transversal 9,5 kNm, moment d'axe longitudinal 19 kNm ;
- B-hab : force horizontale de 120 kN, moment d'axe longitudinal 110 kNm ;
- GBA et DBA : force horizontale de 570 kN intéressant une longueur de 10 m, moment d'axe longitudinal de 430 kNm réparti sur 5 m (valeurs ± 40 % près). Les résultats du calcul sont ensuite à pondérer par un coefficient d'incertitude (voir guide barrière de niveau H).

Actions transmises par les autres équipements

- candélabres, signalisation verticale, écrans...

Choc de véhicules sur les appuis (voir annexe D du BAEL 91 révisé 99)

- effort appliqué à 1,50 m au dessus de la chaussée dont la valeur dépend de la vitesse pratiquée par les PL + effort/5 appliqué à 4 m au dessus de la chaussée. (Valeurs extrêmes : 1000 kN frontal et 500 kN latéral).

Actions particulières sur les appuis dans l'eau

- poussée hydrostatique : action permanente calculée pour le niveau des plus basses eaux et pour le niveau des plus hautes eaux ;
- poussée hydrodynamique action permanente en considérant les niveaux des plus basses eaux et des plus hautes eaux, avec la vitesse du courant spécifiée ;
- choc de corps flottants ;
- choc de bateaux : voir annexe D du BAEL 91 révisé 99.

Poussée des remblais d'accès

- nature des matériaux ;
- caractéristiques mécaniques ;
- poids des terres (en général 20 kN/m³) ;
- coefficient de poussée (en général $K_a = 0,33$; calcul en fourchette (0,25 – 0,50) dans le cas des PIPO, PICF, POD) ;
- poussée hydrostatique (en général pas de poussée car dispositif de drainage).

Effets du séisme (Guide AFPS 92)

Deux modes de calcul sont envisageables, le calcul spectral (cas général) ou le calcul temporel. La note doit indiquer le mode retenu et fournir les renseignements correspondants :

- calcul spectral
 - zone de sismicité ;
 - classe de l'ouvrage ;
 - amortissement structurel.
- calcul temporel
 - accélérogrammes ;
 - amortissement structurel.

Charge pour la vérification à la fatigue (pont mixte) (Résistance à la fatigue – guide de conception et de justifications)

- camion Bf ;
- coefficient de pondération c (dépendant du trafic) ;
- coefficient partiel de sécurité γ_{MF} ;
- positionnement transversal.

Efforts transmis par le tablier aux appareils d'appui (Guides techniques "Appareils d'appui en caoutchouc fretté" et "Appareils d'appui à pot de caoutchouc")

- appareils d'appui en caoutchouc fretté : répartition des efforts horizontaux à calculer au prorata des raideurs des appareils d'appui, des appuis et des fondations ;
- appareils d'appui à pot glissants : effort horizontal = fraction de la descente de charge verticale en général 3,5% (frottement) + 0,3% (précision de pose) ;
- appareils d'appui à pot fixes : effort dépendant de l'équilibre longitudinal de la structure (voir guide technique du Sétra).

Efforts provenant des joints de chaussée

- actions sur les murs garde-grève (cas des joints à poussée) ;
- actions sur le tablier en fonction du type de joint (cantilever par exemple) [cité pour mémoire, ce cas n'existe pas en général pour un ouvrage courant].

Efforts pendant le lançage ou poussage

- efforts horizontaux en tête d'appuis déterminés en fonction de la descente de charge, de la pente, des frottements internes.

Efforts parasites sur les pieux (Fascicule 62 titre V du CCTG)

- frottements négatifs ;
- poussée horizontale.

Tassement d'appui

- valeur de tassement différentiel, fonction de la nature du terrain et du type de fondation (en général 1 cm) ;
- module du béton associé (en général différé).

Vérinage

- valeur du soulèvement différentiel d'une file d'appui par rapport à l'autre (en général 1 cm) ;
- module du béton associé : instantané ;
- charges routières associées.

6. Chapitre 6 - Sollicitations – Combinaisons d'actions

Définitions

- G_{max} = l'ensemble des actions permanentes défavorables ;
- G_{min} = l'ensemble des actions permanentes favorables ;
- T_s = variation uniforme de température ;
- GT_s = gradient thermique en service ;
- GTr = gradient thermique en construction ;
- F_a = action accidentelle ;
- Q_r = actions dues aux charges routières sans caractère particulier (systèmes A et B) ;
- Q_{rp} = actions dues aux charges routières de caractère particulier (convois militaires convois exceptionnels) ;
- W_s = action du vent en service ;
- W_e = action du vent en situation d'exécution ;
- Q_{pra} = actions aléatoires dues aux charges de chantier en construction ;
- Q_{prc} = actions connues dues aux charges de chantier en construction.

Pour les charpentes métalliques lancées :

- G_1 = fraction de poids propre de charpente favorable à l'équilibre ;
- Q_1 = fraction de charge de montage favorable à l'équilibre ;
- G_2 = fraction de poids propre de charpente défavorable à l'équilibre ;
- Q_2 = fraction de charge de montage défavorable à l'équilibre.

Combinaisons d'actions à l'état limite de service

En service, combinaisons rares

- $G_{max} + G_{min} + 1,2 Q_r + 0,5 GT_s + 0,6 T_s$

- $G_{max} + G_{min} + Q_{rp}$
- $G_{max} + G_{min} + GT_s + T_s$
- $G_{max} + G_{min} + W_s$

En service, combinaisons fréquentes

- $G_{max} + G_{min} + 0,72 Q_r$ (pont de 1^{ère} classe)
- $G_{max} + G_{min} + 0,48 Q_r$ (pont de 2^{ème} classe)
- $G_{max} + G_{min} + 0,24 Q_r$ (pont de 3^{ème} classe)
- $G_{max} + G_{min} + 0,5 GT_s + 0,5 T_s$

En service, combinaison quasi permanente

- $G_{max} + G_{min}$.

En phase de construction

- $G_{max} + G_{min} + Q_{pra} + Q_{prc} + W_e$;
- $G_{max} + G_{min} + Q_{pra} + Q_{prc} + GT_c$.

Combinaisons d'actions à l'état limite ultime de résistance

Combinaisons fondamentales, en service

- $1,35 G_{max} + G_{min} + 1,35 Q_{rp}$;
- $1,35 G_{max} + G_{min} + 1,6 Q_r + 0,8 GT_s + 0,8 T_s$;
- $1,35 G_{max} + G_{min} + 1,5 W_s$;
- $1,35 G_{max} + G_{min} + 1,35 GT_s + 1,35 T_s$.

Combinaisons fondamentales, en phase de construction

- $1,35 G_{max} + G_{min} + Q_{prc} + 1,50 W_e + 1,3 Q_{pra}$;
- $1,35 G_{max} + G_{min} + Q_{prc} + 1,50 Q_{pra} + 1,3 W_e$.

Combinaisons accidentelles

- $G_{max} + G_{min} + F_a$.

Equilibre statique

- $1,05 G_2 + 0,95 G_1 + 1,2 Q_2 + 0,8 Q_1$;
- + erreur de positionnement longitudinal du tablier d'un mètre.

Nota : Des combinaisons particulières (non fournies ci-dessus) sont à envisager pour le calcul des fondations et des ouvrages en zone sismique (Se reporter aux textes réglementaires correspondants).

7. Chapitre 7 - Justifications – Méthodologie des études

Ce chapitre doit décrire les méthodes employées pour la justification de tous les éléments constitutifs de l'ouvrage. On doit y trouver :

- la description des modèles et principes de calculs utilisés ;
- les phasages de construction pris en compte ;
- les critères de vérification employés fonction des prescriptions du CCTP.

Plus encore que dans les chapitres précédents, ces méthodes sont spécifiques du type d'ouvrage et des conditions de sa réalisation. Les paragraphes suivants dressent une liste générale des principaux éléments à justifier et rappellent, dans les grandes lignes, les méthodes à employer. Ce chapitre est donc à compléter et adapter pour chaque ouvrage étudié.

Il est à préciser qu'en zone sismique des règles particulières de calcul des ouvrages (y compris pour les fondations) et de leurs équipements (appareils d'appui par exemple) sont à adopter conformément aux textes réglementaires en vigueur.

JUSTIFICATION DU TABLIER

Tablier en béton armé

Les justifications sont menées selon les règles du BAEL 91 révisé 99.

Tablier en béton précontraint

Les justifications sont menées selon les règles du BPEL 91 révisé 99.

La classe de vérification fixée dans le CCTP doit être rappelée.

Ossature mixte

Les justifications sont menées selon la Circulaire n° 81-63 du 28.07.81 relative aux règles de calcul des ponts mixtes acier/béton et selon celles définies au Fascicule 61 titre V du CPC. Le tablier est calculé suivant le document "Ponts mixtes acier béton bipoutres - Guide de conception" édité par le Sétra en mars 1990. La vérification de la charpente en fatigue est effectuée suivant les recommandations du guide du Sétra "Résistance à la fatigue – guide de conception et de justifications".

Tablier d'un pont à poutrelles enrobées

Les calculs justificatifs sont conduits suivant les recommandations du document "Ponts-routes à tablier en poutrelles enrobées - Conception et calcul" édité par le Sétra et la SNCF en mai 1995.

JUSTIFICATION DES OUVRAGES PROVISOIRES

Les justifications sont conduites sur la base des prescriptions du Fascicule 65 A du CCTG.

JUSTIFICATION DES APPAREILS D'APPUI

Pour la détermination des réactions d'appui verticales au niveau des appareils d'appui, il est tenu compte des coefficients de répartition transversale. Il est également tenu compte des coefficients de majoration dynamique des charges d'exploitation. Pour la justification des appareils d'appui sur culées, ces dernières sont supposées bloquées par les dalles de transition frottant dans les remblais, et donc non déplaçables.

Compléments concernant les appareils d'appui en caoutchouc fretté

Les dimensions des appareils d'appui en caoutchouc fretté sont justifiées par application des chapitres 3 et 4 du document intitulé "Appareils d'appui en caoutchouc fretté - Guide technique", édité par le Sétra en septembre 2000.

Compléments concernant les appareils d'appui à pot

Les justifications des appareils d'appui à pot sont menées selon les règles présentées dans le chapitre 4 "Principes de calcul d'un ouvrage comportant des appareils d'appui à pot de caoutchouc" du guide technique du Sétra "Appareils d'appui à pot de caoutchouc - Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires" de septembre 2000 et dans les normes NF EN 1337-1, NF EN 1337-2 et pr EN 1337-5. Ces règles peuvent être complétées par des conditions restrictives.

Compléments concernant les appareils d'appui métalliques

Les éléments des appareils d'appui métalliques sont dimensionnés conformément au Fascicule 61 titre V du CPC, en introduisant les combinaisons d'actions les plus défavorables.

JUSTIFICATION DES APPUIS ET FONDATIONS

Les justifications sont menées conformément aux règles du BAEL 91 révisé 99. Les justifications relatives aux fondations sont conduites conformément aux règles du Fascicule 62 titre V du CCTG.

Chevêtre des piles et culées

Il est possible de s'inspirer des règles de diffusion de la précontrainte (annexe n°4 du BPEL 91 révisé 99) et de l'annexe E8 du BAEL 91 révisé 99 "Méthode de calcul des armatures d'une pièce en béton soumise à des pressions localisées au sens de l'article A.8.4", pour justifier la diffusion des réactions d'appui et des efforts concentrés similaires. Au droit des appareils d'appui à pot, la surface à prendre en compte pour l'application de ces règles est la surface de contact réduite définie par la norme pr EN 1337-5.

Stabilité des appuis

Pour justifier la stabilité et le ferrailage des appuis, il est conseillé de s'inspirer des principes et règles de calcul de la pièce 1.3.2 du document "Piles et palées : PP73 - Dossier pilote" édité par le Sétra en 1977.

- Dalles de transition : la justification du ferrailage est effectuée conformément aux prescriptions du guide "Dalles de transitions des ponts-routes" édité par le Sétra en octobre 84. Pour l'étude des réactions d'appui sur l'ouvrage, il faut considérer soit la réaction maximale soit une réaction nulle (dalle complètement appuyée sur le remblai).
- Estimation des déplacements : outre les justifications de résistance habituelles, il faut que soient calculés les tassements et les déplacements horizontaux des appuis.
- Prise en compte des imprécisions d'implantation : le calcul des appuis est effectué en prenant en compte un excentrement transversal ou longitudinal des charges verticales venant du tablier, ainsi qu'un excentrement d'un des pieux (en cas de fondation profonde).
- Justification des appuis supportant des appareils d'appui à pot : les justifications sont menées selon les règles présentées dans le chapitre 4 "Principes de calcul d'un ouvrage comportant des appareils d'appui à pot de caoutchouc" du guide technique du Sétra "Appareils d'appui à pot de caoutchouc - Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires" de septembre 2000.

Justification des fondations

Les hypothèses pour les calculs des fondations sont fixées soit sur la base de l'étude géotechnique jointe au CCTP, soit à la suite de reconnaissances géotechniques complémentaires effectuées par l'entreprise.

Dans le cas des fondations métalliques, les épaisseurs d'acier sacrificielles à la corrosion sont prises en compte conformément aux hypothèses fixées au CCTP ou à défaut à l'article C.4.2,22 du Fascicule 62 titre V du CCTG.

JUSTIFICATION DES ÉQUIPEMENTS

Joint de dilatation

La détermination du souffle des joints de chaussée est faite selon la méthode exposée dans le document "Joints de chaussée des ponts-routes - Document technique" édité par le Sétra en 1986.

Garde-corps

Les dispositifs de retenue sont calculés conformément aux prescriptions du chapitre IV du Fascicule 61 titre II du CPC et complétées par la norme homologuée en vigueur.

Barrières de sécurité

Se reporter au guide GC pour les efforts à prendre en compte (§ 5.4.2 pour les barrières de niveau N, § 5.4 pour les barrières de niveau H).

Evacuation des eaux du tablier

Les systèmes d'évacuation des eaux sont dimensionnés selon les règles de la deuxième partie du document "Assainissement des ponts-routes - Guide technique" édité par le Sétra en 1989.

Ecrans anti-bruit

Il est préconisé d'utiliser le projet de norme EN 1794-1.

JUSTIFICATION DES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT

Les hypothèses de calcul des ouvrages de soutènement sont fournies dans le guide de conception spécifique à chaque type d'ouvrage. En général, leurs calculs justificatifs prennent en compte notamment les caractéristiques des sols rencontrés ainsi que les niveaux d'eau maximal et minimal de part et d'autre du soutènement.

Justification des murs en béton armé

Il est préconisé de s'inspirer des principes de calcul du document "Ouvrages de soutènement - Guide de conception générale" édité par le Sétra en 1998 pour justifier la stabilité externe des murs de soutènement et des indications du BAEL 91 révisé 99 pour justifier leur ferrailage.

Justification des massifs en remblai renforcé de type Terre Armée

Les murs et massifs en remblai renforcé de type terre armée sont justifiés conformément aux recommandations et guide de conception de la Terre Armée ainsi qu'aux règles définies dans les normes NF P94-220-0 et NF P94-220-1. Les hypothèses

particulières à prendre en compte sont stipulées dans le CCTP.

Justification des blindages des fouilles, des batardeaux et des rideaux de palplanches

Les calculs tiennent compte :

- de la nuance d'acier ;
- du type et de la nature de la liaison des palplanches ;
- de la perméabilité du sol ;
- des puits d'épuisement éventuels ;
- des différentes phases d'exécution.

Justification des tirants d'ancrage

La justification est effectuée conformément au guide "Recommandations concernant la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des tirants d'ancrage", document appelé "Recommandations TA 95" et édité par le Comité Français de la Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations en 1995.

Justification des massifs cloués

On se référera aux recommandations de CLOUTERRE 91 et de son additif 2002 ainsi qu'à la norme XP P94-240.

JUSTIFICATIONS RELATIVES AUX CONSTRUCTIONS AVOISINANTES

Une justification des éventuelles constructions avoisinantes décrites dans le chapitre 1 du CCTP doit être fournie, tant en phases provisoires que définitives. En règle générale, les vérifications portent essentiellement sur le caractère admissible des déplacements attendus et éventuellement la justification de ces derniers.

Fiche n° I-5

"Le visa de la note d'hypothèses et des notes de calculs"

1. Objet de la présente fiche et rappels

Cette fiche a pour objet de décrire la démarche préalable nécessaire à la délivrance du visa de la note d'hypothèses ou d'une note de calculs d'exécution.

Nota : le visa des plans d'exécution fait l'objet de la fiche n° I-6.

L'article 29.13 du CCAG-Travaux précise que "les plans, notes de calculs, études de détail et autres documents établis par les soins ou à la diligence de l'entrepreneur sont soumis à l'approbation du maître d'œuvre..." "Toutefois, à condition que le CCAP le prévoit, tout ou partie des documents énumérés ci-dessus ne sont soumis qu'au visa du maître d'œuvre." Le fascicule 65 A du CCTG¹ ne fait pas de distinction et rappelle dans son article 31 "Généralités" que tous les documents fournis par l'entrepreneur sont soumis au visa du maître d'œuvre à l'exception de certains documents relatifs principalement aux ouvrages provisoires de deuxième catégorie tels que définis dans les articles 45 à 48 du chapitre 4.

Les CCTP établis à l'aide du logiciel CAPT-DCE OA dérogent à cet article 29 en excluant du visa les notes de calculs. Ils excluent également tous les documents relatifs aux ouvrages provisoires de deuxième catégorie sachant que les ouvrages provisoires de première catégorie restent soumis au visa du maître d'œuvre.

Le marché dresse la liste des OA classés en première catégorie ; à défaut, il appartient à l'entreprise d'en établir la liste en même temps que le programme d'exécution et de la soumettre à la décision du maître d'œuvre (article 41.2 du fascicule 65 A du CCTG).

L'article 29.14 précise que "l'entrepreneur ne peut commencer l'exécution d'un ouvrage qu'après avoir reçu l'approbation ou le visa du maître d'œuvre sur les documents nécessaires à cette exécution. Le CCAP fixe les délais laissés à la maîtrise d'œuvre pour formuler des observations sur les documents transmis par l'entreprise.

2. Objectifs

L'objectif de la démarche préalable au visa décrite dans la présente fiche est de vérifier, à travers l'examen des notes de calculs produites par l'entreprise, que l'ouvrage est correctement justifié en respectant les normes, règlements, règles de l'art en vigueur ainsi que l'ensemble des spécifications techniques particulières du marché.

Cette mission de vérification des études d'exécution a donc pour objectif de garantir la valeur technique de l'ouvrage projeté au travers du respect d'exigences de sécurité, de pérennité, de possibilités de maintenance ultérieure mais aussi d'esthétique et de maîtrise des coûts. Elle ne s'identifie pas à celle qu'effectuent pour le bâtiment les bureaux de "contrôle" qui interviennent pour assurer la couverture de la construction par les assurances. Le maître d'œuvre est donc amené à exercer, vis-à-vis des études d'exécution d'un ouvrage d'art, une lourde responsabilité qui doit le conduire à assurer (avec l'aide d'un bureau extérieur le cas échéant) des vérifications très substantielles.

3. Actions à mener

Les différentes actions nécessaires préalablement au visa sont listées dans le tableau ci-après en distinguant le cas où le maître d'œuvre effectue lui-même les vérifications de celui où la prestation de contrôle extérieur des documents d'exécution est sous-traitée (voir fiche relative à la commande du contrôle extérieur des études d'exécution).

¹ Version d'août 2000

La mission de contrôle n'est pas sous-traitée	La mission de contrôle est sous-traitée
<p>Action 1 : gestion des documents</p> <p>Consulter régulièrement (par exemple toute les semaines à l'occasion de la réunion de chantier) le planning prévisionnel de remise des documents d'exécution établi par l'entreprise ainsi que le tableau de suivi de ces mêmes documents dressé par la maîtrise d'œuvre et réclamer les documents en retard à l'entreprise.</p>	<p>Action 1 : gestion des documents</p> <ul style="list-style-type: none"> • consulter régulièrement (en préalable à la tenue de la réunion de chantier par exemple) le planning prévisionnel de remise des documents d'exécution établi par l'entreprise ainsi que le tableau de suivi de ces mêmes documents dressé par la maîtrise d'œuvre et anticiper les retards en réclamant à l'entreprise les documents à venir. Réclamer de même les notes d'observations à produire par le bureau de contrôle, afin de respecter les délais contractuels fixés au CCAP. • s'assurer que le bureau de contrôle a bien été destinataire des notes de calculs.
<p>Action 2 : contrôle de la note de calculs</p> <p>L'annexe 1 donne, à titre indicatif, des méthodes de vérification ainsi qu'une liste des principaux points à examiner par nature de note : note d'hypothèses générales, note de calculs des ouvrages définitifs, note de calculs des ouvrages en cours d'exécution.</p>	<p><u>Cas particulier de la note d'hypothèses</u> : même lorsque la mission de contrôle est sous-traitée, il est primordial que le maître d'œuvre examine la note d'hypothèses générales et s'assure de leur cohérence avec les données prises en compte pour l'élaboration du projet (voir fiche n°I-4 "la revue des bases des études d'exécution"). En effet, toutes les données et contraintes intégrées lors de l'élaboration du projet ne se sont pas systématiquement traduites par une contractualisation formelle dans les pièces techniques du marché. Cet examen est d'autant plus nécessaire lorsque l'entreprise propose des variantes de conception (même apparemment mineures).</p>
<p>Action 3 : envoi d'une note d'observations à l'entreprise</p> <ul style="list-style-type: none"> • si la note de calculs est validée, le maître d'œuvre informe l'entreprise qu'il ne formule pas de remarque particulière sur le document. La note de calculs peut alors être visée si le marché le prévoit. • si la note de calculs n'est pas validée, le maître d'œuvre informe l'entreprise de ses remarques et demande une correction du document en conséquence (renvoi d'une note de calculs à l'indice suivant). Cette démarche est reproduite jusqu'à la complète mise en conformité de la note de calculs qui peut ensuite être visée, toujours si le marché le prévoit. 	<p>Action 2 : envoi d'une note d'observations à l'entreprise</p> <p>À la réception d'une note d'observations émise par le bureau de contrôle, validation du contenu, le cas échéant correction et/ou compléments.</p> <ul style="list-style-type: none"> • si la note de calculs ne fait l'objet d'observations, ni de la part du bureau de contrôle, ni de la part du maître d'œuvre, ce dernier informe l'entreprise qu'il ne formule pas de remarque particulière. La note de calculs peut alors être visée si le marché le prévoit. • si la note de calculs n'est pas validée, le maître d'œuvre informe l'entreprise de ses remarques et demande une correction du document en conséquence (renvoi d'une note de calculs à l'indice suivant). Cette démarche est reproduite jusqu'à la complète mise en conformité de la note de calculs qui peut ensuite être visée, toujours si le marché le prévoit. <p>Nota : en cas de désaccord du bureau d'études d'exécution avec une ou plusieurs observations formulées par le bureau de contrôle, il appartient au maître d'œuvre "d'arbitrer" en maintenant ou amendant les observations transmises, le cas échéant après une confrontation des avis lors d'une réunion spécifique, voire d'un avis extérieur complémentaire.</p>
<p>Action 4 : renseignement du tableau de suivi des documents</p>	<p>Action 3 : renseignement du tableau de suivi des documents</p>

4. Documents à consulter par le maître d'œuvre

Comme précédemment, la liste de documents à consulter est fournie ci-dessous en distinguant le cas où le maître d'œuvre effectue lui-même les vérifications de celui où la prestation de contrôle extérieur des documents d'exécution est sous-traitée.

La mission de contrôle n'est pas sous-traitée	La mission de contrôle est sous-traitée
<ul style="list-style-type: none"> • fiches relatives à "la revue des bases des études d'exécution", au "visa de la note d'hypothèses générales", "au contrôle des plans d'exécution" ; • pièces techniques du dossier de marché (plans, spécifications...); • note d'hypothèses générales ; • normes, règlements de calculs et documents techniques (voir annexe) ; • précédente note d'observations relative à la note de calculs examinée ; • planning prévisionnel de remise des documents d'exécution ; • tableau de suivi des documents. 	<ul style="list-style-type: none"> • fiches relatives à "la revue des bases des études d'exécution", au "visa de la note d'hypothèses générales", au "contrôle des plans d'exécution" ; • pièces techniques du dossier de marché (plans, spécifications...); • planning prévisionnel de remise des documents d'exécution ; • tableau de suivi des documents ; • PAQ de contrôle extérieur établi par le bureau de contrôle (s'il existe).

*Annexe 1 à la fiche n° I-5
Méthodes de vérification
Liste récapitulative des
principaux points à examiner*

Nota : la liste des vérifications dressée ci-dessous n'est pas exhaustive.

Examen rapide des documents

Il est conseillé de débiter la vérification par un premier examen rapide des documents d'exécution reçus. Ce premier "survol" a pour objet de s'assurer de la convenance générale et de la suffisance des études réalisées. Cet examen porte principalement sur la conformité au projet, la lisibilité, la cohérence et l'exhaustivité des calculs remis. Ce n'est qu'à l'issue de cette première étape, si les études sont jugées satisfaisantes, que les vérifications détaillées peuvent commencer.

Vérification de la note d'hypothèses générales

Contrôle de la validité, de l'exhaustivité et de la cohérence des hypothèses avec les différentes clauses ou données techniques du marché (étude géotechnique, hydraulique, architecturale, phasage de construction...) mais aussi, plus globalement, avec les données et contraintes intégrées lors de l'élaboration du projet (Cf. fiche n°I-4 "la revue des bases des études d'exécution"). Ce "retour" aux différents éléments ayant conduit à la genèse du projet prend d'autant plus d'importance que l'entreprise propose des variantes ou des adaptations du projet même apparemment mineures.

Vérification d'une note de calculs de l'ouvrage définitif

La vérification débute par le contrôle du respect des hypothèses générales (fixées dans la note d'hypothèses) et la vérification des hypothèses spécifiques aux justifications, objet de la note de calculs examinée, le contrôle de la conformité des dimensions justifiées avec celles des plans de coffrage.

Il est conseillé également de se livrer à une première analyse globale du cheminement des efforts. Cette analyse permet de s'assurer, entre autre, que toutes les justifications ont bien été faites. La vérification détaillée peut alors commencer. Trois démarches indicatives de vérification sont données ci-dessous. Elles sont à utiliser de manière alternative ou complémentaire suivant la partie d'ouvrage étudiée, la nature et la compréhensibilité du calcul produit par l'entreprise.

vérification simplifiée : si le programme de calculs utilisé par l'entreprise est connu et validé au sein du réseau technique du Ministère de l'Équipement, il peut être procédé à une vérification des données et à la cohérence des résultats (cas de l'utilisation des programmes des ouvrages types du Séttra).

vérification directe : si la note est manuscrite et correctement détaillée et/ou les programmes de calculs utilisés connus et validés au sein du Ministère de l'Équipement, il peut être procédé à un contrôle manuel direct, pas à pas, par recalculs ponctuel ou général et/ou vérification des données introduites dans les programmes et vérification de la cohérence des résultats.

vérification par calculs parallèles : si le programme utilisé par le bureau d'études d'exécution est moins connu ou s'il est nécessaire de tester des hypothèses différentes ou complémentaires de celles de l'entreprise ou plus généralement de dissocier entièrement les calculs de vérification des calculs d'exécution (pour éviter de subir par exemple une influence de raisonnement), il est procédé à un contre calcul avec l'un des logiciels dont dispose le maître d'œuvre. Le contrôle final s'effectue alors sur les résultats et les dispositions constructives proposées par l'entreprise.

Vérification d'une note de calculs d'ouvrage provisoire de première catégorie

Rappel : les ouvrages provisoires de première catégorie sont soumis au visa du maître d'œuvre. Les articles 45 à 48 du fascicule 65 A du CCTG excluent du visa plusieurs documents relatifs aux ouvrages provisoires de deuxième catégorie. Les CCTP établis à l'aide du logiciel CAPT-DCE OA excluent du visa tous les documents relatifs aux ouvrages provisoires de deuxième catégorie. La première vérification consiste à s'assurer de la présence du visa du COP (chargé des ouvrages provisoires) qui doit signer ou contresigner tous les documents constitutifs du projet des ouvrages provisoires.

Les méthodes de vérification sont similaires à celles présentées précédemment. L'analyse globale du cheminement des efforts est ici particulièrement importante. Les principaux points à examiner sont les suivants :

- contrôle des réactions d'appuis verticales et horizontales ;
- vérification de la flexion longitudinale des ouvrages en cours de lancement ou de mise en place ;

- vérification de la flexion transversale et renforcements éventuels (contreventement...);
- vérification des efforts locaux ;
- vérification des dimensionnements généraux (y compris fondations éventuelles) des ouvrages provisoires (cintres et leurs fondations et appuis, avant-bec, attaches, arrière-becs, équipages mobiles ou fixes, appuis provisoires...);
- vérification de la cohérence des méthodes développées par l'entreprise pour réaliser ou mettre en place l'ouvrage avec le dimensionnement de celui-ci notamment en ce qui concerne les actions sur la structure des ouvrages provisoires ou des accessoires.

*Annexe 2 à la fiche n° I-5
Liste indicative des principaux
documents techniques de référence*

À titre indicatif, le contrôle peut s'appuyer sur les documents techniques de la liste partielle suivante. Attention, pour être opposables aux entreprises, ces documents doivent avoir été rendus contractuels dans le marché.

- Instruction technique sur les directives communes de 1979 ;
- Fascicule 61 titre II du CPC - Programme de charges et épreuves des ponts routes ;
- Eurocode 1 DAN - Bases de calcul et actions sur les structures ;
- Fascicule 62 - titre V - Règles de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil ;
- Fascicule 62 titre I - section I du CCTG - Règles BAEL 91 révisé 99 ;
- Fascicule 62 titre I - section II du CCTG - Règles BPEL 91 révisé 99 ;
- Eurocode 2 DAN - Calcul des structures en béton,
- Fascicule 65 A du CCTG - Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint ;
- Fascicule 61 titre V du CPC annexé à la circulaire n° 78.33 du 22 Juin 1977 - Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier et son annexe 1 - DC 71 ;
- Règles de calcul des constructions en acier - règles CM66 ;
- Eurocode 3 DAN - Calcul des structures en acier ;
- Circulaire n° 81.63 du 28 juillet 1981 - Règlement de calcul des ponts mixtes ;
- Eurocode 4 DAN - Conception et dimensionnement des structures mixtes acier béton ;
- Guide technique pour la conception et le calcul des éléments transversaux dans les ponts-routes mixtes du Sétra ;
- Bulletin Ponts métalliques n° 11 de l'OTUA - Conception et calcul des éléments transversaux dans les ponts mixtes ;
- Guide technique de conception et de justification des ponts métalliques et mixtes à la fatigue du Sétra ;
- Recommandations pour maîtriser la fissuration des dalles de ponts mixtes du Sétra ;
- Guide technique pour l'utilisation des appareils d'appuis à pot de caoutchouc du Sétra ;
- Guide technique pour l'utilisation des appareils d'appuis en caoutchouc fretté du Sétra ;
- Recommandations AFPS 90, guide AFPS 92 pour la protection parasismique des ponts ;

- Eurocode 8 DAN - Conception et dimensionnement des structures pour la résistance au séisme ;
- Guide de conception des ponts courants en zone sismique ;
- Bulletin technique n°1 du Sétra - Calcul de hourdis de pont ;
- Guide technique pour l'assainissement des ponts-routes du Sétra ;
- Règles de calcul et de conception des charpentes en bois et modificatif de 1975 - Règles CB71 ;
- Eurocode 5 - Calcul des structures en bois...

DDE Nom du service	SUIVI DES DOCUMENTS D'EXÉCUTION	MARCHÉ: Titre du marché	ENTREPRISE : Nom de l'entreprise	DATE Date de mise à jour
------------------------------	--	-----------------------------------	--	------------------------------------

Référence	Intitulé	Indice	0	A	B	C	D	E	BPE						
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date		
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	Date visa
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date		
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	Date visa
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date		
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	Date visa
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date		
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	Date visa
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date		
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	Date visa

Codes Avis : ADM avis avec demande de modification ASO avis sans observation AO avis avec observation sans demande de modification

Fiche n° I-6

"Le visa des plans d'exécution"

1. Objet de la présente fiche et rappels

Cette fiche a pour objet de décrire la démarche préalable nécessaire à la délivrance du visa d'un plan d'exécution.

Nota : le visa des notes de calculs d'exécution fait l'objet de la fiche n° 5.

L'article 29.13 du CCAG-Travaux précise que "les plans, notes de calculs, études de détail et autres documents établis par les soins ou à la diligence de l'entrepreneur sont soumis à l'approbation du maître d'œuvre" "Toutefois, à condition que le CCAP le prévoit, tout ou partie des documents énumérés ci-dessus ne sont soumis qu'au visa du maître d'œuvre". Le fascicule 65 A du CCTG¹ ne fait pas de distinction et rappelle dans son article 31 "Généralités" que tous les documents fournis par l'entrepreneur sont soumis au visa du maître d'œuvre à l'exception de certains documents relatifs principalement aux ouvrages provisoires de deuxième catégorie tels que définis dans les articles 45 à 48 du chapitre 4.

Les CCTP établis à l'aide du logiciel CAPT-DCE OA excluent du visa tous les documents relatifs aux ouvrages provisoires de deuxième catégorie sachant que les ouvrages provisoires de première catégorie restent soumis au visa du maître d'œuvre.

Le marché dresse la liste des OA classés en première catégorie ; à défaut, il appartient à l'entreprise d'en établir la liste en même temps que le programme d'exécution et de la soumettre à la décision du maître d'œuvre (article 41.2 du fascicule 65 A du CCTG).

L'article 29.14 du CCAG précise que "l'entrepreneur ne peut commencer l'exécution d'un ouvrage qu'après avoir reçu l'approbation ou le visa du maître d'œuvre sur les documents nécessaires à cette exécution". Le CCAP fixe les délais laissés à la maîtrise d'œuvre pour formuler des observations sur les documents transmis par l'entreprise.

2. Objectifs

L'objectif de la démarche préalable au visa décrite dans la présente fiche est de vérifier, à travers l'examen des plans d'exécution et de leur cohérence avec les résultats des calculs justificatifs, que l'ouvrage est correctement justifié en respectant les normes, règlements, règles de l'art en vigueur ainsi que l'ensemble des spécifications techniques particulières du marché.

Cette mission de vérification des études d'exécution a donc pour objectif de garantir la valeur technique de l'ouvrage au travers le respect d'exigences de sécurité, de pérennité, de possibilités de maintenance ultérieure mais aussi d'esthétique et de maîtrise des coûts. Elle ne s'identifie pas à celle qu'effectuent pour le bâtiment les bureaux de "contrôle" qui interviennent pour assurer la couverture de la construction par les assurances. Le maître d'œuvre est donc amené à exercer vis-à-vis des études d'exécution d'un ouvrage d'art une lourde responsabilité qui doit le conduire à assurer (avec l'aide d'un bureau extérieur le cas échéant) des vérifications très substantielles.

3. Actions à mener

Les différentes actions nécessaires préalablement au visa sont listées dans les tableaux ci-après en distinguant le cas où le maître d'œuvre effectue lui-même les vérifications de celui où la prestation de contrôle extérieur des documents d'exécution est sous-traitée (voir fiche relative à la commande du contrôle extérieur des études d'exécution).

¹ Version d'août 2000

La mission de contrôle n'est pas sous-traitée	La mission de contrôle est sous-traitée
<p style="text-align: center;">Action 1 : gestion des documents</p> <ul style="list-style-type: none"> • consulter régulièrement (par exemple toutes les semaines à l'occasion de la réunion de chantier) le planning prévisionnel de remise des documents d'exécution établi par l'entreprise ainsi que le tableau de suivi des documents dressé par la maîtrise d'œuvre et réclamer les documents en retard à l'entreprise ; • s'assurer que l'architecte a bien été destinataire des plans le concernant (plans de coffrages, plans d'ossature métallique, plans des équipements...) ; • s'assurer que le laboratoire de contrôle extérieur a bien été destinataire des plans le concernant (plans de soudure et détails constructifs d'une charpente métallique par exemple). 	<p style="text-align: center;">Action 1 : gestion des documents</p> <ul style="list-style-type: none"> • consulter régulièrement (en préalable à la tenue de la réunion de chantier par exemple) le planning prévisionnel de remise des documents d'exécution établi par l'entreprise ainsi que le tableau de suivi de ces mêmes documents dressé par la maîtrise d'œuvre et anticiper les retards en réclamant à l'entreprise les documents à venir. Réclamer de même les notes d'observations à produire par le bureau de contrôle, afin de respecter les délais contractuels fixés au CCAP ; • s'assurer que le bureau de contrôle a bien été destinataire des plans reçus par la maîtrise d'œuvre ; • s'assurer que l'architecte a bien été destinataire des plans le concernant (plans de coffrages, plans d'ossature métallique, plans des équipements...) ; • s'assurer que le laboratoire de contrôle extérieur a bien été destinataire des plans le concernant (plans de soudure et détails constructifs d'une charpente métallique par exemple).
<p style="text-align: center;">Action 2 : contrôle du plan</p> <p>L'annexe 1 de la présente fiche donne, à titre indicatif, les principales vérifications à effectuer par nature de plan : plans d'implantation, plans de coffrage, plans de ferrailage, plans de câblage, plan de charpente métallique, plans d'ouvrages provisoires.</p>	
<p style="text-align: center;">Action 3 : envoi d'une note d'observations à l'entreprise</p> <ul style="list-style-type: none"> • faire la synthèse, valider et compléter les remarques formulées sur le document par les différents intervenants (architecte, laboratoire de contrôle, maître d'œuvre, ...) ; • si le plan est validé, le maître d'œuvre informe l'entreprise qu'il ne formule pas de remarque particulière sur le document. Le plan peut alors être visé ; • si le plan n'est pas validé, le maître d'œuvre informe l'entreprise de ses remarques et demande une correction du document en conséquence (renvoi d'un plan à l'indice suivant). Cette démarche est reproduite jusqu'à la complète mise en conformité du plan qui peut ensuite être visé. 	<p style="text-align: center;">Action 2 : envoi d'une note d'observations à l'entreprise</p> <ul style="list-style-type: none"> • faire la synthèse, valider et compléter les remarques formulées sur le document par les différents intervenants (bureau de contrôle, architecte, laboratoire de contrôle, ...) ; • si le plan est validé, le maître d'œuvre informe l'entreprise qu'il ne formule pas de remarque particulière sur le document. Le plan peut alors être édité et visé avec la mention "bon pour exécution" ; • si le plan n'est pas validé, le maître d'œuvre informe l'entreprise de ses remarques et demande une correction du document en conséquence (renvoi d'un plan à l'indice suivant). Cette démarche est reproduite jusqu'à la complète mise en conformité du plan qui peut ensuite être visé. <p>Nota : en cas de désaccord du bureau d'études d'exécution avec une ou plusieurs observations formulées par le bureau de contrôle, il appartient au maître d'œuvre "d'arbitrer" en maintenant ou amendement les observations transmises, le cas échéant après une confrontation des avis lors d'une réunion spécifique, voire d'un avis extérieur complémentaire.</p>
<p style="text-align: center;">Action 4 : renseignement du tableau de suivi des documents</p>	<p style="text-align: center;">Action 3 : renseignement du tableau de suivi des documents</p>

4. Documents à consulter par le maître d'œuvre

Comme précédemment, la liste de documents à consulter est fournie ci-dessous en distinguant le cas où le maître d'œuvre effectue lui-même les vérifications de celui où la prestation de contrôle extérieur des documents d'exécution est sous-traitée.

La mission de contrôle n'est pas sous-traitée	La mission de contrôle est sous-traitée
<ul style="list-style-type: none"> • fiches relatives à la "revue des bases des études d'exécution", au "visa de la note d'hypothèses générales", au "contrôle des notes de calculs" ; • pièces techniques du marché (plans, spécifications...) ; • précédente note d'observations relative au plan examiné ; • notes de calculs correspondant au plan examiné ; • plans d'exécutions en liaison avec le plan examiné ; • normes, règlements de calculs et documents techniques (voir annexe) ; • planning prévisionnel de remise des documents d'exécution ; • tableau de suivi des documents. 	<ul style="list-style-type: none"> • fiches relatives, à la "revue des bases des études d'exécution", au "visa de la note de d'hypothèses générales", au "contrôle des notes de calculs" ; • pièces techniques du marché (plans, spécifications...) ; • planning prévisionnel de remise des documents d'exécution ; • tableau de suivi des documents.

*Annexe 1 à la fiche n° I-6
Liste indicative des principales
vérifications par nature de plan
examiné*

Nota : la liste des vérifications dressée ci-dessous n'est pas exhaustive.

Examen rapide des documents

La vérification débute par un premier examen rapide des documents d'exécution reçus. Ce premier "survol" a pour objet de s'assurer de la cohérence de l'ensemble transmis (note de calculs justificative adressée précédemment ou simultanément au plan correspondant), mais aussi de la convenance générale et de la suffisance des études réalisées. Ce n'est qu'à l'issue de cette première étape, si les études sont jugées satisfaisantes, que les vérifications détaillées peuvent commencer.

Plans d'implantation

- contrôle des implantations générales ;
- contrôle de l'implantation des fondations et appuis, des axes d'appuis ;
- contrôle des nivellements ;
- contrôle des cohérences avec les profils routiers ;
- contrôle des gabarits.

Plans de coffrages

- vérification de la conformité aux plans du marché (dimensions, parements...) et aux notes de calculs de dimensionnement ;
- vérification de l'implantation des divers éléments de structure par rapport aux documents spécifiques ;
- vérification de l'exhaustivité du plan (vérification que toutes les informations nécessaires à une bonne compréhension y figurent) ;
- vérification de la cohérence des différents plans entre eux.

Plans de ferrailage

- contrôle de la conformité des spécifications relatives au béton par rapport aux exigences du marché et des notes de calculs correspondantes ;
- contrôle de la conformité des sections proposées à la note de calculs correspondante ;
- contrôle du respect des sections minimales et des enrobages réglementaires, et plus généralement, vérification du respect des règles de l'art et des dispositions constructives réglementaires ;
- vérification de la cohérence des différents plans entre eux ;

- vérification des dimensions géométriques des aciers, des possibilités de mise en place correcte dans les coffrages, du respect des normes de façonnage, de la possibilité de mise en oeuvre correcte du béton, de la stabilité des armatures lors du bétonnage, de la cohérence entre la conception du ferrailage et les reprises de bétonnage ;
- vérification des nomenclatures. Dans le cas d'aciers payés sur bordereau quantitatif, vérification de la cohérence des quantités prévues au marché par comparaison à l'avant métré en portant une attention particulière à tout dépassement non justifié par les notes de calculs ou le respect des dispositions constructives minimales. Dans le cas d'éléments de structure payés au forfait, une attention particulière doit être portée au respect des quantités minimales et des règles de bonne construction.

Plans de câblage

- contrôle de la conformité des unités et du tracé proposés à la note de calculs correspondante ;
- vérification de l'agrément du procédé et de sa compatibilité avec le projet, de l'homologation des armatures de précontrainte ;
- vérification du respect des règles de l'art et des dispositions constructives réglementaires (dimensions, courbure et accrochage des conduits, enrobage, disposition des événements, poussée au vide...).

Plans de charpente métallique

- contrôle du respect des nuances d'acier par rapport aux exigences du marché et des notes de calculs correspondantes ;
- contrôle de la conformité des sections proposées aux notes de calculs correspondantes et aux spécifications du marché, (géométrie et dimension des pièces : épaisseur, largeur des semelles, épaisseur, hauteur des âmes, dimension et position des raidisseurs...) ;
- contrôle des contre-flèches :
 - contre-flèches "de calcul" liées à l'annulation des flèches prises sous charges permanentes par rapport aux résultats de la note de calculs ;
 - contre-flèches "géométriques" liées au respect de la géométrie de la chaussée (profil en long, dévers, axe en plan) ainsi qu'à d'éventuelles dénivellations d'appui ;
 - contre-flèches "de fabrication" liées aux déformations consécutives au soudage (à noter que ces dernières sont difficilement appréciables et relèvent du savoir faire de l'entreprise ou de la compétence d'un laboratoire spécialisé) ;
- vérification de la cohérence des différents plans entre eux (plan de répartition matière avec les différents plans de tronçons, disposition des connecteurs avec le ferrailage de la dalle...) ;
- vérification des assemblages et des dispositions constructives réglementaires. Dans le cas d'assemblages

soudés, la vérification porte à la fois sur le dimensionnement du cordon et sur la technique de soudage. Ce dernier point est à faire examiner par un laboratoire compétent.

Plans des équipements

- contrôle de la conformité des équipements aux spécifications du marché ;
- contrôle du respect des dispositions constructives réglementaires (disposition et ancrages des dispositifs de retenue...);
- contrôle de la qualité des dispositifs de drainage et du système d'évacuation des eaux ;
- vérification des possibilités d'entretien ultérieur (possibilités d'accès...).

Plans des ouvrages en cours d'exécution et ouvrages provisoires de première catégorie

- vérification de la présence du visa du COP (chargé des ouvrages provisoires) qui doit signer ou contresigner tous les documents constitutifs du projet des ouvrages provisoires ;
- vérification des certificats et procès-verbaux d'essais effectués par un organisme habilité à vérifier les matériels spéciaux qui doivent également être signés par le COP ;
- contrôle de la conformité des sections proposées à la note de calculs correspondante ;
- vérification des conditions d'appuis, des principes d'assemblages et du contreventement qui doit être assuré dans les trois directions de l'espace ;
- vérification des contre-flèches par rapport aux résultats des notes de calculs ;
- vérification des dispositions prises pour assurer la stabilité et la protection des fondations et des appuis (présence de fouilles, zones de ruissellement...);
- vérification du respect des éventuels gabarits à dégager pendant le chantier.

*Annexe 2 à la fiche n°I-6
Liste indicative des principaux
documents techniques de référence*

En dehors du contrôle du respect des spécifications techniques du marché et des résultats des calculs (justification du dimensionnement), la vérification des plans d'exécution doit porter également sur le respect des dispositions constructives réglementaires. Ces dispositions sont précisées, soit dans les normes, soit dans les différents règlements techniques correspondants.

Il est fréquent que les principales dispositions constructives à respecter soient déjà spécifiées dans les notes de calculs d'exécution. La vérification du bon respect des règles s'effectue alors directement lors de l'examen de la note. Lorsque cette dernière est validée, la vérification du plan peut alors se faire par simple examen de la conformité à la note de calculs.

Lorsque ces dispositions constructives ne sont pas indiquées dans les notes de calculs, le contrôle des plans peut s'appuyer sur les documents techniques de la liste non exhaustive suivante (les normes trop nombreuses et en évolution permanentes ne sont pas citées). Attention, pour être opposables aux entreprises, ces documents doivent avoir été rendus contractuels dans le marché.

- Fascicule 62 - titre V du CCTG - Règles de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil - Dispositions constructives ;
- Fascicule 62 - titre I - section I du CCTG - Règles BAEL 91 révisé 99 - Dispositions constructives ;
- Fascicule 62 - titre I - section II du CCTG - Règles BPEL 91 révisé 99 - Dispositions constructives ;
- Eurocode 2 DAN - Calcul des structures en béton - Dispositions constructives ;
- Fascicule 65 A du CCTG - Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint ;
- Fascicule 61 titre V du CPC annexé à la circulaire n° 78.33 du 22 juin 1977 - Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier et son annexe 1 - DC 71 - Dispositions constructives ;
- Règles de calcul des constructions en acier - Règles CM66 et son additif de 80 - Dispositions constructives ;
- Eurocode 3 DAN - Calcul des structures en acier - Dispositions constructives ;
- Recommandations AFPS 90, guide AFPS 92 pour la protection parasismique des ponts - Dispositions constructives ;
- Eurocode 8 DAN - Conception et dimensionnement des structures pour la résistance au séisme - Dispositions constructives ;
- Guide de conception des ponts courants en zone sismique - Dispositions constructives ;
- Guide technique du Sétra pour l'assainissement des ponts-routes ;
- Eurocode 5 - Calcul des structures en bois - Dispositions constructives...

DDE Nom du service	SUIVI DES DOCUMENTS D'EXÉCUTION	MARCHÉ: Titre du marché	ENTREPRISE : Nom de l'entreprise	DATE Date de mise à jour
------------------------------	--	-----------------------------------	--	------------------------------------

Référence	Intitulé	Indice	0	A	B	C	D	E	BPE					
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date	
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date	
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date	
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date	
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
N° du document	Titre du document	Réception	date		date		date		date		date		date	
		Avis B.E. Cont.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis architecte	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis laboratoire	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date
		Avis M.O.	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date	code avis	date

Codes Avis : ADM avis avec demande de modification ASO avis sans observation AO avis avec observation sans demande de modification

Fiche n° I-7

"Installations de chantier"

1. Objet

Cette fiche est consacrée aux installations de chantier, à leur mise en place, à leur maintenance, à leurs déplacements, à leur repliement.

Elle concerne aussi les pistes d'accès établies à partir de la voirie publique, ainsi que les dispositifs autres que terrestres.

Elle ne traite pas de la signalisation à installer en limite ou en approche de la zone de chantier (signalisation terrestre, nautique, aéronautique).

Elle ne traite pas de la constitution des dispositifs provisoires reliant différentes parties du chantier (estacades, passerelles), ni des installations de certains matériels de manutention (blondin, grue à tour) ou de réalisation (atelier de fondations profondes).

De même, cette fiche ne traite pas de l'implantation et du suivi topométrique des ouvrages. (Cf. fiche I.2.)

La lecture de cette fiche doit être complétée impérativement par celle de la fiche I-8, dédiée à l'hygiène et à la sécurité, thèmes qu'elle n'aborde pas.

2. Rappels

Les installations de chantier sont des dispositifs provisoires, implantées dans des emprises définitives ou temporaires, destinées à accueillir les hommes, les matériels, les matériaux nécessaires à la construction d'une structure.

L'article 31 du CCAG Travaux, dans sa version de juin 1991 leur est consacré, ainsi que le premier article du chapitre 4 du CCTP type (exécution des travaux), selon la nomenclature PETRA.

Les installations comprennent ou peuvent comprendre selon les exigences du contrat :

- une « base de vie », plus ou moins développée selon qu'elle comporte ou non un hébergement ;
- un « bureau de chantier », dont l'importance est directement liée à l'ampleur et à la durée des travaux ;
- un « bureau du maître d'œuvre » ;

- un atelier de maintenance du matériel ;
- une ou plusieurs aires de stockage du matériel ;
- une ou plusieurs aires de stockage des matériaux ;
- des aires de montage, d'assemblage, de préfabrication ;
- une centrale à béton ;
- etc....

Dans ce qui suit, nous aborderons successivement la phase de préparation (pré contractuelle) et la phase de mise en oeuvre (contractuelle).

3. Préparation

La préparation concerne les emprises et toutes les interfaces avec les activités socio-économiques du secteur.

Pour permettre à l'entreprise de consacrer le maximum de son énergie et de son savoir-faire à l'acte de construire, il faut lui faciliter la tâche en matière d'installations de chantier et faire, des dispositions prises (ainsi que des contraintes associées), une description claire dans le contrat.

C'est dans cet esprit que l'article 31.3 du CCAG Travaux, indique qu'il appartient au maître d'ouvrage de solliciter et d'obtenir toutes les autorisations administratives et d'apporter son complet soutien à l'entrepreneur s'il lui est nécessaire d'en obtenir d'autres.

Par ailleurs, il y a lieu de faciliter les raccordements à l'eau potable, et à l'électricité Basse Tension (la Moyenne Tension relevant souvent des groupes électrogènes dédiés).

Même si ces préparations ne relèvent pas directement des prérogatives du contrôleur, il y a toujours intérêt à l'y associer.

3 a) Préparation concernant les emprises

Dans la plupart des cas, à l'exception de structures pour lesquelles de larges variantes structurelles sont admises, il est toujours possible de définir des emprises suffisantes qui n'imposeront pas de compléments ultérieurs. Ces emprises comprennent les parties acquises, (ou en cours d'acquisition) par le maître d'ouvrage et des occupations temporaires.

Au-delà de l'emprise de l'ouvrage et des travaux, elles doivent couvrir :

- les pistes d'accès et les bornes, temporaires ou permanentes, de suivi topométrique ;
- les emprises ainsi que les pistes d'accès à ces bornes, (pistes qui pourront faire l'objet de servitude de passage si les bornes sont pérennes).

Les occupations temporaires sont généralement peu coûteuses et, sauf fortes contraintes, il y a lieu d'éviter les emprises inutilement « étriquées », sources de gênes dans les déplacements, voire génératrices d'accident.

Les emprises doivent être bornées par un géomètre expert et figurer sur les plans contractuels

3 b) Préparation concernant les avoisinants

Sont ainsi appelés toutes les personnes, (morales ou physiques), et les objets physiques impactés par les travaux et/ou situés dans la « zone d'influence » de ceux-ci.

La phase préparatoire des installations de chantier doit contribuer à réduire l'impact des travaux sur ces avoisinants.

Font partie des avoisinants :

1/ Les riverains directs et permanents des travaux :

- . réseaux ;
- . culture ;
- . installations diverses ;
- . immeubles.

2/ Les riverains directs mais éphémères, passagers :

. usagers de la route, de plan d'eau, d'espace aérien, de voies ferrées, dont la libre circulation peut être perturbée.

3/ les riverains indirects avoisinants concernés par les accès du chantier, dont la libre circulation peut être perturbée ou qui peuvent subir des contrecoups de l'activité du chantier, nonobstant leur éloignement de celui-ci, (pollution, dégradations des voiries, des ouvrages mise en place de déviations, etc.).

La préparation correspondante doit comprendre :

- l'inventaire, aussi exhaustif que possible, de ces avoisinants ;
- l'identification de leurs attentes et/ou de leurs exigences ;
- la déclinaison contractuelle des contraintes et des dispositions à prendre ;
- la mise en place éventuelle d'une démarche de communication.

Ces dispositions doivent, bien entendu, reprendre les informations issues de la procédure d'enquête préalable à la déclaration d'Utilité Publique et des « Engagements de l'État » qui en découlent.

Le contrat peut ainsi comporter des exigences concernant :

a) le « visuel » du chantier : installations de belvédères ou de fenêtres d'observation, masques en « trompe-l'oeil » qui vont au-delà des obligations classiques de propreté ;

b) la protection de certains réseaux, (pour ceux qui n'auraient pas pu être, temporairement ou définitivement, déplacés, solution qu'il faut toujours chercher à promouvoir) et/ou de certaines voies dont le maintien est impératif (voies du Réseau Ferré de France ou ligne du Réseau de Transport d'Electricité) ;

c) le déroulement des travaux :

- . interdiction circonstanciée de certaines activités ;
- . limitation de l'intensité de certains phénomènes (bruit, vibration, éclairage, poussières, boues, etc.) ;
- . confinements environnementaux liés ou non à un calendrier descriptif de l'activité socio-économique en co-activité avec le chantier (nuit, jours fériés, événements saisonniers...).

d) les constats contradictoires, avec ou sans instrumentation, d'avoisinants en état précaire (bâtiments structures), proches ou non du chantier, dont on peut craindre que les travaux les dégradent encore plus.

Ces constats contradictoires gagnent à être réalisés par exploit d'huissier et sont à adapter, sur propositions de l'entrepreneur à d'autres éléments, selon la nature et la chronologie des techniques qu'il compte employer.

e) La nature des clôtures du chantier, le gardiennage, l'implantation des points d'entrée, des points de sortie, des points d'entrée-sortie, la sécurisation d'accès aux produits dangereux, etc.

Les installations de chantier doivent être calibrées pour répondre à ces contraintes que le contrat doit détailler, en particulier en fournissant tous les plans topographiques nécessaires et exploitables.

3 c) Cas particulier de la signalisation

C'est évidemment un point très important pour la sécurité des tiers et des intervenants eux-mêmes.

Elle concerne la route, les voies maritimes ou fluviales, les voies ou installations ferrées, la circulation aérienne.

La signalisation peut concerner aussi le balisage de zones, internes ou externes à l'emprise des installations de chantier, susceptibles de chutes d'objets divers.

Elle peut aussi porter sur l'éclairage et/ou le jalonnement lumineux, (qu'il y ait ou non activité nocturne ou en période de visibilité réduite).

L'article 3.1.5 du CCAG travaux place les signalisations à la charge de l'entreprise. Ceci concerne la fourniture, la mise en place selon le plan d'implantation, la maintenance, le remplacement, le déplacement, l'enlèvement de tous les matériels de matérialisation pérenne de la signalisation.

Il faut, quand cela est justifié par l'ampleur de la signalisation ou l'importance des conséquences de sa défaillance, exiger un contrôle externe exercé par l'entreprise et en prévoir le contrôle extérieur régulier. La présence d'un prix unitaire spécifique dans le Bordereau des Prix Unitaires, dédié à ce contrôle externe n'est pas à écarter.

Chaque signalisation doit faire l'objet d'un plan (ou de plans) détaillé(s), visé(s) par le ou les gestionnaires des espaces concernés et par le maître d'œuvre.

3 d) Qualité

Compte-tenu de l'importance de la « sensibilité » des interfaces, avec les avoisinants, les installations de chantier relèvent majoritairement du protocole des « points d'arrêt ».

4. Mise en oeuvre

Les installations de chantier font l'objet d'un projet qui comprend un programme et des plans.

Le programme indique, en regard des exigences du contrat qui découlent des textes généraux (CCAG et CCTG) et des pièces particulières (CCAP, CCTP) du contrat, comment les installations de chantier y répondent.

Les plans visualisent l'ensemble des dispositifs et des installations (accès compris) et doivent pouvoir être aussi utilisés pour le traitement du volet H et S (Hygiène et Sécurité) du chantier, (points d'accès des secours, d'évacuation, implantation des points de soins forains, etc.).

Ces documents figurent aussi les éléments concernant le cheminement des secours aux personnes pour vérifier l'absence de conflit et/ou d'incompatibilité tant interne qu'externe au périmètre des installations.

Ces plans mentionnent les points d'arrivée des fluides, les zones de traitement et d'évacuation des effluents.

Il n'y a aucune raison qu'une installation soit « improvisée sur le tas ».

Ces documents doivent expliciter la chronologie du déploiement et des évolutions, des déplacements et du repliement des installations.

Ces documents doivent expliciter les dispositions du SOSED (Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Élimination des Déchets) et les dispositions de toutes natures liées à la protection de l'environnement.

Ces documents ne font pas l'objet d'un visa formel mais doivent être présentés au maître d'œuvre qui émettra un avis.

Le contrôleur, dans ses missions liées aux installations de chantier, devra disposer de ces documents, dans leur dernière version validée.

5. Repliement

Au même titre que la mise en place des installations, leur repliement peut être échelonné dans le temps et dans l'espace.

Le repliement est une phase délicate quoique souvent négligée.

Outre le niveau de « remise en état », il faut veiller particulièrement à :

- l'information des services de secours et à l'enlèvement des fléchages des accès devenus inutiles et dont le maintien serait source de confusion et/ou de retard dans l'acheminement des secours ;
- la continuité des cheminements internes, au regard de la sécurité ;
- la neutralisation des raccordements aux réseaux ;
- la complète purge des dispositifs de confinement des produits polluants, selon des protocoles compatibles avec leur toxicité ;
- la dépose, non prématurée, des clôtures et portails de chantier. La continuité des clôtures doit être maintenue tant que les clôtures définitives ne sont pas installées, pour réduire les risques :

. d'intrusion dans le chantier et de vandalisme de certaines parties de l'ouvrage (tags sur les parements béton, vols d'éléments de garde-corps, etc) ;

. d'accidents de tiers se retrouvant, par inadvertance, en zone exposée du chantier.

NOTA IMPORTANT sur les dispositions contractuelles relatives aux repliements des installations : Il existe deux rédactions, très proches, sources de contentieux :

- « une remise en état » : l'état final doit alors être bien décrit dans le contrat ;
- « une remise en l'état » dans laquelle le site est abandonné par l'entrepreneur sans intervention ultérieure de sa part.

6. Points importants à examiner

Ils dépendent, bien entendu de l'ampleur des travaux, des installations, de leur évolution spatiale et/ou temporelle :

Une petite emprise d'un ouvrage simple, en rase campagne, de courte durée, facilement desservie à partir de voies publiques peu fréquentées peut poser des problèmes de pollution et/ou de relations avec le monde agricole.

La réalisation d'un long viaduc, dont les emprises sont recoupées par une artère fluviale importante, quelques routes, un faisceau de voies ferrées, progressant dans un espace urbain, sur une durée de 3 à 4 ans posera d'autres problèmes en multipliant les avoisinants, les intervenants, les points de conflits.

Il est donc important de « moduler ».

Il faut cependant être très attentif aux « mouvements » des installations et à leur pérennité ainsi qu'à la pérennité des dispositions qu'elles comportent, car le temps qui passe les « use beaucoup » !

On peut cependant distinguer la période de préparation, la période des travaux, le repliement.

Les points importants à examiner sont les suivants :

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
A – PRÉPARATION DES INSTALLATIONS				
Bornage des emprises définitives	- Plans des travaux sur fonds topographiques - Plan et état cadastral issu de l'enquête parcellaire - Intervention d'un géomètre expert	X		Intervention à mener en présence de l'ancien propriétaire et de son locataire éventuel (exploitant agricole des cultures par exemple) et à coupler avec la rédaction de l'état des lieux.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Bornage des emprises temporaires	- Idem + références cadastrales des parcelles convoitées + règlement d'exercice des servitudes éventuelles	X		Idem En cas de parcelles agricoles, l'intervention d'un expert de la Chambre d'Agriculture est recommandé pour estimer le montant des indemnités pour perte de récoltes et convenir de l'état précis dans lesquelles les dites parcelles doivent être restituées (engrais, drainage, etc...). Les éléments de négociation de l'AOT (Autorisation d'Occupation Temporaire) sont à porter à la connaissance de l'entrepreneur, si celui-ci souhaite négocier directement et à ses frais des extensions d'emprise.
B – MISE EN OEUVRE DES INSTALLATIONS				
Constat de l'état des lieux	- Plan de bornage des emprises - Visite contradictoire sur place	X		Remise du PV de constat, avec photos, avec un soin plus particulier sur les emprises temporaires, objet d'AOT.
Constat de l'état des avoisinants	- Plans, autorisations d'accès, moyens de qualification et dequantification de l'état de référence - - Présence d'un représentant mandaté du propriétaire et/ou de l'exploitant	X		Peut concerner : - Les voiries publiques d'accès au chantier ou utilisées pour des transports lourds et/ ou encombrants (pour bien savoir à qui imputer, lors du repliement, les frais éventuels de réparation, en cas de dégradation). - Les biens immeubles impactés ou susceptibles d'être impactés par les travaux . . structurellement (géométrie, résistance) . esthétiquement (propreté, pollution) Sont concernées : les structures franchies ou surplombées (routes, voies ferrées, plan d'eau, réseaux) et les structures surplombantes (réseaux).
Clôtures	- Projet des installations de chantier (programme et plans) validés par le maître d'œuvre - Conventions relatives à l'implantation des clôtures par rapport aux limites bornées - Projet des installations de chantier - Visite des lieux	X		Les clôtures doivent être conformes au projet, implantées selon les conventions par rapport au bornage, de composition et de résistance adaptées aux activités mitoyennes au chantier, équipées des points d'accès prévus avec les sécurisations adaptées. En limite des emprises définitives, il y a généralement une seconde clôture, côté domaine privé qui peut, ou non, être à la charge de l'entreprise. Les règles d'implantation des clôtures par rapport aux limites parcellaires bornées sont généralement négociées lors des acquisitions ou des AOT.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Signalisation	<ul style="list-style-type: none"> - Projet des installations de chantier - Plans de signalisation - Document d'organisation du contrôle externe de la signalisation - Documents attestant l'effectivité et l'efficacité du contrôle externe de la signalisation - Visite des lieux - Constats contradictoires 	X		Selon les dispositions contractuelles de publicité, de valorisation et de signalisation du chantier.
Mise en place des installations de chantier	<ul style="list-style-type: none"> - Projet des installations de chantiers - Visite des lieux - Appui du Coordonnateur Sécurité Prévention de la Santé (CSPS) 	X		<p>Le contrôle peut se limiter à la vérification du respect des grandes lignes du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> a) des circulations internes au regard de l'acheminement des secours ; b) des dispositifs de confinement et de traitements des affluents (eaux, huiles, boues) ; c) des dispositifs de mesures des paramètres météorologiques si leur enregistrement est contractuellement identifié comme outil de gestion et/ou de suivi des travaux.
Début des travaux	DICT (Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux)	X		Vérifier l'émission et la validation (par le concessionnaire concerné) des DICT.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Maintien des installations de chantier	<ul style="list-style-type: none"> - Projet des installations de chantier - Visite des lieux - Appui du CSPS 		X	<p>Il faut veiller à la pérennité des bonnes intentions initiales, en particulier pour des chantiers longs, imposant des emprises distinctes et disjointes, avec des déplacements d'ateliers.</p> <p>L'attention doit porter sur la continuité des clôtures, de la signalisation, des dispositifs de protection de l'environnement et sur le respect des engagements vis-à-vis des riverains.</p> <p>En cas de nouvelles installations, (passerelles provisoires, estacades) destinées à suivre la progression du chantier et/ou l'emploi d'outils nouveaux, les postures relatives à la mise en place d'installations doivent s'appliquer.</p>
C – REPLIEMENT DES INSTALLATIONS				
Constats de repliement	<ul style="list-style-type: none"> Projet des installations Visite des lieux Constats contradictoires initiaux Présence d'un représentant mandaté du propriétaire et/ou de l'exploitant Constats contradictoires finaux 		X	<p>Appréciation des différentiels entre constats et application des dispositifs contractuels de compensation.</p> <p>En ce qui concerne l'état des avoisinants, cette démarche gagne à être engagée à chaque repliement partiel (fin de travaux de forage sur un site, fin des travaux de bétonnage etc..) et/ou à l'issue de certaines opérations potentiellement perturbantes (battage, vibro-fonçage, trépannage, etc...</p> <p>L'attention doit être portée sur les aspects des installations déclarées comme pérennes car destinées à la gestion de l'ouvrage : portes d'accès, bornes de suivi topométrique, clôture, portails d'accès inclus dans l'emprise définitive ou objet de servitude de passage et / ou d'accès.</p>

7. Documents à fournir au maître d'œuvre

- Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux ;
- Plan(s) successif(s) des installations de chantier ;
- Plan(s) de signalisation ;
- Document de communications.

8. Documents à consulter sur le site

- Plan des installations de chantier de la phase en cours ;
- Avis du CSPS ;
- Documents prouvant l'effectivité et l'efficacité du contrôle externe de la signalisation ;
- Eventuel contrat de gardiennage.

9. Textes de référence

Les textes qui traitent des installations de chantier sont de deux natures :

Textes généraux : CCAG Travaux et CCTG ;

Textes particuliers du contrat : CCTP (à priori, le Bordereau des Prix Unitaires ne devrait traiter que des modalités de décompte et de paiement et non du contenu des installations).

- **Le CCAG** : c'est le texte le plus riche, auquel les autres textes renvoient abondamment.

L'article 31 évoque successivement les points suivants :

- Installation des chantiers de l'entreprise ;
- Lieux de dépôt des déblais en excédent ;
- Autorisations administratives ;
- Sécurité et hygiène des chantiers (sujets pour lesquels il y aura lieu de se reporter à la fiche I-8) ;
- Signalisation des chantiers à l'égard de la circulation publique ;
- Maintien des communications et de l'écoulement des eaux ;
- Sujétions spéciales pour les travaux exécutés à proximité de lieux habités, fréquentés ou protégés ;
- Sujétions spéciales pour les travaux exécutés à proximité des câbles ou ouvrages souterrains de télécommunications ;
- Démolition de construction ;
- Emploi des explosifs.

L'article 32 traite, quant à lui, des engins explosifs de guerre.

L'article 33 traite des matériaux, objets et vestiges trouvés sur les chantiers.

L'article 37 aborde, l'enlèvement du matériel et des matériaux sans emploi, et a donc un impact direct sur les installations de chantier.

- Le fascicule **65 A du CCTG** (béton) aborde cette question dans son article 34 (ou 35 dans sa future et prochaine version) et à l'article 1,1 de l'annexe contractuelle « D »
- Le fascicule **66 du CCTG** (métal) traite de cette question dans son article III.1.4
- Le fascicule **68 du CCTG** (fondation) aborde cette question dans son article 1 en distinguant :
 - article 1.1 : les installations classiques ;
 - article 1.2 : les zones de réalisation ;
 - article 1.3 : l'installation des matériels d'exécution.
- Le **CCTP** doit expliciter les spécificités du chantier concerné au chapitre 4 . Y sont évoqués :
 - les installations proprement dites ;
 - les clôtures ;
 - les repères de nivellement ;
 - les différentes aires de montage d'assemblage, de poussage ;
 - les précautions vis-à-vis des constructions avoisinantes ;
 - l'évacuation de la végétation, en faisant alors référence aux articles N.2.3.1.2. et E4 du Fascicule 35 du CCTG ;
 - les démolitions de constructions (Ref : article 6.3. du Fascicule 2 du CCTG, de mars 2003) ;
 - les scarifications de chaussées (Ref : article 6.3. du Fascicule 2 du CCTG, de mars 2003) ;
 - les décapages de terre végétale (Ref : articles 5.3 et 6.4.1 du Fascicule 2 du CCTG).

Fiche n° I-8

"L'hygiène et la sécurité"

1 - Objet

Cette fiche a pour objet de donner au maître d'œuvre les éléments nécessaires à la prise en compte de l'hygiène et de la sécurité sur les chantiers d'ouvrages d'art, en rappelant son rôle et ses responsabilités dans ce domaine.

2 - Généralités

L'hygiène et la sécurité sur les chantiers de génie civil sont réglementées par le code du travail, Livre II, titre III, chapitre VIII dans sa partie législative (articles L) et dans sa partie réglementaire par décret en Conseil d'Etat (articles R).

La loi 93-1418 du 31 décembre 1993 a transposé, dans le code du travail, les directives européennes prises en date du 24 juin 1992 (92/57/CEE).

Des décrets d'application (Cf liste donnée au chapitre 6) ont introduit, au code du travail, un chapitre VIII, portant règlement des dispositions en matière de coordination SPS pour les opérations de bâtiment et de génie civil.

L'article R238-8 (décret n°2003-68) classe ces opérations en 3 catégories :

- 1^{ère} catégorie : les opérations dont le volume prévu des travaux doit être supérieur à 10 000 hommes jours et plus de 5 entreprises. Elles sont alors soumises à la déclaration préalable (DP)[4], et à la constitution d'un collège inter-entreprises de sécurité, de santé et de conditions de travail CISSCT)[6] ,
- 2^{ème} catégorie : les opérations dont le volume prévu des travaux doit être supérieur à 500 hommes-jours ou présentant des risques particuliers (Cf annexe II de la Directive Européenne 92-57). Elles sont alors soumises à la déclaration préalable (DP)[4] ,
- 3^{ème} catégorie : les opérations d'un volume inférieur aux seuils précédents mais faisant intervenir plusieurs entreprises (le mandataire et un sous-traitant par exemple) ou justifiant des mesures particulières de protection collective (Cf art R 238-25 du code du travail). Ces travaux (non soumis à déclaration préalable) doivent néanmoins faire l'objet d'un plan simplifié de coordination. Les entreprises doivent également établir un plan simplifié de sécurité et de protection de la santé (article R238-6).

Pour ces 3 catégories d'opération, un coordonnateur SPS (Sécurité Prévention Santé) doit alors être désigné par le maître d'ouvrage. Il doit intervenir aux différentes étapes du projet (études et réalisation).

Au fur et à mesure du déroulement des phases de conception, d'études et d'établissement du projet, puis lors de la réalisation de l'ouvrage, le maître d'ouvrage fait établir et compléter par le coordonnateur un dossier rassemblant toutes les données de nature à faciliter la prévention des risques professionnels lors d'interventions ultérieures sur l'ouvrage.

La présente fiche ne traite que la phase "réalisation" de l'opération, en considérant qu'en phase "conception", l'aspect sécurité aura été traité suivant la réglementation en vigueur.

Il est essentiel que les intervenants ultérieurs sur l'ouvrage :

- responsable de l'entretien courant et spécialisé ;
- personnels chargés des visites ;
- responsables de l'exploitation de la voie portée et de la voie franchie ;

soient consultés au niveau de la conception du projet, afin que l'ouvrage soit réalisé en tenant compte de leurs remarques en tant qu'utilisateurs futurs.

Les interventions "lourdes", inévitables durant la vie de l'ouvrage, telles que :

- le changement des appareils d'appui ;
- le changement des joints de chaussée ;
- la réfection de la chape d'étanchéité ;
- la réfection du complexe anti-corrosion ;
- etc...

doivent aussi être prises en compte dans le projet.

C'est le principe même de la loi 93-1418 sur les interventions ultérieures.

3 - Rôles et responsabilités des différents acteurs dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité

(Voir aussi le tableau de l'annexe 1 - Rôles des intervenants)

3.1 - Le coordonnateur SPS :

- fait appliquer les principes généraux de prévention,
- ouvre et complète le Registre Journal (RJ)[5],
- élabore et tient à jour le Plan Général de Coordination (PGC), veille à son application, et l'archive pendant 5 ans,
- assiste le maître d'ouvrage pour la Déclaration Préalable (DP)[4],
- reçoit les Plans Particuliers de Sécurité et de Prévention de la Sécurité (PPSPS)[1] pour leur harmonisation,
- procède aux inspections communes avec les entreprises et leurs sous-traitants,
- participe aux réunions de chantier et procède à des visites inopinées,
- constitue et met à jour le Dossier d'Intervention Ulérieur (DIU)[3],
- rédige, fait adopter le règlement et préside le Comité Interentreprises de Sécurité, de Santé et des Conditions de Travail (CISSCT)[6].

3.2 - Le maître d'ouvrage :

- Désigne, le coordonnateur SPS, après s'être assuré que son niveau de qualification est adapté à l'opération et **lui donne les moyens** pour exercer son rôle,
- adresse la Déclaration Préalable (DP)[4] pour les opérations de 1^{ère} et de 2^{ème} catégorie,
- constitue le Comité Interentreprises de Sécurité, de Santé et des Conditions de Travail (CISSCT)[6],
- donne aux entreprises, un délai minimum de 30 jours pour la préparation du chantier,
- conserve le DIU et en transmet une copie aux gestionnaires,
- se concerta avec d'autres MOA en cas de co-activité d'opérations.

3.3 - Le maître d'œuvre :

- s'assure de la désignation d'un coordonnateur pour l'opération,
- associe le coordonnateur aux phases de conception,
- consulte les gestionnaires des voiries et établit le dossier d'exploitation,
- participe à l'élaboration de la DP, du PGC, et du DIU,
- organise une réunion de démarrage pour la préparation du chantier,
- participe aux inspections communes et au CISSCT,
- convoque et pilote les réunions de chantier, rédige les comptes-rendus,
- s'assure que les principes généraux de prévention sont appliqués,
- s'assure que tous les intervenants sur le chantier sont des sous-traitants déclarés ayant fourni leurs PPSPS,
- s'assure de la disponibilité de la déclaration préalable, du registre journal et du PGC sur le chantier,
- vise les observations que le coordonnateur serait amené à lui faire,
- arrête le chantier en cas de manquement grave aux règles de sécurité

3.4 - L'entrepreneur :

- est responsable de la sécurité et de la santé de son personnel et de ses sous-traitants sur le chantier,
- applique les principes généraux de prévention,
- est également responsable du gardiennage, de la clôture et de la signalisation de proximité du chantier,
- adresse les déclarations d'intention de commencer les travaux à tous les gestionnaires de réseaux (DICT) et tient compte des informations qui lui sont transmises,
- établit et tient à jour son PPSPS et s'assure de la conformité de ceux de ses sous-traitants ,
- participe aux inspections communes et aux réunions de chantier,
- vise les observations du coordonnateur inscrites sur le registre journal,
- participe au CISSCT.

4 - Points importants à examiner par le contrôleur en charge du chantier

4.1 - Avant démarrage du chantier:

S'assurer que :

- les problèmes de signalisation et d'exploitation des voies en circulation auront bien été vus avec les exploitants;
- la signalisation mise en place correspond bien au dossier d'exploitation. Attention aux ouvrages construits hors gabarit au-dessus d'une voie en circulation, des portiques doivent être installés de part et d'autre du chantier ;
- un coordonnateur SPS est désigné pour la phase réalisation ;
- la DP a été faite par le maître d'ouvrage et les Déclarations d'Intention de Commencer les Travaux (DICT)[7] envoyées par l'entreprise ;
- les inspections communes avec les entreprises et le coordonnateur ont bien été faites ;
- des aménagements ont été prévus pour le personnel et les usagers pour traverser les voies en circulation (passerelle) ;
- les réseaux divers sont bien repérés ;
- en cas de risque de présence d'engin de guerre, les services de déminage ont bien été saisis.

4.2 - Au démarrage du chantier:

S'assurer que :

- l'ordre de service de démarrage des travaux est bien donné ;
- les réseaux divers enterrés, et aériens, sont bien repérés et protégés ou déplacés. Attention aux lignes HT pour les grues mobiles et aux conduites de gaz dans les trottoirs ou en encorbellement sur ouvrages existants ;
- les entrées-sorties et les circulations internes sont bien balisées.

4.3 - Pendant le chantier:

S'assurer que :

- les intervenants sur le chantier sont, soit du personnel de l'entreprise soit des sous-traitants déclarés (acte spécial) et ayant remis un PPSPS ;
- les signalisations et dispositifs de sécurité de chantier restent bien en place pendant toute la durée du chantier ;
- les entreprises respectent les règles élémentaires de sécurité en matière de protections individuelles, de travaux en hauteur,

5 - Moyens à la disposition du maître d'œuvre pour assurer la sécurité du chantier

Pour faire respecter la sécurité, le maître d'œuvre dispose d'un certain nombre de moyens d'action qu'il doit mettre en œuvre en cas de besoin.

Ces moyens sont (pas ordre d'importance) :

- remarque en réunion de chantier consignée au compte rendu ;
- mise en demeure par Ordre de Service, avec copie aux inspecteurs du travail et de la CRAM ;
- arrêt du chantier en application de l'article 31.44 du CCAG travaux, (en cas d'urgence cette décision peut être prise sans mise en demeure préalable).

L'article L 235-5 du code du travail est explicite : l'intervention d'un coordonnateur ne modifie ni la nature ni l'étendue des responsabilités qui incombent à chacun des participants au chantier.

En tant que sachant, le **maître d'œuvre doit signaler aux différents acteurs tous les manquements à la sécurité qu'il constate.**

En cas d'accident, la responsabilité de la maîtrise d'œuvre pourra être recherchée si il s'avère qu'elle n'a pas mis en œuvre ces moyens d'action alors qu'elle avait connaissance d'un manquement aux règles de sécurité.

6 - Pour en savoir plus, consulter :

- CCAG Travaux article 31 ;
- Directive européenne 92/57 du 24 juin 1992 ;
- Code du travail Livre II Titre III chapitre VIII ;
- Loi 93-1418 du 31 décembre 1993 modifiant les dispositions du code du travail applicables aux opérations de bâtiment et de génie civil en vue d'assurer la sécurité et de protéger la santé des travailleurs et portant transposition de la directive du Conseil des communautés européennes n° 92-57 en date du 24 juin 1992 (gestion des risques liés aux co-activités) ;
- Décret 94-1159 du 26 décembre 1994 relatif à la déclaration préalable et aux missions de coordination SPS ;
- Décret 95-543 du 4 mai 1995 relatif au CISSCT ;
- Décret 95-608 du 6 mai 1995, relatif aux prescriptions réglementaires pour la sécurité sur les chantiers ;
- Décret n° 91-1147 du 14 octobre 1991 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution (modifié par le décret n° 2003-425 du 9 mai 2003, art. 72, II sur DICT) ;
- Circulaire d'application de la direction des relations du travail (DRT) n°96-5 du 10 avril 1996 relative à la coordination sur les chantiers de bâtiment et de génie civil ;
- Fiche MEMOAR I-7 dédiée aux installations de chantier ;
- Site sur la prévention dans le BTP : <http://www.oppbtp.fr> ;
- Site du ministère du travail : <http://www.travail.gouv.fr>.

Annexe 1

Rôle des intervenants

	Coordonnateur SPS		Maitre d'ouvrage		Maitre d'œuvre		Entrepreneur		IT-CRAM OPPBTP	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Niveau	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Principes généraux	MEA	MEA	MEA	MEA	MEA	MEA	MEA	MEA	MEA	MEA
PPSPS	Rec	Rec					Eta	Eta	Rec	Rec
PPSPS S/Traitant	Har	Har								
PGC	Eta	Eta								
PGC MAJ	MAJ	MAJ	Dif	Dif					Rec	Rec
CISSCT	Pré		MEA		Par		Par		Par	
DIU	MEA	MEA	Par		Par	Par				
DP, si eff>20 et Tx>30 j ou >500 h/j	AMO	AMO	Eta	Eta						
DP, diffusion au PC ou 30 j avant Travaux	AMO	AMO	Dif	Dif					Rec	Rec
RJ	Eta	Eta								
contenu DIU	Eta	Eta	Par	Par	Par	Par	Par	Par		

Codification

MEA	Met En Application	Rec	Reçoit l'information
Eta	Etablit le document	Har	Harmonise les documents
Pré	Préside la réunion	Par	Participe à l'action
Dif	Diffuse l'information	MAJ	Mise à jour
AMO	Assiste Maître d'Ouvrage		

Annexe 2

Lexique

[1] Plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS)

Pour justifier et préciser les dispositions envisagées, le PPSPS :

- analyse de manière détaillée les procédés de construction et d'exécution ainsi que les modes opératoires retenus dès lors qu'ils ont une incidence particulière sur la santé ou la sécurité des travailleurs occupés sur le chantier ; Son contenu est défini à l'article R 238-31.
- définit les risques prévisibles liés aux modes opératoires, aux matériels, dispositifs et installations mis en œuvre, à l'utilisation de substances ou préparations, aux déplacements du personnel, à l'organisation du chantier ; il indique les mesures de protection collective ou, à défaut, individuelle, adoptées pour parer à ces risques, ainsi que les conditions dans lesquelles sont contrôlés l'application de ces mesures et l'entretien des moyens matériels qui s'y rattachent. Il précise les mesures prises pour assurer la continuité des solutions de protection collective lorsque celles-ci requièrent une adaptation particulière (C. trav., art. R. 238-32).

Destinataires et délai de remise : le PPSS doit être adressé, avant le début des travaux, au coordonnateur par chacune des entreprises Elles doivent disposer d'un délai minimum de 30 jours pour la préparation du chantier.

[2] Plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (PGC)

Forme et contenu : le PGC est un document écrit qui définit l'ensemble des mesures propres à prévenir les risques découlant de l'interférence des activités des différents intervenants sur le chantier ou de la succession de leurs activités lorsqu'un intervenant laisse subsister après son achèvement des risques pour les autres entreprises (C. trav., art. R. 238-21). Son contenu est défini à l'article R 238-22.

Évolution du PGC : le PGC est complété et adapté en fonction de l'évolution du chantier et de la durée effective à consacrer aux différents types de travaux ou phases de travail. Ces modifications sont portées à la connaissance des entreprises.

Le PGCSS intègre notamment, au fur et à mesure de leur élaboration et en les harmonisant, les plans particuliers de sécurité et de santé ainsi que, s'ils sont requis, les plans de prévention prévus par le décret du 20 février 1992 (C. trav., art. R. 237-1) sur les travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure (C. trav., art. R. 238-23).

[3] Dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIU)

Obligation : au fur et à mesure du déroulement des phases de conception, d'études et d'établissements du projet, puis de la réalisation de l'ouvrage, le maître d'ouvrage fait établir et compléter par le coordonnateur un dossier rassemblant toutes les données de nature à faciliter la prévention des risques professionnels lors d'interventions ultérieures (C. trav., art. L. 235-15).

Élaboration : ce dossier est constitué dès la phase de conception de l'ouvrage par le coordonnateur qui en a la responsabilité et transmis au coordonnateur chargé de la phase de réalisation des travaux lorsque celui-ci est différent. Cette transmission fait l'objet d'un procès-verbal joint au dossier (C. trav., art. R. 238-37).

Destinataires : le dossier est remis au maître d'ouvrage par le coordonnateur en fonction, lors de la réception de l'ouvrage. Cette transmission fait l'objet d'un procès-verbal joint au dossier.

[4] Déclaration préalable (DP)

Déclaration préalable par le maître d'ouvrage pour les chantiers ayant un effectif prévisible des travailleurs :

- dépassant 20 à un moment quelconque des travaux et dont la durée doit excéder 30 jours ouvrés ;
- ou dont le volume prévu des travaux doit être supérieur à 500 hommes/jour (C. trav., art. R. 238-1) ;
- ou présentant des risques particuliers (cf annexe II de la directive européenne).

[5] Registre journal (RJ)

Le coordonnateur consigne sur un registre journal :

- les comptes rendus des inspections communes ; les consignes et les observations qu'il fait aux entreprises (qu'elles doivent visées) ;
- les observations ou notifications, au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à tout intervenant (avec visa des personnes concernées) ;
- les noms et adresses des intervenants, dates d'intervention, effectifs, durées des travaux ;
- le procès-verbal de passation de consigne avec le coordonnateur appelé à lui succéder.

Le registre journal est présenté sur demande, au maître d'œuvre, à l'inspection du travail, aux organismes de prévention, aux membres du CISSCT.

[6] Collège Interentreprises de Sécurité, de Santé et des Conditions de Travail (CISSCT)

Chantiers soumis à l'obligation de créer un CISSCT : le maître d'ouvrage est tenu de constituer un collège interentreprises de sécurité, de santé et des conditions de travail (CISSCT) lorsque les deux conditions suivantes sont réunies (niveau 1) :

- le chantier dépasse un volume de 10 000 hommes/jour ;
- le nombre d'entreprises, travailleurs indépendants et entreprises sous-traitantes inclus est supérieur à dix s'il s'agit d'une opération de bâtiment ou à cinq s'il s'agit d'une opération de génie civil (C. trav., art. L. 235-11 et R. 238-46).

Date de constitution du collège : la constitution du collège doit être effectuée au plus tard vingt et un jours avant le début des travaux (C. trav., art. R. 238-46).

Composition du collège : le collège comprend :

- le ou les coordonnateurs en matière de sécurité et de santé ;
- le maître d'œuvre désigné par le maître d'ouvrage ;
- les représentants des entreprises ;
- et, à titre consultatif :
 - le représentant de l'inspection du travail ;
 - le représentant de l'OPPBT ;
 - le représentant de la CRAM ;
 - les médecins du travail.

[7] Déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT)

Art. 7 du décret n° 91-1147 du 14 octobre 1991 modifié par le décret n° 2003-425 du 9 mai 2003 (art. 72, II). Les entreprises, y compris les entreprises sous-traitantes ou membres d'un groupement d'entreprises, chargées de l'exécution de travaux entrant dans le champ d'application "des annexes I à VII bis" du présent décret, doivent adresser une déclaration d'intention de commencement des travaux à chaque exploitant d'ouvrage concerné par les travaux.

Cette déclaration, qui est établie sur un imprimé conforme au modèle déterminé par l'arrêté prévu à l'article 4, doit être reçue par les exploitants d'ouvrages dix jours au moins, jours fériés non compris, avant la date de début des travaux.

Travaux en hauteur

Les chantiers du bâtiment et des travaux publics se différencient nettement des établissements industriels en ce qu'ils constituent des lieux de travail souvent instables et toujours de durée limitée. Les travaux s'exécutent à des niveaux variant constamment, que ce soit en hauteur ou en dessous du niveau naturel des terres. Le propre des travailleurs de la profession est de se déplacer à des niveaux élevés en bordure du vide ou bien au fond d'une fouille ou d'un souterrain.

Les règles générales de prévention ne sauraient suffire aux chantiers qui connaissent, certes, les risques communs (électricité, incendie, machines, etc.), mais se heurtent aussi aux problèmes posés par les niveaux auxquels s'exécutent les travaux et le caractère provisoire des installations de chantier.

On dit qu'il y a risque de chute lorsqu'il n'existe pas d'obstacle suffisamment efficace en bordure d'un vide, quelle que soit la hauteur.

On admet qu'il y a risque de chute de "grande hauteur" dès que la hauteur de chute dépasse trois mètres.

(Décret n° 65.48 du 8 janvier 1965 modifié)

Entreprises extérieures intervenantes

Des prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité sont applicables aux opérations effectuées dans un établissement par une entreprise extérieure (C. trav., art. R. 237-1 à R. 237-28, introduits par décret n° 92-158, 20 février 1992).

Elles ont pour but d'instituer une coordination générale entre l'utilisateur et l'ensemble des entreprises extérieures intervenantes et leurs sous-traitants, tant préalablement à l'exécution des travaux, que pendant celle-ci, par un suivi précis des mesures arrêtées lors de la coordination préalable ou de celles rendues nécessaires par le déroulement des travaux (Circ. DRT n° 93/14, 18 mars 1993).

L'application de ces mesures particulières ne dispense pas les entreprises concernées - utilisatrices et intervenantes - de respecter, chacune en ce qui la concerne, les règles relatives à l'hygiène, à la sécurité et aux conditions de travail, et n'affecte pas leurs responsabilités respectives à l'égard de leur propre personnel (Circ. DRT n° 93/14, 18 mars 1993).

Plan de prévention

Au vu des informations et des éléments recueillis au cours de l'inspection, les chefs d'entreprise procèdent en commun à une analyse des risques pouvant résulter de l'interférence entre les activités, les installations et matériels. Lorsque ces risques existent, les employeurs arrêtent d'un commun accord, avant le début des travaux, le plan de prévention définissant les mesures à prendre par chaque entreprise en vue de les prévenir (C. trav., art. R. 237-7).

Si les employeurs estiment, sous leur responsabilité, que ces risques n'existent pas, aucun plan de prévention ne sera établi, sauf si l'opération est d'une durée totale supérieure à 400 heures de travail sur douze mois ou comporte des travaux dangereux (Circ. DRT n° 93/14, 18 mars 1993).

Annexe 3

Liste des travaux dangereux

Extrait de la version consolidée au 23 mai 2008 de l'arrêté du 19 mars 1993 fixant, en application de l'article R. 237-8 du code du travail, la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention

"Le ministre du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle,

Vu le code du travail, et notamment l'article R. 237-8 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la prévention des risques professionnels ;

Sur le rapport du directeur des relations du travail,

Article 1

Un plan de prévention est établi par écrit dans les conditions prévues au deuxième alinéa de l'article R. 237-8 du code du travail pour les travaux dangereux ci-après énumérés :

1. Travaux exposant à des rayonnements ionisants.
2. Travaux exposant à des substances et préparations explosives, comburantes, extrêmement inflammables, facilement inflammables, très toxiques, toxiques, nocives, cancérogènes, mutagènes, toxiques vis-à-vis de la reproduction, au sens de l'article R. 231-51 du code du travail.
3. Travaux exposant à des agents biologiques pathogènes.
4. Travaux effectués sur une installation classée faisant l'objet d'un plan d'opération interne en application de l'article 17 du décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 modifié.
5. Travaux de maintenance sur les équipements de travail, autres que les appareils et accessoires de levage, qui doivent faire l'objet des vérifications périodiques prévues à l'article R. 233-11 du code du travail, ainsi que les équipements suivants :
 - véhicules à benne basculante ou cabine basculante ;
 - machines à cylindre ;
 - machines présentant les risques définis aux deuxième et troisième alinéas de l'article 233-29 du code du travail.
6. Travaux de transformation au sens de la norme NF P 82-212 sur les ascenseurs, monte-charge, escaliers mécaniques, trottoirs roulants et installations de parcage automatique de voitures.
7. Travaux de maintenance sur installations à très haute ou très basse température.
8. Travaux comportant le recours à des ponts roulants ou des grues ou transtockeurs.
9. Travaux comportant le recours aux treuils et appareils assimilés mus à la main, installés temporairement au-dessus d'une zone de travail ou de circulation.
10. Travaux exposant au contact avec des pièces nues sous tension supérieure à la T.B.T.
11. Travaux nécessitant l'utilisation d'équipements de travail auxquels est applicable l'article R. 233-9 du code du travail.
12. Travaux du bâtiment et des travaux publics exposant les travailleurs à des risques de chute de hauteur de plus de 3 mètres, au sens de l'article 5 du décret n° 65-48 du 8 janvier 1965.
13. Travaux exposant à un niveau d'exposition sonore quotidienne supérieure à 90 dB (A) ou à un niveau de pression acoustique de crête supérieure à 140 dB.
14. Travaux exposant à des risques de noyade.
15. Travaux exposant à un risque d'ensevelissement.
16. Travaux de montage, démontage d'éléments préfabriqués lourds, visés à l'article 170 du décret n° 65-48 du 8 janvier 1965.

17. Travaux de démolition.
18. Travaux dans ou sur des cuves et accumulateurs de matière ou en atmosphère confinée
19. Travaux en milieu hyperbare.
20. Travaux nécessitant l'utilisation d'un appareil à laser d'une classe supérieure à la classe 3 A selon la norme NF EN 60825 ;
21. Travaux de soudage oxyacétylénique exigeant le recours à un permis de feu."

Fiche n° I-9

"Déplacement et protection des réseaux"

"Rôles et responsabilités"

1 - Objet

Cette fiche a pour objet de préciser les missions et obligations des différents acteurs, en particulier le maître d'ouvrage et le maître d'oeuvre, face aux concessionnaires de réseaux, dans la phase conception des ouvrages et dans la phase exécution des travaux.

2 - Rappel du cadre législatif et réglementaire

- Décret n°91-1147 du 14 octobre 1991 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution et ses annexes. Modifié par le décret 2003-425 du 7 mai 2003.
- Code de la voirie Routière et notamment les articles 113 et 115.
- Arrêté du 21 décembre 1993 précisant les modalités techniques d'exécution des éléments de mission de maîtrise d'oeuvre confiés par des maîtres d'ouvrage publics à des prestataires de droit privé.
- CCAG travaux – article 27.

Quels sont les réseaux concernés :

- a) Ouvrages de transport d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés ;
- b) Ouvrages de transport de produits chimiques ;
- c) Ouvrages de transport ou de distribution de gaz ;
- d) Installations électriques, et notamment les lignes électriques souterraines ou aériennes de transport ou de distribution d'électricité ;
- e) Ouvrages de télécommunications, à l'exception des câbles sous-marins ;
- f) Ouvrages de prélèvement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine en pression ou à écoulement libre ;
- g) Réservoirs d'eau destinée à la consommation humaine, enterrés, en pression ou à écoulement libre ;
- h) Ouvrages de transport ou de distribution de vapeur d'eau, d'eau surchauffée, d'eau chaude ou d'eau glacée ;
- i) Ouvrages d'assainissement.

Il convient de préciser que les ouvrages couverts par le secret de la défense nationale sont exclus du champ d'application du décret et donc n'ont pas à être signalés en mairie.

3 - Rôles et responsabilités des différents acteurs

3.1 - Le maître d'ouvrage ou son assistant :

Les déplacements de réseau lorsqu'ils sont nécessaires peuvent être longs à mettre en oeuvre et coûteux pour l'opération. **Il convient de prendre en compte la présence des réseaux dès le démarrage des études et avant de passer les contrats de maîtrise d'oeuvre, de prestations et de travaux.**

- Se renseigner, dans la ou les mairies concernées par les travaux, sur l'existence, les implantations éventuelles et les adresses des exploitants d'ouvrages présents dans la zone d'étude.
- Piloter la concertation avec les collectivités et les exploitants pour la prise en compte et l'intégration dans le projet de réseaux à rétablir ou nouveaux. Examiner avec le maître d'oeuvre la faisabilité.
- Sur cette base, faire les demandes de renseignements auprès des exploitants d'ouvrage. Ces demandes de renseignements doivent être faites régulièrement au cours de la vie du projet et impérativement moins de 6 mois avant les DICT que doivent faire les entreprises qui réalisent les travaux. **Il convient donc de les renouveler juste avant le lancement de l'appel d'offres pour les travaux et d'intégrer les renseignements obtenus dans le(s) dossier(s) de consultation des entreprises.**
- Elaborer avec les exploitants d'ouvrage les conventions de déplacement (et/ou de protection) des réseaux rendus nécessaires pour l'exécution des travaux. La prise en charge par le maître d'ouvrage des déplacements est à examiner au cas par cas en référence à la réglementation (Code de la voirie routière – articles 113) et à la jurisprudence (Cf. fiche pratique "réseau des juristes routiers" – octobre 2008).
- Fournir dans les pièces de consultation des contrats de maîtrise d'oeuvre, de prestations (sondages notamment) et de travaux, les informations relatives aux réseaux qu'il a recueillies.

3.2 - Le maître d'oeuvre :

- Au stade des études préalables : préciser les contraintes physiques, économiques et d'environnement conditionnant le projet, à partir des documents de base remis par le maître d'ouvrage, et demander au maître d'ouvrage de se renseigner sur l'existence et l'implantation des ouvrages et réseaux souterrains, subaquatiques et aériens susceptibles d'être rencontrés à l'emplacement des travaux.
- Au stade des études d'avant-projet : signaler les aléas de réalisation normalement prévisibles, notamment en ce qui concerne le sous-sol et les réseaux souterrains, et préciser la durée de réalisation.
- Au stade des études de projet :
 - préciser sur les plans, les réseaux souterrains existants et, en fonction du mode de dévolution des travaux, coordonner les informations et contraintes nécessaires à l'organisation spatiale des ouvrages .
 - fournir aux concessionnaires toutes les données techniques de l'ouvrage nécessaires à l'établissement des projets de déplacement et des conventions afférentes ;
 - intégrer dans le projet les réservations pour les réseaux conformément au résultat de la concertation menée par le maître d'ouvrage.
- Etablir le calendrier prévisionnel des travaux par lots, en y intégrant les interventions des exploitants de réseaux nécessaires à l'exécution des ouvrages. Analyser le chemin critique des interventions.
- S'assurer que les conventions de déplacements nécessaires ont bien été établies entre le maître d'ouvrage et le ou les exploitants d'ouvrages.
- **Coordonner les interventions des différents intervenants et notamment des exploitants de réseaux** (Mission complémentaire à intégrer au contrat de maîtrise d'oeuvre).
- Communiquer au titulaire des marchés la liste des exploitants de réseaux concernés par les travaux (CCAG article 27).
- **Effectuer contradictoirement avec les entreprises (à leurs frais) et en présence des exploitants concernés le piquetage spécial des ouvrages souterrains ou enterrés. Dresser un procès-verbal de piquetage et le notifier par ordre de service à l'entrepreneur (CCAG article 27).**

- Si des ouvrages souterrains ou enterrés, non repérés par le piquetage spécial sont découverts en cours d'exécution : procéder contradictoirement avec l'entreprise, en présence de l'exploitant concerné, à leur relevé, prescrire par ordre de service à l'entrepreneur les mesures à prendre et en particulier la reprise des travaux (CCAG article 27).

3.3 - Les entreprises qui réalisent les travaux (y compris les co-traitants et sous-traitants)

- Adresser les déclarations d'intention de commencement des travaux à chaque exploitant concerné par les travaux entre 2 mois et 10 jours avant le commencement des travaux.
- Effectuer (à ses frais), contradictoirement avec le maître d'oeuvre, le piquetage spécial des ouvrages souterrains ou enterrés.
- Prendre les mesures nécessaires pour assurer la protection des réseaux conformément aux instructions des exploitants.
- Si des ouvrages souterrains ou enterrés, non repérés par le piquetage spécial sont découverts en cours d'exécution : informer par écrit le maître d'oeuvre et surseoir aux travaux adjacents jusqu'à décision du maître d'oeuvre.

3.4 - Le coordonnateur SPS :

L'exploitant qui doit déplacer son réseau assure la maîtrise d'ouvrage de ses travaux. Il convient donc de distinguer le coordonnateur SPS désigné par le maître d'ouvrage des travaux de celui désigné par l'exploitant de réseaux lorsque celui-ci doit réaliser des travaux de déplacement. On ne parle ici que du coordonnateur désigné par le maître d'ouvrage.

- Définir les mesures particulières à prendre vis-à-vis de l'interaction entre les travaux et la présence de réseaux.
- Coordonner les activités simultanées et successives des entreprises travaillant pour le maître d'ouvrage et des entreprises travaillant pour l'exploitant en cas de déplacement de réseau. Cette coordination doit se faire en relation avec le coordonnateur désigné par l'exploitant.
- Communiquer, au coordonnateur désigné par l'exploitant de réseau, les mesures qu'il a définies pour la coordination des travaux sur le site du chantier.

3.5 - L'exploitant d'ouvrage :

- Communiquer aux mairies et tenir à jour, sous leur seule responsabilité, les adresses auxquelles doivent être envoyées les demandes de renseignements et les déclarations d'intention de commencement de travaux.
- Etablir et mettre à jour les plans des réseaux et les déposer en mairie afin qu'ils puissent être tenus à la disposition du public.
- Répondre aux demandes de renseignements dans le délai de 1 mois à compter de la date de réception de la demande.
- Répondre aux déclarations d'intention de commencement des travaux (DICT) dans le délai de 9 jours, jours fériés non compris, après la réception de la déclaration. Les exploitants communiquent sous leur responsabilité et avec le maximum de précisions possible tous les renseignements en leur possession sur l'emplacement de leurs ouvrages existant dans la zone où se situent les travaux projetés et y joignent les recommandations techniques écrites applicables à l'exécution des travaux à proximité des-dits ouvrages.
- Assurer la maîtrise d'ouvrage des travaux de déplacement de réseau nécessaires et définis par la ou les conventions établies avec le maître d'ouvrage de l'opération à l'origine des déplacements.
- En ce qui concerne les travaux effectués à proximité d'ouvrages souterrains de transport d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés ou de produits chimiques, les exploitants arrêtent, en accord avec l'exécutant des travaux, les mesures à prendre pendant les travaux pour assurer dans l'immédiat et à terme la conservation et la stabilité des ouvrages ainsi que pour sauvegarder, compte tenu des dangers présentés par les produits transportés, la sécurité des personnes et de l'environnement. Ces mesures peuvent, en cas de risques

exceptionnels pour la sécurité, comporter l'information des services départementaux d'incendie. Pour les travaux effectués à proximité d'ouvrages souterrains destinés à la circulation des véhicules d'un système de transport public guidé, les exploitants arrêtent, en accord avec chaque exécutant, les mesures à prendre pendant les travaux pour assurer dans l'immédiat et à terme la conservation et la stabilité des ouvrages ainsi que la sécurité des personnes ; ces travaux se déroulent en présence et sous le contrôle d'un contrôleur technique prévu par les dispositions législatives de la section VII du chapitre premier du livre premier du code de la construction et de l'habitation, aux frais de l'entreprise chargée de l'exécution des travaux. A défaut d'accord amiable entre l'exploitant et l'exécutant, le différend peut être soumis à l'arbitrage du préfet.

Annexes

A consulter dans les pièces jointes au PDF

- Décret n° 91-1147 modifié et ses annexes ;
- Fiche pratique – Prise en charge financière du déplacement des réseaux installés sur le domaine public routier (Réseau des juristes routiers – octobre 2008) ;
- Formulaire de demande de renseignements ;
- Formulaire de DICT.

Quelques sites internet utiles :

- www.legifrance.gouv.fr : les textes législatifs et réglementaires
- www.service-public.fr : les formulaires de demande de renseignement et de DICT
- www.minefe.gouv.fr : les CCAG

Fiche n° II-1

"Réalisation des fouilles de fondations superficielles et des blindages"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne la réalisation des fouilles de fondations superficielles des ouvrages et la réalisation des blindages éventuels de ces fouilles (objet du chapitre II "Fondations directes sur le sol" du fascicule 68 du CCTG).

2. Rappels – Définitions

- Fouilles pour fondations

Selon la définition du fascicule 68 du CCTG (article 10.1) :

"Sont considérées comme fouilles pour fondations les travaux de terrassement qui ont pour objet le creusement de l'excavation dans laquelle sont construites les parties d'un ouvrage prenant directement appui sur le sol."

Dans le cas d'un ensemble de travaux comportant des terrassements généraux et des fouilles pour fondations, la répartition des terrassements entre ces deux catégories est fixée par le marché, ou, à défaut, par le maître d'œuvre, sur proposition de l'entrepreneur."

Il est important de retenir que le volume de fouilles rémunéré est défini dans le marché (article 6.21.3.1 du fascicule 2 du CCTG).

- Déblais
(Article 5.4 du fascicule 2 du CCTG)
- Préparation du fond de fouille
(Article 12 du fascicule 68 du CCTG)

Enlèvement ou purge de tous les éléments, blocs, poches ou lentilles susceptibles de provoquer des désordres, et comblement des vides.

- Acceptation du fond de fouille
(Article 12 du fascicule 68 du CCTG)

Réalisée après les travaux de préparation du fond de fouille et réceptionnée conjointement par l'entreprise et le maître d'œuvre avec un géotechnicien.

- Finition du fond de fouille
(Article 12 du fascicule 68 du CCTG)

Décapage final jusqu'à la cote prévue dans des conditions permettant d'éviter l'ameublement du sol d'assise et éventuellement amélioration temporaire du fond de fouille destinée à éviter sa dégradation jusqu'à la mise en œuvre du dispositif de protection.

- Protection du fond de fouille
(Article 12 du fascicule 68 du CCTG)

Réalisée dès l'achèvement des travaux de finition. Elle est souvent obtenue par la mise en œuvre d'un béton de propreté ou d'un béton de fondation.

- Protection contre les eaux et épuisements du fond de fouille
(Article 10 du fascicule 68 du CCTG)

L'entrepreneur est tenu de procéder à la protection des fouilles contre les eaux et aux épuisements nécessaires pour maintenir les eaux à un niveau compatible avec l'avancement et la bonne exécution des travaux.

- Niveaux d'arrêt des fouilles

Il sont définis d'après la nature et la quantité des matériaux et comparés par un géotechnicien aux hypothèses du projet.

Importance des constats

Il est important de réaliser à toutes les étapes de la réalisation des fouilles des constats d'événements et de mesures. Il est recommandé dans la mesure du possible d'illustrer ces constats par des photos.

En effet, après remblaiements, la nature des terrains, les éventuelles difficultés rencontrées, les niveaux et dimensions des fouilles, la réalisation des diverses opérations prévues (préparation, acceptation, finition et protection du fond de fouille) ne peuvent plus être constatés, mesurés et/ou vérifiés.

3. Points importants à examiner

3.1.- Avant la réalisation des fouilles

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Documents à recueillir Travaux préalables 	PV d'implantation Documents du marché			Cf. § 3 et 4 de la présente fiche Se référer au plan d'implantation et à la procédure d'exécution Vérifier que les exploitants des réseaux ont été prévenus par l'entrepreneur (D.I.C.T. : Déclaration d'Intention de Commencer les Travaux) <i>Se reporter à la fiche n° I-1 "Implantation des ouvrages"</i>
<ul style="list-style-type: none"> Report de repères 	Géomètre, piquets, plan d'implantation			Accord préalable du maître d'œuvre Rédiger un procès verbal <i>Se reporter à la fiche n° I-1 "Implantation des ouvrages"</i>
<ul style="list-style-type: none"> Protection préalable du site contre les eaux de ruissellement 	Contrôle visuel		X	Se référer à la procédure d'exécution des fouilles.
<ul style="list-style-type: none"> Rabattement de nappe 				Se référer à la procédure d'exécution des fouilles.

3.2.- Pendant la réalisation des fouilles

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
EXÉCUTION DES FOUILLES				
<ul style="list-style-type: none"> Découverte d'engins de guerre 	- Alerter la gendarmerie et le service de déminage - Avis du coordonnateur SPS - Balisage de la zone	X		Respecter les consignes du PGCSPS. Rédiger un constat. Faire suspendre immédiatement les travaux.
<ul style="list-style-type: none"> Découverte d'ouvrages souterrains non repérés au préalable 	Piquets, plan d'implantation Balisage de la zone	X		Faire suspendre immédiatement les travaux, informer la hiérarchie et éventuellement le bureau d'études. Prévenir les services concessionnaires. Rédiger un constat.
<ul style="list-style-type: none"> Découverte de vestiges archéologiques 			X	Faire suspendre les travaux et informer la hiérarchie.

<ul style="list-style-type: none"> • Emploi des explosifs et/ou d'engins susceptibles d'engendrer des vibrations 	<p>Marché Réglementation en vigueur PGCSPS</p>	<p>X</p>	<p>Se référer à la procédure. Accord préalable du maître d'œuvre nécessaire. Consulter le marché qui peut fixer des restrictions par rapport à l'emploi de ces techniques. Constater les quantités de terrassement.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Extraction des matériaux 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>Se référer à la procédure d'exécution des terrassements et au dossier géotechnique.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Niveaux d'arrêt des fouilles 	<p>Consultation les spécialistes du LRPC et le bureau d'études Plans des ouvrages Ordre de service</p>	<p>X</p>	<p>Attendre la décision du maître d'œuvre. Comparer la coupe des fouilles avec la coupe géotechnique. Si le bon sol est rencontré à un niveau différent de celui prévu, il est possible, après consultation des spécialistes du LRPC et du bureau d'études, de modifier le niveau de fondation des ouvrages. Les modifications importantes de niveau ou de dimension de la fondation doivent faire l'objet d'un ordre de service. Constater les niveaux et les dimensions des fouilles.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification du fond de fouille <i>(Article 12 du fascicule 68 du CCTG)</i> 	<p>Contrôle visuel et topographique</p>		<p>Enlever ou purger tous les éléments, blocs, poches ou lentilles. Comblé les vides. Rédiger un constat des quantités purgées.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Réception du fond de fouille <i>(Article 12 du fascicule 68 du CCTG)</i> 	<p>Contrôle visuel Essais en place réalisés, le cas échéant, par l'entreprise sous contrôle du LRPC</p>	<p>X</p>	<p>Se référer à la procédure d'exécution des fouilles. S'assurer, au besoin par des essais en place (essai de plaque, dynaplaque ou essai de pénétration dynamique) que les terrains d'assise correspondent bien à ceux prévus au marché. Rédiger un constat</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Finition du fond de fouille <i>(Article 12 du fascicule 68 du CCTG)</i> 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>Se référer à la procédure d'exécution des fouilles et après réception du fond de fouille ; pour les sols meubles sensibles à l'eau ou gonflants ou rocheux évolutifs, cette finition doit suivre immédiatement les travaux de terrassements et de préparation du fond de fouille. Doit être réalisée avec des moyens légers.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Protection du fond de fouille <i>(Article 12 du fascicule 68 du CCTG)</i> • Protection des parois contre les eaux superficielles 	<p>Prévisions météo</p>		<p>X</p>	<p>Se référer à la procédure d'exécution des fouilles ; la protection doit être réalisée dès l'achèvement des travaux de finition du fond de fouille. Elle est souvent obtenue par la mise en oeuvre d'un béton de propreté ou d'un béton de fondation.</p> <p>Se référer à la procédure d'exécution des fouilles. La protection peut être réalisée avec un polyane dès la fin des travaux de finition.</p>
<p>ÉTAIEMENT ET BLINDAGE DES FOUILLES</p>				
<ul style="list-style-type: none"> • Étalement et blindage des fouilles <i>(Chapitre I, article 4 du fascicule 68 du CCTG)</i> 	<p>Marché Plan de blindage Avis du coordonnateur SPS Contrôle visuel</p>			<p>Se référer à la procédure de blindage des fouilles et au PGCSPS.</p> <p>Signaler immédiatement au représentant de l'entreprise, et à la hiérarchie, les dispositions non conformes aux plans de blindage initiaux ou modifiés, et les consigner au journal de chantier. Consulter le bureau d'études.</p> <p>Vérifier que la zone de circulation des engins de chantier, notamment vis-à-vis de la distance à la tête du soutènement, est conforme au projet de soutènement (plan).</p>
<p>PROTECTION CONTRE LES EAUX ET ÉPUISEMENTS DES FOUILLES</p>				
<ul style="list-style-type: none"> • Protection contre les eaux et épouement des fouilles <i>(Article 10 du fascicule 68 du CCTG)</i> 	<p>Contrôle visuel Prévisions météo</p>			<p>Se référer à la procédure d'exécution des fouilles. Dans tous les cas, le bétonnage de la semelle doit être fait hors d'eau.</p> <p>S'assurer que l'entreprise anticipe les intempéries exceptionnelles qui pourraient avoir une incidence sur la sécurité vis-à-vis des tiers, notamment avant une période d'inactivité (jours fériés, fin de semaine..).</p> <p>S'assurer en cas d'épuisements que le dispositif de pompage est muni d'un système de filtres pour éviter l'entraînement des éléments fins (Fascicule 68 du CCTG).</p>

4. Documents à fournir au maître d'œuvre

• Avant exécution

- Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux ;
- Plan d'implantation des ouvrages et plans d'exécution ;
- Provenance et destination des matériaux (déblais et remblais de fouilles) ;
- Plan d'Assurance Qualité ;
- Procédures d'exécution (notamment exécution des fouilles et exécution du blindage des fouilles) ;
- Note de calcul de blindage ;
- Plan de blindage des fouilles.

• Après exécution

- Bons de livraison des matériaux éventuels (en cas d'utilisation de matériaux d'apport) ;
- Fiches de suivi du contrôle intérieur ;
- Fiches de non-conformité éventuelles.

5. Documents à consulter sur le site

- Marché ;
- Dossier géotechnique ;
- Plan d'Assurance Qualité ;
- Procédures d'exécution (notamment exécution des fouilles et exécution du blindage des fouilles) ;
- Plans d'exécution visés ;
- Plan de blindage des fouilles.

6. Pour en savoir plus, consulter :

- Exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil. Fascicule 68 du CCTG ;
 - chapitre I : "Dispositions communes" ;
 - chapitre II : "Fondations directes sur le sol" ;
- Terrassements généraux - Fascicule 2 du CCTG. Fascicule spécial n° 2003-2, mars 2003 ;
- Réglementation concernant la hauteur des blindages : décret 65.48 du 08 janvier 1965 modifié par le décret 95.608 du 6 mai 1995.

Fiche n° II-2

"Les parois moulées et les barrettes"

1- Objet de la présente fiche

Cette fiche définit la nature des interventions à effectuer pour exécuter et réceptionner les parois moulées et les barrettes.

Les autres types de parois telles que les parois préfabriquées au coulis auto-durcissant, les parois au coulis armé, les parois d'étanchéité en béton plastique, les parois d'étanchéité au coulis, etc. ne sont pas traités dans la présente fiche.

Rappel :

- Paroi moulée : Paroi constituée d'une juxtaposition de panneaux verticaux en béton armé, réalisés par moulage dans le sol depuis la surface. Il peut s'agir de paroi de soutènement ou de parois pouvant jouer un rôle porteur (culée, piédroit ou pile) après excavation des terres, d'élément de fondation, voire de paroi d'étanchéité.
- Barrette : Élément de fondation en béton armé réalisé par moulage dans le sol et présentant une forme parallélépipédique en règle générale. La combinaison de barrettes permet d'obtenir des fondations profondes de sections diverses (en croix, en T, en H, etc.).



*Paroi moulée ancrée servant de soutènement
(photo LRPC de Lyon)*



*Élément de fondation profonde ou barrette
(photo LRPC de Lyon)*

Préambule :

Il est fait référence aux articles du fascicule 68 du CCTG et au recueil des règles de l'art "les pieux forés" (document Sétra/LCPC – Décembre 1978) dans différentes rubriques. Cependant, d'autres textes tels que les normes citées au chapitre 5 "Pour en savoir plus" pourront être utilement consultés.

2- Points importants à examiner

2.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des matériels <ul style="list-style-type: none"> – Matériel d'excavation du terrain ; 	Contrôle visuel et carnet d'entretien			Se référer à la procédure d'exécution du forage. Demander à l'entreprise de fournir les caractéristiques des matériels (pour comparaison avec celles figurant dans la procédure d'exécution) et une justification, le cas échéant, des différences constatées.

<ul style="list-style-type: none"> – Centrale BPE (principale et de secours). <p>• Contrôle des matériaux</p>	<p>Consultation d'un spécialiste du LRPC</p>		x	<p>Se référer au PAQ de l'entreprise (centrale de chantier) ou du producteur de bétons (centrale BPE). Vérifier notamment que celle-ci est titulaire du droit d'usage de la marque NF-BPE.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Conditions de stockage ; <i>Article 26.1 du fascicule 68 du CCTG</i> <i>Chapitre 7 du recueil "Les pieux forés"</i> 	<p>Contrôle visuel</p>			<p>Contrôler l'aire de stockage (propreté, mise hors d'eau, planéité), en référence au PAQ.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Murettes guides (si éléments métalliques) ; <i>Article 47.1 du fascicule 68 du CCTG</i> 	<p>Contrôle des dimensions, double-mètre</p>			<p>Se référer à la procédure d'exécution.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Éléments de cage d'armatures (origine, certification des aciers, nature et géométrie) ; 	<p>Contrôle visuel du ferrailage et contrôle des dimensions avec décamètre. Examen du bon de livraison</p>		x	<p>Se référer au PAQ, au plan de ferrailage et à la procédure d'exécution.</p> <p>Vérifier le marquage des aciers HA qui doit être conforme à la fiche d'homologation.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Tubes d'auscultation ; <i>Article 45.2.2. du fascicule 68 du CCTG</i> <i>Chapitre 7 du Recueil "Les pieux forés"</i> <i>(dispositifs de centrage)</i> 	<p>Contrôle visuel</p>	x		<p>Contrôler la nature, le diamètre intérieur, l'épaisseur, le nombre, la position, la longueur et le mode de fixation des tubes sur les cages d'armatures, en référence au plan et à la procédure d'exécution.</p> <p>La fixation par soudage des tubes sur les cages d'armatures peut occasionner des perforations des tubes. Il est donc nécessaire d'apporter une attention particulière à cette opération.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Écarteurs (dispositif de centrage) ; 	<p>Contrôle visuel</p>			<p>Contrôler le type, la position, le nombre et le mode de fixation des écarteurs, en référence au plan de ferrailage et à la procédure d'exécution.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Épreuve de convenance à la centrale à bétons, et, le cas échéant, à la centrale de secours. 	<p>Consultation d'un spécialiste du LRPC. Vérification de la conformité de la centrale à béton. Examen des résultats de l'épreuve de convenance effectuée à la centrale.</p>	x		<p>L'épreuve de convenance sera réputée satisfaisante si la composition des bétons (contrôle des bons de livraison et des bons de pesée) et si les caractéristiques des bétons définies dans le marché et le PAQ de l'entreprise, sont respectées (comparaison des résultats avec ceux de l'étude).</p> <p>L'épreuve de convenance doit être réalisée suffisamment tôt pour disposer des résultats à 28 jours avant le démarrage des travaux.</p>

2.2.- Avant le début de l'excavation

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la plate-forme de travail <ul style="list-style-type: none"> – Nivellement. 	Contrôle topométrique			Contrôler le niveau, la planéité, la propreté et la stabilité, en référence au plan et à la procédure d'exécution.
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification du positionnement des parois moulées ou des barrettes <i>Article 47.1 du fascicule 68 du CCTG</i> <ul style="list-style-type: none"> – Implantation des axes ; 	Contrôle topométrique		x	Se référer au plan d'implantation.
<ul style="list-style-type: none"> – Exécution des murettes-guides (coulées en place) ; 	Contrôle des dimensions avec mètre, et de la verticalité avec niveau			Se référer au plan et à la procédure d'exécution.
<ul style="list-style-type: none"> – Positionnement des murettes-guides. 	Contrôle topométrique	x		Se référer au plan et à la procédure d'exécution.
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la mise en place de la machine <ul style="list-style-type: none"> – Verticalité machine. 	Contrôle visuel sachant que ce contrôle ne permet pas de s'assurer de la verticalité exacte de la machine		x	Au démarrage du forage, la verticalité conditionne la bonne exécution des éléments de fondation.

2.3.- Pendant l'exécution

Il convient :

- de s'assurer que les dispositions décrites dans le marché, les plans, le PAQ et ses procédures, sont effectivement appliquées (tout incident durant les différentes opérations d'exécution fera l'objet d'un constat) ;
- de noter la présence des matériels et leurs différents mouvements sur le chantier ;
- de veiller à ce que l'entreprise renseigne de manière suffisamment précise une fiche de suivi du forage.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Contrôle de l'excavation <ul style="list-style-type: none"> – Tenue du terrain en tête ; 	Contrôle visuel			
<ul style="list-style-type: none"> – Nature de l'outil de forage en fonction de la profondeur ; 	Contrôle visuel (outil à adapter à la nature des terrains)		x	Se référer à la procédure d'exécution de l'excavation selon la profondeur et la nature des terrains rencontrés.

<ul style="list-style-type: none"> – Verticalité de l'excavation ; <i>Article 46.3 du fascicule 68 du CCTG</i> 	Données fournies par l'entreprise. Contrôle visuel (fil à plomb, inclinomètre).		Comparer avec les tolérances fixées par le marché.
<ul style="list-style-type: none"> – Nature géologique des déblais en fonction de la profondeur ; 	Contrôle visuel. Avis d'un spécialiste du LRPC en cas de doute.		<ul style="list-style-type: none"> - Comparer la coupe de forage avec la coupe géotechnique (issue des résultats des sondages), et en référence à la procédure d'exécution ; - Prélèvement d'échantillons de sol à faire par l'entreprise ; - Vérifier que leur position est indiquée dans la fiche de suivi de l'excavation.
<ul style="list-style-type: none"> – Niveau et hauteur d'ancrage dans le substratum ; 	Contrôle visuel. Avis d'un spécialiste du LRPC en cas de doute.	x	Comparer la coupe de forage avec la coupe géotechnique (issue des résultats des sondages), et en référence à la procédure d'exécution. En cas de différence, prévenir la hiérarchie, le bureau d'études et le LRPC.
<ul style="list-style-type: none"> – Curage ; <i>Article 26.2.1 du fascicule 68 du CCTG</i> 	Contrôle visuel et décamètre plombé	x	Le curage est nécessaire pour assurer un bon contact entre le terrain et les éléments de fondations. Il doit être fait juste avant le bétonnage. Si la profondeur du forage est différente, et notamment supérieure, à la côte théorique, prévenir la hiérarchie, afin d'adapter la longueur des cages d'armatures et des tubes d'auscultation aux profondeurs réelles.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation d'un trépan 	Contrôle visuel	x	Toute utilisation non prévue et dûment justifiée du trépan doit faire l'objet d'un accord préalable du maître d'œuvre. Le trépan induit dans le sol des vibrations pouvant engendrer des dégradations du béton en cours de prise et de durcissement des éléments situés à proximité.
<ul style="list-style-type: none"> – Boue de forage (bentonite) ; 			La qualité de la boue conditionne la stabilité de l'excavation et la qualité du béton des éléments de fondation.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caractéristiques de la boue ; <i>Article 23.3 du fascicule 68 du CCTG</i> 	Assistance d'un spécialiste du LRPC	x	Se référer à la procédure d'exécution ; le contrôle comprend la mesure de la densité, de la fluidité et de la teneur en sable au cours de la réalisation de chaque élément de fondation. Ces contrôles sont obligatoires (Cf. Fascicule 68 du CCTG et norme NF EN 1538).

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Niveau de la boue dans la tranchée. <i>Les articles 26.8.3, 26.8.4 et 26.8.5 du fascicule 68 du CCTG sont applicables</i> ▪ Circulation de la boue ; ▪ Recyclage de la boue ; ▪ Évacuation des produits de recyclage. 	<p>Contrôle visuel</p> <p>Contrôle visuel</p> <p>Contrôle des caractéristiques de la boue recyclée (voir ci-dessus)</p>	<p>Se référer à la procédure d'exécution de l'excavation. Un niveau insuffisant peut entraîner des éboulements, voire un effondrement des parois de l'excavation.</p> <p>Circulation de la boue pour recyclage/pompage (circulation directe, circulation inverse selon la procédure d'exécution).</p> <p>Élimination des éléments fins en suspension. (Voir caractéristiques de la boue ci-dessus). Attention : s'assurer que les dispositions préétablies en matière de propreté du chantier et de ses environs (au niveau du recyclage et de la circulation de la boue) sont effectivement appliquées afin d'éviter la pollution.</p> <p>x Les produits de recyclage doivent être traités avant évacuation conformément au PAQ et aux prescriptions du CCTP (prescriptions de la loi sur l'eau).</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la mise en place de la ou des cages d'armatures – Présence des bouchons étanches aux extrémités inférieures et supérieures des tubes d'auscultation ; 	<p>Contrôle visuel</p>	<p>x Pour éviter la pénétration de laitance ou de béton dans les tubes et assurer l'étanchéité à l'eau afin de ne pas compromettre l'opération de contrôle par auscultation sonique.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Raboutage des éléments de cage ; 	<p>Contrôle visuel</p>	<p>x - Vérifier les recouvrements ou les manchonnages des aciers (Le manchonnage offre une plus grande sécurité. Le soudage est à proscrire) ; - Vérifier les raboutages entre les éléments de tubes d'auscultation ; - Faire passer une "souris" dans les tubes avant la mise en place des cages d'armatures dans le forage ; - Vérifier l'étanchéité des raboutages (afin d'éviter la pénétration de laitance dans les tubes et les fuites de l'eau nécessaire au couplage des sondes d'auscultation).</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Déformation de la ou des cage(s) d'armatures ; 	<p>Contrôle visuel</p>	<p>Les manutentions ne doivent pas provoquer de déformations.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Positionnement de la cage d'armatures en altimétrie ; 	<p>Contrôle topométrique Comparer la longueur de la cage avec la profondeur de l'excavation.</p>	<p>x La cage d'armatures doit être maintenue en tête par l'intermédiaire des murettes guides (s'assurer du parfait emplacement des anses de positionnement et de levage). Les cages d'armatures doivent atteindre le fond du forage sans être au contact du terrain.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – Sens des cages d'armatures ; 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>x Contrôler le sens des cages d'armatures lors de leur mise en place dans la tranchée (vis-à-vis des armatures en attente). La procédure d'exécution doit prévoir un repérage (code couleur par exemple).</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Longueur des aciers en attente ; 	<p>Contrôle visuel et contrôle des dimensions avec mètre</p>		<p>x Se référer aux plans de ferrailage.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Centrage dans l'excavation. 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>Normalement assuré avec les dispositifs de centrage.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des joints entre éléments de parois moulées <i>Article 47.2.6 du fascicule 68 du CCTG</i> 			
<ul style="list-style-type: none"> – Nature, dimension et positionnement ; 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>La qualité des joints et leur positionnement conditionnent l'étanchéité de la paroi lorsque celle-ci est nécessaire. Il existe plusieurs types de joints : joint de type waterstop intégré au profilé de coffrage, joint réalisé par utilisation de tubes-joints, ou par exécution du forage avec une hydrofraise.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Mise en œuvre. 	<p>Contrôle visuel</p>	<p>x</p>	<p>Se référer à la procédure d'exécution.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle du bétonnage 			
<ul style="list-style-type: none"> – Contrôle de la profondeur du forage avant bétonnage ; 	<p>Contrôle avec un décamètre plombé</p>		<p>Pour vérifier l'absence d'éboulement dans la tranchée, voire une remontée de sable.</p> <p>Rappel : Le délai entre la fin du curage et le bétonnage doit être le plus court possible (3h au plus selon l'article 26.8.6 du fascicule 68 du CCTG).</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Fabrication, transport et moyens de mise en œuvre du béton ; 	<p>Contrôle visuel</p>	<p>x</p>	<p>Dès l'arrivée des camions sur le chantier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contrôler la formulation du béton ; - Contrôler les bons de livraison et les bons de pesée, l'heure de fabrication des gâchées et le temps de transport (Cf. référentiel de certification de la marque NF-BPE 033 de janvier 2005, article 2.4.3.4 "exemple d'un bon de livraison") ; - Contrôler la mise en œuvre du béton (benne ou pompe) en référence à la procédure d'exécution (<i>la procédure doit intégrer les spécifications du marché</i>).
<ul style="list-style-type: none"> – Béton ; 	<p>Contrôle à partir d'essais effectués par le laboratoire</p>	<p>x</p>	<p>L'entreprise doit aussi réaliser des essais sur chantier (affaissement et autres caractéristiques spécifiées dans le CCTP) et confectionner des éprouvettes pour</p>

<p>– Mise en œuvre du béton par tubes plongeurs ;</p> <p>– Cote du béton dans l'excavation ;</p> <p>– Position de la cage ;</p> <p>– Purge en fin de bétonnage ;</p> <p>– Enlèvement de la murette guide.</p> <p>• Contrôle du recépage <i>Article 47.5 du fascicule 68 du CCTG</i></p> <p>– Cote de recépage ;</p> <p>– Recépage.</p>	<p>départemental ou par le LRPC au titre du contrôle extérieur</p> <p>Contrôle visuel et décamètre plombé</p> <p>Contrôle visuel</p> <p>Contrôle visuel</p> <p>Contrôle visuel</p> <p>Contrôle visuel</p> <p>Contrôle topométrique</p> <p>Contrôle visuel</p>		<p>essais en laboratoire (résistances mécaniques et autres caractéristiques spécifiées dans le CCTP). Comparaison des résultats par rapport à ceux exigés au marché.</p> <p>x Contrôler la longueur, le nombre, l'entre-axe des tubes plongeurs, et l'amorçage des tubes plongeurs, par rapport à la procédure d'exécution (l'amorçage "à la pelle" est interdit). L'amorçage du tube plongeur peut être effectué avec une boule de polystyrène, un sac papier rempli de béton par exemple.</p> <p>Attention de ne pas désamorcer les tubes en cours de bétonnage.</p> <p>La remontée et le retrait des éléments de tubes doivent être faits en fonction de la cote du béton frais, sinon le béton pollué du fond de fouille sera mélangé au béton sain (base du tube plongeur toujours au-dessous du niveau du béton frais).</p> <p>Suivi de la quantité de béton mise en œuvre en fonction du niveau atteint dans l'excavation (courbe de bétonnage) pour détecter d'éventuelles anomalies.</p> <p>x Il ne doit y avoir ni remontée, ni excentrement des cages d'armatures.</p> <p>Éliminer tout ou partie du béton pollué par la boue. Dans le cas où le recépage n'est pas prévu, éliminer tout le béton pollué par la boue, soit au minimum un volume correspondant à une hauteur de 50 cm environ.</p> <p>Se référer à la procédure d'exécution.</p> <p>x Se référer au plan et à la cote d'arase et en tout état de cause jusqu'au béton sain.</p> <p>Mode d'exécution conforme à la procédure d'exécution (voir paragraphe 2.4 ci-après).</p> <p>Le recépage est généralement effectué entre 3 et 8 jours après la fin du bétonnage.</p> <p>Les techniques de recépage les plus couramment utilisées sont le recépage chimique, hydraulique, le marteau piqueur, par exemple).</p>
--	---	--	--

				<p>Les armatures en attente ne doivent pas être successivement pliées et dépliées.</p> <p>Le brise roche ne doit pas être utilisé car il engendre une microfissuration de la tête des pieux.</p>
--	--	--	--	--

2.4.- Après l'exécution - Réception

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des parois moulées ou des barrettes en phase finale <i>Chapitre 7 du recueil "Les pieux forés".</i> <ul style="list-style-type: none"> – Intégrité des éléments ; 	<p>Contrôle par auscultation à réaliser par des spécialistes</p>	x		<p>Méthode par transparence dans les tubes d'auscultation, ou par réflexion/impédance uniquement pour les éléments de petites dimensions, à partir de la tête des parois moulées ou des barrettes.</p> <p>L'entreprise titulaire du marché ne peut commencer les phases d'exécution de travaux suivantes qu'à partir du moment où les résultats du contrôle de l'intégrité des fûts sont connus et jugés satisfaisants par le maître d'œuvre.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Contact en fond d'excavation ; 	<p>Contrôle par carottage</p>			<p>Le contrôle par carottage ne doit pas être systématique, il est notamment envisagé si l'auscultation révèle un contact douteux ou en cas d'incident survenu au cours du bétonnage.</p> <p>Le carottage peut être réalisé soit à partir des tubes d'auscultation 50/60, soit à partir de tubes 102/114 spécialement mis en place pour cette opération. L'extrémité inférieure de ces tubes est arrêtée à 50 cm environ du fond de l'excavation. Ces tubes ne sont pas destinés à être utilisés pour l'auscultation sonore.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Implantation des têtes des éléments de fondation à la cote théorique de recépage ; 	<p>Contrôle topométrique</p>			<p>Se référer aux plans d'exécution ; comparer les écarts avec les tolérances fixées dans le CCTP.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Cote des têtes des éléments de fondation après recépage ; 	<p>Contrôle topométrique</p>	x		<p>Se référer aux plans d'exécution ; comparer les écarts avec les tolérances fixées dans le CCTP.</p>
<p>Cas des parois moulées de soutènement</p> <ul style="list-style-type: none"> – Contrôle de la qualité du parement (aspect, verticalité, hors profil) ; 	<p>Contrôle visuel</p>	x		<p>Se référer aux spécifications du CCTP et du PAQ.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Contrôle de la qualité des joints d'étanchéité, après déblaiement des fouilles. 	<p>Contrôle visuel</p>			

3- Documents à consulter sur le site

- Marché ;
- Plans d'Assurance Qualité (PAQ) (comprenant notamment les fiches d'agrément ou d'homologation des matériaux) ;
- Procédures d'exécution (intégrées au PAQ) ;
- Plans d'exécution ;
- Dossier géotechnique ;
- Vérification du marquage des aciers HA, qui doit être conforme à la fiche d'homologation ;
- Bons de livraison des matériaux en particulier bons de livraison et bons de pesées dans le cas d'approvisionnement des bétons par des centrales BPE ;
- Journal de chantier.

4- Documents à fournir au maître d'œuvre

- **Avant exécution :**
 - Dossier technique complet ;
 - Plans d'Assurance Qualité ;
 - Procédures d'exécution (intégrées au PAQ) ;
 - Bons de livraisons des matériaux ;
 - Fiches techniques des produits utilisés ;
 - Certificat de conformité (marque NF-BPE, marquage CE, etc...).
- **Après exécution :**
 - Fiches de contrôles, mises en place dans le cadre du contrôle intérieur ;
 - Fiches de demande de levées de points d'arrêt ;
 - Fiches de non-conformités éventuelles et d'actions correctives et préventives.

5- Pour en savoir plus, consulter

- Exécution des travaux de fondations des ouvrages de génie civil. Fascicule 68 du CCTG (Chapitre VII. Parois moulées dans le sol) ;
- Recueil des règles de l'art - Les pieux forés. Guide technique. Sétra/LCPC, décembre 1978, 197 p. (référence Sétra : F7809) (voir notamment le chapitre 7, pour ce qui concerne le contrôle à savoir : les recommandations concernant les tubes de réservation, les moyens de contrôle et l'organisation du contrôle) ;
- Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil. Fascicule 62, titre V du CCTG ;
- Norme NF P94-160-1 : Sols - Reconnaissance et essais - Auscultation d'un élément de fondation. Partie 1 : Méthode par transparence ;
- Norme NF P94-160-2 : Sols - Reconnaissance et essais - Auscultation d'un élément de fondation. Partie 2 : Méthode par réflexion, sous certaines conditions, notamment géotechniques et dimensionnelles ;
- Norme NF EN 1538 : Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Parois moulées.

Fiche n° II-3

"Les palplanches"

1- Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne le contrôle de la mise en oeuvre des palplanches employées pour réaliser des ouvrages définitifs. Le cas des rideaux de palplanches équipés de tirants n'est pas traité dans la présente fiche et devrait l'être, à terme, dans la fiche "Tirants d'ancrage".

Certains contrôles mentionnés peuvent relever à la fois du contrôle extérieur incombant au maître d'œuvre et du contrôle intérieur mis en place par l'entreprise ; la répartition entre ces différents contrôles est normalement fixée dans les pièces du marché.

Préambule :

Il est fait référence aux articles du fascicule 68 du CCTG dans différentes rubriques. Cependant, d'autres textes tels que les normes citées au chapitre 5 "Pour en savoir plus" pourront être également et utilement consultés.



Rideau de palplanches
(photo LRPC de Lyon)

2- Points importants à examiner

PA = Point d'arrêt PC = Point critique

2.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des matériels <ul style="list-style-type: none"> – Matériel de fonçage et accessoires 	Contrôle visuel et carnet d'entretien		x	<p>Se référer à la procédure de fonçage. En particulier, adaptation du casque de battage aux palplanches utilisées.</p> <p>Demander à l'entreprise de fournir les caractéristiques des matériels (pour comparaison avec celles figurant dans la procédure d'exécution) et une justification, le cas échéant, des différences constatées.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des matériaux <ul style="list-style-type: none"> – Palplanches, liernes, butons (origine, nature, géométrie, pinçage, protection anticorrosion) ; (article 37 du fascicule 68 du CCTG) 	Bons de livraison, pied à coulisse, décamètre		x	Se référer au PAQ, aux plans et à la procédure d'exécution.

<ul style="list-style-type: none"> – Guides. • Essai de fonçage (éventuel) – Comportement du rideau (pénétration, déformation) ; – Vibrations transmises à l'environnement (éventuel). 	<p>Contrôle visuel et carnet d'entretien</p> <p>Visuel, courbe de battage, mètre, niveau à bulle</p> <p>Contrôle par un spécialiste du LRPC</p>			<p>Se référer à la procédure d'exécution.</p> <p>Conseillé lorsque des doutes sur les possibilités de pénétration ou sur les méthodes de fonçage à mettre en oeuvre existent.</p> <p>Se référer à la procédure et aux plans d'exécution.</p> <p>Comparer les mesures aux seuils définis dans le marché.</p>
---	---	--	--	---

2.2.- Avant le début du fonçage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Transport, stockage et manutention (<i>article 40.3 du fascicule 68 du CCTG et article 8 de la norme NF EN 12063</i>) • Implantation, préparation <ul style="list-style-type: none"> – Vérification de l'implantation ; – Guidage ; – Verticalité dans les deux plans lors de la mise en fiche. 	<p>Contrôle visuel</p> <p>Géomètre</p> <p>Contrôle visuel, double mètre</p> <p>Niveau à bulle</p>		<p>x</p> <p>x</p>	<p>Doivent être réalisés de façon à ne pas engendrer de déformation permanente, fissuration et détérioration des revêtements éventuels.</p> <p>Se référer aux plans d'exécution.</p> <p>Se référer à la procédure d'exécution.</p> <p>Un niveau pour le guidage est indispensable pour assurer la mise en oeuvre correcte des palplanches.</p>

2.3.- Pendant l'exécution

2.3.1.- Généralités

Il convient :

- de s'assurer que les dispositions décrites dans le marché, les plans, le PAQ et ses procédures, sont effectivement appliquées (tout incident durant les différentes opérations d'exécution fera l'objet d'un constat) ;
- de noter la présence des matériels et leurs différents mouvements sur le chantier ;
- de veiller à ce que l'entreprise renseigne de manière suffisamment précise une fiche de suivi du fonçage.

2.3.2.- Actions de mise en œuvre proprement dites

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Manutention et enclenchement 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>x</p>	<p>Se référer à la procédure. Phase délicate pouvant donner lieu à des détériorations des éléments et à des problèmes de sécurité des personnels.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle du fonçage <ul style="list-style-type: none"> – Méthode d'exécution du fonçage ; (<i>article 40.2 du fascicule 68 du CCTG</i>) – Suivi de l'enfoncement ; (<i>article 41 du fascicule 68 du CCTG</i>) – Verticalité dans les deux plans (plan du rideau et plan vertical perpendiculaire au rideau) ; – Décision d'arrêt de fonçage ; (<i>articles 40.8 et 41 du fascicule 68 du CCTG</i>) – Déformations et défaut de verticalité ; – Entures. • Étaiements <ul style="list-style-type: none"> – Phasage de la pose ; – Géométrie. • Recépage <ul style="list-style-type: none"> – Contrôle des cotes. 	<p>Contrôle visuel</p>			<p>L'emploi éventuel, au niveau des serrures, de lubrifiant ou de produits visant à améliorer l'étanchéité du rideau doit avoir été explicitement prévu et autorisé.</p>
	<p>Courbes d'enfoncement (relevés de fonçage)</p> <p>Niveau à bulle</p>			<p>x Se référer à la procédure d'exécution (programme de fonçage) : mise en oeuvre par unité, par paire, par panneau, ou partiellement en une seule fois.</p> <p>x À étudier par rapport aux données géotechniques (épaisseurs prévues des différentes couches) et aux essais de fonçage s'ils ont été réalisés.</p> <p>Les déviations éventuelles doivent être détectées le plus tôt possible pour faciliter la mise en place des mesures correctives nécessaires.</p>
	<p>Courbes d'enfoncement (relevés de fonçage). Recours à un spécialiste possible.</p>			<p>x Se référer aux plans et, dans le cas de palplanches supportant des charges verticales importantes, au critère d'arrêt fixé (refus).</p>
	<p>Contrôle visuel, double mètre, niveau à bulle</p>			<p>x Incidents à relever : vrillage, déformation des têtes, dégraissage, déchirure, enroulement.</p>
	<p>Contrôle visuel, niveau à bulle. Contrôle qualité des soudures par LRPC.</p>			<p>x Comportement de la soudure au fonçage et verticalité.</p>
	<p>Contrôle visuel</p>			<p>Se référer à la procédure d'exécution.</p>
	<p>Contrôle visuel, décamètre</p>			<p>Se référer aux plans. S'assurer du bon contact entre palplanches et liernes, liernes et butons (cales).</p>
	<p>Décamètre</p>			<p>x Se référer aux plans d'exécution.</p>

2.4.- Après l'exécution - La réception

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la géométrie finale du rideau <ul style="list-style-type: none"> – Contrôle de l'implantation de la tête de rideau (cotes et verticalité dans les deux plans) 	<p>Décamètre, niveau à bulle</p>			<p>x Se référer aux plans et aux tolérances fixées.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de protection anticorrosion réalisée sur chantier (éventuel) <ul style="list-style-type: none"> – Nature du système ; – Application, épaisseurs. 	<p>Contrôle visuel</p> <p>Par spécialiste du LRPC</p>		<p>Se référer à la procédure d'exécution (fiche technique du produit)</p> <p>x Se référer à la procédure d'exécution (fiche technique du produit)</p>
---	---	--	--

3- Documents à consulter sur le site

- Marché ;
- Plans d'Assurance Qualité (PAQ comprenant notamment les fiches d'agrément ou d'homologation des matériaux) ;
- Procédures d'exécution (intégrées au PAQ) ;
- Plans d'exécution ;
- Dossier géotechnique ;
- Bons de livraison des matériaux ;
- Journal de chantier.

4- Documents à fournir au maître d'œuvre

- **Avant exécution :**
 - Dossier technique complet ;
 - Plans d'Assurance Qualité ;
 - Procédures d'exécution (intégrées au PAQ) ;
 - Bons de livraisons des matériaux.
- **Après exécution :**
 - Fiches de contrôles, mises en place dans le cadre du contrôle intérieur ;
 - Fiches de demande de levées de points d'arrêt ;
 - Fiches de non-conformités éventuelles et d'actions préventives et correctives.

5- Pour en savoir plus, consulter

- Exécution des travaux de fondations des ouvrages de génie civil. Fascicule 68 du CCTG (Chapitre VI : palplanches et rideaux de palplanches) ;
- Norme NF EN 12063 : Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Rideaux de palplanches ;
- Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil. Fascicule 62, titre V du CCTG (article A.3.2. Aciers).

Fiche n° II-4 "Les pieux forés"

1- Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne la mise en oeuvre des pieux exécutés en place par excavation du sol à l'abri ou non d'un tube de travail. Suivant le cas, celui-ci peut être récupéré ou pas.

Cette catégorie de pieux comprend :

- les pieux forés simples sans soutènement des parois du forage tels que chemise, gaine ou tube ;
- les pieux forés à la boue et plus généralement avec un liquide de forage ;
- les pieux forés chemisés, gainés, tubés.

Elle ne concerne pas directement les pieux dits "forés à la tarière creuse".

Préambule :

Il est fait référence aux articles du fascicule 68 du CCTG et au recueil des règles de l'art "les pieux forés" (document Sétra/LCPC - Décembre 1978) dans différentes rubriques. Cependant, d'autres textes tels que les normes citées au chapitre 5 "Pour en savoir plus" pourront être utilement consultés.



Pieux forés
(photo LRPC de Lyon)


2- Points importants à examiner

PA = Point d'arrêt PC = Point critique

2.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des matériels <ul style="list-style-type: none"> - Matériel de fonçage (le cas échéant) ; - Matériel de forage ; - Centrale BPE (principale et de secours). • Contrôle des matériaux <ul style="list-style-type: none"> - Conditions de stockage ; (Article 26.1 du fascicule 68 du CCTG Chapitre 7 du recueil "Les pieux forés") 	<p>Contrôle visuel et carnet d'entretien</p> <p>Contrôle visuel et carnet d'entretien</p> <p>Consultation d'un spécialiste du LRPC</p> <p>Contrôle visuel</p>			<p>Se référer à la procédure d'exécution du fonçage.</p> <p>Se référer à la procédure d'exécution du forage. Demander à l'entreprise de fournir les caractéristiques des matériels (pour comparaison avec celles figurant dans la procédure d'exécution) et une justification, le cas échéant, des différences constatées.</p> <p>x Se référer au PAQ de l'entreprise (centrale de chantier) ou du producteur de bétons (centrale BPE). Vérifier notamment que celle-ci est titulaire du droit d'usage de la marque NF-BPE.</p> <p>Contrôler l'aire de stockage (propreté, mise hors d'eau, planéité), en référence au PAQ.</p>

Voir film (forage pieux) incorporé en pièce jointe dans ce PDF

<ul style="list-style-type: none"> - Tubages, virole de tête ; 	<p>Contrôle des dimensions, décamètre, double mètre</p>			<p>Se référer à la procédure d'exécution et aux plans concernés.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Éléments de cage d'armatures (origine, certification des aciers, nature et géométrie) ; 	<p>Contrôle visuel du ferrailage et contrôle des dimensions avec décamètre, examen du bon de livraison</p>		<p>x</p>	<p>Se référer au PAQ, au plan de ferrailage et à la procédure d'exécution.</p> <p>Vérifier le marquage des aciers HA qui doit être conforme à la fiche d'homologation.</p> <p> Voir film (armatures pieux.wmv) incorporé en pièce jointe dans ce PDF</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Tubes d'auscultation et éventuellement tube de carottage ; [Article 45.2.2 du fascicule 68 du CCTG et chapitre 7 du Recueil "Les pieux forés" (dispositifs de centrage)] 	<p>Contrôle visuel</p>	<p>x</p>		<p>Contrôler la nature, le diamètre intérieur, l'épaisseur, le nombre, la position, la longueur et le mode de fixation des tubes sur les cages d'armatures, en référence au plan et à la procédure d'exécution. La fixation par soudage des tubes sur les cages d'armatures peut occasionner des perforations des tubes. Il est donc nécessaire d'apporter une attention particulière à cette opération.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Écarteurs (dispositif de centrage) ; 	<p>Contrôle visuel</p>			<p>Contrôler le type, la position, le nombre et le mode de fixation des écarteurs, en référence au plan de ferrailage et à la procédure d'exécution.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Épreuve de convenance à la centrale à bétons, et, le cas échéant, à la centrale de secours. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consultation d'un spécialiste du LRPC ; - Vérification de la conformité de la centrale à béton ; - Examen des résultats de l'épreuve de convenance effectuée à la centrale. 	<p>x</p>		<p>L'épreuve de convenance sera réputée satisfaisante si la composition des bétons (contrôle des bons de livraison et des bons de pesée) et si les caractéristiques des bétons définies dans le marché et le PAQ de l'entreprise, sont respectées (comparaison des résultats avec ceux de l'étude).</p> <p>L'épreuve de convenance doit être réalisée suffisamment tôt pour disposer des résultats à 28 jours avant le démarrage des travaux.</p>

2.2.- Avant le début de forage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la plate-forme de travail <ul style="list-style-type: none"> - Nivellement 	<p>Contrôle topométrique</p>			<p>Contrôler le niveau, la planéité, la propreté et la stabilité, en référence au plan et à la procédure d'exécution.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Vérification du positionnement des pieux <ul style="list-style-type: none"> – Implantation des axes (Article 25 du fascicule 68 du CCTG) • Vérification de la mise en place de la machine <ul style="list-style-type: none"> – Verticalité de la machine 	<p>Contrôle topométrique</p>	x		Se référer au plan d'implantation.
	<p>Contrôle visuel sachant que ce contrôle ne permet pas de s'assurer de la verticalité exacte de la machine.</p>		x	Au démarrage du forage, la verticalité conditionne la bonne exécution des éléments de fondation.

2.3.- Pendant l'exécution

Il convient :

- de s'assurer que les dispositions décrites dans le marché, les plans, le PAQ et ses procédures, sont effectivement appliquées (tout incident durant les différentes opérations d'exécution fera l'objet d'un constat) ;
- de noter la présence des matériels et leurs différents mouvements sur le chantier ;
- de veiller à ce que l'entreprise renseigne de manière suffisamment précise une fiche de suivi du forage.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Spécificités des pieux forés tubés				
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle du fonçage du tube de travail <ul style="list-style-type: none"> – Mise en oeuvre des tubages : méthode, profondeur de fiche. • Contrôle du forage <ul style="list-style-type: none"> – Respect de l'ordre d'exécution des opérations ; – Tenue du terrain en place en tête de forage ; – Nature de l'outil en fonction de la profondeur ; – Verticalité du forage ; (Article 25.3 du fascicule 68 du CCTG) 	<p>Contrôle visuel Mètre</p>			Se référer à la procédure d'exécution. Sauf circonstance particulière, la base du tube doit toujours être située en dessous du fond du forage (article 26.6.1 du fasc. 68 du CCTG).
	<p>Contrôle visuel</p> <p>Contrôle visuel</p> <p>Contrôle visuel (outil à adapter à la nature des terrains)</p> <p>Procédure d'exécution de l'entreprise</p> <p>Contrôle visuel (fil à plomb, inclinomètre)</p>		x	Se référer au plan de pilotage (article 25.1 du fasc. 68 du CCTG). Présence obligatoire du tube de travail ou de la virole, selon la procédure d'exécution Se référer à la procédure d'exécution, selon la profondeur et la nature des terrains traversés. Comparer avec les tolérances fixées dans le marché.

<ul style="list-style-type: none"> – Nature géologique des déblais en fonction de la profondeur ; 	Contrôle visuel. Avis d'un spécialiste du LRPC en cas de doute (recommandé pour les premiers pieux)			Comparer la coupe de forage avec la coupe géotechnique issue des résultats des sondages. Prélèvements d'échantillons de sol à faire par l'entreprise (vérifier que leur position soit indiquée dans la fiche de suivi du forage).
<ul style="list-style-type: none"> – Niveau et hauteur d'ancrage ; (dans le substratum) 	Contrôle visuel. Avis d'un spécialiste du LRPC en cas de doute (recommandé pour les premiers pieux)	x		Comparer la coupe de forage avec la coupe géotechnique issue des résultats des sondages. En cas de différence, prévenir la hiérarchie, le bureau d'études et le LRPC.
<ul style="list-style-type: none"> – Utilisation d'un trépan. 	Contrôle visuel	x		Toute utilisation non prévue et dûment justifiée du trépan doit faire l'objet d'un accord préalable du maître d'œuvre. Le trépan induit dans le sol des vibrations pouvant engendrer des dégradations du béton en cours de prise et de durcissement des éléments situés à proximité.

Spécificités des pieux forés à la boue

<ul style="list-style-type: none"> • Boue de forage (bentonite) – Caractéristiques de la boue (neuve ou recyclée) ; <i>(Article 23.3 du fascicule 68 du CCTG)</i> 	Assistance d'un spécialiste du LRPC		x	Se référer à la procédure d'exécution ; le contrôle comprend généralement la mesure de la densité, de la fluidité et de la teneur en sable au cours de la réalisation de chaque élément de fondation. Ces contrôles sont obligatoires (Cf. fascicule 68 du CCTG et norme NF EN 1538). La qualité de la boue conditionne la stabilité du forage et la qualité du béton des éléments de fondation.
<ul style="list-style-type: none"> – Niveau de la boue dans le forage ; <i>(Articles 26.8.3 et 26.8.4 du fascicule 68 du CCTG)</i> 	Contrôle visuel			Se référer à la procédure d'exécution du forage. Un niveau insuffisant peut entraîner des éboulements, voire un effondrement des parois de l'excavation.
<ul style="list-style-type: none"> – Circulation de la boue ; 	Contrôle visuel			Circulation de la boue pour recyclage/pompage (circulation directe, circulation inverse selon la procédure d'exécution).
<ul style="list-style-type: none"> – Recyclage de la boue ; 	Contrôle des caractéristiques de la boue recyclée (voir ci-dessus).			Élimination des éléments fins en suspension (voir caractéristiques de la boue ci-dessus). Attention : s'assurer que les dispositions préétablies en matière de propreté du chantier et de ses environs (au niveau du recyclage et de la circulation de la boue) sont effectivement appliquées afin d'éviter la pollution.

<ul style="list-style-type: none"> – Évacuation des produits de recyclage. 			<p>x Les produits de recyclage doivent être traités avant évacuation conformément au PAQ et aux prescriptions du CCTP (prescriptions de la loi sur l'eau).</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Curage quel que soit le type de pieux forés (Article 26.2.1 du fascicule 68 du CCTG) 	<p>Contrôle visuel et décimètre plombé</p>	<p>x</p>	<p>Le curage est nécessaire pour assurer un bon contact entre le terrain et les éléments de fondations. Il doit être fait juste avant le bétonnage.</p> <p>Si la profondeur du forage est supérieure à la cote théorique, prévenir la hiérarchie, afin d'adapter la longueur des cages d'armatures et des tubes d'auscultation aux profondeurs réelles.</p> <p>Vérifier la nature du terrain en fond de forage par comparaison avec la coupe géotechnique.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la mise en place de la cage d'armatures 			
<ul style="list-style-type: none"> – Présence des bouchons étanches aux extrémités inférieures et supérieures des tubes d'auscultation ; 	<p>Contrôle visuel</p>	<p>x</p>	<p>Pour éviter la pénétration de laitance ou de béton dans les tubes et assurer l'étanchéité à l'eau afin de ne pas compromettre l'opération de contrôle par auscultation sonore.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Raboutage des éléments de cage ; 	<p>Contrôle visuel</p>	<p>x</p>	<p>Vérifier les recouvrements ou les manchonnages des aciers.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Raboutage des tubes d'auscultation ; 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>Vérifier les raboutagés entre les éléments de tubes d'auscultation. Le manchonnage offre une plus grande sécurité. Le soudage est à proscrire.</p> <p>Faire passer une "souris" dans les tubes avant la mise en place des cages d'armatures dans le forage.</p> <p>Vérifier l'étanchéité des raboutagés (afin d'éviter la pénétration de laitance dans les tubes et les fuites de l'eau nécessaire au couplage des sondes d'auscultation).</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Déformation de la cage d'armatures ; 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>Les manutentions ne doivent pas provoquer de déformations.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Positionnement de la cage d'armatures en altimétrie ; 	<p>Contrôle topométrique : comparer la longueur de la cage avec la profondeur du forage</p>	<p>x</p>	<p>Pour éviter son flambement, la cage d'armatures doit normalement être suspendue en tête, tout en atteignant au plus près le fond du forage sans toucher le terrain.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Sens des cages d'armatures ; 	<p>Contrôle visuel</p>	<p>x</p>	<p>Contrôler le sens des cages d'armatures lors de leur mise en place dans le forage (vis-à-vis des armatures en attente). La procédure d'exécution doit prévoir un repérage (code couleur par exemple).</p>

<ul style="list-style-type: none"> – Longueur des aciers en attente ; 	<p>Contrôle visuel et contrôle des dimensions avec décimètre</p>		<p>x Se référer aux plans de ferrailage.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Centrage et déformations en plan. 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>Normalement assuré par les écarteurs.</p>
<p>• Contrôle du bétonnage</p>			
<ul style="list-style-type: none"> – Contrôle de la profondeur du forage avant bétonnage ; 	<p>Contrôle avec un décimètre plombé</p>		<p>x Pour vérifier l'absence d'éboulement dans le forage. Rappel : le délai entre la fin du curage et le bétonnage doit être le plus court possible. Des indications plus précises sur ce délai sont données aux articles 26.5.3, 26.6.3 et 26.8.6 du fascicule 68 du CCTG, selon le type des pieux.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Fabrication, transport et moyens de mise en œuvre du béton ; 	<p>Contrôle visuel</p>		<p>x Dès l'arrivée des camions sur le chantier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôler la formulation du béton, - contrôler les bons de livraison et les bons de pesée, l'heure de fabrication des gâchées et le temps de transport (Cf. référentiel de certification de la marque NF-BPE 033 de janvier 2005 "article 2.4.3.4 exemple d'un bon de livraison"). <p>Contrôler la mise en œuvre du béton (benne ou pompe) en référence à la procédure d'exécution (la procédure doit intégrer les spécifications du marché).</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Béton ; 	<p>Contrôles à partir d'essais effectués par le laboratoire départemental ou le LRPC au titre du contrôle extérieur</p>		<p>x L'entreprise doit aussi réaliser des essais sur chantier (affaissement et autres caractéristiques spécifiées dans le CCTIP) et confectionner des éprouvettes pour essais en laboratoire (résistances mécaniques et autres caractéristiques spécifiées dans le CCTIP). Comparer les résultats par rapport à ceux exigés au marché.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Tube plongeur ; 	<p>Contrôle visuel et décimètre plombé</p>		<p>x Contrôler la longueur du tube plongeur et l'amorçage du tube plongeur selon la procédure d'exécution (l'amorçage "à la pelle" est interdit). L'amorçage du tube plongeur peut être effectué avec une boule de polystyrène, un sac papier rempli de béton par exemple. En cours de bétonnage, attention de ne pas désamorcer le tube plongeur (base du tube plongeur toujours à l'intérieur du béton frais) sinon le premier béton pollué sera mélangé au béton sain ; la remontée et le retrait des éléments de tubes doivent être faits en fonction de la cote du béton frais dans le forage.</p>

– Cote du béton dans le forage ;	Contrôle visuel			Suivi de la quantité de béton mise en œuvre en fonction du niveau atteint dans le forage (courbe de bétonnage) pour détecter d'éventuelles anomalies.
– Position de la cage ;	Contrôle visuel		x	Il ne doit y avoir ni remontée, ni excentrement des cages d'armatures.
– Purge en fin de bétonnage ;	Contrôle visuel			Éliminer tout ou partie du béton pollué par la boue. Dans le cas où le recépage n'est pas prévu, éliminer tout le béton pollué par la boue, soit au minimum un volume correspondant à une hauteur égale à un diamètre de pieu environ.
– Extraction du tube de travail ou de la virole de tête.	Contrôle visuel			Se référer à la procédure d'exécution.
• Contrôle du recépage (Article 47.5 du fascicule 68 du CCTG)				
– Cote de recépage ;	Contrôle topométrique		x	Se référer au plan et à la cote d'arase et en tout état de cause jusqu'au béton sain.
– Recépage.	Contrôle visuel			Mode d'exécution conforme à la procédure d'exécution (voir paragraphe 2.4 Après l'exécution - Réception). Le recépage est généralement effectué entre 3 et 8 jours après la fin du bétonnage. Les techniques de recépage les plus couramment utilisées sont le recépage chimique, hydraulique, le marteau piqueur, par exemple). Les armatures en attente ne doivent pas être successivement pliées et dépliées. Le brise roche ne doit pas être utilisé car il engendre une microfissuration de la tête des pieux.

2.4.- Après l'exécution - Réception

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
• Contrôle des pieux en phase finale (Chapitre 7 du recueil "Les pieux forés") – Intégrité des éléments ;	Contrôle par auscultation à réaliser par des spécialistes	x		Méthode par transparence à partir des tubes d'auscultation ou par réflexion/impédance uniquement pour les éléments de petites dimensions, à partir de la tête des pieux. L'entreprise titulaire du marché ne peut commencer les phases d'exécution de travaux suivantes qu'à partir du moment où les résultats du contrôle de l'intégrité des fûts sont connus et jugés satisfaisants par le maître d'œuvre.

<ul style="list-style-type: none"> – Contact pointe du pieu/fond de forage ; 	<p>Contrôle par carottage</p>			<p>Le contrôle par carottage ne doit pas être systématique, il est notamment envisagé si l'auscultation révèle un contact douteux (ou en cas d'incident survenu au cours du bétonnage).</p> <p>Le carottage peut être réalisé soit à partir des tubes d'auscultation 50/60, soit pour les pieux de gros diamètres, ≥ 1200 mm, à partir d'un tube 102/114 spécialement mis en place pour cette opération. L'extrémité inférieure de ce tube est arrêtée à 50 cm environ au-dessus du fond de forage. Ce tube n'est pas destiné à être utilisé pour l'auscultation sonique.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Cote des têtes des éléments de fondation après recépage ; 	<p>Contrôle topométrique</p>		<p>x</p>	<p>Se référer aux plans d'exécution. Comparer les écarts avec les tolérances fixées dans le CCTP.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Implantation des têtes de pieux par rapport à la cote théorique de recépage. <i>(Article 27.2 du fascicule 68 du CCTG)</i> 	<p>Contrôle topométrique</p>	<p>x</p>		<p>Se référer aux plans d'exécution. Comparer les écarts avec les tolérances fixées dans le CCTP.</p>

3- Documents à consulter sur le site

- Marché ;
- Plans d'Assurance Qualité (PAQ comprenant notamment les fiches d'agrément ou d'homologation des matériaux) ;
- Procédures d'exécution (intégrées au PAQ) ;
- Plans d'exécution ;
- Dossier géotechnique ;
- Vérification du marquage des aciers HA, qui doit être conforme à la fiche d'homologation ;
- Bons de livraison des matériaux en particulier bons de livraison et bons de pesées dans le cas d'approvisionnement des bétons par des centrales BPE ;
- Journal de chantier.

4- Documents à fournir au maître d'œuvre

- **Avant exécution :**
 - Dossier technique complet ;
 - Plans d'Assurance Qualité ;
 - Procédures d'exécution (intégrées au PAQ) ;
 - Bons de livraisons des matériaux ;
 - Fiches techniques des produits utilisés ;
 - Certificat de conformité (marque NF-BPE, marquage CE, etc...).
- **Après exécution :**
 - Fiches de contrôles, mises en place dans le cadre du contrôle intérieur ;
 - Fiches de demande de levées de points d'arrêt ;
 - Fiches de non-conformités éventuelles et d'actions correctives et préventives.

5- Pour en savoir plus, consulter

- Exécution des travaux de fondations des ouvrages de génie civil. Fascicule 68 du CCTG (Chapitre IV : fondations par pieux exécutés en place et puits) ;
- Recueil des règles de l'art - Les pieux forés. Guide technique. Sétra/LCPC, décembre 1978, 197 p. (référence Sétra : F7809) (voir notamment le chapitre 7, pour ce qui concerne le contrôle à savoir : les recommandations concernant les tubes de réservation, les moyens de contrôle et l'organisation du contrôle ;
- Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil. Fascicule 62, titre V du CCTG ;
- Norme NF EN 1536 : exécution des travaux géotechniques spéciaux - Pieux forés ;
- Norme NF P94-160-1 : Sols - Reconnaissance et essais - Auscultation d'un élément de fondation - Partie 1 : Méthode par transparence ;
- Norme NF P94-160-2 : Sols - Reconnaissance et essais - Auscultation d'un élément de fondation - Partie 2 : Méthode par réflexion, sous certaines conditions, notamment géotechniques et dimensionnelles.

Fiche n° III-1

"Les aciers passifs

Préfabrication, transport, stockage et mise en oeuvre"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne les contrôles :

- de l'existence des documents qualité remis par l'entrepreneur ;
- de conformité des fournitures et du stockage sur chantier ;
- de la mise en œuvre des cages d'armatures ;
- des moyens et techniques d'assemblages.

2. Rappels

Les principaux documents de certification en usage pour les contrôles sont :

- liste des armatures bénéficiant du droit d'usage de la marque NF "Aciers pour béton armé" gérée par l'AFCAB¹ ;
- liste des Armatures Industrielles pour le Béton (AIB) bénéficiant du droit d'usage de la marque NF "Armatures" gérée par l'AFCAB ;
- liste des dispositifs de rabotage bénéficiant du droit d'usage de la marque AFCAB "Dispositifs de rabotage ou d'ancrage des armatures du béton" ;
- liste des entreprises de pose certifiées AFCAB "Pose" ;
- règlement d'application de la marque NF "Aciers pour béton armé" ;
- règlement d'application de la marque NF "Armatures" ;
- règlement de la certification et du contrôle des dispositifs de rabotage ou d'ancrage des armatures du béton ;
- règlement de la certification et du contrôle de la pose d'armatures du béton.



Ferrailage passif d'un PIPO (photo Sétra/CTOA)



Cage d'armatures (Photo Sétra/CTOA)

¹ Association Française de Certification des Armatures du Béton

3. Actions à mener

3.1 – Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Contrôle de l'existence des référentiels</p> <ul style="list-style-type: none"> – PAQ visé ; – Plans d'exécution visés. 	Vérification des documents	X		

3.2 – Pendant les travaux

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérification de l'approvisionnement sur chantier</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cas des AIB • Cas des armatures non façonnées <ul style="list-style-type: none"> – vérification de la provenance et de la nature des aciers ; – contrôle du conditionnement ; – identification des fardeaux et repérage des éléments ; – vérification de l'absence de dommages (déformations, ...). • Cas des ronds lisses en acier doux 	<p>Étiquetage "AIB"</p> <p>Bon de livraison Étiquetage Marquage (code verrous ou empreintes)</p> <p>Étiquettes</p> <p>Visuel</p> <p>Bon de livraison</p>		X	<p>PAQ</p> <p>Conformité au certificat NF-AFCAB</p> <p>Plans d'exécution</p> <p>Ces armatures ne sont pas certifiées. Le bordereau de livraison doit comporter l'origine et la nuance de l'acier ; il convient de vérifier la conformité à la commande</p>
<p>Vérification de la conformité du façonnage</p> <p>Vérification par sondage de la conformité des éléments préfabriqués (rayon de cintrage, forme, longueur en retour, longueur hors tout, espacement des cadres, ...)</p>	Métre		X	Plans d'exécution
<p>Vérification des conditions de stockage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moyens de manutention, adaptation des grues et palonniers • Aire de stockage <ul style="list-style-type: none"> – vérifier planéité et stabilité de l'aire ; 	<p>Visuel</p> <p>Visuel</p>		X	<p>Pour mémoire, relève de l'Entreprise</p> <p>Surface stabilisée correctement dressée et non polluée</p>

<ul style="list-style-type: none"> – isolement du terrain naturel (dispositif de calage avec répartition adéquate pour éviter les déformations). 	Visuel, métrique			
<p>Vérification des conditions d'assemblage sur site</p> <ul style="list-style-type: none"> – vérification des moyens d'assemblage (atelier forain, banc, gabarit de pose) ; – vérification du ligaturage (fil de fer recuit, nombre de liens adapté aux efforts de manutention des cages, ...) ; – vérification des soudures (fréquence des points, longueur de recouvrement, non altération des Ø d'aciers) ; – vérification des manchons d'aboutage (couple de serrage ou sertissage). 	Visuel		X	Plans d'exécution et PAQ
	Visuel, métrique		X	PAQ Certification AFCAB Qualification des soudeurs (doit être obtenue avant le démarrage des travaux)
		X		PAQ Certification AFCAB "Dispositifs de raboutage" Commentaires : Le manchonnage est une technique particulière. Elle mérite par conséquent un contrôle de la bonne exécution suivant les recommandations du fabricant, ce qui justifie le PA avant bétonnage
<p>Vérification de la mise en œuvre dans les coffrages (avant bétonnage)</p> <ul style="list-style-type: none"> – vérification de conformité par sondage (contrôle dimensionnel, points d'attaches, géométrie, absence de déformation) ; – vérification du calage d'enrobage, raccordement à d'autres aciers en attente ; – vérification de la propreté des armatures. 	Métrique		X	Plans d'exécution
	Visuel			
	Visuel			

4. Documents à fournir au maître d'œuvre

- pour les armatures industrielles du béton, le certificat NF-AFCAB avec la portée de la qualification de l'usine ;
- pour les manchons, le certificat AFCAB "Dispositifs de raboutage" ;
- pour l'entreprise de pose, le certificat AFCAB "Pose".

5. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 65A du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension (août 2000) - articles 61 à 63 et 65 ;
- la norme NF A35-027 "Produits en acier pour béton armé – Armatures" ;
- le fascicule de documentation FD A35-029 "Armatures pour béton armé - Assemblages soudés - Qualification d'un mode opératoire de soudage. Qualification des soudeurs" ;
- la norme NF EN ISO 4066 "Dessins de bâtiment et génie civil - Cahiers de ferrailage".

Fiche n° IV-1

"Les torons clairs"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche définit la nature des interventions à effectuer en matière de transport, stockage, manutention, aspect et traçabilité des torons clairs.

2. Rappels et définitions

Les torons utilisés sur les chantiers de génie civil doivent bénéficier d'une homologation ou d'une autorisation d'emploi délivrée par la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP) ou d'une certification ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil). L'homologation des armatures de précontrainte doit être remplacée, à court terme, par une procédure de certification. À ce titre, ces armatures devront bénéficier, dans un premier temps, d'un marquage ASQPE. À terme, le marquage ASQPE devrait être remplacé par le marquage CE.

Ces torons sont lisses, sans protection particulière ou avec une légère lubrification provisoire assurée en usine et destinés à la mise en œuvre de la précontrainte par post-tension.

Chaque toron se définit par une codification de ses principales caractéristiques. On retrouve ainsi dans la dénomination d'un toron les paramètres suivants :

- le terme toron (T) ;
- le diamètre nominal du toron en mm (12.5, 12.9, 15.2 ou 15.7) ;
- la classe de résistance en MPa (1770, 1820 ou 1860) ;
- la classe de relaxation (TBR) ;
- la sous-classe relative aux aptitudes particulières à la fatigue et à la traction déviée (A normal ou B particulier) ;
- le code identifiant le producteur du toron (TU pour exemple) ;
- le code du site de fabrication du toron (SC pour exemple).

La dénomination d'un toron s'apparente donc généralement au modèle suivant :

T 15.7-1860-TBR-B-TU (SC).

Le symbole de la sous-classe A est implicite dans la désignation courante.

Nota : Cette dénomination risque de changer prochainement avec l'application probable de la norme XP A35-045-3 et du projet de norme EN 10138-3, en vue de l'harmonisation des règlements européens.

Dans la norme XP A35-045-3, la désignation symbolique des torons de précontrainte comporte dans l'ordre suivant :

- a) la lettre S ;
- b) le diamètre nominal du fil, en millimètres ;
- c) la classe de résistance, en mégapascals ;
- d) la catégorie de l'armature (A ou B) ;
- e) lorsque cela s'applique, I pour les torons dont les fils constitutifs sont des fils à empreintes ou C pour les torons compactés.

Les composantes de la désignation symbolique sont séparées par un trait.

Exemple : S-12,9-1860-A-I désigne un toron de précontrainte, de diamètre nominal 12,9 mm, de classe de résistance 1860 MPa et de catégorie A, constitué de fils à empreintes.

Dans le projet de norme EN 10138-3, la désignation symbolique des torons de précontrainte comporte dans l'ordre suivant :

- a) le numéro de la norme européenne ;
- b) la désignation de l'acier utilisé :
 - la lettre Y pour acier de précontrainte ;
 - la classe de résistance, en mégapascals ;
 - la lettre S pour toron ;
 - le nombre de fils par torons (2, 3 ou 7) ;
 - la lettre G pour toron compacté.
- c) le diamètre nominal du toron en mm ;
- d) lorsque cela s'applique, I pour les fils à empreintes ;
- e) le type d'empreintes.



Exemple : EN 10138-3 Y-1860-S7-15,7.

Les torons clairs sont conditionnés en bobines et cerclés par des sangles métalliques en usine, l'ensemble ainsi constitué s'appelle un coil ou une

couronne. Le diamètre intérieur du coïl ne doit pas être inférieur à 50 fois le diamètre nominal du toron. Les couronnes de toron peuvent également être

recouvertes de bandelettes protectrices pour des environnements spéciaux (proximité milieu marin).

3. Actions à mener

3.1.- Contrôle d'identification des torons clairs		POINT D'ARRÊT
		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier que chaque coïl de toron clair est parfaitement identifié par au moins : <ul style="list-style-type: none"> le nom du producteur ① le site de fabrication ② la dénomination ③ le numéro du coïl ④ 	Étiquette métallique ou plastique renseignée de façon indélébile	<p>Chaque livraison de coïl doit être accompagnée d'un dossier d'essais (caractéristiques géométriques et mécaniques).</p> <p>Les certificats et les étiquettes des lots livrés doivent être en cohérence, notamment au niveau de la numérotation.</p> <p>S'assurer de la concordance avec le "PAQ Entreprise" précédemment validé.</p>
		
Exemple d'étiquetage devant accompagner un lot de torons jusqu'à sa mise en œuvre (photo LROP)		
3.2.- Contrôle d'aspect		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier : <ul style="list-style-type: none"> la propreté et l'état du toron ; la protection du toron. 	<p>Visuel</p> <p>Visuel</p>	<p>Aucune trace de rouille ou d'oxydation, sans blessure ou écorchure.</p> <p>Légèrement huilé en fabrication ; bandelettes de protection selon environnement (par exemple maritime).</p>

4. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 4, titre II du CCTG (fourniture d'aciers – Armatures à haute résistance pour constructions en béton précontraint par pré ou post-tension) ;
- le fascicule 65A du CCTG et son additif (exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint) (août 2000) ;
- le Secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte¹ (LCPC, 58 boulevard Lefèbvre, 75732 Paris cedex 15) ;
- la liste des armatures de précontrainte homologuées ou bénéficiant d'une autorisation d'emploi (disponible auprès du Secrétariat de la CIP) ;
- les notices techniques des procédés de précontrainte concernés disponibles auprès des Entreprises Distributrices Spécialisées (EDS).

¹ La CIP sera remplacée à terme par l'ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil).

Fiche n° IV-2

"Les torons protégés"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche définit la nature des interventions à effectuer en matière de transport, stockage, manutention, aspect et traçabilité des torons protégés.

2. Rappels et définitions

Les torons protégés utilisés sur les chantiers de génie civil doivent bénéficier d'une homologation ou d'une autorisation d'emploi délivrée par la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP) ou d'une certification ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil). L'homologation des armatures de précontrainte doit être remplacée, à court terme, par une procédure de certification. À ce titre, ces armatures devront bénéficier, dans un premier temps, d'un marquage ASQPE. À terme, le marquage ASQPE devrait être remplacé par le marquage CE.

Les torons protégés sont des torons clairs munis d'une protection complémentaire (graisse, cire, revêtement de zinc ou d'alliage zinc-aluminium, gainage polyéthylène haute densité extrudé (PEHD) de couleur noire ou autres, phosphatation, époxy et combinaisons possibles) destinés à la précontrainte intérieure ou extérieure au béton.



Les trois types de torons protégés les plus couramment utilisés sont, par ordre décroissant d'utilisation :

- les torons gainés graissés dénommés TGG ;
- les torons gainés cirés dénommés TGC ;
- les torons revêtus (zinc ou alliage zinc-aluminium) dénommés TZ (zinc) ou TZA (alliage zinc-aluminium).

Les torons gainés, graissés ou cirés, sont des torons clairs enrobés d'une pellicule de graisse ou de cire, l'ensemble étant protégé par un gainage individuel

PEHD. Ces torons peuvent être adhérents (adhérence entre la gaine et le toron) ou coulissants (mouvement relatif entre la gaine et le toron).

Les torons revêtus de zinc ou d'alliage zinc-aluminium, conformes à la norme NF A35-035, peuvent être utilisés nus ou bien gainés protégés.

Chaque toron protégé se définit par une codification de ses principales caractéristiques de façon identique aux torons clairs. On retrouve les mêmes identifiants dans la dénomination d'un toron protégé ou d'un toron clair :

- le terme toron protégé (TGG, TGC, TZ ou TZA) ;
- le diamètre nominal du toron en mm (12.5, 12.9, 15.2 ou 15.7) ;
- la classe de résistance en MPa (1770 ou 1860) ;
- la classe de relaxation (TBR) ;
- la sous-classe relative aux aptitudes particulières à la fatigue et à la traction déviée (A normal ou B particulier) ;
- le code identifiant le producteur du toron (TU pour exemple) ;
- le code du site de fabrication du toron (SC pour exemple).

La dénomination d'un toron protégé s'apparente donc généralement au modèle suivant :

TGG 15.7-1770-TBR-B-TU(SC)-Blanc

Le symbole de la sous-classe A est implicite dans la désignation courante, tout comme la couleur noire pour la gaine PEHD.

La désignation des armatures spécifiée par le règlement de certification ASQPE est issue de la désignation traditionnelle établie dans le régime de l'homologation.

La désignation des armatures (règlement certification ASQPE) déroge aux prescriptions des normes françaises XP A35-045, NF A35-035 et XP A35-037.

Nota : Cette dénomination risque de changer avec l'application probable du projet de norme EN 10138-3 en vue de l'harmonisation des règlements européens.

Les torons gainés protégés sont conditionnés, soit en bobines sur des tourets en bois, l'ensemble constitué étant alors appelé un coil, soit en fardeaux de longueurs droites selon les besoins du chantier. Le diamètre intérieur de la bobine ne devra pas être inférieur à 60 fois le diamètre du toron protégé.



Les torons revêtus livrés nus sont, quant à eux, conditionnés en bobines cerclées par des sangles métalliques, le diamètre intérieur du coil n'étant pas inférieur à 50 fois le diamètre nominal du toron.




Photo LROP

Un coil ou un fardeau de longueurs droites portent un numéro d'identification, différent du numéro de coil attribué au toron clair utilisé.

3. Actions à mener

3.1.- Contrôle d'identification des torons protégés		POINT D'ARRÊT
		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<p>Vérifier que chaque coil ou fardeau de longueur droite de toron protégé est parfaitement identifié par au moins :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le nom du producteur ① • le site de fabrication ② • la dénomination ③ • le numéro du coil ④ 	<p>Étiquette métallique ou plastique renseignée de façon indélébile</p>	<p>Chaque livraison (coils ou fardeaux) doit être accompagnée d'un dossier d'essais (caractéristiques géométriques et mécaniques).</p> <p>Les certificats et les étiquettes des lots livrés doivent être en cohérence, notamment au niveau de la numérotation.</p> <p>S'assurer de la concordance avec le "PAQ Entreprise" précédemment validé.</p>
		
<p>Exemple d'étiquetage devant accompagner un coil de toron protégé jusqu'à sa mise en œuvre</p>		
3.2.- Contrôle d'aspect		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<p>Torons gainés</p> <p>Vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • qu'aucune coupure ou déchirure n'apparaisse sur la gaine de protection ; • l'apparence extérieure de la gaine. 	<p>Visuel</p>	<p>Aucune trace de graisse ou de cire ne doit apparaître sur la gaine de protection.</p> <p>Un marquage hélicoïdal très prononcé peut être le signe d'une quantité de produit souple insuffisante.</p>
<p>Torons revêtus par zingage, par alliage zinc – aluminium livrés sans gainage</p> <p>Vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la propreté ; • l'état de surface. 	<p>Visuel</p>	<p>Absence de trace de rouille ou d'oxydation.</p> <p>Aucune blessure ou détérioration du revêtement (la couche de protection zinc ou zinc-aluminium est plus tendre que l'acier).</p>

3.3.- Contrôle du stockage et de la manipulation des torons protégés		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
Vérifier les modalités de stockage : <ul style="list-style-type: none"> • sur une aire de stockage bétonnée ou isolée du sol par bâches ; • sur bastinges pour éviter tout contact avec le sol en particulier pour le toron livré en longueurs droites ; • à l'abri de toutes pollutions ou agressions (soudures, projections, chocs, etc.) ; • dans un milieu ventilé. 	Visuel	<p>Pour les torons gainés protégés par graisse ou par cire, à l'abri de la chaleur et du soleil.</p>
Surveiller la manipulation	Visuel Moyens de levage appropriés	 Le gainage PEHD, la galvanisation et toutes les autres protections restent fragiles et facilement endommageables. Il est recommandé d'utiliser des élingues textiles pour la manutention.

4. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 4, titre II du CCTG (fourniture d'aciers – Armatures à haute résistance pour constructions en béton précontraint par pré ou post-tension) ;
- le fascicule 65A du CCTG et son additif (exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint) (août 2000) ;
- le Secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP)¹ (LCPC, 58 boulevard Lefèbvre, 75732 Paris cedex 15) ;
- la liste des armatures de précontrainte homologuées ou bénéficiant d'une autorisation d'emploi (disponible auprès du Secrétariat de la CIP) ;
- les notices techniques des procédés de précontrainte concernés disponibles auprès des Entreprises Distributrices Spécialisées (EDS).

¹ La CIP sera remplacée à terme par l'ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil).

Fiche n° IV-3 "Les barres de précontrainte"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche définit la nature des interventions à effectuer en matière de transport, stockage, manutention, aspect et traçabilité des barres de précontrainte.

2. Rappels et définitions

Les barres de précontrainte utilisées sur les chantiers de génie civil doivent bénéficier d'une homologation ou d'une autorisation d'emploi délivrée par la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP) ou d'une certification ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages des bâtiments et de génie civil). L'homologation des armatures de précontrainte doit être remplacée, à court terme, par une procédure de certification. À ce titre, ces armatures devront bénéficier, dans un premier temps, d'un marquage ASQPE. À terme, le marquage ASQPE devrait être remplacé par le marquage CE.

Les barres peuvent être filetées ou nervurées sur toute leur longueur, ou bien lisses en partie courante et filetées aux extrémités. Elles sont généralement livrées sans protection, mais pour certaines utilisations, elles peuvent être munies d'une protection particulière (protection maritime, graisse, cire, résine époxy, gainage PEHD, zingage, galvanisation, inox, etc.).

Chaque barre se définit par une codification de ses principales caractéristiques. On retrouve ainsi dans la dénomination d'une barre les paramètres suivants :

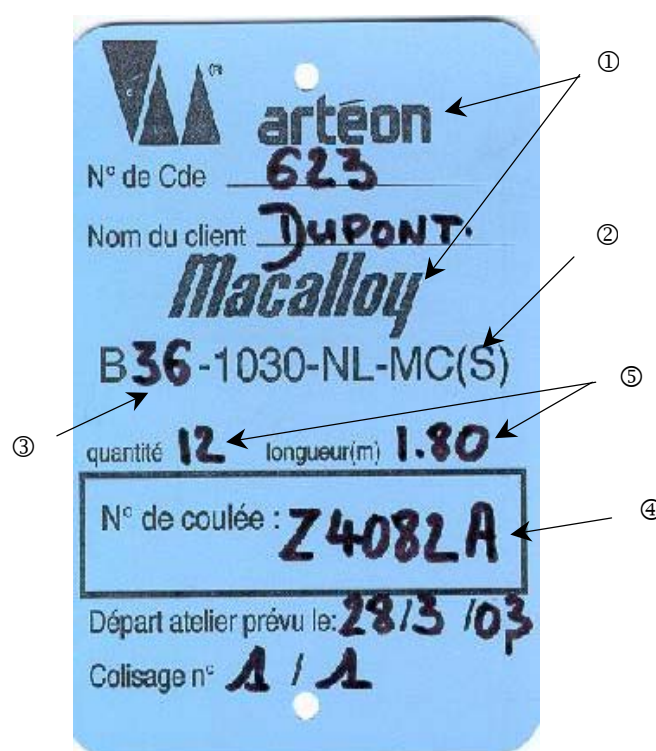
- le terme barre (B) ;
- le diamètre nominal de la barre en mm (26, 32, 36, 40 ou 50) ;
- la classe de résistance en MPa (1030 ou 1230) ;
- la désignation de l'état de surface (lisse L, nervurée N ou filetée NL) ;
- le code identifiant le producteur des barres (AN pour exemple) ;
- le code du site de fabrication des barres (H pour exemple).

La dénomination d'une barre s'apparente donc généralement au modèle suivant :

B 32-1030-NL-AN(H)





Nota : Cette dénomination risque de changer avec l'application probable du projet de norme EN 10138-4, en vue de l'harmonisation des règlements européens).


Les barres de précontrainte sont conditionnées en fardeaux de longueurs droites par lots issus d'une même coulée.



Exemple d'étiquetage d'une barre de précontrainte
(Photo LROP)

3. Actions à mener

3.1.- Contrôle d'identification des barres livrées		POINT D'ARRÊT
		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que chaque lot est parfaitement identifié par au moins : <ul style="list-style-type: none"> – le nom du producteur et/ou du distributeur ① – l'abréviation du site de fabrication ② – la dénomination des barres relative à la notice technique du revendeur ③ – le numéro du lot ou de la coulée ④ – la longueur et la quantité de barres ⑤ 	Étiquette métallique ou plastique renseignée de façon indélébile	Chaque livraison de barres doit être accompagnée d'un dossier d'essais (caractéristiques géométriques et mécaniques). Les certificats et les étiquettes des lots livrés doivent être en cohérence, notamment au niveau de la numérotation. S'assurer de la concordance avec le "PAQ Entreprise" précédemment validé.
3.2.- Contrôle des modalités de transport et de manipulation des barres		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que le transport est réalisé : <ul style="list-style-type: none"> – à l'abri des intempéries, des chocs ou endommagements ; – dans un véhicule approprié. • Vérifier que le déchargement et la manipulation des barres sont réalisés : <ul style="list-style-type: none"> – à l'abri des intempéries ; – par des personnes qualifiées ; – par des moyens adaptés. 	Visuel	<p>Absence de contamination par des substances susceptibles de produire ou de favoriser la corrosion.</p> <p>Longueur de plateau > longueur des barres, ceci évitant les efforts de flexion dans l'acier.</p> <p>Absence de choc entre barres.</p> <p>À la grue ou pont roulant aux moyens d'élingues textiles réparties de façon homogène sur la longueur des barres.</p> <p>Les barres de longueur supérieure à 6 m doivent être élinguées en deux points au moins, distants de 3 m minimum.</p>
3.3.- Contrôle d'aspect		POINT D'ARRÊT
		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier : <ul style="list-style-type: none"> – la propreté des barres ; – la protection des barres ; <p>(Photo LROP)</p>  <p>Traces d'oxydation</p>	<p>Visuel</p> <p>Visuel</p>	<p>Absence de traces de rouille ou d'oxydation.</p> <p> Les barres de précontrainte sont très sensibles à l'humidité et s'oxydent rapidement. Il est donc fortement conseillé de les huiler légèrement, graisser ou cirer régulièrement en cas d'exposition à de mauvaises conditions climatiques ou à une humidité importante (produits de protection autorisés : voir fiche n° IV-1).</p>
– la rectitude.	Visuel, règle	

3.4.- Contrôle du stockage des barres sur chantier		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les modalités de stockage <ul style="list-style-type: none"> – dans un local sec à l'abri des poussières, des chocs, des gaz corrosifs et de toutes pollutions ou agressions ; – sur une aire de stockage bétonnée ou isolée du sol par une bâche ; – en fardeaux cerclés et posés sur des bastaings ; – protection des extrémités filetées. 	Visuel	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>Une température extérieure inférieure à 5° C rend les barres particulièrement sensibles aux chocs.</p> <p>L'acier des barres est incompatible avec tout traitement ou choc thermique (soudures, brasage, projection de soudures, etc.).</p> </div> </div> <p>Les bastaings doivent être situés au maximum à deux mètres des extrémités et distants de moins de 5 m les uns par rapport aux autres.</p>

4. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 4, titre II du CCTG (Fourniture d'aciers – Armatures à haute résistance pour constructions en béton précontraint par pré- ou post-tension) ;
- le fascicule 65A du CCTG et son additif (exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint) (août 2000) ;
- le Secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP)¹ (LCPC 58 Bd Lefèbvre 75732 Paris Cedex 15) ;
- la liste des armatures de précontrainte homologuées ou bénéficiant d'une autorisation de d'emploi (disponible auprès du Secrétariat de la CIP) ;
- les notices techniques des procédés de précontrainte concernés, disponibles auprès des Entreprises Distributrices Spécialisées (EDS).

¹ La CIP sera remplacée à terme par l'ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil).

Fiche n° IV-4 "Les conduits de précontrainte"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche définit la nature des interventions à effectuer en matière de transport, stockage, manutention, aspect et traçabilité des conduits de précontrainte.

2. Rappels et définitions

Différents types de conduits et natures de matériaux peuvent être rencontrés en fonction du procédé et du choix de la précontrainte, intérieure (I) ou extérieure (E) au béton, adhérente (A) ou non adhérente (NA).

Les conduits doivent être mécaniquement résistants, présenter une continuité de forme et assurer une continuité d'étanchéité sur toute leur longueur. Ils doivent convenir aux exigences d'adhérence du projet et ne causer aucune agression chimique.

La nature, l'épaisseur, le diamètre et les rayons de courbure sont choisis pour :

- éviter les risques d'ovalisation pendant le transport et la manutention ;
- permettre le respect des valeurs prises en compte au projet pour le frottement et la poussée au vide ;
- assurer un remplissage correct par le produit d'injection.

3. Description succincte de différents types de conduits

Les conduits métalliques

On distingue :

La gaine ronde nervurée en feuillard d'acier laminé à froid,

gaine rigide cintrable à la main, adhérente au béton et utilisée en précontrainte intérieure pour des unités allant jusqu'à l'unité 55 T15.

La largeur du feuillard et l'épaisseur sont fonction du diamètre de la gaine. L'épaisseur varie de 0,4 à 0,6 mm.

Les dimensions extérieures d'encombrement sont d'environ 5 mm supérieures aux dimensions intérieures en raison de la présence de bourrelets raidisseurs. Elle est livrée en éléments droits d'une longueur maximale de 13 m et est légèrement huilée lors de sa confection, en parties interne et externe.

À la mise en œuvre, le rayon de courbure du conduit doit être au moins égal à 100 fois le diamètre intérieur.

Les normes NF EN 523 et NF EN 524-1 à 6 sont applicables à ces gaines en acier cylindriques non revêtues, d'un diamètre nominal intérieur de 130 mm maximum ainsi qu'aux manchons de raccordement. Pour les diamètres supérieurs à 130 mm, il convient que les prescriptions soient établies sur la base de la norme NF EN 523 après acceptation des parties intéressées.

Ces normes sont applicables aux gaines et raccords en feuillard d'acier agrafés ou soudés.



Exemple de gaine ronde nervurée en feuillard d'acier rabotée par manchon

(Photo LROP)

La gaine plate en feuillard d'acier à section oblongue,

et profil annelé par bourrelets raidisseurs, adhérente au béton et utilisée en précontrainte intérieure. Elle est cintrable à la main de la même façon que les gaines rondes mais elle est beaucoup plus sensible aux problèmes d'écrasement avant l'enfilage. Pour cette raison, les torons doivent être enfilés avant bétonnage.

Toutefois, si l'enfilage avant bétonnage est impossible, il faut prendre des mesures de protection de la gaine contre les écrasements.

Le tube d'acier laminé soudé rigide,

cintrable sur machine et utilisable pour des unités allant jusqu'à l'unité 55 T15.

L'épaisseur est généralement de 2 mm et le rayon de courbure du conduit doit être au moins égal à 3 m. Exceptionnellement, il pourra être réduit à 20 fois le diamètre intérieur sous certaines réserves conformément à la réglementation en vigueur.

En précontrainte extérieure, ces tubes en acier sont généralement utilisés en qualité de fourreau d'une traversée de béton, en zone d'ancrage ou zone déviée.

La gaine enroulable,

utilisée pour des câbles préfabriqués et enroulés sur des tourets.

Son épaisseur varie de 0,3 à 0,4 mm et elle est utilisable pour des unités allant jusqu'à l'unité 12 T15. À la mise en œuvre, le rayon de courbure du conduit doit être au moins égal à 3 m.

Les raccords,

ou manchons de raccordement sont des dispositifs spécifiques destinés à assembler les tronçons de gaine. Ce sont généralement des extrémités coupées de gaine ayant le même type de profil mais d'un diamètre plus important.

Applications particulières :

Pour certaines applications, les conduits métalliques peuvent être traités pour une plus longue conservation, pour augmenter les rayons de courbure à la mise en œuvre ou pour améliorer le coefficient de frottement.

On peut donc les trouver plombés, galvanisés, phosphatés ou phosphatés savonnés.

Les conduits en matière plastique

Les tubes en matière plastique sont admis sauf disposition contraire au projet. Ils sont utiles en atmosphère corrosive pour l'acier et lorsqu'une étanchéité améliorée est souhaitable.

On distingue :

La gaine ronde hélicoïdale en polyéthylène à haute densité (PEHD),

de diamètre intérieur 21,5 mm, adhérente au béton et utilisée pour les monotorons.



(Photo LROP)

La gaine ronde à nervures en polyéthylène à haute densité (PEHD),

adhérente au béton, c'est une gaine à nervures hélicoïdales ou non, admise, sauf disposition contraire

du marché, obtenue par enroulement et soudage en continu d'une bande plate nervurée de PEHD.

Elle est étanche à l'air et à l'eau, résistante à la corrosion et chimiquement stable dans le béton, isolante électriquement. Elle améliore le coefficient de frottement entre le toron et la gaine.

La gamme des diamètres internes varie de 40 à 130 mm environ et les épaisseurs standard sont de 2,5 à 3 mm.

Les longueurs des éléments peuvent être ajustées à la demande afin de réduire le nombre de raccords, la fabrication se faisant en usine ou sur le site.

Cette gaine, comme pour la gaine en feuillard d'acier, peut être disponible plate nervurée.



Gaine plate nervurée en PEHD
(Photo LROP)

Le conduit cylindrique rigide et lisse en PEHD,

utilisé en précontrainte extérieure.

Ces tubes en PEHD, raccordés entre eux par soudure au miroir ou à l'aide de manchons électro-soudables sont livrés en éléments droits d'une longueur maximale d'environ 13 m.



(Photo LROP)






L'épaisseur, fonction du diamètre du tube, peut varier de 6,6 mm (unité 12 T15) à 10,3 mm (unité 37 T15).

Il convient de remarquer par ailleurs que si le produit de remplissage du conduit est injecté à chaud, les problèmes de dilatation et de retrait thermique peuvent nécessiter la mise en œuvre de dispositions spécifiques.

Ces tubes bénéficient de la marque NF, selon l'identification AFNOR NF 114, groupe 4, applications industrielles, ou groupe 2 eau potable, polyéthylène de type PE 80 ou PE 100.

(Photo LROP)



4.2.- Contrôle d'aspect des conduits		POINT D'ARRÊT
		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
Gaine en acier, cylindrique non revêtue à nervures • Vérifier : <ul style="list-style-type: none"> – qu'aucune déchirure, blessure, ovalisation n'apparaisse sur le conduit ; – que les dimensions (en particulier diamètre) et caractéristiques soient conformes au PAQ et au plan de câblage ; – l'absence de trace d'oxydation ; 	<p style="text-align: center;">Visuel</p> <p style="text-align: center;">Mètre à ruban</p>	<p>En particulier à l'intérieur du conduit (à l'extérieur, il peut être toléré de légères traces d'oxydation).</p> <p> Manchons : vérifier la longueur et le diamètre.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – la compatibilité du conduit avec les raccords ou manchons. 	<p style="text-align: center;">Mètre à ruban, vissabilité</p>	
4.3.- Contrôle du stockage et de la manipulation des conduits		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
Gaine en acier, cylindrique non revêtue à nervures • Vérifier les modalités de stockage : <ul style="list-style-type: none"> – sur bastinges pour éviter tout contact avec le sol, sous bâche ventilée ou local ventilé ; – à l'abri de tous dommages ou corrosion éventuels, à l'abri de l'eau et de toutes substances susceptibles d'attaquer l'acier de précontrainte. 	<p style="text-align: center;">Visuel</p>	<p> À l'ovalisation des conduits aux endroits des points d'appui.</p>
• Surveiller la manutention	<p style="text-align: center;">Visuel</p>	<p> Le conduit reste fragile et doit être manipulé avec soin de façon à éviter toute détérioration (déchirure, écrasement...) ou pollution (terre,...).</p>
Gaines en PEHD (conduits cylindriques lisses et à nervures) • Vérifier les modalités de stockage	<p style="text-align: center;">Visuel</p>	<p> Un stockage spécifique et adapté aux conditions environnantes est conseillé pour ne pas endommager les conduits et préserver le PEHD d'une trop longue exposition aux rayons ultra-violets. Le contrôle du stockage doit être fait périodiquement en fonction des conditions climatiques et de l'environnement.</p>

5. Pour en savoir plus, consulter :

- les notices techniques des procédés de précontrainte concernés, disponibles auprès des Entreprises Distributrices Spécialisées (EDS) ;
- la liste des procédés de précontrainte (torons et barres), intérieures, extérieures, agréés ou autorisés, disponible auprès du secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP)¹ ;
- le secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (LCPC, 58 boulevard Lefèbvre, 75732 Paris Cedex 15) ;
- le fascicule 65A du CCTG et son additif (exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou béton précontraint) (août 2000) ;
- la norme NF EN 523 - Gaines en feuillard d'acier pour câbles de précontrainte. Terminologie, prescriptions, contrôle de qualité ;
- les normes NF EN 524-1 à 6 - Gaines en feuillard d'acier pour câbles de précontrainte. Méthodes d'essais (1 : détermination de la forme et des dimensions, 2 : comportement à la flexion, 3 : flexion dans les 2 sens, 4 : résistance aux charges latérales, 5 : résistance à la traction, 6 : étanchéité) ;
- la circulaire n° 99-53 du 20 août 1999 apportant des compléments à la réglementation de la mise en œuvre de la précontrainte extérieure - Annexe : les conduits en PEHD et leur mise en œuvre. BO 99-16, 10 septembre 1999 ;
- le guide "Précontrainte extérieure". *Guide technique*. Sétra, février 1990, 120 p. (référence Sétra : F9024).

¹ La CIP sera remplacée à terme par l'ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil).

Fiche n° IV-5

"Les ancrages"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche définit la nature des interventions à effectuer en matière de transport, stockage, manutention, aspect et traçabilité des ancrages de précontrainte.

2. Rappels et définitions

L'ancrage est un composant d'un procédé de précontrainte. Le procédé de précontrainte doit être agréé ou bénéficié d'une autorisation de distribution ou d'emploi délivrée par la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP) ou d'une certification ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages, des bâtiments et de génie civil). À terme, cette procédure sera remplacée par une procédure d'ATE (Agrément Technique Européen) pour aboutir au marquage CE.

Selon leur fonction, on distingue plusieurs catégories d'ancrages :

Les ancrages actifs, désignés par A, qui sont des dispositifs mécaniques, constitués de différents composants tels que la tête d'ancrage, la plaque d'appui, les clavettes, la trompette, les manchons, etc. tels que définis dans les notices techniques des procédés de précontrainte. Ils permettent le blocage du câble à l'extrémité par laquelle s'effectue la mise en tension.

Les ancrages passifs sont des dispositifs mécaniques ou sont formés par l'adhérence des armatures de précontrainte au béton. On désigne par A' ou F les ancrages extérieurs fixes (les plus fréquents en ouvrages d'art), par N les ancrages noyés dans le béton.

Les coupleurs. Ce sont des dispositifs utilisés pour raccorder les sections adjacentes des armatures de précontrainte.

DÉFINITIONS

Ancrage : dispositif mécanique, comprenant en général plusieurs composants, conçu pour retenir la force de précontrainte de l'armature tendue et la transmettre à l'ouvrage.

Bloc d'ancrage / tête d'ancrage : pièce maintenant une ou plusieurs armatures de précontrainte par des clavettes, manchons, écrous et transférant la force de précontrainte à la plaque d'appui ou directement à la trompette.

Capot d'ancrage : capot en acier ou en plastique, placé à l'extrémité des armatures de précontrainte pour rendre l'ancrage étanche, soit provisoirement pour permettre l'injection, il est alors démonté lorsque le coulis a durci, soit définitivement, le capot étant laissé en place après l'injection pour renforcer la protection.

Clavettes : mors métalliques (brins) constitués de deux ou trois éléments servant à bloquer les torons dans la tête d'ancrage percée de "n" trous tronconiques.

Coupleurs : ils permettent dans le cas d'ouvrages construits en plusieurs phases, de réaliser la continuité de deux tronçons de câble.

On distingue les coupleurs mobiles (raccordement de sections adjacentes des armatures de précontrainte tendues au même moment), les coupleurs fixes (raccordement entre la première section des armatures de précontrainte installées et tendues initialement à une deuxième section installée et tendue ultérieurement).

Écrous : bombés ou plats, utilisés dans les procédés de mise en tension par barres de précontrainte, permettent le maintien en tension en s'appuyant obligatoirement sur la rondelle correspondante (bombée ou plate) et la plaque d'ancrage avec trou lisse.

EDS : entreprise distributrice spécialisée.

Manchon filé : cylindre métallique percé d'un trou central pour le passage du toron et muni intérieurement d'un ressort à spires jointives ou constitué de deux demi-coquilles striées pour l'adhérence sur le toron et dans le manchon. Il repose sur la tête d'ancrage percée de trous cylindriques.

Plaque d'appui : pièce assurant le transfert de la force de précontrainte dans le béton, généralement en acier oxycoupé ou forgé.

Trompette : pièce située derrière la plaque d'ancrage qui a pour fonction le raccordement des conduits à l'ancrage et permet l'épanouissement des torons entre le conduit et la tête d'ancrage. La trompette est en acier, fonte ou matière plastique.

Tromplaque : pièce moulée de l'ancrage assurant les fonctions à la fois de la plaque et de la trompette.

Les ancrages sont définis dans les notices techniques des procédés de précontrainte agréés. Ces notices techniques sont disponibles auprès des entreprises distributrices spécialisées (EDS).

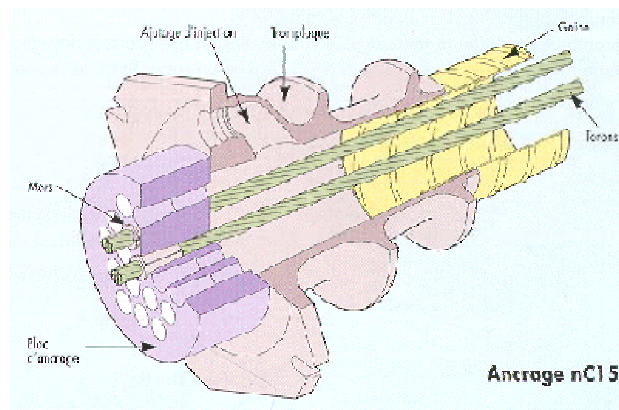
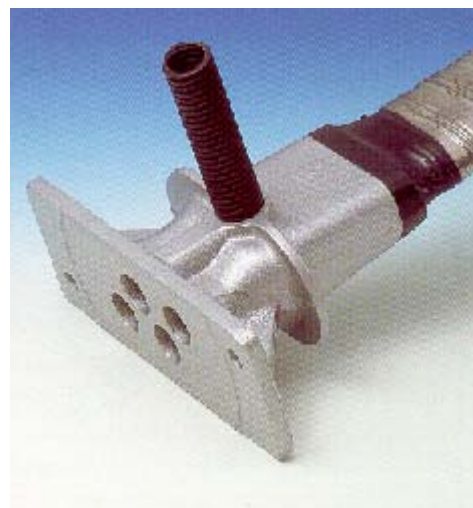



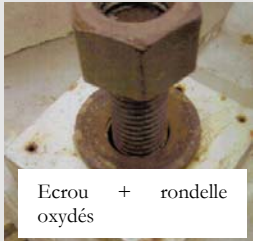
Schéma de principe d'un ancrage de précontrainte





Ancrage plat

3. Actions à mener

3.1.- Contrôle d'identification et de traçabilité des ancrages		POINT D'ARRÊT
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que les pièces constituant l'ancrage sont en conformité avec : <ul style="list-style-type: none"> – la notice technique du procédé de précontrainte agréé ou autorisé ; – les plans d'exécution, plans de câblage ; – la note de calculs de la précontrainte ; – la directive pression / allongement de l'EDS ; – le PAQ (Plan d'Assurance Qualité) de l'EDS ; – la commande ; – le bordereau de livraison. • Vérifier la traçabilité et l'identification <ul style="list-style-type: none"> – trompettes, tromplagues, plaques d'appui ; – têtes d'ancrage ; – clavettes. 	<ul style="list-style-type: none"> Visuel Visuel Notice technique du procédé Etiquettes 	<p>Repère d'identification, en général sur l'extérieur de la partie conique.</p> <p>Marquage à froid du n° de lot et sigle de fabrication.</p> <p>Etiquettes sur emballages (seaux, sacs plastiques, boîtes carton).</p> <p> D'une manière générale, la traçabilité par n° de lot ou autres (date de fabrication, sigle d'usine, etc.) des pièces constituant l'ancrage doit être assurée et documentée par ouvrage (bordereau de livraison, fiches de mise en tension ou autres documents).</p>

3.2.- Contrôle de l'aspect visuel, dimensionnel, fonctionnel		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<p>• Vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> – la propreté et l'état des pièces, <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> – les dimensions d'encombrement des pièces constitutives ; – l'aspect fonctionnel ; – la planéité des faces en contact. 	<ul style="list-style-type: none"> Mètre à ruban Pied à coulisse Schémas des notices techniques PAQ ou plans Pièces livrées Règle, cales à bougies 	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune trace de rouille ou d'oxydation et en particulier dans les trous tronconiques des têtes d'ancrage, sur les faces en contact tête d'ancrage/tromplaque, sur les clavettes, écrous, rondelles, dans la partie intérieure des tromplagues ; - Absence de trace de choc ; - Absence de gerces et de criques sur les pièces de fonderie. <p>Par sondage</p> <p>Exemples : vissabilité de la trompette avec le corps d'ancrage, de l'écrou sur la barre de précontrainte.</p> <p>Plaques d'appui/tromplaque dans la zone d'appui de la tête d'ancrage</p>
3.3.- Contrôle du stockage des ancrages		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<p>Têtes d'ancrage, écrous, rondelles, trompettes, tromplagues, plaques d'appui</p> <p>• Vérifier les modalités de stockage</p> <ul style="list-style-type: none"> – dans un local (magasin de chantier, container, bungalow...) pour une attente prolongée ; – directement sur le chantier pour une utilisation rapide. <p>Clavettes</p>	<p>Contrôles visuels périodiques</p>	<p>Généralement livrés dans des bacs ou caisses recouverts de façon étanche, sous bâche ventilée ou sur palettes filmées ou dans des housses thermosoudables.</p> <p>Les conditionnements doivent être posés sur bastinges, protégés des intempéries par une bâche ventilée.</p> <p>⚠ Après utilisation, les conditionnements doivent être refermés et protégés.</p> <p>⚠ Dans le cas de plusieurs lots livrés, les pièces doivent être physiquement séparées.</p> <p>Elles sont conditionnées, légèrement huilées dans des seaux plastique, ou sacs plastiques ou boîte emballage carton avec un film plastique intérieur.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les modalités de stockage – dans un local pour stockage de longue durée ; 		 Dans tous les cas, elles doivent être maintenues dans leur emballage d'origine (traçabilité) ; après utilisation, les conditionnements doivent être refermés et protégés.
<ul style="list-style-type: none"> – dans le véhicule de l'EDS (cas général) ; – directement sur le chantier pour une utilisation immédiate. 		<p>Pour les emballages carton, des précautions particulières sont à prévoir par temps de pluie.</p>  Le contrôle du stockage doit être fait périodiquement en fonction des conditions climatiques et de l'environnement.

4. Pour en savoir plus, consulter :

- les notices techniques des procédés de précontrainte concernés, disponibles auprès des Entreprises Distributrices Spécialisées (EDS) ;
- la liste des procédés de précontrainte (torons et barres), intérieures, extérieures, agréés ou autorisés, disponible auprès du secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP)¹ - Parution tous les 6 mois ;
- le secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (LCPC, 58 boulevard Lefèvre, 75732 PARIS CEDEX 15) ;
- le fascicule 65A du CCTG et son additif (exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou béton précontraint) (août 2000) ;
- la réglementation concernant l'emploi de la précontrainte – *Circulaire 89-26 du 17 avril 1989*. Fascicule spécial n° 89-6 ;
- le règlement de l'agrément et du contrôle des procédés de précontrainte et dispositifs d'ancrage. *Arrêté du 14 avril 1989*. Fascicule spécial n° 89-6 ;
- agrément et contrôle des procédés de précontrainte et dispositifs d'ancrage – Annexes I à V au règlement – Approbation C.I.P du 04 janvier 1990 ;
- la circulaire relative à l'utilisation d'unités intermédiaires de précontrainte avec ancrages incomplets. *Circulaire n° 2002-57 du 04 septembre 2002*. BO n° 2002-17.

¹ La CIP sera remplacée à terme par l'ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil).

Fiche n° IV-6

"Mise en œuvre des conduits de précontrainte"

Cette fiche est à associer à la fiche n° IV-4 "Les conduits de précontrainte" qui définit les interventions à effectuer en matière de transport, stockage, manutention, aspect et traçabilité des conduits de précontrainte avant la mise en œuvre.

1. Objet de la présente fiche



Cette fiche définit la nature des interventions à effectuer lors de la mise en œuvre des conduits de précontrainte avant bétonnage (précontrainte intérieure) ou après bétonnage (précontrainte extérieure).





2. Actions à mener




Généralités




Il convient de s'assurer sur le site que les dispositions préétablies et décrites dans le PAQ sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

La mise en œuvre des conduits mais également des trompettes est généralement réalisée par l'entreprise générale, parfois par l'entreprise distributrice spécialisée (EDS).

2.1.- Contrôle AVANT MISE EN ŒUVRE des conduits		POINT D'ARRÊT		
Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Gaine en acier, cylindrique non revêtue à nervures (gaine rigide cintrable à la main) • Vérifier : – le type, diamètre, épaisseur, provenance ; – l'identification, traçabilité ; – que les dimensions d'encombrement, en particulier diamètre nominal intérieur, soient conformes au PAQ de l'EDS et au plan de câblage ; – la compatibilité avec le type de trompette (diamètre de sortie) ; – les raccords ou manchons ;	Etiquette métallique ou plastique renseignée de façon indélébile Mètre à ruban			Fiche n° IV-4 Trompette : fixation au coffrage, liaison au conduit [en général, la présence d'un manchon entre la trompette et le conduit est indispensable (réduction du jeu et emboîtement à fond dans la trompette par vissage du manchon)], dimension et position de la niche, présence nature et position du frettage
	Vissabilité			 Manchons : vérifier la longueur et le diamètre.
	Dessin d'exécution			Accessoires pour injection : voir Art. 92.2.3 du fascicule 65A du CCTG

<p>Conduit cylindrique rigide et lisse en PEHD utilisé en précontrainte extérieure.</p> <p>• Vérifier :</p>				
<p>– la présence du logo NF.</p>	<p>Visuel</p>			<p> Rappel de la fiche n° IV-4. Ces tubes doivent impérativement bénéficier de la marque NF selon le règlement AFNOR – NF 114</p>
<p>D'autres types de matériaux et de tubes peuvent être utilisés (acier, matière plastique...), voir articles 72.1.1 et 72.1.1.2 (tubes en acier) de l'additif au fascicule 65A du CCTG.</p>				
<p>2.2.- Contrôle À LA MISE EN ŒUVRE des conduits POINT D'ARRÊT </p>				
Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Gaine en acier, cylindrique non revêtue à nervures (gaine rigide cintrable à la main)</p> <p>• Vérifier :</p> <p>– l'absence de corrosion (aspect neuf) ;</p> <p>– l'absence de détérioration ou de pollution (boues, terre,...) ;</p>				
<p>– le supportage : les ligatures ou dispositifs de fixation doivent être suffisamment rigides sans provoquer de déformation (absence d'ondulation) et en nombre suffisant ;</p> <p>Fixation solide du conduit, le plus près possible de l'arrière de la trompette pour éviter le déboîtement conduit/trompette.</p>	<p>Selon dispositions des plans de ferrailage ou de câblage en conformité aux textes, réglementation.</p> <p>Dessin d'exécution</p>			<p> Le pointage à l'arc est interdit.</p> <p> L'attache des conduits par des ligatures en fil d'acier doux recuit est insuffisante pour assurer seule leur fixation.</p>
<p>– la continuité de forme de la gaine par manchon vissé ;</p> <p>– la position en plan et en élévation ;</p> <p>– le rayon de courbure supérieur à 100 Ø_i ;</p> <p>– la position, le nombre et mise en place des événements et purges. Vérifier le maintien des tubes événement par des dispositifs évitant tout déplacement ou déformation ;</p>	<p>Repère sur les deux conduits à raccorder</p> <p>Plan de câblage</p> <p>Mètre à ruban</p> <p>Dessins d'exécution</p>			<p>Manchons : qu'ils soient bien centrés (1/2 l de manchon par gaine raccordée)</p> <p>Article 94 du Fascicule 65A du CCTG : tolérances sur la position des conduits après bétonnage.</p> <p>Pour rayon de courbure < 100 Ø_i → Procédure particulière ou conduit spécifique</p> <p>Événements : position point haut. Perçage après bétonnage. Événements à l'extérieur des courbures pour éviter l'obturation par les torons tendus.</p>

<p>– l'enrobage latéral et l'entraxe des ancrages ;</p> <p>Assurer la coaxialité du conduit avec l'ensemble corps d'ancrage/trompette</p> <p>– le ferrailage passif ;</p> <p>– l'existence d'un dispositif d'étanchéité au niveau des raccords de gaines/manchon et au niveau des pièces d'ancrage, trompettes, accessoires ;</p> <p>– le contrôle de l'étanchéité des conduits est généralement effectué après l'enfilage des armatures (risque de blessures) ;</p> <p>– le libre passage des armatures à l'intérieur des conduits.</p> <p>Conduit cylindrique rigide et lisse en PEHD utilisé en précontrainte extérieure.</p>	<p>Plan de ferrailage</p> <p>Présence de ruban adhésif ou de manchons thermo rétractables. Visuel</p> <p>Boudin gonflable ou gaine PEHD de Ø inférieur à la gaine feuillard introduit avant béton</p>		<p>Article 93.2 du Fascicule 65A du CCTG</p> <p>Précautions particulières pour assurer la continuité de l'étanchéité notamment au niveau des accessoires (pipes, événements, purges...)</p> <p>Voir fiche n° IV-4</p> <p>En fonction du type d'ouvrage (ouvrage en encorbellement par exemple, pont poussé...)</p>
<p>• Vérifier l'assemblage réalisé par thermofusion</p> <p>– soudage au miroir</p>	<p>Equerre</p>		<p> Les coupes des extrémités à raccorder doivent être d'équerre.</p>
<p>– raccords électro-soudable</p>			
<p>• Eviter l'écrasement du conduit, sous l'effet de la poussée au vide permanente de l'ensemble du faisceau de câble</p> <p>• Piquages pour événements et injections</p>			<p> Précautions à prendre dans les zones de déviations. Précautions particulières en partie courbe : utilisation localisée de tubes plus performants de la série haute pression ou chemisage intérieur du conduit en PEHD par une gaine métallique souple annelée ou autres... Voir article 73.2.2 (positionnement des déviateurs) de l'additif au Fasc. 65A du CCTG.</p> <p> Le perçage est recommandé avant mise en place des armatures. Dans le cas contraire des dispositions particulières sont à prendre : Ex : outil dur muni d'une butée de fin de course. Le perçage par fusion est interdit.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Dans le cas de conduits avec produit de remplissage injecté à chaud, surveiller les problèmes de dilatation et de retrait thermique. 				 Joints de dilatation : Les joints de déplacement (dilatation) sont à prévoir dès que la longueur dépasse 100 m. Vases d'expansion : voir article 73.1.4 de l'additif au Fasc. 65A du CCTG.
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'absence de déformation locale excessive due aux appuis provisoires permettant le support des conduits. Ces appuis, s'ils ne sont pas continus, doivent offrir chacun une longueur de contact avec le conduit au moins égale au diamètre de ce dernier et ne pas présenter d'arête vive. 				L'espacement est limité à 5 m, cette valeur étant amenée à 2,5 m lorsque les câbles sont constitués de torons gainés protégés logés dans des conduits injectés avant mise en tension.
2.3.- Contrôle APRÈS MISE EN ŒUVRE (après bétonnage) POINT D'ARRÊT 				
Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Gaine en acier, cylindrique non revêtue à nervures (gaine rigide cintrable à la main)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier le libre passage des armatures à l'intérieur des conduits ; • Repérage des conduits ; <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que les précautions sont prises (cachetage provisoire, soufflage d'air...) pour éviter et évacuer toute introduction d'eau (accumulation d'eau) dans les conduits (condensation, infiltration) ; • Vérifier les lignes d'événements. 	Balle de mousse Bombe de peinture en extrémité de câble.			Numéro de câble  Niches sur tablier à protéger pour éviter les entrées d'eau. Maintien par support rigide pour éviter les cassures au niveau du tablier (passage d'engins, etc...)

3. Documents fournis au maître d'œuvre

- plan d'Assurance Qualité de l'EDS ;
- plan de câblage ;
- plan de ferrailage ;
- notice technique du procédé de précontrainte ;
- procédure d'exécution de la pose des conduits ;
- fiche de contrôle de la pose des conduits ;
- fiche d'anomalie éventuelle.

4. Pour en savoir plus, consulter :

- les notices techniques des procédés de précontrainte concernés, disponibles auprès des Entreprises Distributrices Spécialisées (EDS) ;
- la liste des procédés de précontrainte (torons et barres), intérieures, extérieures, agréés ou autorisés, disponible auprès du secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP)¹ - Parution tous les 6 mois ;
- le secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (LCPC, 58 boulevard Lefèbvre, 75732 Paris cedex 15) ;

- le fascicule 65A du CCTG et son additif (exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou béton précontraint), Articles : 92.2, 93.2, du fascicule 65A, Art. 65.2, 73.1... de l'additif au fascicule 65A ;
- la norme NF EN 523 - Gaines en feuillard d'acier pour câbles de précontrainte. Terminologie, prescriptions, contrôle de qualité ;
- les normes NF EN 524-1 à 6 - Gaines en feuillard d'acier pour câbles de précontrainte. Méthodes d'essais (1 : détermination de la forme et des dimensions, 2 : comportement à la flexion, 3 : flexion dans les deux sens, 4 : résistance aux charges latérales, 5 : résistance à la traction, 6 : étanchéité) ;
- la circulaire n° 99-53 du 20 août 1999 apportant des compléments à la réglementation de la mise en œuvre de la précontrainte extérieure - Annexe : les conduits en PEHD et leur mise en œuvre. BO 99-16, 10 septembre 1999 ;
- le guide "Précontrainte extérieure". Guide technique. Sétra, février 1990, 120 p. (référence Sétra : F9024).

¹ La CIP sera remplacée à terme par l'ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil).

Fiche n° IV-7 "Enfilage et mise en tension des armatures de précontrainte"

effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

L'enfilage peut être réalisé par l'entreprise générale (EG) mais sous l'entière responsabilité du chargé de mise en précontrainte (CMP) de l'entreprise distributrice spécialisée (EDS) du procédé de précontrainte.

La mise en tension doit être effectuée par le CMP de l'EDS.

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche définit la nature des interventions à effectuer lors de l'enfilage et de la mise en tension des armatures de précontrainte.

Cette fiche est à associer aux fiches suivantes :

- IV-1 "Les torons clairs" ;
- IV-2 "Les torons protégés" ;
- IV-3 "Les barres de précontrainte" ;
- IV-5 "Les ancrages".



*Mise en tension d'une unité de précontrainte
(Photo : G. Forquet)*


2. Actions à mener

2.1. Généralités


Il convient de s'assurer sur le site que les dispositions préétablies et décrites dans le PAQ sont


2.2. Enfilage des armatures de précontrainte


2.2.1. Contrôles préalables à "l'enfilage"				
Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>☞ Torons et barres</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier la composition / désignation / numérotation ; • vérifier le repérage des armatures sur l'ouvrage ; • vérifier la conformité des armatures par rapport à la commande ; • vérifier l'acceptation de la réception des armatures : <ul style="list-style-type: none"> – identification, traçabilité ; 	<p>Plan de câblage</p> <p>Apposition du n° à la peinture à côté de chaque ancrage</p> <p>Bordereau de livraison, PAQ EDS</p> <p>Étiquette métallique ou plastique</p>			Voir fiches n° IV-1 à 3

<ul style="list-style-type: none"> - caractères géométriques et mécaniques ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Dossier d'essais - Certificat de conformité du fabricant 			<ul style="list-style-type: none"> - Torons : courbe effort / allongement. - Barres : résistance et allongement à rupture, module d'élasticité. Dans certains cas particuliers, le module d'élasticité pris en compte dans la directive Pressions/Allongements est le module réel de la barre.
<ul style="list-style-type: none"> - protection et état de l'armature. 	<p>Visuel</p>	<p>X</p>		 Toute armature endommagée doit être rejetée et remplacée.
<p>↪ Torons</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier la mise en place des couronnes de torons dans les dévidoirs ; sens du dévidage à respecter. 	<p>Visuel</p>			<p>Pour les barres, il est recommandé un contrôle visuel unitaire, après essuyage ou brassage si nécessaire. Les barres rouillées ou déformées ou marquées (par une clé à griffes par exemple) sont éliminées et détruites.</p> <p>Dans la mesure du possible, disposition des couronnes à l'arrière des pousseurs dans l'axe des torons à enfiler.</p>

2.2.2. Contrôles pendant "l'enfilage"



Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>↪ Torons</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier l'enfilage ; <ul style="list-style-type: none"> - torons clairs <ul style="list-style-type: none"> ▪ enfilage par poussage unitaire des torons dans les conduits (majorité des cas) ; ▪ tractage dans le cas de derniers torons difficiles à enfiler ; ▪ tractage du câble complet quand les difficultés sont prévisibles (longueur, ondulation...). - torons gainés protégés <ul style="list-style-type: none"> ▪ traction du toron, le dévidage du toron gainé protégé est effectué par la rotation de la bobine montée sur un axe 	<p>Visuel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dévidoir statique - Machine à pousser pneumatique, électrique ou hydraulique <p>Utilisation d'un toron pour tracter l'ensemble</p>			
				 L'enfilage classique provoque des endommagements de la gaine PEHD.


<p>L'enfilage est généralement manuel ou par poussage avec une enfileuse équipée de galets caoutchouc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier l'utilisation des doigts (métalliques ou plastiques) en extrémité de torons, bien serrés ou emmanchés, pour leur maintien dans le passage des conduits ; • vérifier qu'un dispositif de protection du toron est mis en place entre le dévidoir et l'enfileuse (pousseur) et de l'enfileuse à l'ancrage afin d'éviter les pollutions (boue, sable...) et blessures ; • vérifier que la surlongueur des torons à l'arrière de l'ancrage est suffisante pour la prise des mors outils du vérin ; • vérifier la traçabilité de chaque toron constituant chaque câble enfilé dans les conduits. 	<p>Visuel</p> <p>Visuel</p> <p>Notice technique du procédé de précontrainte</p> <p>Fiche d'enfilage ou de composition des câbles établie et signée par le CMP de l'EDS.</p>		<p>La marche arrière au cours du poussage peut extraire le doigt du toron et ainsi se retrouver dans le conduit.</p> <p>Ce dispositif est généralement un tronçon de gaine plastique.</p> <p>Pour certains procédés, si des mesures de rentrée de torons sont prévues, une surlongueur supplémentaire est nécessaire sur au moins 1 toron par unité.</p> <p>Renseignements minimum sur cette fiche : Ouvrage, partie d'ouvrage, nature du toron et provenance, n° de câble et nombre de torons par n° de coil.</p>
<p>↪ Barres</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier que les surlongueurs minimales de la barre côté ancrages passif et actif sont dans les tolérances données par l'EDS ; • idem pour les éléments livrés pré-assemblés (barre dans gaine) et pré-remplis (généralement produit souple : cire) ; • vérifier le centrage de la barre dans le conduit. 	<p>- Fiche d'instruction ou procédure interne de l'EDS</p> <p>- Notice technique du procédé</p> <p>Visuel, réglet</p>		<p>Distance au-dessus des plaques passives ou actives.</p> <p>Pour garantir un centrage correct, des centreurs uniformément répartis peuvent être utilisés (matériaux compatibles avec les produits d'injection). Libre passage des produits d'injection.</p>
			<p> Attention aux déviations parasites</p>



2.2.3. Contrôles après "l'enfilage"				
Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>↳ Torons</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier la coupe des torons : 	Disqueuse			 La coupe au chalumeau est interdite (sauf si des précautions spéciales sont définies au PAQ ; en particulier protection des ancrages et des événements d'injection).
<ul style="list-style-type: none"> – absence de détournage ; – coupe. 				Si détournage, rebus du toron concerné. En fonction des procédés de précontrainte. - même plan vertical, - en quinconce, etc.
<p>↳ Torons et barres</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier la protection des surlongueurs des torons et des barres, contre la pluie, les salissures, le sable, les poussières et les blessures jusqu'à la mise en tension ; • surveiller le délai entre l'enfilage et la mise en tension. 	Pulvérisation d'huile soluble à l'eau			Généralement morceaux de gaines ou plastique scotché (torons) ou chiffon/bande avec graisse ou cire (barres). Au-delà de 4 semaines, mise en œuvre d'une protection provisoire.



2.3. Mise en tension



2.3.1. Contrôles préalables à la mise en tension				
Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>↳ Torons et barres</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier la présence du chargé de mise en précontrainte (CMP) de l'entreprise distributrice spécialisée (EDS) ; <p>NOTA : Pour les barres de précontrainte provisoires et définitives, si le CMP de l'EDS de mise en œuvre est autre que celui de l'EDS distributrice, il doit être habilité par l'EDS distributrice du procédé de précontrainte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Badge du CMP - PAQ (organisation du chantier et moyens en personnels) - Stage de formation du CMP - Certificat d'aptitude délivré pour un type de barre et par chantier 	X		Badge : nom du CMP et procédé de précontrainte. Le CMP peut être un agent, soit de l'EDS du procédé de précontrainte, soit de l'entreprise chargée des travaux de génie civil, dont la compétence est reconnue par l'EDS du procédé de précontrainte utilisé.



<ul style="list-style-type: none"> • vérifier que la résistance requise spécifiée du béton est conforme ; • vérifier l'absence de vide sous ancrage ; 	PV d'essais bétons Visuel, marteau	X X		
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier que la température ambiante n'est pas inférieure à -10 °C ; 	Thermomètre	X		 Au-dessous de $+5\text{ °C}$, les barres doivent être particulièrement protégées des chocs.
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier l'existence, la consistance et la concordance des documents suivants : <ul style="list-style-type: none"> – PAQ de l'EDS ; – notice technique du procédé de précontrainte ; – procédure de mise en tension ; – plan de câblage ; 	Visuel			Sur le plan de câblage, sont définis par le bureau d'études : les numéros des câbles et le phasage de la mise en tension, l'ordre de mise en tension, le type et la nature des câbles (câble tendu à 1 ou aux 2 extrémités, unité,...), la résistance spécifiée du béton à la mise en tension.
<ul style="list-style-type: none"> – dessin d'exécution ; – note de calcul des allongements ; 				 Hypothèses de calcul de l'allongement théorique et élément pris en compte dans le calcul. Le calcul classique des allongements pour les armatures dont le rayon de courbure descend notablement en dessous de 3 m n'est pas applicable (cas des monotorons gainés graissés utilisés comme étriers actifs).
<ul style="list-style-type: none"> – directives Pression/Allongement ; – fiche de mise en tension ; – fiche de tarage des vérins ; – fiches de vérification des manomètres de chantier pompes/vérins. • vérifier la conformité et les types de matériels utilisés : vérins, pompes, manomètres 				$P_o ; A_o ; 0,95 A_o ; 1,10 A_o$ $P_a ; A_a ; 0,95 A_a ; 1,05$ ou $1,10 A_a$. Document pré-documenté des valeurs théoriques à obtenir (en pressions et en allongements).

<p>Observer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'absence de fuites d'huile (raccords, flexibles, piston...); - le bon fonctionnement à vide des vérins pour les phases suivantes : tension, clavetage, retour clavetage, retour tension. <p>– vérins</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ type ; 	<ul style="list-style-type: none"> - PAQ de l'EDS - Notice technique du procédé de précontrainte 		<p>Pour les unités courtes, un dispositif limiteur de pression réglé à 1,05 Po doit être disponible.</p> <p>Caractéristiques principales des vérins utilisables pour la mise en tension de diverses unités.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ tarage des vérins. 	<p>Procès-verbal / Certificat du tarage</p>		<p>Validité : 6 mois</p> <p>Le tarage des vérins permet de déterminer les frottements internes des vérins. Deux méthodes sont possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - méthode des vérins en opposition ; - correspondance force/pression. <p> Pour les unités courtes torons et barres (2 à 5 m), le tarage du vérin doit être effectué selon la méthode correspondance force/pression.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – pompes hydrauliques – manomètres ▪ <i>de chantier</i> (placé soit sur la pompe hydraulique, soit sur le vérin de précontrainte) 	<p>PAQ de l'EDS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Étiquette métallique / plastique, plombée, fixée au manomètre ou plaque métallique (certaines EDS) - PV correspondant (document complémentaire à l'étiquette : la plupart des EDS) 		<p>Le type de pompes utilisé doit être adapté afin d'éviter les pertes de charges importantes dues aux sections de certains vérins.</p> <p>L'étiquette et le PV documentent la correspondance entre la valeur réelle et la valeur lue.</p> <p>Validité : 3 mois.</p> <p>En cas d'utilisation intensive, les manomètres sont vérifiés préalablement à la première mise en tension du chantier et au moins toutes les 100 mises en tension au moyen d'un manomètre étalon.</p>


<p>Dans le cas de grandes longueurs de flexibles et de nombreux raccords hydrauliques, il est préférable de disposer du manomètre sur le vérin plutôt que sur la pompe (pertes).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ de secours (conseillés) (idem manomètre de chantier) 			<p>Dans le cas où le manomètre est branché sur la pompe, il y a lieu de vérifier la correspondance entre la pression au vérin et celle à la pompe dans l'ensemble pompe - manomètre – flexible – vérin.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ étalon il permet le contrôle périodique des manomètres de chantier et en particulier lors de déplacements fréquents des matériels (chocs possibles) et lors de chantiers de longue durée 	<p>- PV correspondant - Précision au moins égale à 0,5% du maximum de l'échelle</p>		<p> Validité : 1 an. En aucun cas, il ne doit être utilisé pour les mises en tension.</p>
<p>↪ Barres</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier le type, l'identification, les dimensions et le marquage : <ul style="list-style-type: none"> – de la plaque d'ancrage (longueur, largeur, épaisseur, Ø du trou) ; – des écrous et des manchons : marquage du type et numéro de lot ; – de la rondelle : Ø extérieur et Ø du trou. • vérifier la traçabilité des pièces d'ancrage livrées ; 	<p style="text-align: center;">} Notice technique du procédé de précontrainte</p> <p>Bordereau de livraison et/ou fiche de contrôle à réception et/ou fiche de mise en place des armatures et des ancrages ou autre document correspondant</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • surveiller le bon vissage des barres dans le cas d'ancrage passif noyé et dans le cas de manchons intermédiaires ; 	<p>- En faisant dévisser d'environ 1/4 de tour la barre et en revissant la barre à l'aide d'une clé à griffe - Procédure de manchonnage</p>		<p> Les 2 barres doivent être vissées à la moitié du manchon.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • surveiller l'état de propreté du filetage de l'écrou et de la barre de chaque ancrage ; 	<p>Visuel</p>		<p>Si nécessaire, démonter l'écrou et nettoyer le filetage de la barre pour une meilleure vissabilité.</p>







<ul style="list-style-type: none"> • vérifier le bon centrage de la plaque par rapport à la gaine ; • vérifier l'orthogonalité de la barre par rapport aux plaques actives et passives ; • surveiller le pré-blocage de l'écrou actif ; • vérifier que les surlongueurs minimales côté ancrages passif et actif sont dans les tolérances spécifiées par l'EDS ; • mesurer le dépassement en mm de la barre par rapport à la face supérieure de l'écrou actif. (mesure facultative) 	<ul style="list-style-type: none"> - Marqueur - Craie - Équerre à chapeau - Jauge de profondeur ou autres systèmes - Clé à molettes - Clé à griffes - Procédure interne ou fiche d'instruction de l'EDS - Notice technique - Jauge de profondeur / régleur / mètre - Procédure interne de l'EDS - Notice technique 		<p>Le défaut d'orthogonalité ne doit pas dépasser $\pm 2^\circ$, soit une pente maximum de 3,50 mm sur 100 mm.</p> <p>Dépassement minimum au-delà des plaques d'ancrage, en fonction du diamètre de la barre et du type d'ancrage (passif et actif).</p> <p>La valeur ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée par l'EDS.</p>
<p>↪ Torons</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier le type, les dimensions, le marquage (identification) : <ul style="list-style-type: none"> – de la tête d'ancrage (\varnothing, épaisseur...); – des clavettes (longueur, \varnothing ext.). 	<p>Notice technique du procédé de précontrainte (schémas...)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier la traçabilité des pièces d'ancrage utilisées ; 	<p>Bordereau de livraison et/ou fiche de contrôle à réception et/ou fiche de mise en place des armatures et ancrages</p>		<p> D'une manière générale, la traçabilité doit être assurée par ouvrage.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • surveiller la bonne mise en place d'un centreur (généralement en plastique) dans l'ancrage pour aligner les torons dans la géométrie de la tête d'ancrage ; 	<p>Visuel</p>		<p>Pour certains types de procédés.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier que les torons sont bien "peignés", alignés avec les trous correspondants des têtes d'ancrage (absence de croisement) ; 	<p>Visuel</p>		<p> Soins particuliers à apporter pour les câbles de longueur importante, permettant d'éviter un "nœud" à l'origine des ruptures de fils de torons.</p>

<ul style="list-style-type: none"> surveiller la bonne mise en place (centrage) des têtes d'ancrage (auto-centrage ou centrage par rapport à la plaque d'appui par emboîtement, couronne extérieure de guidage, etc.) ; surveiller la mise en œuvre des clavettes. 	Visuel			<p>Poussage des clavettes par tubes métalliques. Dans certains cas, pour les ancrages passifs, possibilité de fixer une couronne anti-recul (plaque de retenue).</p>
2.3.2. Contrôles à la mise en tension				
Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>↪ Torons et barres</p> <ul style="list-style-type: none"> vérifier que pendant la mise en tension, un dispositif de sécurité est assuré. 				<p> Pendant la mise en tension, INTERDIRE tout passage derrière et près du vérin, idem derrière les ancrages passifs. Mise en sécurité des zones concernées.</p>
<p>↪ Torons</p> <ul style="list-style-type: none"> mise en place des vérins de précontrainte dans les torons – surveiller l'alignement toron/trou de la tête d'ancrage/vérin • au premier palier (généralement 100 bars) : 	<ul style="list-style-type: none"> - Ordre de mise en tension - Chariot de transport, palan, etc. 			
<ul style="list-style-type: none"> – vérifier que le vérin est "libre" ; 	Absence de tension dans le palan, calage enlevé, etc.			<p> Déviation parasite possible pouvant provoquer des ruptures de fils élémentaires des torons.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – vérifier, pour les câbles ACTIF/PASSIF, que les clavettes côté PASSIF sont correctement enfoncées : <ul style="list-style-type: none"> ▪ absence de décalage entre brins ou léger décalage acceptable ; ▪ absence de glissement des torons. 	<p>Visuel</p> <p>Renforcement au tube métallique si nécessaire</p>			<p>Câble tendu à 1 seule extrémité. Pour ce type de câble ACTIF/PASSIF, il est conseillé d'opérer à 50 bars au lieu de 100 bars.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – faire une lecture en mm (index sur toron ou piston du vérin de précontrainte par rapport à un point fixe), cette mesure correspond au point "zéro" pour le calcul des allongements. 	Réglet, mètre			<p>Cette phase correspond au rattrapage du "mou" et à la mise en place du câble, des ancrages, des vérins. L'allongement entre 0 et 100 bars est déterminé par la moyenne arithmétique des allongements partiels obtenus</p>

<p>Pour les câbles ACTIF/ACTIF, les montées en pression à chaque extrémité du câble doivent être effectuées simultanément.</p> <ul style="list-style-type: none"> • à chaque palier de pression : <ul style="list-style-type: none"> – surveiller et vérifier les mesures de la pression et de l’allongement successivement : <ul style="list-style-type: none"> ▪ à au moins 3 paliers de pression inférieure à 0,90 P0 (paliers prédéterminés, généralement définis tous les 100 bars) ; ▪ à un palier dit de pression d’alerte Pa proche de 0,95 P0 ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Visuel - Liaison radio, téléphones de chantier <p>Directives Pressions / Allongements (DP/A)</p> <p>Carnet ou fiche de mise en tension</p>		<p>sur chaque ancrage entre 100 – 200, 200 – 300 et 300 – 400 bars.</p> <p>Câble tendu aux 2 extrémités.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ à P0 (pression finale, théorique) ou légèrement inférieur à P0 si 1,10 A0 est atteint. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pressions : manomètre de chantier - Allongements: mesures au réglelet ou au mètre, soit par déplacement d’un index métallique fixé sur au moins 1 toron, soit par mesure de la sortie du piston 		<p>À l’arrêt de la pompe hydraulique, à chaque palier, une chute de pression d’environ 10 à 30 bars (en fonction de la pompe utilisée, de la longueur des flexibles ou nombre de raccords et en fonction de la θ° de l’huile) peut être observée.</p> <p> La mesure de la pression est la valeur de la pression statique. La mesure de la pression est effectuée pompe arrêtée.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • reprise de tension <p>Opération nécessaire quand :</p>			<p>Dans la mesure du possible :</p> <ul style="list-style-type: none"> - reprise à prévoir à un palier programmé ;
<ul style="list-style-type: none"> – la course utile du vérin est faible ; 			<p> - éviter la reprise dans les paliers de fin de mise en tension.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – l’allongement à obtenir est supérieur à la course utile du vérin. <ul style="list-style-type: none"> • clavetage <p>Opération qui consiste à chaque palier, à bloquer (pousser) hydrauliquement les clavettes sur le toron</p> <ul style="list-style-type: none"> – vérifier la pression de clavetage. 	<p>Vérin de clavetage</p> <p>Notice technique, procédure de l’EDS</p>		<p>En fonction des procédés de précontrainte.</p> <p>Pour certains procédés, il s’agit d’auto clavetage.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • mesures de la rentrée de clavettes (contrôles périodiques) Opération consistant à mesurer la rentrée du toron au moment du transfert de la force du vérin à l'ancrage par vidange de la chambre de tension 	<ul style="list-style-type: none"> - Mode opératoire ou procédure de l'EDS - Valeur théorique : notice technique du procédé de précontrainte 		
<ul style="list-style-type: none"> • mesures des coefficients de transmission <ul style="list-style-type: none"> – contrôle interne (sauf si le marché transfère leur exécution au contrôle extérieur) ; – épreuves de convenance et de contrôle (si le marché le prescrit) ; – circonstances où les mesures sont indispensables ; – précisions sur les essais et la façon de les interpréter. 	<ul style="list-style-type: none"> CMP Organisme chargé de ces essais Fiche type de relevé de coefficient de transmission 		<ul style="list-style-type: none"> Art 95.4.2 du fascicule 65A du CCTG. Art. 95.3B, Art 95.4.2 du fascicule 65A du CCTG, Art. 4.10 des règles BPEL 91, circulaire n° 94.33 du 19 avril 1994. Art. 95.4.2 du fascicule 65A du CCTG. Annexe C au texte, annexe contractuelle, du fascicule 65A du CCTG.
<ul style="list-style-type: none"> • utilité de la mesure des coefficients de transmission • contrôle extérieur, contrôle interne, contrôle externe • cas où les mesures de coefficient de transmission sont indispensables • modes opératoires et moyens d'essai • interprétation des résultats • précisions pour le dossier de consultation des entreprises 			<ul style="list-style-type: none"> Circulaire n° 94.33 du 19 avril 1994
<p>↪ Barres</p>			
<ul style="list-style-type: none"> • surveiller à vide le bon fonctionnement du vérin et de la pompe ; 			<p>Les vérins sont du type annulaire, compacts et relativement légers.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • surveiller que la clé de serrage (douille) est positionnée sur l'écrou avant la mise en place du vérin ; • à la mise en place du vérin sur la barre, vérifier le centrage par rapport à la plaque d'ancrage ; • vérifier que toutes les pièces d'adaptation à l'arrière du vérin sont en contact et centrées ; 	<ul style="list-style-type: none"> Ordre de mise en tension Réglet 		<p>L'ancrage de la barre est réalisé à l'arrière du vérin au moyen d'une rondelle de centrage et</p>

			<p>d'un écrou de serrage.</p> <p>Le dispositif de serrage, manuel de l'écrou de l'ancrage est disponible dans le "nez" du vérin.</p> <p>Pour réaliser la mise en tension de la barre, celle-ci peut être prolongée par une tige de traction (rallonge) jusqu'à l'arrière du vérin et ancrer par une rondelle de centrage et écrou de serrage.</p>
<ul style="list-style-type: none"> surveiller le vissage correct de la tige de traction ; 	<ul style="list-style-type: none"> Marquage à la peinture Procédure interne de l'EDS 		<p>Cette tige de traction est vissée en extrémité de la barre à mettre en tension au moyen d'un manchon.</p> <p> Limitation particulière en cas de réemploi de la tige de traction.</p>
<ul style="list-style-type: none"> vérifier l'existence d'un emplacement suffisant pour le dégagement du vérin après mise en tension ; <p>⇒ au premier palier (généralement 100 bars) :</p> <ul style="list-style-type: none"> faire une lecture en 1/10 mm (comparateur en contact avec la plaque d'appui en extrémité du piston du vérin ou en contact direct avec l'extrémité de la barre ou de la tige de traction), cette mesure correspond au point "zéro" pour le calcul d'allongement de la barre. <p>⇒ à chaque palier de pression :</p> <ul style="list-style-type: none"> surveiller et vérifier les mesures de la pression et de l'allongement successivement : <ul style="list-style-type: none"> à au moins 3 paliers de pression inférieure à 0,90 P0 (paliers prédéterminés, généralement définis tous les 100 bars) ; 	<ul style="list-style-type: none"> Comparateur / jauge de profondeur ou autres en fonction des conditions du chantier Pied magnétique <p>Directives Pressions / Allongements (DP/A)</p>		<p>La clé de serrage doit tourner librement dans son logement dès l'effort appliqué.</p> <p>Vérifier que l'assise du pied magnétique est stable et positionnée sur un point fixe, l'utilisation du comparateur dépend de l'exiguïté du lieu d'intervention et est plus sensible au moindre choc extérieur.</p> <p>Cette phase correspond à la mise en place de la barre, des filetages, de la plaque, de l'écrou et du vérin.</p> <p>L'allongement obtenu entre 0 et 100 bars est déterminé par la moyenne arithmétique des allongements partiels obtenus entre 100-200, 200-300 et 300-400 bars.</p>

<ul style="list-style-type: none"> à un palier dit de pression d'alerte Pa proche de 0,95 P0 ; 	Carnet ou fiche de mise en tension			
<ul style="list-style-type: none"> à P0 (pression finale, théorique) ou légèrement inférieur à P0 si 1,10 A0 est atteint. 	- Pressions : manomètre de chantier - Allongements: mesures au comparateur sur plaque d'appui en extrémité du piston du vérin ou sur extrémité de la barre			<p> À l'arrêt de la pompe hydraulique, à chaque palier, une chute de pression d'environ 10 à 30 bars (en fonction de la pompe utilisée, de la longueur des flexibles ou nombre de raccord et en fonction de la θ° de l'huile) peut être observée.</p> <p>La mesure de la pression est la valeur de la pression statique. La mesure de la pression est effectuée pompe arrêtée.</p>
⇒ au palier final (pression Po) :				
<ul style="list-style-type: none"> vérifier que la pression est stable ; 	Manomètre			
<ul style="list-style-type: none"> vérifier le vissage de l'écrou ; 	Clé de serrage			<p> Après vissage de l'écrou, le transfert de l'effort du vérin à l'ancrage peut être effectué.</p>
<ul style="list-style-type: none"> vérifier que l'opération combinée mise en tension / serrage de l'écrou est bien répétée plusieurs fois jusqu'à obtenir l'effort résiduel requis. 				<p> Les opérations répétitives de mise en tension / serrage de l'écrou permettent de limiter les pertes par tassement.</p> <p>- Pour les barres filetées, un ensemble de deux re-tensions après mise en tension initiale permet de réduire sensiblement le recul d'ancrage.</p> <p>- Pour les unités courtes (2 à 5 m) l'opération doit être répétée au moins 2 fois après la mise en tension initiale.</p>
				<p> Pour les armatures de très faible longueur < 2 m, l'usage des barres nervurées est exclu.</p>
				<p>Une épreuve de convenance peut assurer que les moyens mis en œuvre permettent d'obtenir l'effort de précontrainte requis.</p>
⇒ limitations particulières en cas de réemploi de barres				<p> Les barres de nuance 1230 Mpa sont fortement déconseillées.</p> <p> Utilisation en traction</p>
<ul style="list-style-type: none"> cas particuliers des brêlages provisoires et 				

<p>suspentes.</p>				<p>pure. La tension à l'origine est limitée à 0,6 Frg si emploi unique et à 0,5 Frg s'il y a réemploi.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - vérifier les armatures avant chaque réutilisation : <ul style="list-style-type: none"> ▪ absence de cintrage, de traces de chocs, de points de soudure, d'usure, d'attaque par oxydation. - vérifier pour les accessoires d'ancrage : <ul style="list-style-type: none"> ▪ l'absence de déformations importantes ; ▪ l'intégrité du taraudage. 	<p>Visuel</p> <p>Marquage à la peinture à chaque utilisation pour visualiser le nombre d'utilisations (ou autres solutions)</p>			<p>En chaque cas d'espèce, il est recommandé de fixer un nombre maximal d'emplois en accord avec l'EDS.</p>

2.3.3. Contrôles après la mise en tension

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>↪ Torons</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier la position des clavettes dans les têtes d'ancrage : <ul style="list-style-type: none"> - rentrées homogènes ; - absence de décalage de brins ; - observations visuelles : fissuration éventuelle... • vérifier l'absence de glissement des torons / clavettes 	<p>Visuel</p> <p>- Alignement des empreintes des clavettes sur les torons - Peinture sur torons préalablement à la mise en tension - Fiche de mise en tension (allongement supérieur au théorique)</p>			<p>Sur certains types de clavettes, de très légères fissures sans conséquence peuvent apparaître au droit des fils élémentaires du toron.</p>

<ul style="list-style-type: none"> recépage des torons 	<ul style="list-style-type: none"> - Fiche de mise en tension - Fiche d'anomalie - Fiche de non-conformité 	<p>X</p>		<p>Coupe des torons</p>
<p>↪ Barres</p>				
<ul style="list-style-type: none"> vérifier l'effort résiduel effectif dans la barre par "pesage", à la fréquence définie dans le PAQ de l'EDS <p>Cette phase de "pesage" peut être effectué soit à la fin de la mise en tension, soit après une période prédéterminée (retrait, fluage, relaxation,...).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - PAQ de l'EDS - Procédure interne ou fiche d'instruction de l'EDS - Note de calculs - Jauge de profondeur (piston du vérin) - Comparateur (extrémité de la barre) 	<p>X</p>		<p>Cette phase consiste à appliquer à la barre tendue un effort de traction suffisamment important pour que l'ancrage (écrou) ne porte plus sur la plaque d'appui, le desserrage de l'écrou doit être possible.</p> <p>L'effort correspondant au décollement de l'ancrage, correspond à l'effort résiduel recherché.</p> <p>Pour cette phase, les relevés de pression et d'allongement sont identiques à une mise en tension normale de la barre.</p>

3. Conduite à tenir en cas d'anomalie

Cf. [annexe](#) jointe à la présente fiche.

4. Documents fournis au maître d'œuvre

- PAQ de l'EDS ;
- plan de contrôle ;
- plan de câblage ;
- plan de ferrailage ;
- notice technique du procédé de précontrainte ;
- procédure d'enfilage et de mise en tension ;
- fiche d'enfilage ;
- PV de résistance du béton ;
- fiche/carnet de mise en tension ;
- fiche d'anomalie éventuelle.

5. Pour en savoir plus, consulter :

- les notices techniques des procédés de précontrainte concernés, disponibles auprès des Entreprises Distributrices Spécialisées (EDS) ;
- la liste des procédés de précontrainte (torons et barres) intérieure ou extérieure, agréés ou autorisés, disponible auprès du secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP)¹ ou de l'ASQPE ;

¹ La CIP sera remplacée à terme par l'ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil).

- le secrétariat de la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP) ou de l'ASQPE (LCPC, 58 boulevard Lefèbvre, 75732 Paris Cedex 15) ;
- le fascicule 65A du CCTG et son additif (exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou béton précontraint) (août 2000) ;
- le règlement de l'agrément et du contrôle des procédés de précontrainte et dispositifs d'ancrage. Arrêté du 14 avril 1989. Fascicule spécial n° 89-6 ;
- la réglementation concernant l'emploi de la précontrainte – Circulaire 89-26 du 17 avril 1989. Fascicule spécial n° 89-6 ;
- les annexes I à V au règlement de l'agrément et du contrôle des procédés de précontrainte et dispositifs d'ancrage - Approbation CIP du 4 janvier 1990 ;
- la circulaire relative à l'utilisation d'unités intermédiaires de précontrainte avec ancrages incomplets. Circulaire n° 2002-57 du 4 septembre 2002. B.O. n° 2002-17 ;
- les compléments à la réglementation de la mise en oeuvre de la précontrainte (coefficient de transmission). Circulaire n° 94-33 du 19 avril 1994. B.O. n° 94-12 ;
- les compléments à la réglementation et à l'utilisation des barres de précontrainte. Circulaire n° 94.34 du 19 avril 1994. B.O. n° 94-12 ;
- les articles 3.3.11 et 4.10 des règles BPEL 91 révisé 99 "Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton précontraint suivant la méthode des états limites". Fascicule spécial n° 99-9 d'avril 1999.

**Annexe à la fiche n° IV-7
"Enfilage et mise en tension
des armatures de précontrainte"
Conduite à tenir "en cas d'anomalie"**

1. Généralités

Les dispositions à prendre en cas d'anomalie ne peuvent être que celles définies dans le PAQ (art. 93.3.4 et art. 95.3.B du fascicule 65A du CCTG).

2. Avant l'enfilage

- déboitement d'un raccordement de gaines \Rightarrow réparation après démolition de la zone concernée.

3. À l'enfilage

- non enfilage possible de torons unitaires \Rightarrow enfilage à l'autre extrémité de la gaine.
- non enfilage possible d'une partie des torons de l'unité de précontrainte \Rightarrow
 - traction simultanée de l'ensemble des torons concernés ;
 - enlèvement des torons déjà enfilés et traction de l'ensemble du faisceau de torons.

4. Mise en tension à Pa (pression d'alerte)

- si l'allongement mesuré est inférieur à 0,95 Aa, la mise en tension est poursuivie jusqu'à Po (pression finale théorique) ;
- si l'allongement mesuré est supérieur à 1,05 Aa (Aa = allongement théorique à Pa), la mise en tension est poursuivie par paliers de 10 bars et arrêtée lorsque la première des valeurs Po ou 1,10 Ao (Ao = allongement théorique à Po) est atteinte.

5. Mise en tension à Po (pression finale)

- si l'allongement mesuré est inférieur à 0,95 Ao, la mise en tension du câble concerné est arrêtée ;
- si l'allongement mesuré atteint la valeur maximale théorique, c'est-à-dire 1,10 Ao, la mise en tension du câble concerné est arrêtée.

La mise en tension est déclarée conforme si la pression Po est atteinte et que l'allongement mesuré est compris entre 0,95 et 1,10 Ao.

En aucun cas :

- Po ne doit être dépassée ;
- 1,10 Ao ne doit être dépassé.

Si 1,10 Ao est atteint et si Po n'est pas atteinte, la force attendue n'est pas atteinte.

Pour toutes les anomalies rencontrées à la mise en tension :

- arrêter la mise en tension du câble concerné ;
- bloquer les clavettes dans l'ancrage ;
- ne procéder à aucune opération de recépage ;
- faire ouvrir une fiche de non-conformité ;
- faire avertir le bureau d'études ;
- passer au câble suivant ; si confirmation du problème rencontré, suspendre la mise en tension en attendant la proposition d'actions correctives (vérification du matériel, module de l'acier, frottements, coefficient de frottement, etc.).

En cas d'anomalie d'allongement sur un câble, il peut être envisagé de réaliser une mesure de coefficient de transmission sur un autre câble de tracé similaire.

6. Rupture accidentelle d'un ou de plusieurs fils élémentaires de toron

- la mise en tension du câble concerné doit être arrêtée ;
- la rupture doit être localisée et analysée (défaut du toron, clavettes outils du vérin ou de l'ancrage, déviations parasites, vérin ...)
- le nombre de fils élémentaires rompus doit être estimé ;
- la nouvelle pression finale doit être limitée à :
$$Po \times (N - n) / N$$
 - n : nombre de fils rompus
 - N : nombre total de fils constitutifs du câble
 - Po : pression initiale à obtenir à la fin de la mise en tension

- ouverture d'une fiche d'anomalie ;
- actions correctives engagées pour remédier à l'anomalie ;
- décision du bureau d'études.

7. Rupture d'un ou plusieurs torons

- la mise en tension du câble concerné doit être arrêtée ;
- la rupture doit être localisée et analysée (défaut du toron, clavettes outils du vérin ou de l'ancrage, déviations parasites, clavetage, croisement derrière l'ancrage, câbles longs, ...)
- la nouvelle pression finale doit être limitée à :
 $P_o \times (N - n) / N$ - n : nombre de torons rompus
- N : nombre total de torons constitutifs du câble
- P_o : pression initiale à obtenir à la fin de la mise en tension
- ouverture d'une fiche de non-conformité ;
- actions correctives engagées pour remédier à l'anomalie ;
- décision du bureau d'études ;
- validation de maintien en état ou de remplacement du câble concerné.

8. Coefficients de transmission

L'avis final sur la comparaison entre la valeur du coefficient de transmission mesurée sur chantier en tenant compte des pertes par frottement dans les ancrages et vérins et la valeur du coefficient de transmission théorique calculée par le bureau d'études incombe au contrôle extérieur exercé par le maître d'œuvre.

Si des anomalies sont décelées, c'est-à-dire un écart significatif entre la valeur mesurée et la valeur théorique, il convient :

- pour les parties d'ouvrages non encore bétonnées, d'améliorer l'exécution par des mesures compensatoires (position, fixation des conduits, état intérieur des trompettes et des conduits...). De nouvelles mesures doivent être effectuées pour vérifier qu'une amélioration a été obtenue.
- pour les parties d'ouvrages déjà bétonnées, de faire procéder à un nouveau calcul de la structure en tenant compte des coefficients de frottement déterminés.

Fiche n° IV-8

"Les produits de protection et les cachetages"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche définit la nature des interventions à effectuer lors de la mise en œuvre des produits de protection et des cachetages. Elle est à associer à la fiche n° IV-6 "Mise en œuvre des conduits de précontrainte".

Elle comprend trois parties :

- les produits de protection ;
- la mise en œuvre des produits de protection ;
- les cachetages.

Elle ne traite pas :

- de la protection de torons gainés-protégés ni de torons revêtus (objet de la fiche n° IV-2) ;
- de l'injection des conduits de précontrainte par un produit souple, graisse ou cire (Ce point fera l'objet d'une nouvelle version de la présente fiche).

2. Rappels

Les armatures de précontrainte doivent être en permanence protégées contre la corrosion afin d'assurer la pérennité de la précontrainte depuis la protection provisoire jusqu'à la protection définitive.

L'injection des conduits et des ancrages a pour but de remplir les vides des conduits, de protéger les armatures contre les agents corrosifs et de passiver l'acier utilisé.

Protection par un coulis d'injection constitué de ciment, d'adjuvant et d'eau

Le coulis d'injection doit bénéficier d'un avis technique favorable (ATF) ou d'un avis provisoire favorable (APF) délivré actuellement par la Commission Interministérielle de la Précontrainte (CIP)¹. A terme, ces produits devraient être concernés par le marquage CE.

¹ La CIP sera remplacée à terme par l'ASQPE (Association pour la Qualification de la Précontrainte et des Équipements des ouvrages de bâtiments et de génie civil). Ces deux entités cohabitent actuellement.

Cet avis concerne d'une part le formulateur (produit) et d'autre part l'applicateur (matériels et mise en œuvre).

On distingue deux types de coulis de ciment :

- coulis non thixotropé
coulis fluide après la fabrication ;
- coulis thixotropé
coulis traditionnel avec agent thixotropant ajouté en fin de fabrication ; coulis de consistance en forme de gel au repos, devenant fluide dès sa mise en agitation.

Pour ce type de coulis de ciment, la viscosité (cohésion) est mesurée à l'aide d'un scissomètre selon document EDF CE 88-148.

On distingue deux types de méthode d'injection :

- la méthode "traditionnelle"
Par pompage à une extrémité (point bas) ;
- la méthode de l'injection "sous vide d'air"
Aspiration de l'air du conduit à l'extrémité opposée à celle de l'injection.

Protection par un produit souple, produit pétrolier

On distingue deux produits :

- la graisse à base d'huile minérale : lubrifiant plastique obtenu par dispersion, sous la forme d'un réseau tridimensionnel stabilisé, d'un épaississant insoluble dans un fluide lubrifiant.

En général, le composant liquide est une huile minérale et l'agent épaississant un savon métallique (Cithium, calcium, aluminium ...).

L'utilisation des graisses à savons potassiques, sodiques et potassiques + sodiques est interdite, car ces produits sont susceptibles de réagir avec le béton.

L'emploi des graisses n'est admis que dans le cas d'une précontrainte intérieure au béton. Toutefois, compte-tenu d'un phénomène de ressuage, l'emploi des cires est préférable.



- la cire micro-cristalline est un solide malléable cristallisé, constitué d'hydrocarbures saturés dits hydrocarbures paraffiniques.

Les produits utilisés doivent être conformes aux spécifications des articles 52.2.1 et 52.2.2 de l'additif au fascicule 65 A du CCTG.

Protection par un gel viscoélastique de polymère époxy



3. Actions à mener





3.1.- Avant la mise en œuvre des produits de protection définitive (protection provisoire)


Nature de la vérification	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> vérifier que le délai entre la fin de la mise en place des armatures et l'injection définitive est inférieur à 4 semaines ; <p>Dans le cas de protection provisoire renouvelée, vérifier :</p>	Pulvérisation			Après 4 semaines, son renouvellement doit être réalisé (Art. 91 du fascicule 65A du CCTG).
<ul style="list-style-type: none"> la nature de la protection et les conditions de renouvellement ; la nature des protections des ancrages ; 				<p> Si l'ambiance est agressive prévoir un renouvellement plus fréquemment.</p> <p> Art. 95.3 du fascicule 65A du CCTG En l'état actuel de la réglementation, les huiles solubles pour la protection provisoire sont : SHELL Dromus B, CALTEX soluble RGBF, MOBIL OIL Solvax 1535, ELF Surelf A (dans l'attente de publication d'une liste d'aptitude).</p>
<ul style="list-style-type: none"> les précautions sous températures extrêmes ; que la totalité de l'armature est protégée. 				


3.2.- Contrôles préalables à l'injection

Nature de la vérification	Moyens	PA	PC	Observations
<p>COULIS DE CIMENT</p> <ul style="list-style-type: none"> vérifier l'existence de l'ATF ou de l'APF ; 	<ul style="list-style-type: none"> Liste des produits (formulateurs) et des applicateurs ayant l'ATP ou l'ATF Fiche d'identification formulateur et applicateur 			<p>Ces coulis d'injection doivent bénéficier d'un avis technique favorable (ATF) ou d'un avis provisoire favorable (APF) selon la circulaire n° 99-54 du 20 août 1999.</p> <p>Publication par le LCPC. Cette liste précise, pour chaque formulateur, l'applicateur associé.</p> <p>Disponible auprès des EDS.</p>

Nature de la vérification	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier l'existence d'un PAQ spécifique au chantier et/ou d'une procédure d'exécution de l'injection et vérifier que les éléments suivants sont renseignés : <ul style="list-style-type: none"> – moyens en personnel qualifié et dirigé par un CMP ; – nature, qualité, origine des constituants ; – dosage visé en poids avec ses tolérances ; – ordre d'introduction dans le malaxeur et durée de malaxage des constituants ; – type de matériel de fabrication, de brassage, d'injection ; – exigences générales sur : <ul style="list-style-type: none"> ▪ le matériel ; ▪ la fabrication ; ▪ la mise en œuvre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instructions d'emploi - Notices techniques des procédés de précontrainte - Manuel d'utilisation 	X		<p>La composition nominale est soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – les dispositions particulières prévues lorsque la température du béton est inférieure à 5°C et/ou lorsque la température ambiante dépasse 25°C en maximum journalier à l'ombre ; 	Météo			<p> L'injection est interdite lorsque la température du béton descend au-dessous de 0°C. Lors d'injection en période hivernale et même si la température ambiante au moment de l'injection est supérieure à 5°C, il convient de s'assurer que la température ne risque pas de chuter rapidement avant la prise du coulis de ciment.</p> <p> Les malaxeurs et cuves d'entretien doivent être protégés d'arrivée d'eau de pluie et des rayons solaires (phénomène de déshydratation).</p>
<ul style="list-style-type: none"> – les dispositions à prendre en cas d'arrêt de progression du coulis ; – les contrôles aux différentes étapes de l'injection. 				


Nature de la vérification	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier l'existence d'un programme d'injection (numérotation des câbles, phase d'injection, etc.) ; 	Plan de câblage			
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier le soufflage des conduits ; 	Air comprimé			 Cette phase très importante permet de vérifier le libre passage du coulis à injecter. Le lavage à l'eau des conduits est interdit.
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier l'emplacement et le bon fonctionnement des événements ; • vérification de l'étanchéité si prescrit par le marché, pour déterminer les défauts éventuels ; 	- Plans d'exécution - Air comprimé - Essai d'étanchéité : essai sous vide	X		Les emplacements des événements et des purges doivent être mentionnés.
	- Essai sous pression d'air			Maintien de la pression à environ 5 bars pendant 1 minute. Cette pression peut-être de 3 bars dans des cas particuliers, notamment pour des hourdis de faible épaisseur.  Les essais de mise en pression d'eau sont à proscrire.  En cas de communications importantes entre conduits, prévoir une injection simultanée par "famille de conduits" après accord du maître d'œuvre.
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier le stockage des composants : ciment, adjuvant, eau potable ; 				Ciment : stockage dans un endroit sec, sur palettes isolées du sol, sous bâche ou dans un entrepôt.
				 Adjuvant : poches hydrosolubles à conserver au sec dans le carton d'emballage d'origine.
				Eau potable : en cas de doute, demander un certificat d'analyse (chlorure, sulfate, détergent).

Nature de la vérification	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier l'identification, la traçabilité et les dates de péremption du ciment et de l'adjuvant ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Date de fabrication sur les sacs de ciment - Date de fabrication et de péremption sur l'emballage carton des doses hydrosolubles d'adjuvant 			
<ul style="list-style-type: none"> • vérification de la réalisation d'un essai de convenueance (matériels et coulis) ; 				<p> Réalisée au plus tard 24 heures avant l'injection définitive, elle permet dans les conditions du chantier, l'ajustage du dosage en eau en fonction des conditions climatiques et principalement de la température ambiante et des matériaux : eau et ciment. Elle est réalisée sur un volume correspondant à la capacité du malaxeur.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier les types des matériels de fabrication utilisés ; – vérifier la présence de matériels de secours ; – vérifier l'état des matériels pour l'injection (centrale de fabrication et pompe d'injection) ; – vérifier la présence du matériel nécessaire en cas d'anomalies lors d'injection ; 	<p>Matériels de fabrication : à l'identique de ceux déclarés dans l'avis technique</p> <p>PV de vérification ou d'étalonnage du :</p> <ul style="list-style-type: none"> - compteur d'eau ou cuve tarée de la centrale de fabrication ; - manomètre de la pompe. <p>Compression d'air Eau sous pression pour lavage éventuel</p>			<p>Si le point d'injection est distant de la pompe, prévoir un manomètre à l'entrée du câble.</p> <p>Les pompes doivent être équipées d'un pressostat taré à 15 bars.</p>

Nature de la vérification	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier les caractéristiques du coulis : <ul style="list-style-type: none"> – fluidité, selon P18-358/NF EN 445 et durée pratique d'utilisation (DPU) ; – température extérieure et du coulis ; – exsudation à 3 et 24 h, selon P18-359/NF EN 445 ; 	Fiche EDS, contrôle de la convenance - Cône de Marsh, ajustage de 10 mm, tamis, récipient 1 l - Chronomètre - Scissomètre (coulis thixotropés uniquement) Thermomètre Éprouvettes graduées de 100 ml, éprouvettes fermées après remplissage et pendant le contrôle	X		Permet de suivre l'évolution des caractéristiques du coulis dans le temps (fluidité, exsudation). Valeur de la fluidité à la fabrication comprise entre 13 et 25 secondes. DPU : fluidité dans le temps en fonction du type de câble (volume, longueur, température, etc.). La quantité d'eau exsudée à la surface du coulis maintenu au repos durant trois heures doit être au plus égale à 2 % du volume du coulis, cette eau doit être complètement réabsorbée au bout de 24 h.
<ul style="list-style-type: none"> – tube incliné, inclinaison 30°. 	Tube PVC transparent, Ø intérieur 81 mm ± 2 mm et de longueur 5 m avec bouchons, vanne d'arrêt en partie inférieure et vis de purge en partie supérieure			 Dans le cas d'avis provisoire favorable, vérifier que l'essai au tube incliné est prévu ou que l'EDS peut justifier de cet essai (même lot de ciment).

3.3.- Contrôles pendant l'injection

Nature de la vérification	Moyens	PA	PC	Observations
<p>COULIS DE CIMENT</p> <ul style="list-style-type: none"> • au démarrage : <ul style="list-style-type: none"> – Contrôle de la fluidité en référence à l'épreuve de convenance, ajustage de la formulation (eau) si nécessaire en fonction de la température extérieure 	- Fiche EDS du contrôle de l'injection - Cône de Marsh, ajustage de 10 mm tamis, récipient 1 l - Chronomètre			Fluidité comprise entre 13 et 25 secondes, fluidité inférieure à 25 secondes pendant 30 minutes après la fabrication.

Nature de la vérification	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • pendant l'injection : <ul style="list-style-type: none"> – contrôle de la température extérieure, du béton, du coulis ; – fluidité à la fabrication (cuve d'attente) ; – fluidité à la sortie du conduit, éventuellement aux événements en fonction de la longueur des câbles ; – exsudation ; – contrôle du volume de coulis mis en œuvre par conduit ; 	Thermomètre			<p>La différence entre le temps d'écoulement à la fabrication et à la sortie doit être inférieure à 4 secondes.</p> <p>Inférieure ou égale à 2 %.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – contrôle de la durée de mise en œuvre par conduit ; 	Chronomètre			 Les conduits doivent être injectés en continu, sans attente de fabrication du coulis.
<ul style="list-style-type: none"> – contrôle à la sortie des événements ; 	Visuel			<p>Evacuation de l'eau résiduelle dans le conduit jusqu'à obtenir une sortie de coulis de consistance "onctueuse", en général à titre d'exemple, 1 seau de ≈ 5 à 10 l à évacuer.</p> <p>Ne pas dépasser 15 bars.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – contrôle de la pression d'injection ; – contrôle de la pression finale à 5 bars et maintien pendant 1 minute. 	Chronomètre			

3.4.- Contrôles après l'injection

Nature de la vérification	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • remplissage des événements avant et après recépage ; • capots provisoires si utilisés ; • contrôles non destructifs. 	<p>Visuel</p> <p>Visuel</p> <p>Gammagraphie</p>			Au démontage

4. Pour en savoir plus, consulter :

- Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint. Fascicule 65A du CCTG. Fascicule spécial n° 2000-3, août 2000 ;
- Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint. Additif au fascicule 65A du CCTG. Fascicule spécial n° 2000-4, août 2000 ;
- Avis technique des coulis d'injection pour conduits de précontrainte. Circulaire n° 99-54 du 20 août 1999. Fascicule spécial n° 99.11 du Bulletin Officiel du Ministère de l'Équipement ;
- Liste des coulis de précontrainte bénéficiant d'un avis technique (disponible auprès de la CIP) ;
- Coulis pour injection de coulis de précontrainte. *Note d'information* série "ouvrages d'art" n° 21. Sétra/CTOA, juillet 1996, 8 p. ;
- Fiche d'identification des avis techniques formulateur + applicateur ;
- NF EN 445 : Coulis pour câbles de précontrainte - Méthodes d'essais ;
- NF EN 446 : Coulis pour câbles de précontrainte - Procédures d'injection de coulis ;
- NF EN 447 : Coulis pour câbles de précontrainte - Prescriptions pour les coulis courants ;
- P18-358 : Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Coulis courants d'injection pour précontrainte - Mesure de la fluidité de la réduction d'eau ;
- P18-359 : Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Coulis courants d'injection pour précontrainte - Mesure de l'exsudation (stabilité).

Fiche n° V-1

"Stabilité des coffrages"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche porte sur la stabilité et l'indéformabilité des ouvrages provisoires destinés aux coffrages verticaux, pour la réalisation des parties d'ouvrage en béton des ponts et de leurs accessoires.

Concernant les éléments coffrants horizontaux, leur stabilité étant essentiellement liée à la bonne tenue des étaitements et cintres qui les soutiennent, il convient de se reporter à la fiche n° V-3 "Étaitements et cintres".

Le cas des coffrages perdus n'est pas examiné, que ce soit par impossibilité de les retirer (cavités devenues inaccessibles) ou parce qu'ils constituent une face non vue de l'ouvrage (pré-dalles ou panneaux de parement préfabriqués, par exemple).

2. Rappels

Dans leur grande majorité, les coffrages sont maintenus, étayés ou supportés par des ouvrages provisoires, lesquels peuvent être classés en première ou deuxième catégorie. Ces ouvrages provisoires doivent faire l'objet d'un projet, établi par l'entreprise, présentant les documents nécessaires à leur définition. On se reportera à la fiche n° V-3 "Étaitements et cintres" pour ce qui concerne plus spécifiquement ces ouvrages provisoires les plus fréquents.

Ces documents, dont dépend le contrôle de la stabilité des coffrages doivent être visés par le Chargé des Ouvrages Provisoires (COP). Si ces ouvrages provisoires sont classés en première catégorie, le dossier aura, en outre, fait l'objet d'une vérification par le bureau d'études du maître d'œuvre ou par son contrôle extérieur (Cf. fiche n° V-3).

Les coffrages sont des dispositifs provisoires qui, bien que ne faisant pas partie de l'ouvrage, en déterminent la forme et l'aspect des parements. C'est donc un moule dont les qualités sont imposées par les fonctions définies à l'article 53.1.1 du fascicule 65A du CCTG¹, à savoir :

- la stabilité et l'indéformabilité ;
- la faculté d'être démonté pour être éventuellement réutilisé ;

- l'étanchéité pour éviter les pertes de laitance, causées d'une modification locale des propriétés du béton.

Pour répondre à ces nécessités, le coffrage des parties d'ouvrages d'art est le plus souvent constitué de trois éléments principaux :

- une **peau**, surface qui communiquera au parement de béton son aspect définitif, selon sa nature (bois, tôle d'acier, matière plastique, etc.) ;
- une **ossature**, destinée à rendre la peau indéformable ;
- un **support**, qui a pour objet le maintien du système de coffrage dans la forme et à l'emplacement définis dans le projet.

Les différents types de coffrages utilisés en ouvrages d'art sont :

1. les coffrages traditionnels : la peau est constituée de planches, rabotées ou non, ou de panneaux en matières plastiques. L'ossature est le plus souvent en bois. Seul le support, autrefois en bois, est aujourd'hui constitué par des étais et des poutrelles métalliques.
2. les coffrages-outils répartis par nature d'éléments d'ouvrage :
 - les banches, coffrages plans destinés à coffrer des murs par hauteur de 2,50 m environ ; associées par paire, elles sont reliées entre elles par des dispositifs (récupérables ou non) destinés à maintenir leur écartement. Une passerelle de travail est généralement incorporée en tête et des vérins à vis ou tire-pousse permettent de stabiliser et caler la banche au sol.
 - les tables, coffrages plans horizontaux pour la réalisation de dalles. Elles sont munies de vérins pour leur réglage en hauteur et le décoffrage. Un réglage en largeur doit permettre l'application précise sur les murs verticaux exécutés.
 - les tunnels coffrages, combinant les deux outils précédents. Ils disposent de réglages permettant leur mise en place précise, un décoffrage facile et l'évacuation. Ils sont parfois constitués de 1/2 éléments clavés qui permettent une plus grande souplesse de manipulation.
 - les coffrages pour poutres, poteaux, nervures. Ces coffrages sont issus des systèmes précédents et adaptés aux formes particulières de ces éléments de structure.

En raison de l'imprécision des moyens d'exécution, il est impossible de réaliser les ouvrages à leurs dimensions exactes. Les règlements ont donc défini des dimensions limites, maximales et minimales à respecter. Les intervalles entre ces limites constituent les

¹ Version août 2000

tolérances géométriques définies par l'article 101 du fascicule 65A du CCTG.

La rigidité et la stabilité du coffrage, vis-à-vis des actions mécaniques appliquées, doivent garantir le respect des dimensions finies de l'ouvrage et les tolérances géométriques précitées.

Le déplacement, voire le renversement, de coffrages peuvent être dus à des actions prévisibles :

- poussée du béton frais* ;
- action du vent ;
- tassement, dénivellation ou affouillement des appuis ;

** L'attention est attirée sur l'évolution actuelle vers des bétons plus fluides (notamment les bétons dits "auto-plaçants"), dont les caractéristiques physiques et les possibilités plus importantes de cadences de bétonnage, conduisent à des poussées sensiblement plus importantes que les bétons traditionnels.*

ou imprévisibles par l'application d'un effort accidentel :

- choc d'une charge en cours de déplacement à la grue ou d'un véhicule manœuvrant ;
- ouverture du coffrage sous la pression du béton (tiges de serrage ou mâchoires de serrage défectueuses) ;
- intervention du personnel sur un coffrage élané insuffisamment maintenu ;
- etc...

3. Actions à mener

3.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'existence des référentiels <ul style="list-style-type: none"> – PAQ "ouvrages provisoires" pour les coffrages maintenus par des cintres ou étaitements de 1^{ère} catégorie Pour les coffrages dits standard (coffrages-outils, voir ci-dessous) <ul style="list-style-type: none"> – justification par l'entreprise de la résistance et de la rigidité de l'ossature des coffrages ; à défaut, engagement que celle-ci a été vérifiée – documents visés par le COP – documents d'utilisation et de maintenance précisant les conditions d'emploi des coffrages outils 	<p>Articles 55.2 et 55.3 du fascicule 65 A du CCTG</p> <p>Article 53.1.1 du fascicule 65 A du CCTG</p> <p>Ces documents sont de deux natures :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) le projet des ouvrages provisoires, comprenant : <ul style="list-style-type: none"> - leurs dessins d'exécution ; - leurs notices et consignes de mise en œuvre et d'assemblage. 2) Le document de suivi de livraison de tous les matériaux et matériels destinés aux ouvrages provisoires, en application de l'article 44.1 du fascicule 65A du CCTG. <p>Notice du fabricant à disposition du maître d'œuvre sur le chantier, comprenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la description détaillée de tous les composants ; - leur mode d'assemblage et leur compatibilité ; - leurs règles d'utilisation et de dimensionnement.

<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des conditions d'entreposage et de stockage des éléments de coffrages 	<p>Les caractéristiques géométriques (notamment la planéité) et les propriétés d'étanchéité ne doivent pas être compromises par des déformations irréversibles</p>
---	--

3.2.- À la mise en œuvre des coffrages

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans les documents qualité sont effectivement appliquées.

Avertissement : La vérification de la bonne exécution des opérations liées à la mise en œuvre proprement dite comporte une succession de contrôles à réaliser au fur et à mesure de l'avancement des travaux de réalisation des coffrages. Le contrôleur peut ainsi faire corriger les dispositions incorrectes en temps utile et délivrer sereinement l'autorisation de poursuivre. Ceci permet en outre d'alléger les points de contrôle permettant de lever le point d'arrêt avant bétonnage (Cf. § 3.3 ci-après).

Nature de l'intervention	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité – vérifier la bonne accessibilité en toute sécurité aux coffrages et à leurs systèmes de stabilisation • Contrôle de la stabilité d'ensemble des coffrages verticaux <p>Stabilisation par fermes d'appui et ancrage arrière</p> <p>Vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> – le nombre et l'écartement des fermes d'appui ; – la mise en place des contreventements préconisés par le constructeur ; – le blocage des fermes avec ancrage par fixation dans un scellement intégré à une partie d'ouvrage déjà réalisée ("talonnets") ; <ul style="list-style-type: none"> ▪ s'assurer du nombre suffisant, par ferme, des ancrages dans le béton et de leur inclinaison ; ▪ vérifier l'absence d'éclatement du béton ; ▪ s'assurer que la résistance requise du béton est atteinte. – le blocage des fermes avec ancrage par des lests amovibles (blocs ou longrines de béton). <p>Stabilisation par contrepoids</p>		<p>x</p> <p>x</p>	<p>Conformité aux plans des fouilles</p> <p>Rappel : L'entreprise a l'obligation d'assurer la stabilité des banches dans toutes les phases de travail par un vent de 85 km/h en pointe. Au-delà de cette vitesse, il doit faire évacuer les abords immédiats de la banche. On rappelle que la vitesse de pointe du vent de 72 km/h n'autorise plus la mise en œuvre des grues à tour (norme NF E52-081), ce qui limite alors sur les chantiers qui en sont équipés, la manipulation des banches.</p> <p>Conformité aux plans</p> <p>Conformité aux plans</p> <p>Cf. notice du constructeur qui permet de déterminer la masse du contrepoids en fonction des conditions d'emploi préconisées par ce dernier ou imposées par l'ouvrage</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la stabilité d'ensemble des coffrages horizontaux 		x	Cf. fiche n° V-3 "Étaisements et Cintres"
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'intégrité des coffrages <p>Vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> – que dans les coffrages industriels, tous les composants sont de même origine (même fabricant) et compatibles ; – les systèmes de serrage des panneaux et des cadres ; – la mise en tension effective des tendeurs, notamment au niveau des fourrures ; – le serrage des tiges de liaison aux angles ; – d'une manière générale, que tout système à vis ou à crémaillère est fermement bridé ; – le verrouillage des étais d'ajustement des banches ; – la compatibilité des fermes d'appui ; – les dispositifs d'écartement entre banches ; – la conformité du calepinage des trous de banches ; – que les cales biaises pour tables de coffrage sont correctement mises en place et solidement ajustées ; – que tous les boulons prévus sont bien en place, en cas d'utilisation d'éclisses ; – que la qualité des accessoires architectoniques (baguettes d'angle, moulures incorporées, etc.) est compatible avec les conditions d'emploi (problèmes d'écrasement ou de déformation). 		x	<p>En accord avec les spécifications du fabricant</p> <p>Leur dimension doit être toujours légèrement supérieure à la valeur théorique de manière à garantir une parfaite étanchéité lors du serrage du coffrage et donc à limiter les pertes de laitance</p> <p>Vis-à-vis du projet architectural s'il existe</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Dispositifs de sécurité <ul style="list-style-type: none"> – vérifier les modes de fixation et de réglage des passerelles et garde-corps. 		x	Conformité aux plans

3.3.- Avant bétonnage



POINT D'ARRÊT

Dans le cas où le contrôleur a effectué les vérifications au fur et à mesure de l'avancement des travaux de réalisation des coffrages (Cf. § 3.2), le point d'arrêt consiste à porter une attention particulière sur les opérations susceptibles d'évolution depuis son dernier contrôle ainsi que la prise en compte de ses observations par l'entreprise.

Dans le cas contraire, le contrôleur doit procéder à l'ensemble des contrôles cités au § 3.2.

<p>LEVÉE DU POINT D'ARRÊT (avec ou sans réserve(s) ou refus motivé)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - signatures des intervenants sur la fiche de suivi chantier ; - établissement d'une fiche éventuelle d'anomalie.
--	--

La levée du point d'arrêt avant bétonnage, outre les contrôles de position des armatures, qui font l'objet de la fiche correspondante, garantit :

- l'exactitude d'exécution : mesure des dimensions intérieures et position en plan et en hauteur des coffrages ;
- leur verticalité ou le fruit prévu ;
- l'horizontalité ou la pente des sous-faces, y compris la contre-flèche prévue ;
- la mise en œuvre correcte des dispositifs prévus pour assurer leurs stabilité et indéformabilité.

4. Documents nécessaires au maître d'œuvre

- fascicule 65A du CCTG et son additif : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou béton précontraint ;
- CCTP du marché ;
- fascicule de documentation P18-503 : Surfaces et parements de béton – Éléments d'identification ;
- PAQ des coffrages et des ouvrages provisoires correspondants ;
- plans d'implantation et de coffrage du marché ;
- plans d'implantation et de coffrage établis par l'entrepreneur ;
- procédure d'exécution relative à la réalisation des coffrages ;
- fiches de suivi et de contrôles effectués par l'entreprise.

5. Bibliographie

Le maître d'œuvre pourra consulter les documents suivants :

- Règles de calcul et de conception des charpentes en bois. Règles CB 71 (et modificatif 1975) ;
- Calcul des structures en bois. Eurocode 5 ;
- Règles de conception et de calcul des charpentes métalliques en alliage d'aluminium. Règles AL 76 ;
- Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier. Fascicule 61, titre V du CPC.

Fiche n° V-2

"Parements en béton"

1. Objet de la présente fiche et généralités

Cette fiche concerne la vérification de toutes les opérations relatives au coffrage et au décoffrage des éléments en béton armé ou précontraint, réalisées sur chantier. Quelques éléments importants sur le bétonnage et la vibration du béton y sont également rappelés. Pour plus de détails, on se rapportera aux fiches relatives au bétonnage.

Un parement de béton brut de décoffrage est une surface destinée à être vue après achèvement de l'ouvrage, et / ou à résister à l'agression d'un environnement défini. Dans la majorité des cas, ces aspects d'esthétique et de durabilité doivent être pris en compte dès la conception et tout au long de la période constructive.

Du point de vue esthétique, les parements sont classés en fonction de leurs caractéristiques de teinte et de texture, sans négliger pour autant les caractéristiques de

2. Points importants à examiner

2.1.- Période de préparation des travaux

Avertissement : Le présent paragraphe concerne des opérations à réaliser en amont de la phase travaux proprement dite et donc du cadre "MEMOAR". Cependant, il a été jugé utile de rappeler les étapes essentielles relevant du maître d'œuvre sachant que le contrôleur en phase travaux n'a, en principe, qu'à se préoccuper du contrôle de l'existence des référentiels qualité afin de s'y référer, si besoin est, lors des opérations décrites au § 2.2 à 2.5 de la présente fiche.

forme. À ce jour, plusieurs classements basés sur les seuls critères esthétiques coexistent mais sans être strictement équivalents (Cf. tableau 1).

CIB n°24	DTU 23	CCTG fasc. 65 A*	Fascicule de doc. P18-503
grossiers	élémentaires	non pris en compte	0
ordinaires	ordinaires		1
soignés	courants	soignés simples	2
	soignés	soignés fins	3
spéciaux		soignés ouvragés	4

* version août 2000

À chaque type de parement, correspondent des spécifications particulières qui doivent être précisées au CCTP, notamment en ce qui concerne la teinte et la texture.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Acceptation des référentiels (documents qualité) – CCTP ; 				Doit être renseigné sur : <ul style="list-style-type: none"> - les différents types de parements avec leurs spécifications associées (teinte, texture, forme) en s'appuyant sur l'article 53 du Fascicule 65A du CCTG et le fascicule de documentation P18-503 ; - les modes d'appréciation de la qualité des parements (en précisant par qui, à quel âge du béton, et la façon dont les appréciations seront exécutées et en mentionnant les essais et les conditions d'éclairage destinés à vérifier les niveaux de qualité prescrits) ;

<p>– PAQ de l'entrepreneur.</p> <p>• Vérification de la faisabilité des types de parements à partir des bétons témoins réalisés par l'entreprise</p> <p>• Acceptation, à l'issue des bétons témoins, des plans de vibration suivant les différentes parties d'ouvrage</p>	<p>essais</p>	<p>X</p> <p>X</p>	<p>- une grille décisionnelle relative à l'acceptation des différents types et lots de parements.</p> <p>L'analyse du PAQ doit :</p> <p>- permettre au maître d'œuvre de constater que l'entreprise dispose des moyens nécessaires pour obtenir les résultats demandés ;</p> <p>- déboucher généralement sur la définition des bétons témoins (forme, texture, teinte) en concertation avec l'entreprise.</p> <p>Si les spécifications sont respectées, le béton témoin est accepté, et les caractéristiques mesurées peuvent être rendues contractuelles (en prenant bien en compte l'âge du béton au moment des mesures). Ces caractéristiques rendues contractuelles serviront de base pour le déroulement du chantier.</p> <p>À noter qu'il faudra bien se garder d'utiliser le béton témoin proprement dit comme témoin pendant la durée du chantier, compte tenu de son évolution avec l'âge.</p> <p>Si les spécifications ne sont pas respectées, il convient de prescrire un nouveau béton témoin après avoir modifié les éléments jugés responsables.</p> <p>Plans définissant les points de pénétrations des vibrateurs internes (aiguilles), les profondeurs admissibles, et la durée de vibration avec prise en compte du cheminement de remontée.</p>
---	---------------	-------------------	--

2.2.- Intervention avant bétonnage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>• Vérification de la compétence du personnel de l'entreprise</p> <p>– vérifier si les personnels utilisés pour le bétonnage sont les mêmes et ont les mêmes affectations que ceux utilisés pour la confection des bétons témoins</p>			<p>X</p>	<p>Le personnel dit compétent est celui qui a réalisé le béton témoin réputé satisfaisant.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des coffrages : <ul style="list-style-type: none"> – géométrie de l'ensemble ; – préparation de la peau coffrante (propreté et démoulant) ; – étanchéité et stabilité de l'outil coffrant ; – propreté des peaux coffrantes. 	visuel		X
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification du traitement des joints destinés à assurer l'étanchéité entre coffrages adjacents 			
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la mise en place de la cage d'armatures dans le coffrage : <ul style="list-style-type: none"> – position (calage) de la cage ; – vérifier que le calage est de nature à autoriser le coulage du béton ; – propreté des armatures. 	visuel		<p>Nota : La cage d'armatures a été examinée préalablement (Cf. fiche n° III-1).</p> <p>Le calage doit être conforme aux prescriptions d'épaisseur d'enrobage, et ne doit pas "bouger" pendant le bétonnage.</p> <p>Cheminée de coulage adaptée pour le passage de la manche de la benne, ou du tuyau de pompage.</p> <p>Dans le cas particulier des tabliers, veiller à ce que l'éventuelle rouille des armatures ne soit pas venue polluer la surface coffrante.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la disponibilité des moyens de transports (nombre de camions transporteurs de béton suffisant pour éviter les ruptures mêmes ponctuelles d'approvisionnement et adapté aux moyens de coulage) 	visuel		<p>Dans le cas de pompage, un désamorçage de pompe entraîne souvent un arrêt long de bétonnage et engendre une reprise de bétonnage dont les effets sont néfastes à l'homogénéité du béton de la partie d'ouvrage.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des matériels de coulage <ul style="list-style-type: none"> – état de fonctionnement ; – nombre de matériels ; – etc. 	visuel		En accord avec le PAQ.
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des moyens de mise en œuvre <ul style="list-style-type: none"> – disponibilité du personnel devant utiliser les matériels ; – personnel suffisant pour assurer l'emploi de ces matériels ; – approvisionnement des éventuels produits de cure ; 	visuel		En accord avec le PAQ.

<ul style="list-style-type: none"> – parfait état de fonctionnement des matériels de serrage (vibration) du béton et de mise en oeuvre de l'éventuel produit de cure. • Vérification des matériels prévus pour la protection du béton en cas de bétonnages par temps froid ou par temps chaud – parfait état de fonctionnement ; – installation des matériels. 	visuel			<p>Ces prescriptions doivent être proposées par l'entreprise dans son PAQ (description des moyens et durée d'application).</p>
---	--------	--	--	--

2.3.- Intervention pendant le bétonnage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer de l'homogénéité du béton à la mise en oeuvre (en vérifiant que les contrôles de réception du béton par l'entreprise sont effectués correctement) • S'assurer que les documents suivants destinés à assurer la traçabilité du béton livré ont bien été fournis : <ul style="list-style-type: none"> – un exemplaire (copie) de chaque bordereau de livraison et des bons de pesées correspondants • Vérification de la bonne répartition du béton dans les coffrages • Vérification du procédé de coulage (surtout en début de bétonnage) • Vérification de l'uniformité du serrage par vibration et du comportement du béton (absence de ségrégation en cours de vibration) • Vérification du respect des hauteurs maximales admissibles pour la chute du béton dans les coffrages • Veiller à ce que les manches ou tuyaux de pompage déversent le béton dans des conditions pré-définies tout au long du coulage 				<p>Si le contrôle extérieur le prévoit, il fait procéder aux essais prévus par son laboratoire.</p> <p>Les bordereaux de livraison doivent comporter l'acceptation de la charge par l'entreprise.</p> <p>Pour les parties d'ouvrage de grandes dimensions (grandes longueurs notamment), multiplier ces vérifications en cours de bétonnage.</p> <p>Dans le cas de bétons courants (non auto-plaçants), il est recommandé d'avoir un plan de vibration (Cf. dernier alinéa du § 2.1).</p> <p>Les hauteurs maximales admissibles sont à définir au démarrage du coulage après avoir examiné les possibilités offertes par la cage d'armature.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Vérification du respect de la bonne épaisseur des couches • Vérification de l'application effective des mesures prévues en cas de bétonnage par temps froid ou par temps chaud 			<p>Si prévu au CCTP. Il convient de veiller au respect de l'épaisseur moyenne prévue avec une tolérance de ± 10 cm, dans la mesure où toute cette couche sera bien vibrée.</p> <p>En référence au PAQ Veiller à ce que les matériels soient utilisés correctement.</p>
---	--	--	---

2.4.- Intervention au décoffrage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que le décoffrage est réalisé dans les délais et conditions préfixées (généralement au PAQ) <ul style="list-style-type: none"> – <u>dans le cas où un degré de maturité n'a pas été défini</u>, s'assurer que l'entreprise respecte bien le délai fixé au préalable en fonctions des conditions ambiantes – si un degré de maturité a été défini • Vérification de la bonne application de l'éventuel produit de cure avec le procédé prévu • Vérification des niveaux de qualité de forme des parements en s'appuyant sur le fascicule 65A du CCTG, ou sur les référentiels du CCTP s'ils existent ou sur certains éléments du fascicule de documentation P18-503 rendu contractuel au CCTP. Dans ce cas, les niveaux de qualité requis doivent être précisés. • Vérification des niveaux de qualité de texture des parements en s'appuyant sur le guide technique de défauts d'aspect des parements en béton (publication LCPC-Paris 1991) 	<p>maturométrie</p>		<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	<p>L'entreprise peut (ou doit suivant CCTP) également proposer l'analyse de résultats mécaniques d'information.</p> <p>En aucun cas le représentant du maître d'œuvre ne doit prendre la responsabilité du décoffrage.</p> <p>En général, ces mesures maturométriques sont réalisées par l'entreprise, le maître d'œuvre se réservant bien entendu la possibilité de faire réaliser ses propres vérifications (dans le cadre de son contrôle extérieur).</p> <p>En accord avec le PAQ. On veillera également que la durée de cure prescrite est bien assurée.</p> <p>Cette vérification peut être effectuée dès le décoffrage, du fait que l'âge du béton "mature" n'a plus d'influence sur ces caractéristiques de forme.</p> <p>Cette vérification peut être effectuée à partir de quelques jours après décoffrage (suivant la saison, ce délai est 2 jours en été à une dizaine de jours en hiver). Dans le cas de défauts non tolérés au CCTP, il convient d'apprécier la gravité de ceux-ci et les dangers qu'ils représentent vis-à-vis de la durabilité (recours à spécialistes).</p>

<p>• Vérification des niveaux de qualité de teinte des parements en s'appuyant sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> – les référentiels du CCTP qui doivent fixer le niveau d'homogénéité de teinte et parfois la teinte elle-même avec les tolérances associées ; – le fascicule de documentation P18-503 qui fournit un nuancier de teinte (cas des bétons gris uniquement). 		X	<p>Ces vérifications ne doivent pas être :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réalisées avant séchage superficiel du béton (délai pouvant atteindre 1 mois, mais jamais inférieur à 2 semaines) ; - effectuées sur parements humides (par exemple après averse), ni sous exposition directe au soleil (écrasement des écarts de teintes). <p>A noter que le CCTG (fascicule 65A) n'indique pas de spécifications utilisables : C'est au CCTP qu'il convient de les introduire.</p> <p>En cas de doute, faire appel aux spécialistes.</p> <p>En règle générale, il est conseillé de bien définir les conditions d'examen des parements réalisés (éclairagements, âge du béton et distance d'observation).</p>
--	--	---	--

2.5.- Précautions à prendre en cas de réparations

En cas de non-conformité d'un parement aux spécifications du marché, l'entrepreneur doit proposer des réparations à l'agrément du maître d'œuvre (Point d'arrêt). Celui-ci doit donc apprécier la valeur de ces propositions en veillant à la pérennité de la réparation proposée. Celle-ci ne doit pas affecter d'autres paramètres concernant l'aspect des parements. Le recours à un spécialiste est conseillé pour apprécier les solutions proposées.

3. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 65A du CCTG : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint – chapitre 5 (août 2000) ;
- le fascicule de documentation P18-503 : Surfaces et parements de béton - Éléments d'identification ;
- le guide technique de défauts d'aspect des parements en béton. LCPC, 1991.

Fiche n° V-3

"Étaisements et cintres"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne la mise en œuvre des ouvrages provisoires dénommés étaisements et cintres, pour la réalisation des parties en béton ou en métal des ponts et de leurs accessoires.

Ces ouvrages sont définis par le chapitre 4 du fascicule 65A du CCTG¹. Ils ne comprennent pas les matériels spéciaux, les échafaudages de service, ni les dispositifs de protection vis-à-vis des risques de chutes d'éléments ou de matériels, tels qu'ils sont décrits dans l'article 41.1 du fascicule sus-visé du CCTG.

2. Rappels réglementaires

Les étaisements et cintres, comme ouvrages provisoires, peuvent être classés en première ou deuxième catégorie selon leur complexité, leur niveau de risque vis-à-vis des tiers ou leur qualité. Les cintres sont toujours en première catégorie. La présente fiche est établie pour ces ouvrages de première catégorie, mais pourra, moyennant les allègements nécessaires, s'appliquer à ceux de deuxième catégorie.

L'entrepreneur établit le projet des étaisements et cintres. Le Chargé des Ouvrages Provisoires (COP), acteur extérieur au chantier, est désigné par l'entrepreneur. Il est reconnu compétant et accepté par le maître d'œuvre. Il assure le contrôle interne des études qu'il matérialise par un visa de toutes les pièces qui s'y rapportent.

Le COP exerce en outre le rôle de coordination défini par l'article 42.1 du fascicule 65A du CCTG.

Le Plan d'Assurance Qualité de l'entreprise doit définir (Cf. article 42.2 du fascicule 65A du CCTG), pour les cintres et étaisements de première catégorie, les consignes relatives :

- à leur réalisation et utilisation (montage, réglage, chargement, déplacement, démontage et conditions de emploi) ;
- à l'utilisation de tout matériel exerçant une action sur ceux-ci ou sur l'ouvrage à construire en phase provisoire (engins de chantier stockage de matériaux, etc.) ;

- aux dispositions prises à l'égard de tout élément dont la défaillance présenterait un risque pour la sécurité (création d'un deuxième niveau de sécurité).

Le projet des étaisements ou des cintres doit comporter tous les éléments nécessaires à leur définition (Cf. article 43 du fascicule 65A du CCTG) :

- dessins d'exécution ;
- notices et consignes ;
- justifications (calculs ou règles d'emploi).

La justification de ces ouvrages provisoires doit présenter des degrés de sécurité égaux à ceux des ouvrages définitifs, notamment en raison du fait que les charges prévues sont effectivement appliquées.

Pour ces justifications, l'annexe B au fascicule 65A du CCTG a fixé les principales règles à suivre, dans la mesure où il s'agit d'ouvrages provisoires relevant des techniques de génie civil.

Le commentaire de l'article 43.1 du fascicule 65A du CCTG attire l'attention sur les points importants, susceptibles de mettre en péril la stabilité de ces ouvrages :

- les tassements prévisibles aux appuis sur le sol, pour lesquels l'entrepreneur est fortement incité à compléter les éventuelles données fournies par le maître d'œuvre ;
- les dispositions à prendre à l'égard de tous les risques d'instabilité ;
- la détermination des contre-flèches en fonction des déformations prévues.

Les spécifications des matériels utilisés (matériels spéciaux ou en provenance d'un tiers fabricant) qui comprennent notamment les notes de calcul, procès-verbaux d'essais, certificat de conformité, font partie des documents constitutifs du projet.

Avant toute exécution des ouvrages provisoires, tous ces documents sont signés ou contresignés par le COP.

Le Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS), établi par chacune des entreprises chargées de la mise en œuvre des coffrages et des étaisements, doit, dans le cadre de l'étude des risques, faire apparaître :

- la méthodologie de mise en œuvre des ouvrages provisoires, leur rotation et la hauteur de béton frais admissible ;
- les moyens de manutention ;
- les moyens de stabilisation des coffrages et des étaisements sensibles au renversement ;

¹ Édition d'Août 2000.

- les moyens de prévention vis-à-vis des risques exportés ou importés par les entreprises intervenant simultanément.

3. Les matériels

3.1.- Les étaielements

On trouve, sur les chantiers, divers matériels d'étaielement dont il importe de connaître les conditions d'emploi.

3.1.1.- Étais métalliques télescopiques réglables (norme NF EN 1065)

Ces étais à simple effet sont constitués de deux tubes coulissant l'un dans l'autre dont la longueur peut être réglée à une cote précise et bloquée par un système approprié (en général par broches). Chaque extrémité de l'étau est pourvue d'une semelle qui peut recevoir divers accessoires dont les plus courants sont les fourches ou des têtes de table. Les étais ne peuvent transmettre que des charges axiales de compression ; ils peuvent être à vérin de pied ou de tête, à manchon ou à boutonnière.

Des trépieds sont fréquemment associés à ces étais. Ces accessoires qui ne peuvent reprendre aucun effort vertical ne doivent être utilisés que pour le maintien et le positionnement de l'étau au cours de son installation.

Ils ne doivent donc en aucun cas être utilisés comme stabilisateur de l'étaielement sous un effort horizontal.

Pour pallier le risque de renversement de ce type d'étaielement, les fabricants proposent un accessoire "Tour étais" qui réunit les étais 2 par 2 ou 4 par 4, pour constituer un ensemble stable. Ces "Tour étais" doivent être contreventés dans le plan vertical comme horizontal, la liaison entre le cadre et les étais doit être fermement bloquée.

3.1.1.1.- Marquage

Les étais doivent comporter un marquage qui présente les informations suivantes :

- EN 1065 ;
- le nom et la marque commerciale du fabricant ;
- l'année de fabrication à deux chiffres ;
- la classification (pour permettre par référence à la norme NF EN 1065 de connaître la résistance nominale caractéristique $R_{y,k}$ pour les différentes longueurs développées d'un étau) ;
- le niveau de contrôle.

La fiche technique complète les caractéristiques indiquées dans le marquage en donnant :

- l'estampille NF et, le cas échéant, produits certifiés NF "Étais métalliques réglables travaillant à la compression" ;
- la nuance de l'acier et les caractéristiques mécaniques du tube ;
- un croquis donnant les cotes fonctionnelles pour la mise en oeuvre ;
- la masse de l'étau (capacité de manutention manuelle) ;
- un tableau de charges d'utilisation sous forme d'abaques ou de tableaux ;
- la nature et l'étendue de la protection anti-corrosion.

3.1.1.2.- Conditions d'utilisation

Un avis technique du Ministère de l'Emploi et de la Solidarité (M.E.S.), paru au journal officiel. du 14 mai 2000, fixe le coefficient partiel de sécurité pour les étais métalliques en acier à : $\gamma_F \times \gamma_M = 1,5 \times 1,1 = 1,65$, ce qui conduit à une charge d'utilisation = $R_{y,k} / 1,65$

3.1.2.- Étais télescopiques à double effet (norme NF P93-320)

Certains étaielements nécessitent des étais qui peuvent recevoir indifféremment des efforts axiaux de compression et de traction, notamment pour la stabilisation des grands coffrages verticaux.

3.1.2.1.- Marquage

Comme pour les étais à simple effet : voir 3.1.1.1.

3.1.2.2.- Conditions d'utilisation

L'avis technique du MES, déjà cité, s'applique également à ces dispositifs : voir 3.1.1.2.

3.1.3.- Étais pour fortes descentes de charges (dits "Étais génie-civil")

Ces étais en acier ou en alliages légers ont une section composée de membrures en profilés, réunis par un treillis. Ils sont constitués d'éléments superposables, peuvent atteindre des hauteurs supérieures à 10 mètres et transmettent des charges de plusieurs centaines de kN.

Leur tête et leur base sont munies d'un vérin à vis de gros diamètre, monté sur rotule pour compenser l'excentricité des descentes de charges. Ils ne peuvent pas être mis en place manuellement compte tenu de leur encombrement et de leur poids.

3.1.3.1.- Marquage

Ces étais qui ne font pas l'objet d'une norme ne peuvent pas faire l'objet d'une certification NF.

3.1.3.2.- Conditions d'utilisation

Ces étais sont livrés avec un tableau des charges admissibles d'utilisation, généralement présentées sous forme d'abaque en fonction de la longueur développée.

3.1.4.- Tours d'étaisements (norme NF P93-550)

Ce type d'étaisement, courant sur les chantiers d'ouvrages d'art est surtout utilisé pour soutenir des platelages à grande hauteur et des charges élevées. Leur facilité à libérer les gabarits routiers ou ferroviaires est un atout supplémentaire. C'est, en fait, un système autostable d'étaisement préfabriqué dont les éléments manu-portables sont autobloquants au montage. Le déplacement d'ensemble est effectué ensuite à la grue, ou par ripage (sur galets en général). La capacité portante d'un plot peut être augmentée en ajoutant des poteaux sur une ou plusieurs faces.

Un élément coulissant terminal permet de régler la hauteur à quelques centimètres près. Un système de vérins ou autre (selon les constructeurs) permet le réglage fin. Un télescopage (décintrement du coffrage sans démontage) est parfois possible.

2) Les cintres

Les cintres sont des ouvrages provisoires qui supportent un ensemble de charges de construction, qu'ils transmettent au sol par l'intermédiaire d'un nombre limité d'appuis.

Nous ne considérerons ici que les types les plus courants :

- les cintres dits fixes qui reposent sur des appuis intermédiaires constitués généralement de tours d'étaisements ;
- les cintres dits retroussés à appuis latéraux qui permettent de libérer entièrement l'espace entre les appuis ;
- les cintres dits à triangles qui sont constitués essentiellement de tubes en acier dont les charges sont ramenées directement aux points d'appuis.


Les cintres qui peuvent être en bois, sont de plus en plus souvent des matériels standardisés, constitués d'éléments métalliques articulés triangulés. Dans ce cas, la poussée horizontale est reprise par des tendeurs.

4. Actions à mener

4.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Moyens	PC	PA	Observations
<p>Contrôle de l'existence de référentiels (documents qualité)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>PAQ "ouvrages provisoires"</u>, dont : <ul style="list-style-type: none"> – consignes relatives à la réalisation et à l'utilisation des ouvrages provisoires ; – liste des matériels exerçant une action sur ceux-ci ou sur l'ouvrage définitif en phase provisoire ; – éléments dont la défaillance présente un risque important pour la sécurité. 	Examen critique	X		Article 42.2 du fascicule 65 A du CCTG
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Projet des ouvrages provisoires</u> : Justification par l'entreprise de la résistance et de la rigidité des ouvrages provisoires sous l'effet des charges de la partie d'ouvrage à construire, des surcharges de travail et des surcharges accidentelles prévisibles. 	Examen critique	X		

<ul style="list-style-type: none"> • <u>Documentation technique du fabricant</u> (Notice d'utilisation et de maintenance, conditions d'emploi des systèmes réticulés) • <u>Procédures d'exécution du montage et du démontage</u> 	<p>Avis du bureau de contrôle extérieur</p> <p>Analyse et information</p> <p>Examen critique</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	<p>Ces documents sont de deux natures :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le projet des ouvrages provisoires, qui comprend : <ul style="list-style-type: none"> – les dessins d'exécution ; – les notes de calculs ; – les notices et consignes de mise en œuvre et d'assemblage. • le document de suivi de livraison de tous les matériaux et matériels destinés aux ouvrages provisoires, en application de l'article 44.1 du fascicule 65A du CCTG. <p>X Le visa des documents du projet des ouvrages provisoires de 1^{ère} catégorie par le maître d'œuvre doit s'appuyer sur un avis argumenté de son contrôle extérieur.</p> <p>La notice du fabricant, mise à disposition du maître d'œuvre sur le chantier, comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la description détaillée de tous les composants ; • leur mode d'assemblage et leur compatibilité ; • leurs règles d'utilisation et de dimensionnement. <p>Les dispositions prises dans le PAQ pour garantir un second niveau de sécurité doivent être validées par le bureau de contrôle extérieur.</p> <p>Il convient de vérifier ici que la description des moyens, des fournitures, des modes opératoires, des contrôles et tous les aspects liés aux conditions spécifiques du chantier ont bien été appréhendés. À faire préciser, si nécessaire, par l'entreprise.</p>
<p>Contrôle de conformité du matériel et des conditions de mise en œuvre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marquage des étais télescopiques réglables en acier 	<p>Visuel</p>	<p>X</p>	<p>Les informations suivantes doivent être indiquées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • EN 1065 ; • le nom et la marque commerciale du fabricant ; • l'année de fabrication à deux chiffres ; • la classification, permettant par référence à la norme NF EN 1065 de connaître la résistance nominale caractéristique $R_{y,k}$ pour les différentes longueurs développées d'un étau ; • le niveau de contrôle.


• Vétusté éventuelle du matériel				Correspondance avec celle prise en compte dans les calculs (Cf. art. 44.1 du fascicule 65A du CCTG et art. 4 de l'annexe B du fascicule précité).
Vérification des données topométriques	Collationnement	X		À réaliser dès l'établissement du projet des ouvrages provisoires. Rappel : L'implantation des repères à établir pour le suivi du tassement des étalements et des déformations des cintres est à la charge de l'entreprise.
Vérification de la qualité et de l'homogénéité du sol d'appui des ouvrages provisoires	Essais		X	 À comparer aux descentes de charges prévues par les notes de calcul à produire par l'entreprise. En cas de doute sur la qualité réelle du sol, faire procéder avant démarrage des OP, à des essais de portance (pénétromètre dynamique ou essai à la plaque) pour lever le PA.




4.2.- À la mise en œuvre des ouvrages provisoires

Il convient, non seulement, de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans les documents qualité et autres, ci-dessus, sont effectivement appliquées mais aussi de s'assurer du respect des règles de l'art en matière de dispositions constructives.

Avertissement : La vérification de la bonne exécution des opérations liées à la mise en œuvre proprement dite comporte une succession de contrôles à réaliser au fur et à mesure de l'avancement des travaux de réalisation des ouvrages provisoires. Le contrôleur peut ainsi faire corriger les dispositions incorrectes en temps utile et délivrer sereinement l'autorisation de poursuivre. Ceci permet en outre d'alléger les points de contrôle permettant de lever le point d'arrêt avant mise en service (Cf. § 4.3 ci-après).

Nature de l'intervention	Moyens	PC	PA	Observations
<p>Contrôle de conformité du matériel mis en œuvre et des tolérances de montage prises dans les calculs</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Contrôle d'aspect des pièces</u> : – contrôle d'absence de pièces métalliques faussées puis redressées, ou notablement corrodées ; – s'assurer que les pièces de bois portant des traces de lésion significatives (fentes, brûlures, etc.) sont bien écartées. 	Visuel	X		<p>Concordance avec les spécifications des dessins et notes de calculs produites par l'entreprise ou conformité au document technique délivré par le fabricant.</p> <p>Tous les composants des étalements industriels, doivent être de même origine (même fabricant) et compatibles.</p> <p>Les pièces prévues ne doivent pas être remplacées par d'autres de fonctionnement différent.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • <u>Contrôle du calage</u> : <ul style="list-style-type: none"> – absence de cales ou coins en bois tendre ou de cales minces en contre-plaqué ; – absence de cales inadaptées à leur fonction. • <u>Contrôle de la boulonnerie</u> : <ul style="list-style-type: none"> – absence de pièces métalliques à contact direct sans serrage ; – vérification périodique du parfait serrage des boulons assemblant des pièces en bois. • <u>Contrôle de vérinage</u> : <ul style="list-style-type: none"> – sortie de vérins trop importante ; – absence de guidage de la vis du vérin ; – dépassement trop important des vis des vérins de calage des étais ou tours. • <u>Contrôle des assemblages</u> : <ul style="list-style-type: none"> – aucun défaut de centrage ; – mauvaise portance des pièces ; – pièces posées de chant et insuffisamment entretoisées ; – broches d'étais "bricolées" ; – absence de superposition d'étais ; – défaut de verticalité des étais ; – défauts de descente de charges "baïonnette" mal centrées ou mal réparties ; – absence de jambages frêles, non contreventés ; – insuffisance de colliers de liaison des tubes. 			<p>Pas de cale de forte épaisseur et encore moins d'empilement de cales Briques ou parpaings, éventuellement creux par exemple</p> <p>Remplacées par une armature pour béton armé par exemple</p> <p>Notamment dans les renforts de tours d'étalement</p>
<p>Contrôle des conditions géométriques de réalisation</p> <ul style="list-style-type: none"> • respect du gabarit ; • compatibilité avec la qualité des parements ; • possibilités pratiques de décintrement sur rivière ou sur voie de circulation (ferrée, routière ou navigable). 	Appareils de mesure	X	<p>En particulier lorsque les étalements portent l'échafaudage au-dessus d'une voie en service. Ce gabarit s'entend en hauteur aussi bien qu'en largeur y compris les revanches éventuelles, et il convient de l'évaluer au point le plus défavorable et dans la phase des opérations la plus défavorable. Le point de gabarit minimum doit être clairement indiqué sur les dessins des ouvrages provisoires.</p> <p> Les parements soignés ou fins ne doivent pas être pris comme point d'appui des cintres et étalements.</p>

<p>Contrôle de l'accessibilité</p> <ul style="list-style-type: none"> Vérifier la bonne accessibilité, en toute sécurité, aux cintres, étaielements et leurs appuis 		X	Conformité aux plans
<p>Contrôle de la stabilité d'ensemble des ouvrages provisoires verticaux</p>	Inspection	X	<p>Conformité aux plans, aux hypothèses des notes de calcul et aux notices de montage ou procédures spécifiques</p> <p> L'absence ou la mauvaise tenue des pièces destinées à assurer la stabilité peut conduire à une catastrophe</p>
<p>Vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> le nombre et l'écartement des poteaux d'appui ; la mise en place des moises dans les trois dimensions ; s'assurer que la préparation et la nature du sol d'assise permettent effectivement la reprise des charges en pied ; s'assurer du nombre suffisant des appuis au sol et de leurs conditions de portance ; s'assurer de la continuité entre l'appui et le sol support. 			<p>Conformité aux plans</p> <p>Telle que préconisée par le constructeur ou prise en compte par la note de calcul</p> <p> Risques de tassement, d'éboulement ou d'érosion en cas d'appui sur un sol insuffisamment résistant</p> <p> Risques d'érosion des calages en sable par les eaux de ruissellement (à protéger par des solins de mortier)</p>
<p>Contrôle de la stabilité d'ensemble des ouvrages horizontaux (cintres)</p> <p>Vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> d'une manière générale, que tout système à vis ou à crémaillère est fermement bridé ; que les cales biaises sont correctement mises en place et solidement ajustées ; que tous les boulons prévus sont bien en place, en cas d'utilisation d'éclisses. 	Inspection	X	
<p>Contrôle des dispositifs de sécurité</p> <ul style="list-style-type: none"> Vérifier les modes de fixation et de réglage des passerelles et de leur plinthe et des garde-corps 	Inspection	X	Conformité aux plans

4.3.- Avant le bétonnage

POINT D'ARRÊT



Dans le cas où le contrôleur aurait effectué les vérifications au fur et à mesure de l'avancement des travaux de réalisation des coffrages (Cf. § 4.2), le point d'arrêt consiste à :

- vérifier que ses observations de son précédent contrôle ont été prises en compte par l'entreprise ;
- porter une attention particulière sur les opérations qui pourraient avoir une incidence sur les parties précédemment contrôlées.

Dans le cas contraire, le contrôleur doit procéder à l'ensemble des contrôles cités au § 4.2.

<p>LEVÉE DU POINT D'ARRÊT (avec ou sans réserve(s) ou refus motivé)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - signatures des intervenants sur la fiche de suivi chantier ; - établissement d'une fiche éventuelle d'anomalie.
--	--

La levée du point d'arrêt avant bétonnage est assujettie à :

- la conformité aux documents d'études et aux recommandations du fabricant ;
- l'exactitude d'exécution : mesure des dimensions et position en plan et en hauteur des ouvrages provisoires ;
- la géométrie des intrados, y compris la contre-flèche prévue ;
- la mise en œuvre correcte des dispositifs destinés à assurer leur stabilité et indéformabilité ;
- la conformité des dispositifs de sécurité qui leur sont associés.

4.4.- Pendant le bétonnage

Nature de l'intervention	Moyens	PC	PA	Observations
<p>Porter son attention sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les déformations anormales des cintres ; • les amorces de glissement des poutres souples de grandes portées ; • les tassements observés des étais ; • les conditions de mise en œuvre du béton. 	<p>Visuel sous l'ouvrage</p>			<p>Il sera alors utile de procéder à des mesures, soit à partir des repères installés contractuellement, soit en relevant des variations de hauteur entre un repère fixé sous le cintre et un autre fixé au sol.</p> <p>En cas de dépassement des valeurs réglementaires ou de celles fixées par le CCTP, informer immédiatement le maître d'œuvre.</p> <p>Conformité aux procédures de bétonnage et de calculs des ouvrages provisoires.</p> <p>On veillera notamment à ne pas laisser créer des efforts tels que surcharge locale due à la livraison du béton ou toute autre excentricité d'introduction de charge non prévue, ou encore des efforts horizontaux dus au bétonnage à la pompe si les étais ne sont pas contreventés.</p>

4-5.- Avant le décintrement

POINT D'ARRÊT

Les opérations de décintrement sont normalement assorties d'un point d'arrêt.

<p>LEVÉE DU POINT D'ARRÊT (avec ou sans réserve(s) ou refus motivé)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - signatures des intervenants sur la fiche de suivi chantier ; - établissement d'une fiche éventuelle d'anomalie.
--	--

La levée du point d'arrêt avant décintrement est assujettie à :

- l'obtention de la résistance minimale prévue de la partie d'ouvrage à décintrer ;
- l'accord sur la procédure proposée par l'entreprise pour le retrait des cintres et étalements.

4.6.- Démontage des étaielements et des cintres

Le démontage des étaielements et des cintres a lieu selon les mêmes délais que ceux fixés pour le décoffrage. Il est réalisé sous l'autorité du COP dans l'ordre établi par la notice de démontage.

Le contrôleur ne devra pas accepter un enlèvement prématuré. Ces opérations doivent se dérouler sans brutalité, en évitant toute méthode expéditive pouvant conduire à des chocs accidentels sur la structure de l'ouvrage à construire.

5. Pour en savoir plus

Outre les textes réglementaires, normes et documents de travail cités précédemment, le lecteur pourra consulter les documents suivants :

- Règles de calcul des constructions en acier. Règles CM 66 ;
- Règles de calcul et de conception des charpentes en bois. Règles CB 71, juin 1984 ;
- Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les structures. Règles NV 99 ;
- Calcul des structures en acier. Eurocode 3 ;
- Calcul des structures en bois. Eurocode 5 ;
- Règles de conception et de calcul des charpentes en alliage d'aluminium. Règles AL 76 ;
- Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier. Fascicule 61, titre V du Cahier des Prescriptions Communes ;
- Norme NF P93-322 : Équipement de chantier - Poutrelles industrialisées pour l'étaielement et le coffrage.

Fiche n° V-4 "Équipages mobiles des ponts mixtes"

1. Objet de la présente fiche et rappels

Cette fiche concerne la mise en oeuvre des ouvrages provisoires dénommés équipages mobiles (ou outils coffrants) destinés à l'exécution des dalles de ponts mixtes par plots successifs. Ils sont prévus pour bétonner des plots de 8 à 12 mètres de longueur dans les cas courants.

Description de l'équipage

Les outils sont constitués de planchers coffrants dont la peau et l'ossature sont métalliques, suspendus à un cintre appuyé sur la structure en construction. Dans le cas d'un ouvrage bi-poutre ou d'un caisson simple ouvert, on dispose d'une table centrale et de deux plateaux en encorbellement.



Photo CETESO

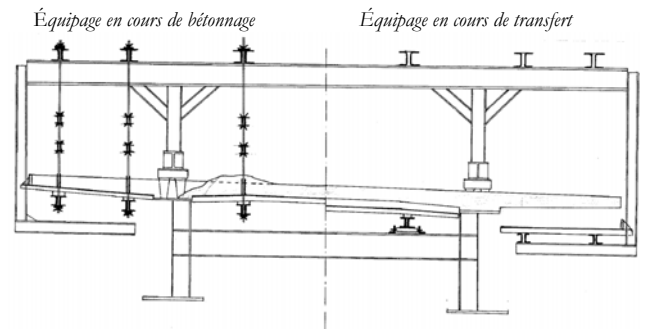
Cintre en dessus

Le cintre est constitué de fermes ou portiques, généralement au nombre de trois pour les longueurs courantes de plots. En position de bétonnage, la table centrale et les deux plateaux en encorbellement sont maintenus au cintre par l'intermédiaire de suspentes en barres à haute résistance.



Photo CETESO

Lors de leur déplacement, les plateaux des encorbellements reposent sur des charpentes en L prolongeant les cintres.



Cintre par dessous

Plus rarement les cintres peuvent être en dessous.

Appui sur l'ossature métallique du tablier

Chaque portique repose sur l'ossature métallique par l'intermédiaire de chaises d'appuis (ou tabourets) dont les pieds, disposés entre les connecteurs, traversent la dalle à bétonner.



Plaque de glissement

Attention : Interface avec connecteurs (ne pas les couper)

Photo CETE NC

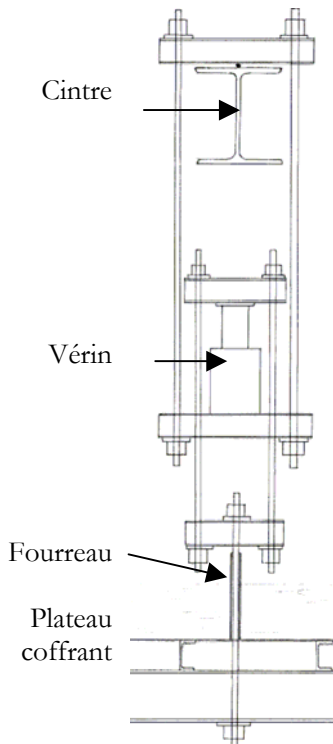
Les pieds des chaises d'appuis constituent un point sensible dans la mesure où leur présence entraîne une reprise de bétonnage.

Plutôt qu'une réservation en gaine annelée, la mise en oeuvre de pieds coniques protégés par une peinture anti-adhérente est recommandée. (Attention à l'application de graisse difficile à nettoyer ensuite) permettant de faciliter l'extraction des pieds.

Dans tous les cas, le nombre de chaises doit être le plus réduit possible.

On peut noter que les changements d'épaisseur des tôles peut rendre l'appui des chaises bancal.

Suspension des plateaux coffrants en phase de bétonnage



Les suspentes sont constituées de tiges à haute résistance et de palonniers. Elles sont réglables par système vis-écrou.

L'interposition d'un vérin dans le système de suspension permet le desserrage, après bétonnage.

Attention : Les tiges traversent la dalle au moyen des fourreaux. L'étanchéité autour de ces fourreaux est nécessaire pour supprimer tout risque de liaison suspentes-béton entraînant des éclats au décintrement (à l'enlèvement des tiges).

Les vérins peuvent également être placés sur les montants du cintre.

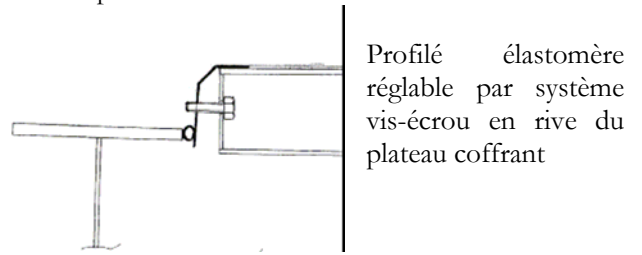


Photo CETESO

Étanchéité de l'équipage

Les coffrages doivent être munis de dispositifs leur assurant une parfaite étanchéité sur l'ossature du tablier.

Par exemple :



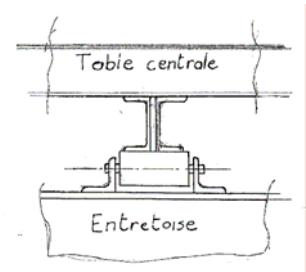
Il faut également veiller à l'étanchéité du coffrage au joint du plot à couler sur le plot adjacent déjà réalisé.

Déplacement de l'équipage mobile après décintrement

- Déplacement de la table centrale

Ossature à entretoises

La table centrale est déplacée sur des rouleurs mis en place sur les entretoises



Ossature à pièces de pont

La table centrale roule sur les semelles inférieures des poutres principales.

Les changements d'épaisseur des tôles peuvent rendre localement difficile le déplacement de la table centrale dans le cas d'un tablier à pièces de ponts.

- Déplacement du cintre (et des panneaux latéraux qui lui sont liés)

Les équipages mobiles de ponts mixtes sont des matériels assez légers, de l'ordre de 200 à 250 KN. Ils peuvent être déplacés avec un système de treuils électriques ou pneumatiques de capacité modeste, en traction et en retenue.



Photo CETE SO

Sous réserve de mettre un nombre de rouleurs ou d'appuis glissants, adapté à la longueur des skis, le déplacement se fait assez facilement.



Photo CETESO

Pour diverses raisons (frottement, obstacle), l'équipage peut se mettre de travers. Attention alors aux improvisations à l'aide de tire-forts mal ancrés et barres à mine.

Abri de protection

Il est recommandé de prévoir dans le cahier des charges l'interdiction de bétonner sans un abri, si la température extérieure mesurée sur le chantier est inférieure à 5°C.

L'abri peut également être proposé par l'entreprise afin d'accélérer la maturation du béton par autoétuvage et permettre un décoffrage plus rapide.

Cet abri doit être prévu dès le démarrage des études et pris en compte dans les études d'exécution. En effet, son propre poids ainsi que l'alourdissement nécessaire de l'équipage pour le supporter ne peuvent être négligés.

Par temps froid, on procédera également au calorifugeage des plateaux coffrants par mise en oeuvre de mousse isolante.



Photo Sétra – G. FORQUET *Abri de protection du pont de Nevers*

Il est parfois conseillé de mettre en place un abri devant assurer la protection du béton en cas de températures élevées. Ce type de protection est difficile à réaliser. En particulier, la ventilation nécessaire à maintenir une température acceptable s'oppose à la nécessité d'éviter l'évaporation de l'eau du béton. En période chaude, il semble préférable d'adapter l'horaire de bétonnage afin d'éviter la protection de l'équipage. Cette sujétion doit être inscrite au cahier des charges.

Plate-forme de travail

Afin d'en permettre les différents réglages et manutentions, les équipages mobiles doivent être en tous points accessibles.

Ils sont donc équipés de plates-formes de travail suspendues qui doivent répondre aux prescriptions réglementaires visant à assurer la sécurité.



Photo CETE SO *Plate-forme en encorbellement*



Photo CETE SO *Plate-forme en partie centrale*

2. Rappels réglementaires

Les équipages mobiles sont des cintres destinés à l'exécution de la dalle de tablier, en béton armé ou précontraint. A ce titre, bien que métalliques et utilisés pour la construction de ponts mixtes, ils doivent satisfaire aux exigences des chapitres 4 "Ouvrages provisoires autres que les coffrages" et 5 "Parements et autres surfaces coffrées" **du fascicule 65A du CCTG**¹.

Le fascicule 66 du CCTG indique uniquement (art. III.11.2) que "la fixation de coffrages ou de supports de coffrage par soudage ou par spittage" sur l'ossature définitive est interdite et que "pour la fixation par boulonnage, les perçages d'éléments d'ossature doivent satisfaire aux stipulations relatives à la préparation des pièces".

La présente fiche vient donc compléter les fiches MEMOAR n° V-2 "Parements en béton" et n° V-3 "Etalements et cintres". Pour faciliter la lecture, nous reproduisons quelques préconisations de ces fiches applicables aux équipages mobiles.

Assurance de la qualité

Le **Plan d'Assurance Qualité** de l'entreprise doit définir (Cf. article 42.2 du fascicule 65A du CCTG), pour les cintres les consignes relatives :

- à leur réalisation et utilisation (montage, réglage, chargement, déplacement, démontage et conditions de emploi) ;
- à l'utilisation de tout matériel exerçant une action sur ceux-ci ou sur l'ouvrage à construire en phase provisoire (engins de chantier, stockage de matériaux, etc.) ;
- aux dispositions prises à l'égard de tout élément dont la défaillance présenterait un risque pour la sécurité (création d'un deuxième niveau de sécurité).

Le PAQ doit également préciser les dispositions prises pour respecter les qualités du moule imposées par les fonctions essentielles définies à l'article 5.3.1.1 du fascicule 65A du CCTG, à savoir :

- stabilité et indéformabilité ;
- étanchéité pour éviter les pertes de laitance ;
- aptitude au réemploi et propreté, afin d'obtenir la qualité de parement spécifiée (en général parement simple).

Etudes des équipages mobiles

Le **projet des cintres** coffrants doit comporter tous les éléments nécessaires à leur définition (Cf. article 43 du fascicule 65A du CCTG) :

- dessins d'exécution ;
- notices et consignes ;
- justifications (calculs ou règles d'emploi).

La justification de ces ouvrages provisoires doit présenter des degrés de sécurité égaux à ceux des ouvrages définitifs, notamment en raison du fait que les charges prévues sont effectivement appliquées.

Pour ces justifications, l'annexe B au fascicule 65A du CCTG a fixé les principales règles à suivre, dans la mesure où il s'agit d'ouvrages provisoires relevant des techniques de génie civil.

Le commentaire de l'article 43.1 du fascicule 65A du CCTG attire l'attention sur les points importants, susceptibles de mettre en péril la stabilité de ces ouvrages :

- les dispositions à prendre à l'égard de tous les risques d'instabilité ;
- la détermination des contre-flèches en fonction des déformations prévues.

•

Dans le cas particulier des équipages mobiles :

- l'étude de stabilité doit notamment :
 - préciser les limites d'excentrement des charges de béton frais, lors du bétonnage du plot, ce qui se traduit par un plan de bétonnage du plot ;
 - justifier localement l'ossature métallique du tablier sous l'effet de la charge apportée par les appuis de l'équipage (risque de voilement des semelles supérieures).
- l'étude doit être menée en cohérence avec les hypothèses de calcul de l'ouvrage définitif :
 - poids de l'équipage et dimensions des plots ;
 - présence ou non d'un abri ;
 - cinématique de bétonnage.

Les spécifications des matériels intégrés à l'équipage mobile (matériels spéciaux ou en provenance d'un tiers fabricant) qui comprennent notamment les notes de calcul, procès-verbaux d'essais, certificat de conformité, font partie des documents constitutifs du projet.

¹ Version août 2000

Contrôles

Les outils coffrants de ponts mixtes sont classés en ouvrages provisoires de première catégorie.

L'entrepreneur en établit le projet. Le **Chargé des Ouvrages Provisoires (COP)**, acteur extérieur au chantier, est désigné par l'entrepreneur. Il est reconnu compétent et accepté par le maître d'œuvre. Il assure le contrôle interne des études qu'il matérialise par un visa de toutes les pièces qui s'y rapportent.

Le COP exerce en outre le rôle de coordination défini par l'article 42.1 du fascicule 65A du CCTG.

En application de l'article 46 du fascicule 65A du CCTG, les documents définissant les équipages mobiles, en vue d'assurer leur résistance interne et de limiter leur déformabilité, font l'objet de **vérifications spécifiques effectuées par les soins d'un organisme habilité**, même s'il s'agit de matériels ou d'engins faisant l'objet de secrets de fabrication. Les certificats et procès-verbaux d'essais correspondants sont contresignés par le COP et transmis au maître d'œuvre avant tout début d'utilisation.

Les autres documents constituant le projet de ces ouvrages (notamment ceux relatifs à leur équilibre statique, à leurs appuis et à leur fixation en cours d'utilisation), ceux attestant les contrôles internes correspondants et ceux attestant le contrôlé interne de la réalisation et de l'utilisation, sont soumis au visa du maître d'œuvre.

Sécurité

Le **Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS)**, établi par chacune des entreprises chargées de la mise en oeuvre des coffrages et des étalements, doit, dans le cadre de l'étude des risques, faire apparaître :

- la méthodologie de mise en oeuvre des ouvrages provisoires, leur rotation et la hauteur de béton frais admissible ;
- les moyens de manutention ;
- les dispositions retenues pour assurer la sécurité des biens et des personnes se trouvant sous l'ouvrage en construction.

Dans le cas des équipages mobiles de ponts mixtes, la description des moyens de manutention doit traiter avec un degré de précision adapté, les risques liés aux phases de montage, démontage, translation. Dans les cas courants où l'exploitation des infrastructures franchies ainsi que l'activité du chantier peuvent être maintenues sous le tablier en construction, le PPSPS doit intégrer une étude des risques liés aux co-activités et fournir des procédures détaillées des phases sensibles.

Par ailleurs, en application de l'article 47 du fascicule 65A du CCTG, les échafaudages de service et plateformes de travail liés aux équipages mobiles doivent essentiellement satisfaire aux prescriptions réglementaires de nature fonctionnelle et structurale prévues pour assurer la sécurité du travail ; il s'agit notamment des dispositions des articles 2 à 24, 106 à 128, 147 et 148 du **décret n° 65-48 du 8 janvier 1965**.

3. Actions à mener

3.1.- Période de préparation des travaux

Le présent paragraphe concerne des opérations à réaliser en amont de la phase travaux proprement dite et sort donc du cadre "MEMOAR". Cependant, il a été jugé utile de rappeler l'importance d'examiner au début des études d'exécution les interfaces entre l'équipage mobile et l'ossature définitive et l'ensemble des conditions spécifiques au chantier.

Certaines interfaces sont susceptibles d'intervenir sur le dimensionnement ou la conception des ouvrages définitifs ou provisoires. On peut citer :

- la longueur des plots ;
- le poids de l'équipage, intervenant dans le dimensionnement du pont et l'estimation des déformations issues de la phase d'exécution ;
- les conditions d'appui du cintre sur les semelles supérieures de l'ossature définitive ;
- la possibilité de déplacement de l'outil
 - déplacement de la table centrale entre les entretoises et la dalle ;
 - passage des changements de section des semelles ;
 - limitation de la flèche des paillasses d'armatures en encorbellement ;
 - la présence ou non d'un abri qui peut avoir des conséquences sur la stabilité de l'ossature seule en phase provisoire.

A ce stade, le projet des coffrages mobiles doit être dressé, il doit notamment justifier :

- la résistance et la rigidité des ouvrages provisoires sous l'effet des charges de la partie d'ouvrage à construire, des surcharges de travail et des surcharges accidentelles prévisibles ;
- la stabilité de l'ossature définitive sous l'effet des charges apportées par l'équipage mobile.

Ce document doit obligatoirement être contrôlé par un organisme habilité.

Parmi les conditions spécifiques au chantier à examiner, on peut citer :

- les conditions de maintien en exploitation des infrastructures franchies ;




Photo CETESO

- les difficultés d'accès aux appuis lors du montage et démontage de l'équipage mobile ;
- la proximité d'un ouvrage existant.



Enfin, on peut évoquer la formulation du béton de la dalle. Ce dernier devra avoir une très bonne ouvrabilité de manière à compenser les difficultés de mise en oeuvre liées à l'encombrement de l'équipage.

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<p>Procédures de bétonnage</p> <ul style="list-style-type: none"> • phasage de bétonnage d'un plot, précisant les limites éventuelles imposées pour assurer la stabilité de l'équipage • moyens d'approvisionnement et d'étalement du béton • procédure de reprise des diverses réservations 	Examen critique	Il convient de vérifier que les difficultés liées à la présence de nombreux éléments de structure de l'équipage sont prises en compte.
Partie du PPSPS relative à l'utilisation de l'équipage	Examen critique et avis du coordonnateur	Conformité au PGCSPS. Prise en compte des contraintes d'exploitation et de sécurité des infrastructures franchies.
Vérification des données géométriques	Examen critique	Vérifier que le moule correspond aux plans de coffrage de la dalle.


3.3.- Lors du montage de l'équipage mobile

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
Contrôle de conformité du matériel mis en oeuvre et des tolérances de montage prises dans les calculs	Inspection par un organisme habilité , après inspection du COP	L'action de la maîtrise d'œuvre est avant tout de vérifier la compétence des personnes chargées des contrôles et que leurs observations éventuelles sont bien prises en compte.
<p>Contrôle des conditions géométriques de réalisation</p> <ul style="list-style-type: none"> • respect du gabarit et des contraintes d'exploitation des infrastructures franchies 	Appareils de mesure	<p>Ce gabarit s'entend en hauteur aussi bien qu'en largeur y compris les revanches éventuelles, et il convient de l'évaluer au point le plus défavorable et dans la phase des opérations la plus défavorable. Le point de gabarit minimum doit être clairement indiqué sur les dessins des ouvrages provisoires.</p> <p> L'exploitant de l'infrastructure franchie doit être associé à cette étape.</p>
<p>Contrôle de l'accessibilité et des dispositifs de sécurité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier la bonne accessibilité, en toute sécurité à toutes les parties de l'équipage mobile. 	Inspection	Conformité aux plans et au PPSPS.
Vérification des données topométriques	Examen critique	Réaliser dès l'établissement du projet des ouvrages provisoires l'implantation des repères à établir pour le suivi des déformations de l'ossature à l'issue du bétonnage des plots.

3.4.- Avant le bétonnage du premier plot

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
Bilan des contrôles précédents <ul style="list-style-type: none"> • vérifier que les contrôles cités précédemment ont été effectués, sinon les exécuter ; • vérifier que les observations ont été prises en compte par l'entreprise 		
Vérification du coffrage <ul style="list-style-type: none"> • géométrie de l'ensemble ; • préparation de la peau coffrante (propreté et démoulant) ; • étanchéité de l'outil coffrant. 	Nivellement, Inspection	Contrôle du nivellement du fond de coffrage. L'étanchéité doit être assurée sur l'ossature métallique.
Vérification des données topométriques	Nivellement	Vérifier que les déformations en phase d'exécution sont conformes à la note de calcul, y compris l'ossature seule avant bétonnage du premier plot.  Vérification des hauteurs de dénivellations d'appuis
Procédure de bétonnage	Examen critique	Vérifier que la procédure de bétonnage intègre les contraintes éventuelles issues des études de conception de l'équipage mobile.
Prise en compte des conditions météorologiques		Vérifier que les dispositions retenues par l'entreprise sont adaptées (Abri ou non, abri ouvert ou étanche, bétonnage en dehors des heures de températures extrême,...)
	L'ensemble des contrôles, venant en complément des contrôles habituels sur les armatures, procédure de bétonnage, etc.. aboutit à la levée du point d'arrêt d'autorisation de bétonnage du premier plot.	


3.5.- Avant le bétonnage des plots courants

	<p>Chaque plot fait l'objet d'un point d'arrêt d'autorisation de bétonnage.</p> <p>Les contrôles se rapportant à l'équipage mobile à effectuer à chaque plot sont la vérification du coffrage et la vérification des données topométriques et la bonne prise en compte des conditions météorologiques prévisibles.</p> <p>Le contrôle du nivellement porte sur l'extrados du plot n-1 et du fond de coffrage du plot à couler n.</p> <p>On veillera à l'étanchéité sur l'ossature métallique et au joint avec le plot béton adjacent.</p> <p>On peut ajouter, le contrôle du respect de la cinématique de bétonnage.</p>
---	--

3.6.- Pendant le bétonnage de chaque plot


Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<p>Porter son attention sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les déformations anormales des cintres ; • les conditions de mise en oeuvre du béton. 	<p>Visuel sous l'ouvrage</p>	<p>Il sera alors utile de procéder à des mesures, soit à partir des repères installés contractuellement, soit en relevant des variations de hauteur entre un repère fixé sous le cintre et un autre fixé sur l'ossature du tablier en construction.</p> <p>En cas de dépassement des valeurs réglementaires ou de celles fixées par le CCTP, informer immédiatement le maître d'oeuvre.</p> <p>Conformité aux procédures de bétonnage et de calculs des ouvrages provisoires.</p> <p>On veillera notamment à ne pas laisser créer des efforts tels que surcharge locale due à la livraison du béton ou toute autre excentricité d'introduction de charge non prévue.</p> <p>On veillera également à la bonne mise en oeuvre du béton autour des points d'appuis de l'équipage.</p>

3.7.- Autorisation de décintrement


	<p>Les opérations de décintrement sont normalement assorties d'un point d'arrêt, assujettie :</p> <ul style="list-style-type: none"> • à l'obtention de la résistance minimale prévue de la partie d'ouvrage à décintre ; • au respect de la durée minimale de maintien du coffrage.
---	--

3.8.- Déplacement de l'équipage mobile

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<p>Porter son attention sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la sécurité ; • le respect de la procédure préétablie ; • le respect de la cinématique de bétonnage. 		<p>Les risques sont liés aux co-activités éventuelles et à l'exploitation des infrastructures éventuellement franchies.</p> <p>Eviter les improvisations dangereuses, avec des moyens de tractions complémentaires sous-dimensionnés, mal ancrés...</p>

	<p>Si l'équipage doit passer au-dessus d'une infrastructure de transport, l'autorisation de déplacer l'équipage mobile doit faire l'objet d'un point d'arrêt.</p>
---	---

3.9.- Démontage de l'équipage mobile

	<p>Le démontage de l'équipage mobile est réalisé sous l'autorité du COP dans l'ordre établi par la notice de démontage.</p> <p>Le contrôleur ne devra pas accepter un enlèvement prématuré. Ces opérations doivent se dérouler sans brutalité, en évitant toute méthode expéditive pouvant conduire à des chocs accidentels sur la structure de l'ouvrage à construire, ou un effondrement total ou partiel de la structure mobile.</p> <p>Si l'équipage doit être démonté à proximité d'une infrastructure de transport, un point d'arrêt préalable est nécessaire.</p> <p>Ces précautions concernent également les phases de démontage partiel (plateau central) au franchissement des appuis.</p>
---	--

4. Pour en savoir plus, consulter :

- Fascicule 65 A du CCTG : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension (fascicule spécial n°2000-3 – Version août 2000)
- Fascicule 66 du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil à ossature en acier (fascicule spécial n° 96-6 TO)
- Ponts mixtes. Recommandations pour maîtriser la fissuration des dalles (Sétra, septembre 1995 ; référence Sétra F9536)

Fiche n° VI-1

"La préfabrication en usine"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne le contrôle de la réalisation d'éléments ou parties d'ouvrages, préfabriqués en usine tels que :

- éléments non porteurs en BA : corniches, parements préfabriqués...
- éléments porteurs en BA : poutres, dalles, cadres, voûtes, éléments de murs, prédalles...
- éléments porteurs en BP : poutres, pièces de pont...

2. Rappels

Le préfabricant est en général un fournisseur ou un sous-traitant de l'entreprise générale qui réalise les travaux.

Des dispositions particulières par rapport au suivi de chantier sont à prendre en raison :

- de l'éloignement du site ;
- de l'aspect industriel de la fabrication (production en série) ;
- d'exigences en terme de performances et d'assurance qualité plus fortes pour le contexte OA que celles existant habituellement pour le bâtiment et les VRD ;
- de la concomitance de diverses techniques nécessitant un personnel qualifié (ferraillage, précontrainte, bétonnage, et éventuellement étuvage) ;
- du risque d'insuffisance d'implication de l'entreprise générale, sur la qualité des éléments préfabriqués sur le site de production.



Poutres préfabriquées (Photo G. Forquet – Sétra)



*Éléments de corniche préfabriqués
(photo Sétra/CTOA)*



*Transport d'éléments préfabriqués par voie ferrée
(photo Sétra/CTOA)*

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Faire viser le PAQ, par le maître d'œuvre ou le viser si on a délégation de signature Définir le contrôle extérieur (consulter un spécialiste du réseau des LPC) Le contrôle est à adapter en fonction des références de l'usine de préfabrication, des particularités techniques de l'ouvrage, du cycle de préfabrication et du nombre de pièces à préfabriquer. Le contrôle est généralement assuré par le LRPC territorialement compétent. Vérifier la disponibilité à l'usine des plans d'exécution visés 		X		Fréquence et type d'intervention (Par défaut, mais selon l'importance du chantier, 1 intervention de contrôle extérieur par semaine de fabrication est souhaitable). Il comprend : <ul style="list-style-type: none"> – vérification du contrôle intérieur ; – action de contrôle (domaine, béton, aciers, précontrainte, étuvage) ; – vérification des éléments finis ; – traitement des non-conformités.
		X		

3.2.- Pendant la fabrication

Il convient ici de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le PAQ sont effectivement appliquées, et de nature à assurer la qualité requise.

Pour les contrôles courants sur béton et acier, se référer aux fiches correspondantes.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Avant bétonnage <ul style="list-style-type: none"> – état des coffrages ; – façonnage et mise en œuvre des armatures ; – mise en tension des armatures de précontrainte. Pendant le bétonnage : suivi spécifique de la fabrication du béton et du cycle d'étuvage <ul style="list-style-type: none"> – vérifier la conformité de la formule saisie dans l'automate ; 	Vérins Manomètres			Aspect, étanchéité, rigidité... Respect du plan de ferrailage : diamètre, recouvrement, calage, aciers en attente, inserts, dispositifs de levage et de manutention Mesures d'allongements et des efforts de précontrainte Respect de la formule nominale

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> – contrôler les paramètres et la traçabilité de fabrication (enregistrement du poids des constituants) et les caractéristiques du béton frais ; – vérifier les moyens de vibration (interne ou externe) ; – vérification du cycle d'étuvage ; – contrôle de conformité sur la résistance du béton. 	<p>Enregistrement des dosages, wattmètre enregistreur, cône d'Abrams ...</p>		X	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des dosages des constituants (ciment, granulats, adjuvants, additions..) et du rapport E efficace/Ciment ; - Respect du temps de malaxage ; - Respect de la consistance ; - Respect de la teneur en air.
			X	Nombre et position des vibreurs
			X	Examen des courbes de température : vitesse de montée en température, température maximale et durée du palier (influence sur les résistances mécaniques des bétons et sur la durabilité des éléments avec risque d'attaque sulfatique) (voir un spécialiste du réseau des LPC)
<ul style="list-style-type: none"> • Après bétonnage : suivi de la précontrainte par pré-tension – contrôle de la résistance du béton avant relâchement des armatures ; – vérification des efforts de précontrainte. 	<p>Éprouvettes de contrôle sur béton étuvé et béton non étuvé</p>	X		
	Éprouvettes d'information ou maturométrie		X	
	Manomètre Pesons éventuels		X	Mesures d'allongements et de rentrées de fils

3.3.- Après la fabrication

Il convient ici de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le PAQ pour la réception des éléments sont effectivement appliquées.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Pré-réception des éléments sur aire de stockage – vérifier les conditions de stockage ; – vérification du marquage des éléments ; 	Visuel	X		
			X	Calage
				Comportant notamment la date de fabrication

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> – contrôles dimensionnels et d'aspect ; – mesure des contre-flèches ; – vérification de l'intégrité des éléments avant transport ; – validation du dossier du contrôle intérieur et prise en compte des épreuves de contrôle extérieur. <p>• Réception définitive des éléments sur chantier</p> <ul style="list-style-type: none"> – vérifier les conditions de stockage ; – vérification de l'intégrité des éléments après transport. 		<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	<p>Déformations, fissures</p> <p>Pour les poutres</p> <p>Pas de réparation avant accord préalable (ragréage ou réparation plus importante)</p> <p>Remise des fiches de suivi de fabrication et de réception des éléments finis</p> <p>- Calage et contreventement ; - Nombre d'éléments empilés ; - Protection des parements.</p> <p>Pas de réparation avant accord préalable (ragréage ou réparation plus importante)</p>

4. Documents à fournir au maître d'œuvre

- Plan d'Assurance Qualité "Préfabrication en usine" et dossier de contrôle intérieur ;
- Bons de fabrication des bétons ;
- Fiche de suivi de fabrication ;
- FNC éventuellement avec traitement (actions correctives) ;
- Fiches de suivi des éléments finis.

5. Pour en savoir plus, consulter :

- Fascicule 65 A¹ du CCTG (chapitre 8) et son additif (chapitres 3, 4, 5 et 6) ;
- Norme NF EN 13369 (P19-800) : Règles communes pour les produits préfabriqués en béton ;
- Norme XP P18-305 (remplacée en avril 2004 par la NF EN 206-1 : Béton – Spécification, performances, production et conformité) ;
- Liste des centrales admises à la marque NF - BPE (téléchargeable sur site <http://www.marque-nf.com>) ;
- Liste des adjuvants pour bétons admis à la marque NF - Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis ;
- Liste des liants hydrauliques admis à la marque NF - Liants hydrauliques (téléchargeable sur site <http://www.marque-nf.com>) ;
- Fiches techniques de CIMBETON (site <http://www.infociments.fr/>).

¹ Version d'août 2000

Fiche n° VII-1

"Formulation des bétons Étude et convenance"

1. Objet de la présente fiche

L'étude de formulation des bétons étant de la responsabilité de l'entreprise, l'objet de la présente fiche se limite à la validation de la formulation des bétons. Elle comprend deux étapes qui sont l'acceptation de la formule à l'issue de la vérification du dossier d'études et la prononciation de la convenance de fabrication.

Au-delà des caractères normalisés (résistance à 28 jours, nature et teneur en liant, consistance,...), les bétons d'ouvrages d'art doivent, selon l'usage, respecter un certain nombre de propriétés complémentaires, lesquelles figurent dans les pièces du marché (CCTP, Plan Qualité particulier, etc.). Celles ci portent sur le comportement à l'état frais (maintien de rhéologie, absence de ségrégation et de ressuage) et à l'état durci (résistance au jeune âge, durabilité, qualité esthétique des parements, alcali réaction...).

Les bétons spéciaux tels que les bétons autoplaçants (BAP), les bétons fibrés, les bétons légers, les bétons lourds, du fait de leurs propriétés particulières, ne sont pas traités dans la présente fiche.

2. Points importants à examiner

2.1.- Dossier d'études

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Contrôle du dossier d'étude des bétons pour acceptation de la formule de béton				<p>Cette phase, nécessitant des compétences particulières, est souvent confiée à un spécialiste du réseau des LPC</p> <p>Pour les chantiers de longue durée, il est judicieux de prévoir une adaptation de la formule de base correspondant aux variations climatiques</p> <p>L'existence d'une étude de compatibilité ciment-adjurant est souvent très utile pour apprécier le bien fondé de la formule proposée</p>

<p><i>Si le béton ne dispose pas de références, en se référant au CCTP, vérifier :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • les résistances mécaniques ; • l'ouvrabilité (rhéologie) et son évolution dans le temps (durée pratique d'utilisation ou DPU) ; • la dimension maximale des granulats (limitation due à la densité du ferrailage et à l'enrobage) ; • le type et la classe du ciment ; • le respect du dosage minimal en ciment (fasc. 65 du CCTG) ; • le respect du rapport E/C (fasc. 65 du CCTG) ; • le rendement de la formule (formule donnée pour 1 m³ mis en œuvre). <p><i>Si le béton dispose de références, vérifier :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • que les références sont suffisantes en nombre et en résultats ; • qu'aucun paramètre n'a changé ou évolué (caractéristiques des constituants, etc.) ; • que les chantiers précédents étaient semblables au cas à traiter. 			<p>Dans ce cas, prévoir des épreuves d'études (voir art. 85.1 B du fasc. 65 du CCTG)</p>
<p><i>Contrôles supplémentaires</i></p> <p>Dans le cas d'ouvrages particuliers ou exceptionnels, les caractéristiques supplémentaires suivantes sont à contrôler :</p> <ul style="list-style-type: none"> • limitation de la chaleur d'hydratation du béton (risques de fissuration d'origine thermique et de réaction sulfatique interne) ; • qualification de la formule vis-à-vis de la prévention de l'alcali-réaction ; • limitation des retraits endogène et de dessiccation ; • résistance au gel ou aux gels et fondants ; • fluage ; • durabilité suivant les indicateurs de durabilité en vigueur. 			<p>Ce contrôle est à faire systématiquement dans tous les cas</p>

2.2.- Épreuves de convenance de fabrication (art. 85.3 du fasc. 65 du CCTG)

Il s'agit de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites principalement dans le dossier d'études et le programme de convenance (établi par l'entreprise) sont effectivement appliquées de nature à assurer la qualité requise. La présence de l'entreprise est obligatoire au moment de ces épreuves.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Contrôle du programme de convenance</p> <p>Vérifier que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'ouvrabilité et la DPU visées sont clairement précisées ; • le nombre de gâchées et leur volume sont suffisants ; • les caractéristiques complémentaires éventuelles seront vérifiées (gel, durabilité, etc.) ; • l'ensemble du matériel de mise en œuvre sera utilisé (pompe, benne à manchette, goulotte de bétonnage, etc.) ; • l'élément témoin, lorsqu'il est prévu, est conçu de manière à regrouper les difficultés les plus importantes de mise en œuvre. 				<p>L'entreprise doit justifier que la rhéologie du béton choisie et la DPU sont effectivement adaptées à la méthode de mise en œuvre adoptée</p> <p>Dans le cas de transport par bétonnière portée, le volume de béton fabriqué doit être au minimum de la moitié du volume transporté</p> <p>Prévoir la confection des corps d'épreuve correspondants</p>
<p>Contrôle des épreuves de convenance</p> <p>Vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'ouvrabilité du béton ; • le suivi dans le temps de la rhéologie du béton frais (DPU) ; • le bon déroulement des opérations de confection des éprouvettes : mesure des résistances en compression (*), corps d'épreuve pour essais de durabilité (**) et éventuellement élément témoin. 		X		<p>Pour la convenance de mise en œuvre, voir fiche mise en œuvre</p> <p>contrôler si nécessaire la teneur en air occlus</p> <p>(*) en pratique 7 et 28 jours, les résultats à 28 jours doivent être connus et conformes avant la fabrication du béton</p> <p>(**) les essais de durabilité peuvent durer plusieurs mois. Il est donc important de prévoir ces épreuves avec un délai en adéquation avec le commencement du chantier</p>

2.3.- Validation du dossier béton

Ce dossier comprend les études béton et les résultats obtenus lors des épreuves de convenances.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Validation de l'interprétation suivant le fasc. 65 du CCTG (chapitre 8) de la consistance, des résistances mécaniques obtenues et éventuellement des indicateurs de durabilité ou des caractéristiques complémentaires		X		Se reporter aux textes en vigueur (voir bibliographie)

PA : Point d'arrêt PC : Point critique

LEVÉE DU POINT D'ARRÊT

Conformité de toutes les caractéristiques du béton aux CCTP et CCTG. Adéquation entre le comportement rhéologique du béton et les méthodes de mise en œuvre (faire appel à un spécialiste béton du réseau des LPC).

3. Documents à fournir au maître d'œuvre

- dossier de programmes d'étude et de convenance ;
- dossier bétons (résultats des essais d'étude et de convenance).

4. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 65 du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil en béton armé ou précontraint (2008) - chapitre 8 "bétons et mortiers" ;
- la norme NF EN 206-1 : Béton - Partie 1 : spécification, performances, production et conformité) ;
- les Techniques de l'Ingénieur C 2 230 Béton hydraulique - Mise en œuvre – J.M. Goeffray ;
- caractéristiques microstructurales et propriétés relatives à la durabilité des bétons. Méthodes d'essai n° 58. LCPC, février 2002, 87 p. ;
- les bétons – bases et données pour leur formulation (Eyrolles) ;
- la durabilité des bétons (Presses de l'école nationale des ponts et chaussées) ;
- sites internet :
 - Info Ciments (<http://www.cimbeton.asso.fr/>) ;
 - Marque NF (<http://www.marque-nf.com/>).

Fiche n° VII-2

"Fabrication des bétons en centrale Transport et réception sur chantier"

La fabrication en centrale et le transport par bétonnière portée (toupie) sont de la responsabilité du fournisseur de béton, tandis que la réception du béton sur chantier est de celle de l'entreprise de Génie Civil.



Nota : le cas particulier de la préfabrication n'est pas abordé dans cette fiche bien que les principales exigences soient les mêmes (Cf. fiche n° VI-1).

1. Objet de la présente fiche et rappels

Cette fiche concerne la fabrication en centrale de Béton Prêt à l'Emploi (BPE) et en centrale sur site, le transport et la réception du béton avant sa mise en œuvre.

Il faut rappeler que la fabrication du béton est une phase délicate. Il s'agit en effet de malaxer des constituants (ciment, granulats, eau, adjuvants) de caractéristiques très différentes afin d'obtenir un mélange homogène et de rhéologie conforme aux spécifications.

2. Points importants à examiner

2.1.- Avant le démarrage des travaux

(faire appel à un spécialiste du réseau des LPC)

PA : Point d'arrêt PC : Point critique

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérification de l'existence du PAQ particulier (formulation, fabrication et transport du béton)</p> <p>On vérifiera que le Plan Qualité est bien visé (après analyse selon la fiche n° I-1).</p> <p>En plus de la centrale principale, une centrale de secours et éventuellement une centrale d'appoint sont préconisées sauf dispositions particulières.</p> <p>Si les formules n'ont pas de références probantes, elles doivent alors faire l'objet d'épreuves d'étude, et de convenance en centrale, pour toutes les centrales BPE identifiées dans le Plan Qualité.</p>		X		<p>Toutes les centrales doivent être inscrites à la marque NF-BPE. Dans le cas, où il n'y aurait pas de centrale BPE NF à proximité du chantier, la procédure particulière doit être appliquée (exigences du règlement de la marque NF 033).</p> <p>Une disposition consiste à fabriquer tout le béton nécessaire avant de commencer la mise en œuvre.</p> <p>Article 85.1 du fasc. 65 du CCTG. Attention, même si les formules ont des références, elles doivent faire l'objet de convenance.</p>

<p>Visite de la centrale (préalable au bétonnage)</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier que tous les constituants sont effectivement approvisionnés en quantité suffisante sur toutes les centrales susceptibles de livrer le chantier ; • vérifier que les formules sont saisies dans les automates et plus généralement que les dispositions de stockage, de fabrication, et de contrôle qualité, sont conformes au Plan Qualité ; • vérifier le nombre et l'état des toupies ; • vérifier la tenue des registres des jours précédents ; • effectuer éventuellement une visite sommaire du laboratoire de contrôle ; • vérifier les dispositions particulières prises pour les bétonnages par temps chaud ou froid. <p>Vérification des caractéristiques et des conditions de stockage des matériaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • les caractéristiques des matériaux doivent être conformes au Plan Qualité ; • les moyens de stockage doivent notamment prévenir tout risque de pollution ou mélange des matériaux. <ul style="list-style-type: none"> – les granulats <p>Pour chaque classe granulaire, vérifier l'identification, et l'absence de pollution ou mélange.</p> <ul style="list-style-type: none"> – les liants <p>Sur chaque colonne montante, vérifier la présence de plaque d'identification, et de système de sécurité ("détrompeur" ou autre système de sécurité).</p> <ul style="list-style-type: none"> – les adjuvants <p>Vérifier les conditions de stockage (local) ;</p> <p>Vérifier sur chaque fût ou cuve, la présence de l'étiquette NF avec date limite d'emploi, ainsi que</p>	<p>visuel</p> <p>visuel thermomètre si exigences particulières de conservation</p>	<p>X</p>	<p>Cf. Annexe B contractuelle au fasc. 65 du CCTG (Equipement des centrales à béton)</p> <p>Cette visite (qui ne relève pas de l'agrément de la centrale) peut se faire lors de l'épreuve de convenance de fabrication des bétons</p> <p>Ne pas oublier que la centrale de secours doit être prévenue des dates de bétonnage</p> <p>Cette vérification se fait à l'aide des fiches produits</p> <p>Cf. Annexe B contractuelle au fasc. 65 du CCTG (Equipement des centrales à béton)</p> <p>Cette vérification se réalise sur les stockages « primaire » et « secondaire »</p> <p>Les ciments sont stockés dans des silos indépendants (une qualité de ciment par silo)</p> <p>Ces opérations se font avec l'aide des fiches produits des adjuvants, ainsi que des procédures de la centrale</p> <p>Il est à noter que les agents de viscosité (utilisés pour les BAP) ne</p>
---	--	----------	---


la présence d'un dispositif de verrouillage des contenants, et d'agitation des adjuvants si cela est nécessaire.				font pas l'objet d'un droit d'usage de la marque NF
<p>– l'eau de gâchage</p> <p>Dans tous les cas, vérifier que les eaux utilisées sont conformes à celles prévues au Plan Qualité.</p> <p>Vérification du matériel de fabrication</p> <p>– le matériel de dosage</p> <p>Contrôler la date de la vérification de toutes les balances (sur poinçon ou certificat d'étalonnage) ;</p> <p>Vérifier le contrôle effectif des doseurs volumétriques (documents de contrôle).</p> <p>– le malaxeur</p> <p>Vérifier la présence de toutes les pales, l'état du blindage et l'absence de couronne de béton dans le malaxeur après vidange de ce dernier ;</p> <p>S'assurer également de l'étanchéité du malaxeur.</p> <p>– les équipements d'aide à la fabrication</p> <p>Vérifier le fonctionnement des sondes de teneur en eau des sables ;</p> <p>Contrôler le fonctionnement du wattmètre enregistreur (état de marche).</p>	visuel			<p>Les eaux employées peuvent provenir du réseau d'eau potable, d'un puits ou d'un système de recyclage ; aussi, vérifier sur les bons de livraison du béton si le type d'eau est bien identifié</p> <p>Les balances doivent être vérifiées 1 fois par an par un organisme habilité</p> <p>Les doseurs volumétriques d'adjuvant doivent être vérifiés 1 fois par mois</p> <p>La présence de béton dans le malaxeur après vidange peut nécessiter un simple réglage de pale ou le remplacement des pales et/ou des blindages</p> <p>Vérifier dans les documents de contrôle le suivi et l'étalonnage régulier de ces instruments ou, en cas de doute, faire réaliser un contrôle par séchage d'échantillon</p>

2.2.- Pendant la fabrication et le transport

(faire appel à un spécialiste du réseau des LPC)

Il convient ici de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans les Plans Qualité et Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées, et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Suivi de la fabrication, en centrale</p> <ul style="list-style-type: none"> vérifier la conformité de la formule saisie dans l'automate ; 			X	Le suivi de fabrication se fait surtout en début de bétonnage

<ul style="list-style-type: none"> contrôler les paramètres de fabrication (humidité des granulats, temps de malaxage). 				<p>Le temps de malaxage doit permettre l'atteinte du palier de stabilisation du wattmètre</p>
<p>Vérification des moyens de transport</p> <ul style="list-style-type: none"> vérifier l'état des toupies et leur fonctionnement (pales, vitesse de rotation des cuves - lente pour le transport, rapide avant déchargement -) ainsi que l'état des compteurs à eau) ; vérifier le temps de transport du béton (début de fabrication à fin de déchargement) qui doit rester proche du temps prévu lors de l'épreuve de convenance. 			<p>X</p>	<p>Le transport se fait par bétonnière portée (toupie) afin d'assurer le maintien de l'homogénéité du béton</p> <p>Lavage des toupies et vidange totale avant chargement Ajout d'eau interdit après chargement du béton</p>

2.3.- Contrôles de réception

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Réception du béton sur chantier</p> <p>La réception du béton sur chantier est de la responsabilité de l'Entreprise de Génie Civil.</p> <ul style="list-style-type: none"> vérifier que les contrôles, tant en nature qu'en fréquence, tels que décrits dans la procédure d'exécution "mise en œuvre du béton", sont appliqués <p>Vérification des bons de livraison et de pesée</p> <ul style="list-style-type: none"> identifier la formule ; vérifier la nature de tous les composants ; vérifier les rapports E/C ; vérifier les valeurs des corrections d'eau en centrale ; vérifier le respect des tolérances de dosage ; vérifier l'heure de début de fabrication et temps de transport, afin de connaître l'âge du béton. <p>Vérifier le Cmin (dosage minimal de ciment) sur la moyenne de la charge</p>			<p>X</p> <p>X</p>	<p>Sauf cas particulier, l'ajout d'adjuvant dans les toupies est à proscrire ; si cela est toutefois nécessaire, se référer à l'étude préalable fournie dans le Plan Qualité</p> <p>N° formule conforme à celle de la procédure d'exécution</p> <p>E (efficace)/C</p> <p>Le règlement de la marque NF 033 précise une fourchette maximale de ± 20 litres d'eau par mètre cube, dans le respect du E/C. Cette correction sert à compenser les incertitudes sur la teneur en eau des granulats</p> <p>Tolérances conformes au tableau de l'article 3 de l'annexe B au fasc. 65 du CCTG</p> <p>Âge du béton à 20°C < 1h 30 (en l'absence de dispositions particulières)</p>

Contrôle de la conformité des caractéristiques du béton frais <ul style="list-style-type: none"> • s'assurer de la présence et du bon état du matériel de contrôle, de la qualification des opérateurs, du respect des modes opératoires et du respect des fréquences de contrôle ; • consistance du béton frais ; • teneur en air occlus (si exigence particulière). 			X	
	affaissement étalement			Les matériels courants sont le cône d'Abrams et la table d'étalement
	aéromètre à béton			Valeurs mesurées conformes aux spécifications. Ces contrôles sont effectués selon la fréquence définie dans le Plan Qualité Valeurs mesurées conformes aux spécifications au début de bétonnage

3. Documents à fournir au maître d'œuvre

- Plan Qualité "Formulation, Fabrication et transport du béton" ;
- Procédure d'Exécution "Mise en œuvre du béton" par partie d'ouvrage ;
- bons de livraisons du béton (bons de pesée inclus obligatoirement) ;
- fiche de suivi de bétonnage ;
- Fiches de Non Conformités éventuelles.

4. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 65 du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil en béton armé ou précontraint (2008) - art. 83 et annexe B ;
- la norme NF EN 206-1 : Béton - Partie 1 : spécification, performances, production et conformité) ;
- la liste des centrales admises à la marque NF-BPE (téléchargeable sur site www.marque-nf.com) ;
- le règlement de certification de la marque NF 033 "Béton prêt à l'emploi" ;
- la liste des adjuvants pour bétons admis à la marque (www.marque-nf.com) ;
- la liste des liants hydrauliques admis à la marque NF (www.marque-nf.com) ;
- les fiches techniques de CIMBETON (site <http://www.infociments.fr/>) ;
- la maîtrise de l'eau dans les bétons. Guide technique. LCPC, mai 2001, 91 p.

Fiche n° VII-3

"Mise en œuvre des bétons"

1. Objet de la présente fiche et rappels

Cette fiche concerne la mise en œuvre des bétons. Elle définit les vérifications à effectuer sur les moyens utilisés (pompe, goulotte, benne à manche...), les méthodes utilisées (bétonnage en élévation, à l'horizontale, en pieux...) ainsi que les contrôles à réaliser (mesure de consistance, prélèvement de béton ...).

Les moyens et les méthodes de mise en œuvre doivent permettre d'éviter la ségrégation et la pollution du béton, le déplacement des armatures ou la déformation des conduits de précontrainte, la déformation anormale des coffrages et finalement d'assurer la conformité des parements et la résistance mécanique et la durabilité du béton en place.

Cette fiche complète la fiche portant sur la vérification des coffrages (n°V-1), la mise en œuvre des armatures (n°III-1) ainsi que les fiches portant sur la phase bétonnage (n°VII-2, VII-4, VII-5 et VII-6). Elle ne traite pas des bétons de type autoplaçants BAP et BAN.



Bétonnage d'un pieu (photo G. Forquet - Sétra)



Benne (photo G. Forquet - Sétra)

2. Points importants à examiner

2.1.- Avant bétonnage



Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérification de l'existence du Plan Qualité particulier (mise en œuvre du béton) avec visa</p> <p>Points particuliers relatifs à la mise en œuvre du béton devant être traités (Cf. fiche n°I-1) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les moyens d'acheminement (mise en œuvre) : pompe, benne simple, benne à manche, goulotte et leurs caractéristiques ; • les dispositions de secours (centrale, pompe,...) ; • les méthodes de mise en œuvre (à l'avancement, en couches...) et le sens de bétonnage ; 		X		<p>Le moyen de mise en œuvre doit être en adéquation avec la consistance du béton</p> <p>Préférer la mise en œuvre à l'avancement à la mise en œuvre par couches. Cette méthode permet d'avoir un front de béton toujours frais, un parement plus homogène sans décollement du coffrage ni pollution des armatures</p>

<ul style="list-style-type: none"> • les moyens de manutention (type, nombre, position et rayon d'action des grues) ; • les moyens en personnel (réception et contrôle du béton, mise en œuvre, vibration, finition) et en matériel ; • les contrôles (moyens, nature et fréquence) ; • les durées de transport et de mise en œuvre ; • les horaires prévus : début et fin de bétonnage ; • les quantités à mettre en œuvre. 			<p>Ces durées doivent être adaptées en fonction de la température Adéquation cadence des toupies / cadence de mise en œuvre</p>
<p>Vérifications pour <u>autorisation de bétonnage</u></p> <p>Vérifier que les moyens en personnel et en matériel prévus au Plan Qualité sont effectivement disponibles</p> <p>Si risque de fortes pluies, vérifier les dispositions de protection du béton (bâchage du front de bétonnage) et d'évacuation de l'eau dans le coffrage</p> <p>Si risque de gel ou de température élevée, vérifier les dispositions particulières prévues au Plan Qualité (bétonnage par temps froid/chaud)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>cas du bétonnage à la benne à manche</u> <ul style="list-style-type: none"> – vérifier que la manche est suffisamment longue • <u>cas du bétonnage de fondations profondes par tube plongeur</u> <ul style="list-style-type: none"> – vérifier que le diamètre du tube plongeur permet le bon écoulement du béton – vérifier que le tube repose au fond du forage avant amorçage et bétonnage 	<p>mètre</p>	<p>X</p>	<p>Pour ne pas emprisonner d'eau, il est préférable de commencer le bétonnage par la partie basse en remontant</p> <p>La capacité de la benne doit permettre de respecter la cadence de bétonnage</p> <p>Hauteur de chute du béton < 1,00 m</p> <p>Le tube plongeur est constitué d'un tube et d'une trémie de remplissage. Il permet de guider le béton et d'éviter le délavage, la ségrégation, les discontinuités et la pollution du béton.</p> <p>Diamètre intérieur > 6 D Diamètre extérieur tel que la distance entre le tube et les armatures > 4 D (D diamètre du plus gros granulats)</p> <p>Risque de délavage et de pollution</p>

<p>• cas du bétonnage à la pompe</p> <p>– vérifier la distance maximale de pompage</p>			<p>On limite la distance de pompage pour éviter les surpressions et la formation de bouchon</p> <p>Dans les cas usuels, la distance de pompage ne doit pas dépasser 300 m horizontalement. Au-delà, une étude particulière est nécessaire.</p> <p>Nota : une dénivellation vers le haut de 1 m est équivalent à 5 m et un coude à 90° est équivalent à 10 m horizontalement</p>
<p>– vérifier le diamètre minimum des conduits</p>			<p>La taille des conduits doit permettre d'éviter les surpressions et la formation de bouchons</p> <p>Le diamètre des conduits doit être au moins de 4 D (diamètre D des granulats)</p> <p>Diamètre minimum courant : 80 mm.</p>

2.2.- Pendant le bétonnage

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans les PAQ et Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérifier la réception effective du béton par l'Entreprise (Cf. fiche n° VII-2)</p>	<p>Voir film (beton_slum) incorporé en pièce jointe dans ce PDF</p> <p>Voir film (eprouvette_beton) incorporé en pièce jointe dans ce PDF</p>		 	<p>La réception du béton comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'examen du bon de livraison et le contrôle visuel du béton à chaque toupie ; - la mesure de la consistance (éventuellement de l'air occlus pour les bétons soumis au gel et aux sels de déverglaçage) selon la fréquence définie au PAQ ; - le prélèvement d'éprouvettes d'information et de contrôle.
<p>Contrôler sur la 1^{ère} charge et par sondage quelques bons de pesées</p> <p>Vérifier notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le n° de formule et la composition ; • l'heure de fabrication ; 	<p>calculette</p>			<p>Conformité au PAQ</p> <p>Respect de la durée de transport maximum (durée < 1h 30 à 20°C en l'absence de disposition particulière)</p>

<ul style="list-style-type: none"> • le strict respect du dosage minimal en ciment sur la charge ; • le strict respect du E/C maximum sur la charge ; • la masse volumique de la charge par rapport à la masse volumique théorique. 				particulière) Correction d'eau en centrale comprise Ecart < +/- 20 kg/m ³
<p>Vérifier la bonne conduite du bétonnage</p> <ul style="list-style-type: none"> • cadence de rotation et temps d'attente des toupies • absence de : <ul style="list-style-type: none"> – ruissellement de béton sur coffrage ; – pollution des armatures ; – déformation des armatures passives (enrobage) et des conduits de précontrainte. • hauteur déversement du béton < 1,50 m • hauteur de couche < 50 cm • vibration homogène et suffisante <p>- Cas du bétonnage à la pompe</p> <p>Proscrire absolument les rajouts d'eau même en cas de difficulté de pompage</p> <p>- Cas du bétonnage de fondations profondes par tube plongeur</p> <p>Au début du bétonnage, vérifier que le bouchon piston en tête de tube freine bien la colonne de béton et assure un bon amorçage</p> <p>En cours de bétonnage et au moment des remontées du tube plongeur, vérifier qu'il n'y pas de désamorçage</p>			X	Fin de mise en œuvre du béton limitée à 1 h 30 après sa fabrication (à 20°C) en l'absence de disposition particulière Voir fiche n° VII-4 "Vibration du béton" Tout rajout d'eau augmente la ségrégabilité du béton et le risque de blocage Amorçage : remplissage complet du tube et chasse correct en fond de pieu

2.3.- Après bétonnage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • contrôler le parement de béton et vérifier l'absence de défaut (soufflure, variation de teinte, ressuage, nids de cailloux...); • vérifier la conformité du béton en terme de résistance ; 	visuel			

- | | | | | |
|--|--|--|--|--|
| • vérifier et valider les résultats du contrôle intérieur. | | | | |
|--|--|--|--|--|

3. Documents à fournir au maître d'œuvre

- **Plan Qualité** "Formulation, Fabrication et transport du béton" ;
- **Procédure d'Exécution** "Mise en œuvre du béton" par partie d'ouvrage ;
- bons de livraisons du béton (bons de pesée inclus obligatoirement) ;
- fiche de suivi de bétonnage ;
- Fiches de **Non Conformités** éventuelles.

4. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 65 du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil en béton armé ou précontraint (2008) – (art. 84 et 86) ;
- le fascicule de documentation P18-504 "Mise en œuvre des bétons de structure" ;
- les Techniques de l'Ingénieur C 2 230 Béton hydraulique - Mise en œuvre – J.M. Goeffray ;
- les fiches techniques de CIMBETON "Mise en œuvre du béton sur chantier" ;
- le guide technique sur les défauts d'aspect des parements en béton. LCPC, 1991.

Fiche n° VII-4

"Vibration du béton"

1. Objet de la présente fiche et rappels

Cette fiche concerne la vibration interne et externe de surface du béton. La vibration a pour but d'assurer le bon remplissage des moules, l'enrobage des armatures et d'augmenter la compacité du béton par élimination de l'air excédentaire.

L'aspect des parements et les performances du béton en terme de résistance et de durabilité sont influencés par la qualité de la vibration.

La vibration interne, assurée par aiguille vibrante, est utilisée sur chantier pour toutes les parties courantes d'ouvrage.

La vibration de surface, assurée par règle vibrante, doit être limitée, en tant que seul moyen de mise en place du béton, à des dalles de faible épaisseur (inférieure à 15 cm pour un béton fortement armé ou précontraint ou 20 cm pour un béton faiblement armé). Pour des dalles plus épaisses comme les tabliers de pont, la règle vibrante reste recommandée pour la finition de surface.

Pour plus d'informations sur la finition de surface, voir l'annexe 1 "Examen du support" de la fiche n° X-1 "Mise en œuvre des chapes d'étanchéité".

La vibration externe, assurée par vibreurs fixés sur les coffrages et principalement utilisée en préfabrication, nécessite une étude pour analyser la répartition et le type de vibreurs et une convenance sur élément témoin pour vérifier l'efficacité de la vibration.

Cette fiche complète les fiches portant sur la phase bétonnage (n° VII-2, VII-3, VII-5 et VII-6).

Nota : Les bétons autoplaçants (BAP) ou les bétons de fondations profondes sont des bétons qui, de par leur grande fluidité et les conditions de mise en place, ne nécessitent pas de vibration.



(photo G. Forquet – Sétra)

2. Points importants à examiner

2.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Contrôle de l'existence du Plan Qualité "Mise en œuvre du béton" avec visa de la procédure de bétonnage</p> <p>La procédure de bétonnage doit préciser :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le sens de bétonnage ; - l'épaisseur des couches de béton ; - le type (puissance, fréquence), le nombre et la position des vibreurs. <p>Des moyens de secours (source d'énergie, vibreurs) doivent être prévus pour éviter tout arrêt de bétonnage</p>		X		<p>Cas de la vibration interne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le nombre minimal de vibreurs doit être adapté à la cadence de coulage ;

				<p>- le diamètre des vibrateurs doit être adapté aux distances entre points de vibration (position des cheminées) et à l'espace disponible dans la cheminée.</p> <p>Cas de la vibration externe :</p> <p>- la liaison vibrateur/coffrage doit être très rigide ;</p> <p>- les raidisseurs doivent être perpendiculaires à l'axe du vibrateur ;</p> <p>- la fréquence de vibration doit être adaptée à la nature du coffrage, au volume et à la consistance du béton (une vibration à haute fréquence est en général préférable : de 4500 à 9000 tours/min).</p>
--	--	--	--	---

2.2.- Avant le bétonnage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Contrôle du matériel de vibration</p> <p>- nombre et puissance des vibrateurs ;</p> <p>- bon état des vibrateurs.</p>	visuel	X		Le contrôle du matériel de vibration fait partie des actions à mener pour lever le point d'arrêt d'autorisation de bétonnage

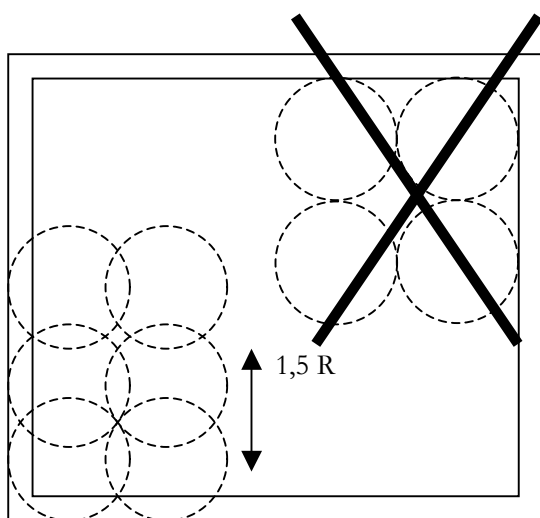
2.3.- Pendant le bétonnage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>• Vérifier la bonne répartition des points de vibration</p>	visuel			<p>Cas de la vibration interne :</p> <p>- l'espacement entre 2 points de vibration doit être environ de 1,5 fois le rayon d'action du vibrateur R ;</p> <p>- pour une aiguille en bon état, le rayon d'action est approximativement 5 fois le diamètre du vibrateur. (pour une aiguille de 70 mm, l'espacement doit donc être de 50 cm).</p>
<p>• Vérifier le respect de l'épaisseur des couches de béton</p>	visuel			<p>Cas de la vibration interne :</p> <p>- l'épaisseur ne doit pas excéder 40 à 50 cm en général.</p> <p>Un repère visuel sur le flexible du vibrateur facilite le contrôle</p>

• Vérifier le bon "mariage" entre les couches de béton

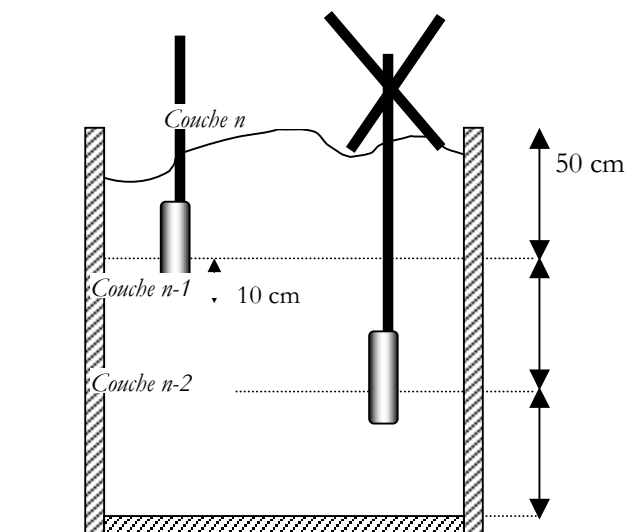
visuel

Le vibreur interne doit pénétrer dans la couche précédemment coulée sur au moins 10 cm afin d'assurer l'adhérence des 2 couches, mais ne doit pas descendre dans la couche inférieure (risque de post-vibration du béton en phase de durcissement)
Un repère visuel sur le flexible du vibreur interne facilite le contrôle



Vue en plan

La distance minimale entre les points de vibration successifs doit permettre, compte-tenu du rayon d'action R du vibreur, de vibrer toutes les zones de béton.



Élévation

L'aiguille doit pénétrer d'au moins 10 cm dans la couche sous-jacente n-1 pour accrocher les couches mais elle ne doit pas survibrer le béton de la couche n-2.

• Contrôler la durée de vibration

visuel

La vibration doit être arrêtée dès que :

- le béton ne se tasse plus ;
- il n'y a plus de remontée de bulle d'air ;
- la laitance apparaît en surface ;
- le bruit du vibreur se stabilise.

Nota : La vibration doit être plus longue pour la partie supérieure de l'élément à bétonner qui ne bénéficie pas du serrage par le poids des couches supérieures

<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que le vibreur interne est manipulé selon les règles de l'art 	visuel			<p>L'aiguille doit être plongée rapidement, à la verticale, mais remontée lentement pour laisser le béton se refermer.</p> <p>L'aiguille ou la règle ne doivent pas être utilisées pour pousser le béton.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que le vibreur interne n'entre pas en contact avec les armatures ou le coffrage (risque de ségrégation, traces) 	visuel			
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que la règle vibrante repose sur des guides 	visuel			<p>Les guides sont fixés sur le lit supérieur d'armatures et espacés de la largeur de la règle.</p>

2.4.- Contrôle après le décoffrage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle du parement <p>Vérifier l'absence de défauts de parement dus à une mauvaise vibration (nids de cailloux, bullage excessif, tâches sombres...)</p>	visuel			<p>Les nids de cailloux ou le bullage peuvent être la conséquence d'un manque de vibration.</p> <p>Les tâches sombres peuvent être la conséquence d'une sur-vibration ou d'une post-vibration.</p> <p>D'autres paramètres peuvent influencer l'aspect des parements : formule de béton, peau de coffrage, durée de cure, produit de décoffrage...</p>

PA : Point d'arrêt PC : Point critique

3. Documents à fournir au maître d'œuvre

- Plan Qualité "Mise en œuvre du béton" ;
- procédure de bétonnage ;
- fiche de suivi de bétonnage ;
- fiche d'anomalie éventuelle.

4. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 65 du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil en béton armé ou précontraint (2008) – art. 63-2-4, , 84.1, 84.2 ;
- le fascicule de documentation P18-504 "Mise en œuvre des bétons de structure" ;
- les Techniques de l'Ingénieur C2 230 "Béton Hydraulique - Mise en œuvre " ;
- le guide Technique "Défauts d'aspect des parements en béton". LCPC, 1991 ;
- les documents d'information Cimbéton "La vibration du béton sur chantier et la vibration des bétons".

Fiche n° VII-5

"Cure et décoffrage"

1. Objet de la présente fiche et rappels

Cette fiche concerne la cure du béton et examine les conditions de décoffrage des parties d'ouvrage. Elle ne traite pas des cas particuliers où un traitement thermique est mis en place, ni des exigences sur les qualités de parements.

La cure du béton consiste à protéger, pendant une durée suffisante pouvant aller de 1 à 10 jours, les surfaces de béton d'une dessiccation précoce. Elle permet éventuellement, selon la méthode de cure employée, de limiter les gradients thermiques. Elle est réalisée juste après bétonnage pour les surfaces non coffrées, et après décoffrage pour les autres.

Cette opération est très importante car elle conditionne les propriétés de durabilité de l'ouvrage. En absence de cure, le séchage précoce peut en effet conduire à un farinage de la surface, un faïençage par retrait plastique. On doit également tenir compte des risques de fissuration dus aux retraits endogène¹ et thermique.

La nécessité de la mise en place d'une cure est conditionnée par les conditions climatiques et dépend de la formule de béton. En effet, un vent fort, un ensoleillement important et une hygrométrie basse, accentuent les risques de dessiccation précoce.

De plus, les bétons sont plus ou moins sensibles à la cure selon leur formulation (vitesse d'acquisition de la résistance) et la nature du liant (par exemple, les ciments CEM III et V s'hydratent lentement et de ce fait nécessitent une durée de cure plus importante).

Le décoffrage ne peut être réalisé que lorsque la résistance du béton en place est suffisante et compatible avec les opérations de construction. L'échéance de décoffrage doit tenir compte de la formulation du béton et des conditions de bétonnage : température du béton frais, conditions climatiques, etc. Or, ces paramètres ont une incidence, non seulement sur la cinétique de durcissement, mais également sur les retraits thermique et endogène. Ainsi, le décoffrage doit également être programmé de manière à limiter les risques de fissuration endogène et thermique. Par exemple, les coffrages peuvent être maintenus en place plus longtemps pour limiter les chocs thermiques. Néanmoins, **la durée de coffrage doit être limitée pour éviter les risques de fissuration par déformation gênée.**

Enfin, le suivi de la résistance du béton en place peut être assuré par la réalisation d'éprouvettes d'information ou par la mise en place d'un contrôle maturométrique (Cf. annexe de la présente fiche).

Nota : Cette fiche complète les fiches portant sur la phase bétonnage (n° VII-2, VII-3, VII-4 et VII-6).

¹ Endogène : qui prend naissance à l'intérieur de la structure.

2. Points importants à examiner

2.1.- Avant les travaux et avant le bétonnage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>• Vérification des dispositions de mise en œuvre du béton prévues sur site dans le Plan Qualité (procédure visée)</p> <p>Points particuliers relatifs à la cure et au décoffrage devant être traités :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Délai de décoffrage ; <p>Pour le décintrement, l'opération doit être effectuée selon un programme établi par le bureau d'études et précisant la déformation admissible et la résistance minimale du béton</p> <ul style="list-style-type: none"> – Dispositions pour lutter contre la fissuration <p>Certains ouvrages ou parties d'ouvrage sont sensibles à la fissuration au jeune âge, notamment les éléments offrant de grandes surfaces soumises à la dessiccation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Procédés de cure <p>La méthode de cure devra être spécifiée ainsi que les modalités de son application telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - maintien du coffrage pendant toute la durée de cure ; - bâche étanche maintenue en permanence au contact ou non du béton ; - toile perméable maintenue humide par arrosages intermittents ; - produit de cure titulaire de la marque NF ou répondant aux exigences du règlement particulier de la marque NF (NF P18-370 et NF P18-371) ; - humidification permanente du béton. 		X		<p>Des éprouvettes d'information peuvent être obligatoires si les contraintes appliquées au moment du décintrement dépassent $0,4.f_{cj}$ (*)</p> <p>(*) f_{cj} désigne la résistance caractéristique à l'échéance "j" compte tenu des effets estimés des intempéries éventuelles</p> <p>Un recours aux techniques maturométriques peut permettre de mieux estimer la résistance du béton en place</p> <p>Les coffrages peuvent être maintenus en place pour limiter les chocs thermiques. Cependant, le maintien des coffrages en place doit être limité pour éviter la fissuration due à des déformations gênées.</p> <p>Le décoffrage peut être réalisé en deux temps : décoffrage et maintien à proximité des surfaces décoffrées pour limiter les gradients thermiques</p> <p>Attention au risque d'adhérence et d'arrachement du béton</p> <p>Le produit de cure devra être compatible avec la chape d'étanchéité ou sera éliminé par sablage</p> <p>Un arrosage trop abondant conduit à un délavage du béton</p>

<p>– Début et durée de la cure</p> <p>– Le cas échéant, mesures spécifiques prévues en cas de bétonnage par temps chaud et froid.</p> <p>Des dispositions particulières doivent être prises lorsque la température sur chantier est inférieure à 5°C ou lorsque la température du béton au moment de la mise en œuvre est susceptible de dépasser 32°C</p> <p>– Méthode de suivi de la résistance du béton en place :</p> <p style="padding-left: 40px;">Éprouvettes d'information ou Contrôle maturométrique</p>			<p>En l'absence d'étude particulière, la durée minimale de cure à observer est indiquée dans le fascicule 65 du CCTG (§ 84.6.3). Elle dépend des conditions ambiantes, de la température ambiante et de la vitesse de durcissement du béton (classe de résistance et nature du ciment). En cas de cure, celle-ci peut donc s'étendre de 14 h à 15 jours</p> <p>Par temps chaud (T° > 25°C)</p> <p>Bétonner dans la mesure du possible en dehors des heures chaudes. Sinon, prévoir des systèmes de refroidissement.</p> <p>Par temps froid (T° < 5°C)</p> <p>Température ambiante < - 5°C, le bétonnage est déconseillé ;</p> <p>Entre -5 et 5°C, il faut prévoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un calorifugeage des coffrages ; - une protection thermique des surfaces non coffrées (éventuellement chauffer avec de la vapeur d'eau) ; - d'augmenter la durée de maintien des coffrages tant que le béton n'a pas atteint une résistance de 5 MPa. <p>Nota : Les procédés de cure par humidification, arrosage ou immersion ne peuvent pas être employés par temps de gel.</p> <p>S'adresser à un spécialiste du réseau des LPC pour le contrôle maturométrique</p> <p>Voir le principe de l'étalonnage de la maturométrie en annexe de cette fiche et se référer au guide d'utilisation de la maturométrie sur chantier</p>
--	--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> • Si un contrôle maturométrique est prévu, les points suivants doivent être vérifiés avec l'aide d'un spécialiste du réseau des LPC : <ul style="list-style-type: none"> – la conformité de la procédure d'étalonnage à mettre en place en début de chantier ; – la résistance du béton devra être contrôlée par des éprouvettes d'information tant que l'étalonnage chantier ne sera pas validé (à l'issue des contrôles de conformité initiaux) ; <p>Si un étalonnage a été réalisé au laboratoire, intégrer les paramètres obtenus (courbe d'étalonnage et énergie d'activation) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> – contrôler sur les plans proposés par le bureau d'études, la pertinence des positions des thermocouples dans la pièce à bétonner et par la suite leur position effective au sein des coffrages ; – le calcul de l'âge équivalent par le maturomètre doit commencer à la fin du bétonnage. • Vérifier la présence des matériels de mise en œuvre et de contrôle de la cure et du décoffrage 	<p>visuel</p> <p>visuel</p> <p>visuel</p>			<p>Conformité au Plan Qualité</p> <p>Pour estimer la durée de cure, il peut être nécessaire de prévoir un thermomètre à maxima, un hygromètre et un anémomètre en cas de vent fort (> 30 km/h)</p>
--	---	--	--	---

2.2.- A la fin du bétonnage et durant la cure

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que la cure des surfaces non coffrées est appliquée <u>dès la fin du surfaçage</u> • Vérifier que le procédé de cure est conforme au Plan Qualité <p>Dans le cas de l'utilisation d'un produit de cure, contrôler les quantités appliquées</p> <p>Dans le cas d'un arrosage à l'eau, vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - qu'il n'altère pas la surface du béton ; - que toutes les surfaces sont effectivement arrosées ; - qu'il s'effectue sans interruption. 	<p>visuel</p> <p>visuel</p>			<p>Conformité à la fiche technique produit</p> <p>Un arrosage trop concentré peut délayer la surface du béton</p> <p>La différence de température entre l'eau et la surface du béton doit être inférieure à 10°C</p>

				consiste alors à desserrer le coffrage
--	--	--	--	--

2.4.- Pendant et après le décoffrage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier que les opérations de décoffrage sont conduites progressivement et sans choc 	visuel			Conformité au Plan Qualité
<ul style="list-style-type: none"> Après décoffrage, contrôler l'absence de : <ul style="list-style-type: none"> - déformation excessive des pièces fléchies ; - fissuration des parties tendues. 	visuel			
<ul style="list-style-type: none"> Si la cure doit être maintenue après décoffrage, vérifier qu'elle est réalisée <u>immédiatement</u> après décoffrage. 	visuel			

2.5.- Après la cure

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Contrôler le parement de béton et vérifier l'absence de : <ul style="list-style-type: none"> - farinage de la surface ; - faïençage par retrait plastique ; - fissuration par retrait endogène et thermique. 	visuel			Voir également fiche "Parements"

PA : Point d'arrêt PC : Point critique

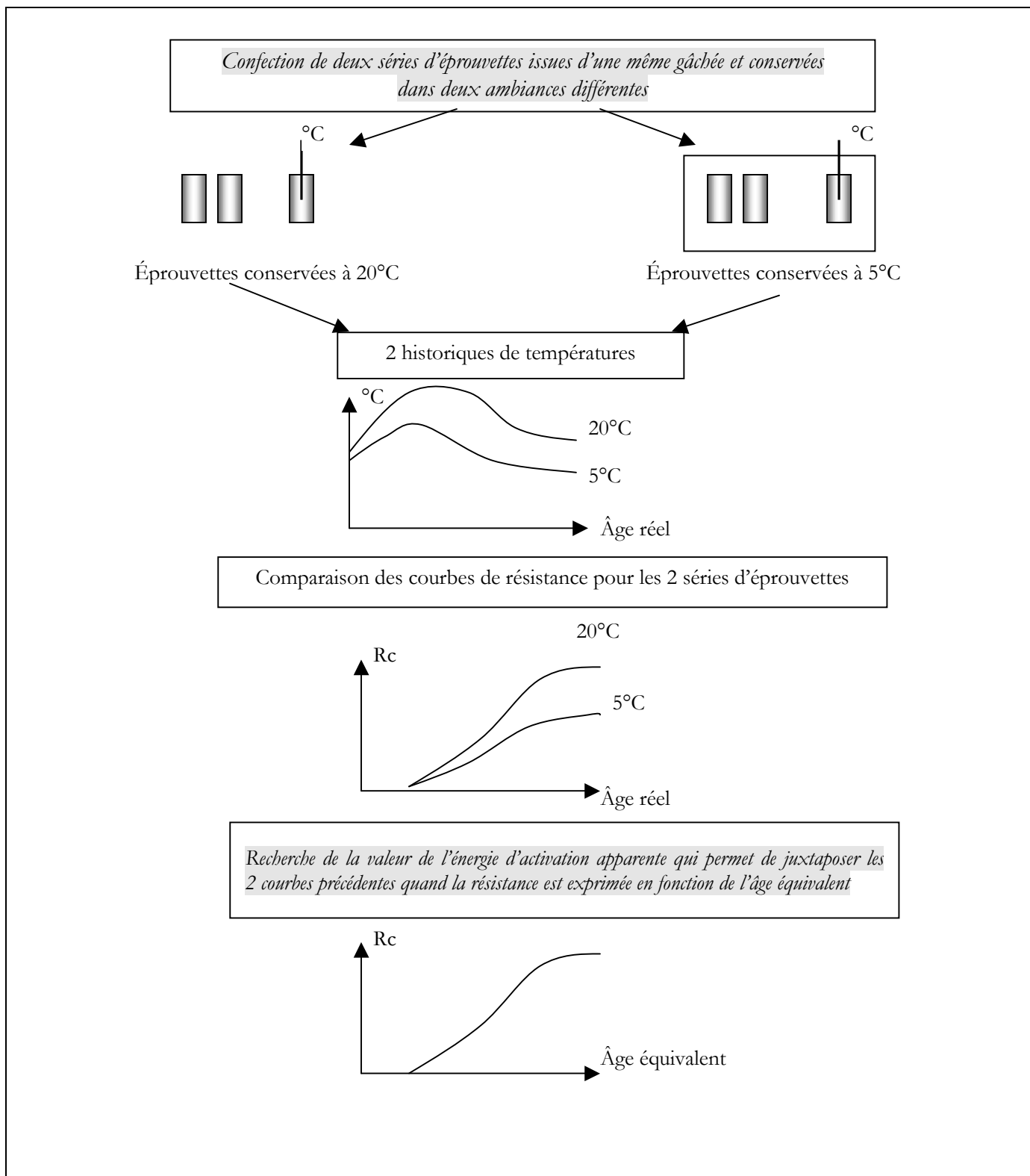
3. Documents à fournir au maître d'œuvre

- Plan Qualité ;
- bons de livraisons des matériaux (produits de cure) ;
- fiche de suivi (dûment remplie en fin de mise en œuvre) ;
- fiche d'anomalie éventuelle.

4. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 65 du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil en béton armé ou précontraint (2008) – art. 84.5, 84.6 et 84.7 ;
- le fascicule de documentation P18-504 "Mise en œuvre des bétons de structure" ;
- les Techniques de l'Ingénieur C2 230 "Béton hydraulique - Mise en oeuvre" ;
- le guide technique "La résistance du béton dans l'ouvrage : la Maturométrie". LCPC/IREX/CALIBE, 2003 ;
- le guide technique sur les défauts d'aspect des parements en béton. LCPC, 1991.

Annexe à la fiche n° VII-5



Fiche n° VII-6

"Reprise de bétonnage"

1. Objet de la présente fiche et rappels

La présente fiche a pour but de décrire les moyens à mettre en œuvre pour traiter les reprises de bétonnage.

On parle de reprise de bétonnage lorsqu'un béton est coulé au contact d'un béton durci (ou ne pouvant être vibré à nouveau) et qu'une continuité mécanique doit être assurée entre les deux bétons. Les cas de béton autoplaçant et de béton projeté ne sont pas traités.

On distingue les reprises de bétonnage accidentelles des reprises de bétonnage volontaires programmées.

Les reprises de bétonnage constituent des zones sensibles (point faible d'un point de vue résistance mécanique, zone favorable à la pénétration d'agents agressifs).

Le traitement des reprises conditionne à la fois la durabilité de la zone, la transmission des efforts et l'esthétique du parement.

Compte tenu des problèmes cités, les reprises accidentelles ne sont pas autorisées et ne sont donc pas traitées ici.



Zone de reprise de bétonnage (Photo Sétra/CTOA)

2. Points importants à examiner

2.1.- Avant le bétonnage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'existence des documents d'exécution avec visa (plans et Plan Qualité, notamment programme et procédure de bétonnage) • Points particuliers à examiner ayant trait aux reprises de bétonnage : <ul style="list-style-type: none"> – prise en compte des reprises volontaires pour atténuer leur impact (vis-à-vis de l'esthétique de l'ouvrage) ; – dispositions pour l'élimination de la laitance et le nettoyage de la surface de reprise (retardateur, eau sous pression, métal déployé, joint gonflable pour les reprises verticales,...) ; – en cas d'utilisation d'un produit de collage du béton frais sur béton durci, vérifier qu'il est certifié NF ; – si utilisation d'agent retardateur de prise, prévoir le contrôle de son efficacité à l'occasion des essais de convenue ; 	sur documents			<p>Voir fiche VII-5 "Cure et décoffrage"</p> <p>L'obtention de parements homogènes implique des procédés identiques pour chacune des parties (composition du béton, matériel et méthode de mise en œuvre, délai de décoffrage, démoulant, cure...)</p>

<ul style="list-style-type: none"> – conditions d'utilisation d'agent désactivant ; – vérifier que l'élimination des parties non adhérentes au support avant la reprise est prévue ; – disponibilité des moyens de secours (toupies en nombre suffisant, pompes à béton de secours, centrale de secours, etc...). 	visuel sur le site			<p>L'usage d'agent désactivant ne peut être envisagé qu'après une étude de faisabilité. Le risque étant la subsistance d'agent au sein de la reprise</p> <p>Permettant d'éviter les reprises accidentelles</p>
--	--------------------	--	--	--

2.2.- Pendant le bétonnage de la première partie et le traitement de la reprise

Il convient :

- de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites principalement dans le Plan Qualité de l'entreprise sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise ;
- de contrôler la préparation de la zone de reprise avant le bétonnage de la deuxième partie.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la bonne exécution de la première partie : <ul style="list-style-type: none"> – vibration soignée ; – finition grossière. • Conformité des dispositions mises en œuvre et des moyens utilisés : <ul style="list-style-type: none"> – configuration des reprises ; – contrôle du mode de préparation de la surface ; élimination de la laitance permettant de faire apparaître les granulats sans les déchausser ; – protection éventuelle des armatures en attente. 	visuel	X		Notamment dans le cas de constructions en environnement marin

2.3.- Entre les bétonnages de la première et de la deuxième partie

Il convient d'une part de procéder à la réception de la zone de reprise (première partie) après sa préparation et d'autre part de s'assurer que les conditions sont réunies pour effectuer le deuxième bétonnage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Réception (contrôle de la préparation) de la zone de reprise <ul style="list-style-type: none"> – contrôle de la rugosité du parement ; – vérification de l'absence de laitance et de granulats déchaussés ; – contrôle de la propreté ; 	visuel	X		À réaliser le jour du bétonnage de la deuxième partie

<ul style="list-style-type: none"> – vérification des armatures en attente ; – contrôle des matériels utilisés et des matériaux mis en oeuvre (conformité au Plan Qualité). 				<p>Forme, longueur de recouvrement, état de propreté</p> <p>Produit de collage du béton frais sur béton durci, béton</p>
---	--	--	--	--

PA : Point d'arrêt PC : Point critique

3. Documents à fournir au maître d'œuvre

- Plan Qualité ;
- fiche de suivi (dûment remplie en fin de mise en oeuvre) ;
- fiche anomalie éventuelle ;
- procédure de bétonnage.

4. Pour en savoir plus, consulter :

- les recommandations pour l'exécution des reprises de bétonnage. FFB/Sétra/CEBTP, juin 2000, 21p. ;
- le fascicule de documentation P18-504 "Béton – Mise en oeuvre des bétons de structure" ;
- le fascicule 65 du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil en béton armé ou précontraint (2008) - articles 73.3, 84.3.

Fiche n° VII-7

"Traitement des non-conformités et défauts apparents des bétons"

1. Objet de la présente fiche et rappel

Cette fiche concerne les techniques de reprises employées lors du constat sur chantier de non-conformités ou de défauts détectables en surface des parties d'ouvrages bétonnées.

Elle ne traite ni des défauts internes, non détectables visuellement, ni des défauts apparus lors de la vie de l'ouvrage. Cependant, certaines techniques de reprise décrites dans cette fiche peuvent s'appliquer à des réfections d'ouvrages existants.

Elle précise en fonction des défauts constatés, les techniques applicables. Pour chacune de ces techniques, on liste les vérifications et contrôles à mener par le contrôleur de chantier afin d'assurer leur bonne réalisation.

Il est rappelé que toute non-conformité doit donner lieu à l'ouverture d'une fiche par l'entreprise avant toute intervention. Avec celle-ci, l'entreprise propose au maître d'œuvre un traitement à l'issue d'un diagnostic permettant d'expliquer l'origine des défauts et d'opter ainsi pour la solution la mieux adaptée.

2. Défauts, non-conformités et traitements

La réalisation des parties d'ouvrage bétonnées, particulièrement sur chantier mais aussi en usine de préfabrication, peut donner lieu à des non-conformités ou défauts. On les détecte souvent au moment du décoffrage. Ils peuvent également résulter de chocs divers (manutentions, pose, circulations d'engins sur chantier...).

Dans tous les cas, il convient de s'assurer de l'origine et de quantifier l'importance des défauts au moyen d'investigations adéquates. Ceci afin d'apprécier, en fonction de leur localisation sur les parties d'ouvrage concernées, s'il est envisageable de les réparer en regard des sollicitations et agressions qu'elles subissent. Dans les cas critiques, il ne faut pas exclure la démolition ou la mise au rebut de la partie d'ouvrage.

Les défauts les plus courants sont regroupés ci-après par famille, suivant leur origine, en évoquant leur traitement.

Les défauts liés à la formulation et à la mise en œuvre du béton

La rhéologie inadaptée ou une vibration insuffisante d'un béton trop ferme ou d'un béton d'une pièce très armée peut provoquer un mauvais remplissage du moule constitué par les coffrages. Cette insuffisance peut aussi affecter la liaison béton - armatures. On peut ainsi constater la présence de lacunes, véritables trous dans la structure. Dès lors, il faudra apprécier la possibilité d'une réparation dont le but sera de reconstituer le monolithisme. Attention, l'apparition de défauts de surface, tels que les nids de cailloux, constitue une présomption de l'existence de défauts internes dont il est difficile d'apprécier l'importance. Les réparations de surface ne peuvent remédier à ces défauts internes.

Au contraire, un excès de vibration, surtout sur une formule béton insuffisamment étudiée, peut provoquer une ségrégation des granulats, souvent en fond ou au contact du moule, créant ainsi un surdosage en granulats et donc un manque de mortier. Dans de telles zones, les aciers peuvent être insuffisamment protégés et des vides peuvent se créer entre les granulats, rendant le matériau poreux. Ce type de défauts peut aussi avoir pour origine une étanchéité du coffrage insuffisante entraînant des fuites de laitance. Il convient dès lors, en fonction de l'étendue et de la gravité du défaut et des sollicitations dans la partie d'ouvrage, de choisir entre un revêtement de surface,



Cavités au droit d'un ancrage de PSDP ; Photo LRPC Clermont

permettant une protection superficielle de la zone, et une démolition partielle (piquage, hydrodémolition) afin ensuite de reconstituer la zone par ragréage ou coulage de béton.

En l'absence de coffrage, en particulier sur les faces supérieures des pièces (poutres, hourdis), le béton requiert un réglage soigné. On doit disposer d'un profil satisfaisant pour la bonne évacuation des eaux ou la mise en œuvre d'une étanchéité. Des flaches sur un extrados d'ouvrage peuvent entraîner des rétentions d'eau locales. Il convient donc, lors de la réception de l'extrados, de reprendre localement les profils défailants en effectuant des rabotages des bosses et des remplissages des flaches. Par ailleurs, avant exécution de la couche de roulement sur l'ouvrage, il est nécessaire de vérifier que les écarts entre les profils en long théorique et réel sont compatibles avec les tolérances du projet (ligne rouge). Il est parfois nécessaire, quand les hors tolérances détectées sont trop importantes pour être traitées par des reprises locales, d'effectuer un reprofilage général. Ce reprofilage peut être exécuté en béton de ciment ou en béton bitumineux, soit en dessous, soit au-dessus de l'étanchéité. Cette fiche ne traite que des techniques de reprofilages locaux.



*Défauts de profil d'un extrados : "vagues"
Photo LRPC Saint-Quentin*

En l'absence de précautions suffisantes, on peut détecter lors des décoffrages, la présence d'aciers affleurants en peau du béton. En l'absence de doute sur la résistance structurelle et afin d'éviter la corrosion de ces aciers, il conviendra de rétablir leur protection.

Enfin, on rencontre des défauts purement esthétiques tels le pommelage, les taches noires, le ressuage ou les défauts de teintes. Ces défauts peuvent être d'origines diverses : formulation du béton, coffrages sales, hétérogénéité du ciment... Leur reprise passe par la mise en œuvre de produits de surface allant des peintures aux enduits ou encore par sablage.

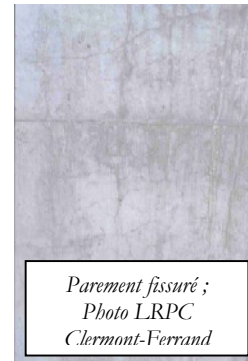
Les défauts liés au comportement au jeune âge du béton

Lors de sa prise, le matériau béton est le siège d'une élévation de température plus ou moins importante et de phénomène de retrait. Ce comportement intrinsèque au béton peut conduire, en l'absence de dispositions suffisantes, à la formation de fissures, pouvant aller jusqu'à des ouvertures supérieures à 5/10 de mm. En fonction de la densité et des ouvertures et des profondeurs de la fissuration, il pourra être nécessaire de recourir à des produits de protection appliqués en surface voire à des injections, afin d'éviter la pénétration d'agents agressifs et la corrosion des armatures.

Des fissurations peuvent également résulter de chocs hydriques et thermiques liés à un décoffrage précoce.

Les défauts liés aux agressions du chantier, chocs

Lors des chantiers, les pièces en béton peuvent être manutentionnées (préfabrication) ou encore heurtées par des engins. On peut ainsi constater des épaufrures ou éclats, de profondeur parfois suffisante pour atteindre les armatures. Il convient dans ce cas de ragréer les épaufrures après avoir éventuellement assuré la protection des armatures apparentes par passivation.



*Parement fissuré ;
Photo LRPC
Clermont-Ferrand*

Le tableau suivant récapitule les techniques de réparation à mettre en œuvre suivant les défauts constatés.

		Techniques de réparation à mettre en oeuvre							
		Ragréage	Injection	Passivation	Enduit - Revêtement de surface	Peinture	Traitement chimique	Rabotage - Renformis	Reconstitution - Collage - Scellement d'armatures
Défauts constatés	Nids de cailloux - cavités - fuites de laitance	X	X						
	Épaufrures	Sans aciers apparents	X						
		Avec aciers apparents	X		X				
	Aciers apparents - insuffisance d'enrobage			X	X				X
	Fissures		X		X				
	Fractures		X						X
	Pommelage - tâches noires - ressuage - défaut de teinte				X	X			
	Efflorescences-traces de rouille						X		
	Soufflures	X			X	X			
	Défauts de géométrie				X				X
Défaut de profilage	X						X		

3. Points importants à examiner

Toute mise en œuvre d'une technique de réparation implique de suivre un processus en trois étapes :

- acceptation de la procédure rédigée par l'entreprise ;
- approbation de l'épreuve de convenance ;
- vérification lors de l'exécution du contrôle interne et réalisation d'épreuves de contrôle extérieur.

3.1 Ragréage

3.1.1- Avant l'opération de ragréage


Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérification de l'existence de la procédure particulière de ragréage avec visa</p> <p>Les points essentiels suivants doivent être traités :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Désignation des produits normalisés de réparation • Moyens et méthodes de mise en œuvre conformes aux fiches techniques des produits • Dispositions prises lors de la première mise en œuvre (convenance, zone témoin) • Définition du contrôle interne/externe 		X		<p>Voir liste des fabrications admises à la marque NF "Produits spéciaux pour constructions en béton hydraulique" (site AFAQ AFNOR Certification)</p>
<p>Vérifications pour <u>autorisation de ragréage</u></p> <p>Vérifier que les moyens en personnel et en matériel prévus au Plan Qualité sont effectivement disponibles</p> <p>Vérification des produits :</p> <ul style="list-style-type: none"> - quantité prévue - respect des prescriptions pour les emballages, intégrité - identification (usine, n° de lot, dates de fabrication et de péremption) <p>Vérification de la préparation du support, éventuellement des résultats des essais. Il conviendra de s'assurer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - du traitement de toutes les zones - de l'absence d'amorce de décollement ou de fissuration - de la texture et de la propreté du support - de l'absence de venue d'eau <p>Si risque de gel ou de température élevée, vérifier les dispositions particulières prévues au Plan Qualité (réparation par temps froid/chaud). Des dispositions complémentaires doivent être prises en cas de vent dessiccateur.</p>	<p>Visuel, marteau pour sondage sonique</p>	X		

3.1.2- Pendant les ragréages

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le Plan Qualité et les Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Contrôle de la préparation du support avant ragréage suivant les produits et du respect des délais d'attente :</p> <ul style="list-style-type: none"> - humidification, - accrochage par barbotine. 			X	
<p>Contrôle de la prise en compte par l'entreprise des conditions climatiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - température, - humidité relative, - vent. 			X	Les fiches techniques des produits définissent ces conditions. Leur respect est impératif.
<p>Contrôle de la fabrication des produits :</p> <p>En cas de mélange, contrôle du respect des dosages, respect des temps de malaxage.</p>			X	
<p>Contrôle de la mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - respect de la Durée Pratique d'Utilisation. - respect des épaisseurs minimales et maximales. 				
<p>Contrôle de la cure des produits, suivant les méthodes prescrites dans les fiches techniques produit et reprises dans la procédure.</p>			X	

3.1.3- Après ragréages

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Contrôle visuel des ragréages : fissures, décollement, géométrie et état de surface, teinte si des critères ont été définis.</p> <p>La vérification qualitative de l'adhérence peut se faire par sondage au marteau.</p> <p>Contrôle des résultats des essais éventuellement pratiqués sur le matériau (essais mécaniques sur prismes 4-4-16) ou sur l'adhérence au support (arrachements)</p>	<p>Visuel, marteau</p>	X	X	 <p><i>Essai d'arrachement ; Photo LRPC Clermont</i></p>

3.2- Passivations

Rappel : ce type de traitement est nécessaire lorsque le produit de ragréage n'est pas hydraulique ou d'une épaisseur suffisante.

3.2.1- Avant l'opération de passivation

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérification de l'existence de la procédure particulière (passivation) avec visa</p> <p>Les points essentiels suivants doivent être traités :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Désignation du produit, • Moyens et méthodes de mise en œuvre conformes à la fiche technique du produit, • Définition du contrôle interne. 		X		
<p>Vérfications pour <u>autorisation de passivation</u></p> <p>Vérifier que les moyens en personnel et en matériel prévus au Plan Qualité sont effectivement disponibles</p> <p>Vérification des produits :</p> <ul style="list-style-type: none"> - quantité prévue, - respect des prescriptions pour les conditionnements, intégrité, - identification (usine, n° de lot, dates de fabrication et de péremption). 		X		<p>Dans le cas d'ouvrage neuf, la passivation ne devrait concerner que des aciers pas à peu corrodés et servir en fait de protection. Cependant, si une corrosion plus intense a pu se développer, il conviendra de prévoir les moyens adéquats afin de dégager totalement la périphérie des armatures jusqu'à l'atteinte de zones saines.</p>

3.2.2- Pendant les passivations

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le Plan Qualité et les Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Vérification de la préparation des aciers : <ul style="list-style-type: none"> - dégagement suffisant, - brossage, sablage, soufflage suivant les exigences du produit à appliquer. 	Visuel		X	
Contrôle de la prise en compte par l'entreprise des conditions climatiques : <ul style="list-style-type: none"> - température, - humidité relative, - vent. 			X	

3.2.3- Après passivations

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Contrôle visuel des passivations : zones intégralement traitées.	Visuel	X		

3.3- Injections

3.3.1- Avant l'opération d'injection

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérification de l'existence de la procédure particulière d'injection avec visa</p> <p>Les points essentiels suivants doivent être traités :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Désignation des produits conformes à la norme NF P18-800, • Moyens et méthodes conformes aux fiches produits, • Dispositions lors de la première mise en œuvre (convenance/témoin/...), • Définition du contrôle interne. 		X		
<p>Vérfications pour <u>autorisation d'injecter</u></p> <p>Vérifier que les moyens en personnel et en matériel prévus au Plan Qualité sont effectivement disponibles</p>		X		
<p>Vérification des conditions thermo-hydrques</p> <p>Vérification de la date de péremption</p> <p>Vérification de la préparation du support :</p> <ul style="list-style-type: none"> - si gravitaire avec coulis de ciment ultrafin : nettoyage et humidification du support - si sous pression : état et étanchéité du cachetage et des cavaliers 				

3.3.2- Pendant l'injection

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le Plan Qualité et les Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Contrôle de la pression, de la progression de la résine, du volume injecté			X	
<p>Contrôle de la fluidité du coulis</p> <p>Vérification de l'adéquation quantité de produit / température ambiante et du support / Durée Pratique d'Utilisation</p>	Cône de Marsh		X	
Prélèvement de coulis ou de résine	Moules ou soucoupes			

3.3.3- Après injection

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Contrôle visuel du bon remplissage des fissures par le produit d'injection		X		
Éventuel contrôle par carottage				
Contrôle des résultats des essais de dureté Shore de la résine prélevée / résistance mécanique des prismes			X	

3.4-Mise en œuvre de revêtements de surface

Il peut s'agir :

- d'un revêtement par peinture d'épaisseur nominale sèche du système comprise entre 50 et 300 µm dont les fonctions recherchées sont principalement :
 - l'amélioration de l'esthétique ;
 - la protection du béton (Cf. guide technique "Mise en peinture des bétons de génie civil" (LCPC, juin 1999).
- d'un revêtement dont l'épaisseur est comprise entre 300 µm et 3 mm et dont la fonction principale recherchée peut être :
 - la protection contre la pénétration de l'eau ;
 - la protection contre les chlorures ;
 - la protection contre le gaz carbonique ;
 - la protection contre les réactions de gonflement ;
 - la protection contre l'écaillage dû au gel

(Cf. guide technique "Protection des bétons par application de produits à la surface du parement" (LCPC, décembre 2002).

Nota : afin d'atteindre une alcalinité du béton support acceptable, il est conseillé d'attendre 2 mois après coulage du béton avant de réaliser sa mise en peinture.

3.4.1 Opérations préalables au chantier


Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérification de l'existence de la procédure particulière visée pour la mise en oeuvre du revêtement de surface</p> <p>Les points essentiels suivants doivent être traités :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moyens d'accès et de protection de l'environnement • Méthode utilisée pour la préparation du support • Identité des produits de revêtement avec fourniture des fiches technique et de sécurité du fabricant <p>Conditions d'application (état et humidité du support, température et hygrométrie de l'air ambiant, température du support)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mode d'application • Définition des contrôles intérieurs 		X		<p>Système de peinture certifié ACQPA ou revêtement qualifié (Cf. tableau annexe 1 du guide « Protection des bétons par application de produits à la surface du parement »)</p>

3.4.2 Avant le démarrage du chantier

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations (documents)
<p>Vérification des matériaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moyens de stockage, état du conditionnement • Identification et étiquetage • Suivi de quantités livrées • Données des caractéristiques d'identifications rapides • Conformité de l'abrasif • Propreté de l'air 			<p>X X X X X</p>	<p>PV d'essais</p>
<p>Épreuve de convenance</p> <p>Sur la préparation du support et sur l'application des produits</p>		X		<p>PV de l'épreuve</p>

3.4.3 Suivi de chantier

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le Plan Qualité et les Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations (documents)
<p>Préparation du support</p> <ul style="list-style-type: none"> Conformité du matériel Contrôle de la préparation du support <p>Application des produits</p> <ul style="list-style-type: none"> Propreté de la surface avant revêtement Conditions atmosphériques (température et hygrométrie) Température et humidité du support Préparation des produits Conformité du matériel Consommation de produit Quantité humide appliquée par couche Durée de séchage Délai entre couches État du feuil Réception du système complet appliqué 			<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	<p>Documents de suivi du contrôle intérieur</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p><i>Matériel de mesure de l'adhérence ; Photo LRPC Saint-Quentin</i></p> </div>  <p>PV de réception avec contrôle des épaisseurs sèches, de l'aspect, de l'adhérence, de la couleur et des grandeurs caractéristiques de la (ou des) fonction(s) recherchée(s)</p>

3.5-Reprofilages

Les travaux de reprofilage locaux des surfaces non coffrées sont destinés à assurer correctement l'évacuation des eaux en surface des tabliers et généralement à permettre l'application correcte des systèmes d'étanchéité. Ces travaux de mise en conformité des surfaces non-coffrées ont pour objectif d'éviter les rétentions d'eau sous la chape et de rendre compatible les caractéristiques du support avec le système d'étanchéité prévu. Le degré de préparation du support est fonction du type d'étanchéité envisagé :

- asphalte coulé en semi-indépendance ;
- feuilles préfabriquées soudées ;
- film mince adhérent au support.

Les travaux de reprofilage peuvent mettre en oeuvre des techniques de ragréages locaux combinées avec des techniques de passivation des armatures si nécessaire. On se référera pour ces techniques aux § 3.1 et 3.2. Les profils défaillants peuvent également nécessiter des opérations de rabotage locaux et de déflachage mettant en oeuvre des techniques particulières adaptées aux différents types d'étanchéité et permettant de respecter les tolérances de forme. Dans certains cas, les déflachages locaux peuvent être réalisés avec des mastics bitumineux compatibles avec les chapes en asphalte coulé et en feuilles préfabriquées soudées.

3.5.1- Avant l'opération de reprofilage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérification de l'existence de la procédure particulière de reprofilage avec visa</p> <p>Les points essentiels suivants doivent être traités</p> <ul style="list-style-type: none"> • Désignation des produits et matériels • Moyens et méthodes conformes aux fiches produits • Dispositions lors de la première mise en œuvre (convenance/témoin/...) • Définition du contrôle interne/externe 		X		
<p>Vérifications pour <u>autorisation de reprofiler</u></p> <p>Vérifier que les moyens en personnel et en matériel prévus au Plan Qualité sont effectivement disponibles (voir 3.1.1)</p> <p>Réussite des épreuves de convenance avec suivi du déroulement</p>		X		

3.5.2- Pendant le reprofilage

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le Plan Qualité et les Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Contrôle du rabotage :</p> <p>-vérification de la conformité des moyens prévus au Plan Qualité et du respect des procédures</p>			X	<p>Largeur des passes</p> <p>Profondeurs des passes</p> <p>Contrôle interne</p>
<p>Examen de l'état de surface du béton :</p> <p>- après rabotage et déflachage</p> <p>- après purges et réparations localisées (voir 3.1 et 3.2)</p> <p>- relevé topographique</p> <p>- nettoyage final</p>		X	X	<p>Vérification de la cohésion de surface du béton</p> <p>Vérification des délais de séchage et de l'enlèvement des produits de cure</p> <p>Vérification de l'absence de possibilités de rétention d'eau</p> <p>Vérification de la propreté du support et de l'absence d'humidité</p>

3.5.3- Après le reprofilage

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Réception visuelle de l'état de surface (voir fiche MEMOAR X-1 annexe 1a)		X		Vérifications de la compatibilité de l'état de surface obtenu et de l'âge des ragréages avec le type d'étanchéité.

3.6-Reconstitution

L'attention du lecteur est attirée sur le seul traitement dans cette fiche de **la liaison** du béton rapporté à l'élément endommagé. Selon la pièce à reconstituer et les sollicitations auxquelles elle est soumise, pour assurer cette liaison, les techniques utilisables sont :

- le collage béton frais sur béton durci,
- le scellement d'armatures,
- une combinaison des deux techniques.

Il est rappelé qu'il est souhaitable d'employer des techniques de démolition de la partie endommagée permettant la réutilisation d'armatures en place.

Pour le coffrage, le ferrailage et le bétonnage (utilisation d'un béton de caractéristiques identiques à celui de la partie endommagée), il convient de consulter les fiches MEMOAR correspondantes (n° III-1, VII-3).

3.6.1- Avant l'opération de reconstitution

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<p>Vérification de l'existence de la procédure particulière de reconstitution avec visa</p> <p>Les points essentiels suivants doivent être traités</p> <ul style="list-style-type: none"> Désignation des produits normalisés Moyens et méthodes conformes aux fiches produits Dispositions lors de la première mise en œuvre (convenance/témoin/...) Définition du contrôle interne 		X		Voir liste des fabrications admises à la marque NF "Produits spéciaux pour constructions en béton hydraulique" (site AFAQ AFNOR Certification)
<p>Vérfications pour <u>autorisation de reconstituer</u></p> <p>Vérifier que les moyens en personnel et en matériel prévus au Plan Qualité sont effectivement disponibles</p> <p>Vérification des conditions thermo-hydrriques</p> <p>Vérification de la date de péremption</p> <p>Vérification de la préparation du support :</p> <p>-si collage nettoyage et soufflage du support (état sec ou humide suivant les produits)</p> <p>-si scellement, propreté du forage, diamètre, profondeur (avec humidification si mortier hydraulique, support sec pour les produits à base de résines synthétiques)</p>		X		

3.6.2- Pendant le scellement

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le Plan Qualité et les Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Contrôle de la fluidité du mortier de scellement	Cône de Marsh		X	
Prélèvement de mortier de scellement	Moules			

3.6.3- Après scellement

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Essai de traction		X		
Contrôle du nombre et du positionnement des armatures			X	

3.6.4- Pendant la reconstitution

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le Plan Qualité et les Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Contrôle de l'adéquation des opérations d'application de la colle et du bétonnage avec la Durée Pratique d'Utilisation (corrigée avec la température ambiante réelle).			X	
Prélèvement de colle	Soucoupes			

3.6.5- Après reconstitution

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Contrôle visuel de la reconstitution		X		

3.7-Traitement chimique

Il s'agit principalement du traitement pour éliminer les efflorescences blanchâtres qui apparaissent principalement sur les parements verticaux de béton quelques jours après le décoffrage.

Ce traitement consiste en un nettoyage des surfaces couvertes par un acide amidosulfurique ou sulfamidique ou par un produit du commerce spécialisé.

Il est conseillé :

- d'attendre une quinzaine de jours après l'apparition des premières efflorescences pour réaliser le traitement afin que la formation des efflorescences soit achevée ;
- de réaliser un essai de convenance préalable sur une surface non vue.

3.7.1- Avant l'opération de traitement chimique

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Vérification de l'existence de la procédure particulière de traitement chimique avec visa Les points essentiels suivants doivent être traités <ul style="list-style-type: none"> • Désignation des produits • Moyens et méthodes conformes aux fiches produits • Dispositions lors de la première mise en œuvre (convenance/témoin/...) • Définition du contrôle interne 		X		
Vérifications pour <u>autorisation de reconstituer</u> Vérifier que les moyens en personnel et en matériel prévus au Plan Qualité sont effectivement disponibles		X		
Réussite des épreuves de convenance avec suivi du déroulement				

3.7.2- Pendant le traitement chimique

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans le Plan Qualité et les Procédures d'Exécution sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Vérification du respect du dosage en acide			X	
Vérification de la présence suffisante d'eau pour le nettoyage à l'eau claire après traitement			X	

3.7.3- Après traitement chimique

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Constat visuel de l'efficacité du traitement		X		

4. Documents à fournir au maître d'œuvre

- Plan Qualité ;
- Procédure d'Exécution ;
- Fiche de suivi ;
- Fiches de Non-Conformités éventuelles ;
- Plan d'exécution modifié, s'il y a lieu.

5. Pour en savoir plus, consulter :

- documents généraux

- Fascicule 65 du CCTG : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint - (2008)
- Fascicule 67 Titre 1 du CCTG : Étanchéité des ponts-routes support en béton de ciment - Fascicule spécial n° 85-32 bis
- STER 81 : Surfaçage, étanchéité et couches de roulement des tabliers d'ouvrages d'art - Sous-dossier ST et ses mises à jour n° 1, 2 et 3 (Sétra)
- Liste périodique des fabrications admises à la marque NF "Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique" (Disponible sur le site AFNOR : <http://www.afnor.org>)
- Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton - Guide technique. Sétra/LCPC, août 1996 (référence Sétra : F 9613)
- Normes NF EN 1504- 1 à 10 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton
Définition, prescription, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité
 - partie 1 : définitions
 - partie 2 : système de protection de surface
 - partie 3 : réparation structurale et réparation non structurale
 - partie 4 : collage structural
 - partie 5 : produits et système d'injection du béton
 - partie 6 : produits et systèmes d'ancrage et de scellement
 - partie 7 : produits et systèmes de prévention contre la corrosion des armatures
 - partie 8 : contrôle qualité et évaluation de conformité
 - partie 9 : principes généraux d'utilisation des produits et systèmes
 - partie 10 : application sur site des produits et systèmes et contrôle de la qualité des travaux
- Norme NF P95-101 : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Reprise du béton dégradé superficiellement - Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés
- Norme NF P18-800 : Produits spéciaux destinés aux réparations, collages, injections, calages, scellements, applicables aux constructions en béton hydraulique - Définitions, classification, conditionnement, marquage, conditions de réception

- travaux de revêtement et de protection

- Mise en peinture des bétons de génie civil - Guide technique. LCPC, juin 1999
- Systèmes anticorrosion par peinture certifiés ACQPA (<http://www.acqpa.org/>)
- Protection des bétons par application de produits à la surface du parement - Guide technique. Sétra/LCPC, décembre 2002
- GA P18-902 Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton - Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil - Guide d'application. AFNOR
- Protection des bétons - Guide technique du STRRES (<http://www.strres.org/>)

- travaux d'injection

- Réparation des structures en béton fissuré par injection de liants époxydique - Guide technique. LCPC, 1979
- Norme NF P95-103 : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Traitement des fissures et protection du béton - Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés
- Traitement des fissures par injection – Guide technique du STRRES (<http://www.strres.org/>)

- travaux de reprofilage

- Entretien des complexes étanchéité/couche de roulement sur ouvrages d'art - Guide technique. LCPC, juillet 2006
- Mise en œuvre des chapes d'étanchéité - Fiche MEMOAR X-1 - Annexe 1a : réception du support

Fiche n° VIII-1

"Appareils d'appui en élastomère fretté"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche traite des exigences relatives à la réception et à la mise en œuvre sur ouvrages d'art d'appareils d'appui en élastomère et décrit les interventions nécessaires de la maîtrise d'œuvre.

Cette fiche est à associer aux fiches n° VIII-3 "Bossages" et n° VIII-4 "Vérinage/calage".

2. Rappels

Le terme « Appareil d'appui » est attribué à un dispositif ayant pour rôle d'assurer la liaison entre la structure et son support et de transmettre aux appuis les efforts et les rotations supportés par le tablier d'un ouvrage d'art. Le schéma théorique du fonctionnement de la structure est étroitement lié aux degrés de liberté des appareils d'appui.

À titre de rappel, les fonctions assurées par les appareils d'appui sont de :

- transmettre les efforts verticaux dus au poids du tablier et aux charges d'exploitation ;
- permettre les variations de longueur du tablier sous les actions de la température, du retrait et du fluage ;
- transmettre totalement ou partiellement les efforts horizontaux dus aux effets introduits par les charges d'exploitation, aux effets résultant des modifications de longueur du tablier, aux effets du vent, aux actions accidentelles ;
- permettre des rotations de la structure sous charges d'exploitation ou à la suite de déformations différées de la structure ;
- d'accepter les mouvements différés des appuis.

Le bon fonctionnement mécanique, le maintien en état de service et la durabilité des ouvrages dépendent du soin particulier à apporter dans la qualité de la fabrication, le choix, le dimensionnement, et la mise en œuvre des appareils d'appui.

Il est donc essentiel de disposer d'appareils d'appui de fonctionnement efficace, pérennes, ceci d'autant que les conséquences financières de leurs éventuelles défaillances sont sans commune mesure avec le coût modéré de leur fourniture (rapport de 1 à 50, voire plus).

¹ PTFE (PolyTétraFluorÉthylène) ou Téflon®.

GAMME ET TYPES D'APPAREILS D'APPUI

➤ APPAREILS D'APPUI EN ÉLASTOMÈRE FRETTÉ

L'appareil d'appui en élastomère fretté est un bloc d'élastomère renforcé par des frettes métalliques en acier, adhésivées à l'élastomère au moment de la vulcanisation (modification chimique créant de longues chaînes de polymères sous l'effet conjugué de la température et de la pression). L'élastomère est soumis à des efforts et des déplacements (compression, rotation et cisaillement ou distorsion). L'insertion des frettes dans le bloc d'élastomère contribue à diminuer le tassement sous charge normale et à augmenter la contrainte de compression admissible sans modifier sa raideur en cisaillement.

Les éventuels éléments de glissement les plus couramment utilisés en France comportent une plaque de PTFE¹ fixée sur le dessus de l'appareil d'appui en élastomère. Une tôle en acier inoxydable poli liée à une platine supérieure en acier glisse sur la plaque de PTFE.

La principale utilisation des appareils d'appui en élastomère fretté avec plan de glissement est justifiée par la prise en compte des déplacements irréversibles (retrait, fluage).

*PSIDN sur appareils d'appui en élastomère fretté
(Photo Sétra/CTOA)*



➤ APPAREILS D'APPUI À POT (Cf. fiche n° VIII-2)

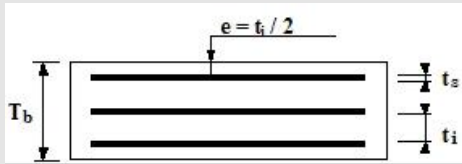
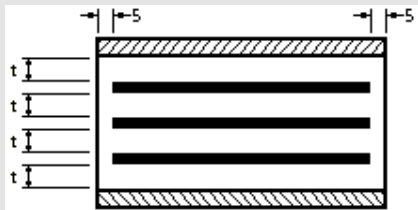
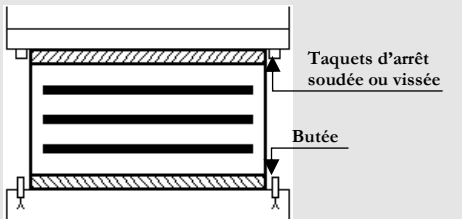
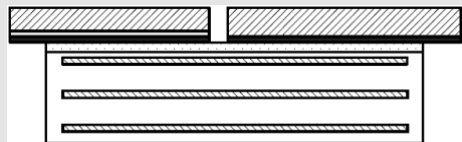
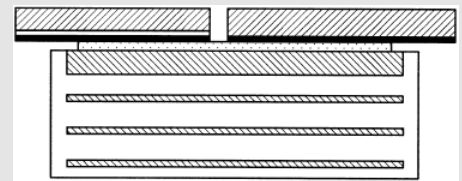
ENJEUX

Les principaux enjeux liés à ces éléments de structures concernent leur rôle principal dans le fonctionnement de l'ouvrage. Les défauts constatés portent autant sur la conception que sur le dimensionnement et les problèmes liés à la pose. Ceci explique l'importance des principaux points suivants :

- le respect des positions des appareils au niveau des appuis et notamment de l'orientation ;
- l'adéquation de la capacité de rotation de l'appareil d'appui aux conditions de rotations réelles régnant sur l'ouvrage intégrant notamment les rotations en phase de construction ;
- éventuellement, la durabilité des éléments métalliques assurée par la protection anti-corrosion ;
- la bonne transition des efforts du tablier vers les appuis au moyen d'un contact parfait aux interfaces de liaison entre l'appareil et les éléments de structure (Cf. fiche n°VIII-3).



*Appareil d'appui en élastomère fretté
avec bossages et emplacement pour le vérinage
(Photo Sétra/CTOA)*

Type d'appareil d'appui	Description sommaire	Schéma	Commentaires
B selon la norme NF EN 1337-3	Enrobé à feuillettes externes en caoutchouc correspondant à la demi épaisseur nominale d'un feuillet élémentaire		Exemple de dénomination avec l'appareil d'appui ci-contre : 300 x 400 x 3(12+4) - 300 : largeur en mm ; - 400 : longueur en mm ; - 3(12+4) = 48 mm : hauteur totale ; - 3 x 12 = 36 mm d'élastomère réparti en 2 couches externes de 6 mm et deux feuillettes intermédiaires de 12 mm ; - 3 x 4 = 3 frettes métalliques de 4 mm.
C selon la norme NF EN 1337-3	Frettes métalliques extérieures adhérentes à l'élastomère de : - 15 mm mini pour des feuillettes internes d'épaisseur ≤ 8 mm - 18 mm mini pour des feuillettes internes d'épaisseur > 8 mm		Les plaques d'acier extérieures épaisses sont utilisées pour assurer un rôle anti-cheminement ou anti-soulèvement. Les dispositifs anti-cheminement (butées) sont utilisés lorsque le cheminement est à craindre, ils doivent interdire uniquement le cheminement, sans empêcher, ni gêner les déformations. Les butées doivent venir en contact avec la plaque épaisse, en aucun cas, la butée ne doit se faire sur le feuillet de caoutchouc.
Appareil d'appui anti-cheminement à taquets (avec appareil d'appui de type C)			D'autres types d'anti-cheminement existent tels que : taquets sur une seule face, avec ancrages, par tôles striées pour des efforts tangentiels faibles.
D selon la norme NF EN 1337-3	Type B complété par des éléments de glissement (feuille de PTFE collée à l'élastomère)		
E selon la norme NF EN 1337-3	Type C avec une frette extérieure adhérente à l'élastomère et une feuille de PTFE encastrée dans l'acier		

Nota : À la mise en œuvre, l'empilage d'appareils d'appui en élastomère fretté est interdit.
Pour plus de détails, Cf. § 5 « Pour en savoir plus, consulter »

3. Certification / Règlementation

Les appareils d'appui en élastomère fretté doivent bénéficier du marquage CE qui s'appuie sur la partie harmonisée (annexe ZA) de la norme NF EN 1337-3.



Le système d'attestation de la conformité retenu au sens du RPC 305/2011 est le niveau 1.

4. Actions à mener

Préalablement à la réception sur chantier, les appareils d'appui en élastomère sont supposés avoir fait l'objet d'un contrôle extérieur de fabrication dont l'objet est de s'assurer au stade de la fabrication que les fournitures sont bien conformes aux spécifications et que le système

qualité du fabricant permet d'assurer la maîtrise de la fabrication des composants selon les plans. Cette action n'est réalisée que dans le cas où elle est prévue explicitement au marché. Les étapes suivantes sont présentées ci-après.

4.1.- À la réception

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérification de la présence du marquage CE et de la conformité de la livraison (examen du certificat de conformité CE) ; 	Visuel	 Cf. CCTP du marché et plans visés Le certificat de conformité CE doit inclure les informations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - numéro d'identification de l'organisme de certification ; - nom et adresse du fabricant ; - description du produit (type, identification, utilisation,...) et une copie des informations accompagnant le marquage CE ; - conditions particulières d'utilisation du produit ; - numéro du certificat ; - conditions et durée de validité du certificat ; - nom et fonction de la personne habilitée à signer le certificat
<ul style="list-style-type: none"> Vérification de l'identification (traçabilité) ; 	Visuel	Relever les numéros des appareils d'appui (face latérale et face d'appui). Indications à reporter au dossier d'ouvrage
<ul style="list-style-type: none"> Vérification de l'absence de défauts ou d'endommagements au transport et déchargement ; 	Visuel	Angles abîmés...
<ul style="list-style-type: none"> Contrôle de conformité des dimensions réelles d'encombrement) ; 	Mètre à ruban	Cf. plans d'exécution de l'ouvrage
<ul style="list-style-type: none"> S'assurer de l'existence du contrôle interne de l'entreprise générale. 		Fiche de suivi de réception des appareils d'appui

Cas des appareils d'appui glissants

L'ensemble plan de glissement/bloc d'élastomère doit être livré, pour des raisons de manutention et de mise en œuvre, comme une pièce monolithique, pré-réglé avec marquage de l'orientation.

<ul style="list-style-type: none"> Vérification de l'absence de défaut ou d'endommagement au transport et déchargement 	Visuel	Angles abîmés, cisaillement des tiges de pré-réglage de certains appareils d'appui glissants, rayures sur tôle en acier inoxydable...
---	--------	---

4.2.- Au stockage

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des conditions de stockage : <ul style="list-style-type: none"> – surface propre et plane ; – à l'abri de la pluie, du soleil, des souillures et de la poussière, de produits agressifs tels que huile de décoffrage ou autres produits néfastes au caoutchouc. 	Visuel	

4.3.- Avant la mise en œuvre proprement dite

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<p>Appareils d'appui en élastomère fretté</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérification de l'existence des documents suivants et des procédures particulières éventuelles : <ul style="list-style-type: none"> – PAQ de l'entreprise chargée de la pose ; – Plans d'exécution visés et approuvés ; – Note de calculs ; – Procédure d'exécution des bossages ; – Procédures de pose provisoire ou définitive des appareils d'appui, phasage éventuel ; – Procédure particulière de remise éventuelle à l'équilibre des déformations par distorsion de l'appareil d'appui tenant compte, en particulier, des conditions thermiques et de l'époque de l'exécution. <ul style="list-style-type: none"> • Vérification du respect des tolérances d'exécution des bossages <p>Appareils d'appui glissants : en complément</p> <ul style="list-style-type: none"> – Note de calculs justificative donnant la valeur du pré réglage des appareils d'appui glissants en fonction de la température ambiante. 		<p>Procédure de pose</p> <ul style="list-style-type: none"> – plans des bossages inférieurs et supérieurs (voir fiche n° VIII-3 "Bossages") ; – une vue en plan de l'ouvrage comportant la figuration des divers types d'appareils d'appui ; – leurs dimensions, les directions et leurs mouvements possibles. <p>Cf. fiche n° VIII-3 "Bossages"</p> <p>Cf. fiche n° VIII-3 "Bossages"</p> <p>Valeur du pré réglage des appareils d'appui glissants</p>


4.4.- Lors de la mise en œuvre POINT D'ARRÊT


Pour la levée de ce point d'arrêt, il doit être vérifié que les interventions de contrôle prévues sur les **points sensibles** des § 4.1 à 4.3 ont été réalisées.

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérification du bon positionnement et de la conformité du type d'appareil d'appui par rapport à son emplacement prévu sur les plans. 		Cf. plan d'exécution et procédure de pose (orientation)
Appareils d'appui glissants		
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier que le dispositif de blocage est retiré et remplacé par des vis fusibles. <p>Si l'appareil d'appui n'est pas livré en bloc monolithique, vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> la position relative entre l'élastomère fretté et la plaque de glissement, fonction de la température ambiante (pré-réglage calculé) ; que le film plastique protecteur de l'acier inoxydable de glissement a été enlevé ; l'absence de rayure et l'état de propreté de l'acier inoxydable ; que le film protecteur papier kraft ou autre du PTFE a été enlevé ; la présence de graisse silicone sur le PTFE et l'absence de poussière ou grains collés sur la graisse. 		Comparaison entre la température ambiante lors de la pose et la température notifiée dans la note de calculs


4.5.- À la mise en charge des appareils d'appui

Il est conseillé de procéder à ces interventions préalablement à la réception de l'ouvrage.


Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérification de l'aspect des bourrelets des feuillets d'élastomère ; 	Visuel	 Bourrelets homogènes et parfaitement comprimés = répartition uniforme des charges. Si absence de bourrelet, partiellement ou en totalité de l'appareil d'appui : rotation excessive, défauts de planéité ou de parallélisme des bossages, chargement excessif ou déchargement dans un angle, ...
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier les contacts entre l'appareil d'appui et les zones d'appui ; 	Réglet, cales du genre "cales à bougies"	
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier que tous les éléments de coffrage autour des appareils d'appui sont enlevés ; 	Visuel	
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier l'absence de défaut d'adhérence élastomère/frettes métalliques, de fissuration, éclatement, craquelures, gerçures... 	Visuel	

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier l'intégrité des bossages et calages (absence de fissuration, d'éclatement...). 	Visuel	 Les observations effectuées doivent être également complétées par un examen local de la structure (tablier et appuis) pour vérifier l'absence d'endommagement.
Cas des appareils d'appui glissants		
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier la position relative entre l'élastomère fretté et la plaque de glissement ; Vérifier l'état de l'acier inoxydable de la plaque de glissement ; Vérifier la présence de graisse silicone ; Vérifier l'absence de vide entre la plaque et l'appareil d'appui en élastomère ; Vérifier l'absence de cintrage de la plaque de glissement ; Vérifier le rôle de la protection éventuelle du plan de glissement. 	Réglet Visuel Visuel Visuel	En fonction de la température ambiante Absence de souillure, rayure, décollement inox/plaque de glissement Attention à la condensation possible et l'accumulation de poussière ou autre

4.6.- Contrôle avant la mise en service de l'ouvrage (point 0)

Nature de l'intervention	Moyens ¹	Observations
<p>Au moment de la réception de l'ouvrage, relever le point 0 de l'ensemble des appareils d'appui (distorsion, rotation, défauts de bossage,...).</p> <ul style="list-style-type: none"> Mesure de l'épaisseur de l'appareil d'appui aux 4 angles avec une précision de l'ordre de 0,5 à 1 mm ; Mesure de la distorsion et de la direction, déformation de l'appareil d'appui en cisaillement ; Vérifier l'absence de cheminement, d'encastrement ; Vérifier l'absence de défaut d'adhérence élastomère/frettes métalliques, de fissuration, éclatement, craquelures, gerçures... Vérifier l'absence de souillure et pollution : eau de ruissellement, végétation, huile ; Vérifier l'intégrité des bossages et calages (absence de fissuration, d'éclatement...). 		<p>Noter la température ambiante</p> <p>Cette mesure est primordiale pour bien appréhender le fonctionnement de la structure en fonction de la température.</p> <p>La limite de distorsion sous les efforts ou déplacements horizontaux est $\text{tg } \gamma = 0,7$.</p> <p> Les observations effectuées doivent être également complétées par un examen local de la structure (tablier et appuis) pour vérifier l'absence d'endommagement.</p>

¹ Cf. fascicule 13 "Appareils d'appui"

Nature de l'intervention	Moyens ²	Observations
Cas des appareils d'appui glissants		
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que le glissement est effectif par la présence de traces de glissement sur l'acier inoxydable de glissement ; • Vérifier la position relative entre l'élastomère fretté et la plaque de glissement ; • Vérifier l'absence de cintrage de la plaque de glissement. 	Visuel	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Attention à une distorsion excessive</p> <p>En fonction de la température ambiante</p>

5. Pour en savoir plus, consulter

- Norme NF EN 1337-1 (T47-820-1) : Appareils d'appui structuraux - Partie 1 : indications générales ;
- Norme NF EN 1337-2 (T47-820-2) : Appareils d'appui structuraux - Partie 2 : éléments de glissement ;
- Norme NF EN 1337-3 (T47-820-3) : Appareils d'appui structuraux - Partie 3 : appareils d'appui en élastomère ;
- Note d'information technique n° 27 sur l'application nationale de la série de normes NF EN 1337 (appareils d'appui structuraux) ;
- Appareils d'appui en élastomère fretté - Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires - Guide technique. Sétra, juillet 2007, 80 p. (référence Sétra 0716) ;
- ITSEOA : deuxième partie - Fascicule 13 "Appareils d'appui" - Guide technique. Sétra, 2003, 67 p. (référence Sétra F0230) ;
- Appareils d'appui en caoutchouc – Documents scientifiques et techniques. AFPC, juillet 1994.

² Cf. fascicule 13 "Appareils d'appui"

Fiche n° VIII-2

"Appareils d'appui à pot"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche a pour objet le contrôle de la réception et de la mise en œuvre des appareils d'appui à pot sur les ouvrages d'art. Elle traite plus particulièrement des actions de contrôle relatives à la vérification de la conformité de la fourniture des appareils d'appui ainsi que de leur mise en œuvre sur l'ouvrage. Elle est complétée par les fiches relatives au contrôle des bossages (n° VIII-3) et aux actions de vérinage et de calage (n° VIII-4).

2. Rappels

Le terme "Appareil d'appui" est attribué à un dispositif ayant pour rôle d'assurer la liaison entre la structure et son support et de transmettre aux appuis les efforts et les rotations supportés par le tablier d'un ouvrage d'art. Le schéma théorique du fonctionnement de la structure est étroitement lié aux degrés de liberté des appareils d'appui.

À titre de rappel, les fonctions assurées par les appareils d'appui sont de :

- transmettre les efforts verticaux dus au poids du tablier et aux charges d'exploitation ;
- permettre les variations de longueur du tablier sous les actions de la température, du retrait et du fluage ;
- transmettre totalement ou partiellement les efforts horizontaux dus aux effets introduits par les charges d'exploitation, aux effets résultant des modifications de longueur du tablier, aux effets du vent, aux actions accidentelles ;
- permettre des rotations de la structure sous charges d'exploitation ou à la suite de déformations différées de la structure ;
- d'accepter les mouvements différés des appuis.

Le bon fonctionnement mécanique, le maintien en état de service et la durabilité des ouvrages dépendent du soin particulier à apporter dans la qualité de la fabrication, le choix, le dimensionnement, et la mise en œuvre des appareils d'appui (à titre d'information, les principales techniques de pose sont définies dans la norme T47-816-3).

Il est donc essentiel de disposer d'appareils d'appui de fonctionnement efficace, pérennes, ceci d'autant que les conséquences financières de leurs éventuelles

défaillances sont sans commune mesure avec le coût modéré de leur fourniture (rapport de 1 à 50, voire plus).

GAMME ET TYPES D'APPAREILS D'APPUI

➤ **APPAREILS D'APPUI EN ÉLASTOMÈRE FRETTE** (Cf. fiche n° VIII-1)

➤ **APPAREILS D'APPUI À POT**

Ils sont constitués d'un coussin cylindrique d'élastomère enfermé dans un pot qui reçoit la charge par l'intermédiaire d'un piston formant couvercle du pot. Le coussin généralement en élastomère ne peut se déformer qu'à volume constant ce qui permet de transmettre des charges élevées en autorisant les rotations imposées par la structure. On distingue :

• Les appareils d'appui fixes

Ces appareils autorisent uniquement les rotations multidirectionnelles et empêchent tout déplacement horizontal (ou mouvement de translation au droit de celui-ci).

• Les appareils d'appui mobiles

Les possibilités de glissement (appareils d'appui uni ou multidirectionnels) sont assurées au moyen d'une feuille de PTFE¹ alvéolée, graissée, et gravée dans la partie supérieure du piston sur laquelle va glisser une tôle en acier inoxydable spécialement traitée fixée à une plaque support dénommée plaque de glissement (ces éléments sont définis dans la norme NF EN 1337-2). Le guidage (appareils d'appui unidirectionnel) permettant d'orienter le sens de glissement est assuré, soit latéralement, soit par un guide médian constitué généralement d'une clavette. Selon l'importance des effets dynamiques et des rapports efforts horizontaux sur efforts verticaux concomitants, les appareils sont maintenus soit par simple frottement avec la structure, soit par boulonnerie et pattes de scellement ou systèmes de taquets.

Ces appareils sont munis d'index et de réglet de déplacement permettant le suivi dans le temps des mouvements. Ils comportent des dispositions permettant de protéger les éléments de glissement des poussières composées d'une part d'un système racleur à la périphérie du PTFE et généralement d'une jupe ou d'un soufflet à la périphérie de la plaque de glissement.

¹ PTFE (PolyTétraFluorEthylène) ou Téflon®.

ENJEUX

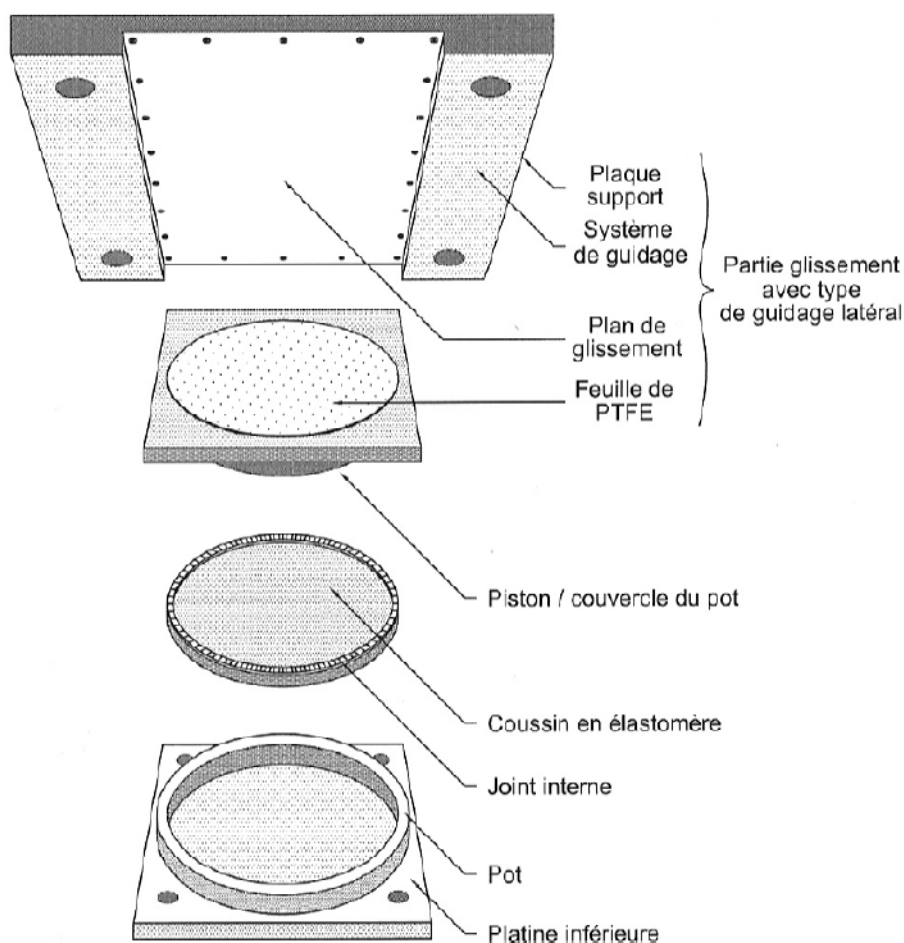
Les principaux enjeux liés à ces éléments de structures concernent leur rôle principal dans le fonctionnement de l'ouvrage. Les défauts constatés portent autant sur la conception que sur le dimensionnement et les problèmes liés à la pose. Ceci explique l'importance des principaux points suivants :

- le respect des positions des appareils au niveau des appuis et notamment de l'orientation et du sens des déplacements ;
- l'adéquation de la capacité de rotation de l'appareil d'appui aux conditions de rotations réelles régnant sur l'ouvrage intégrant notamment les rotations en phase de construction ;
- la durabilité des éléments métalliques assurée par la protection anti-corrosion ;
- la bonne transition des efforts du tablier vers les appuis au moyen d'un contact parfait aux interfaces de liaison entre l'appareil et les éléments de structure (Cf. fiche n° VIII-3).

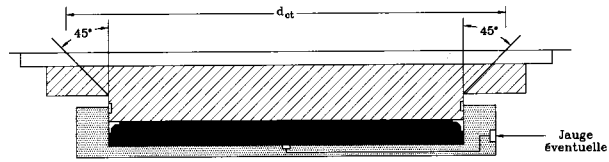


Appareil d'appui à pot (Photo Sétra/CTOA)

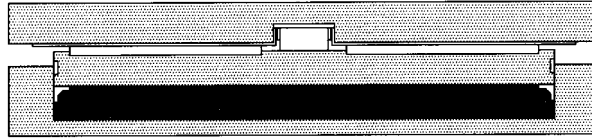
SCHEMAS D'APPAREILS D'APPUI A POT



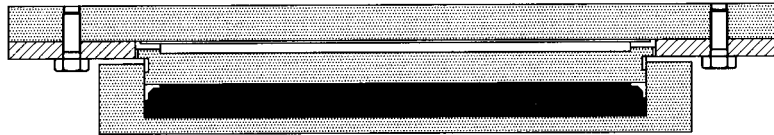
Composition schématique



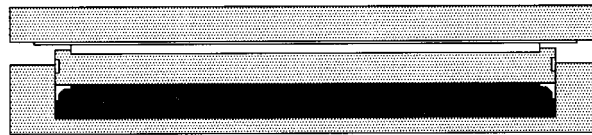
Appareil d'appui fixe



Appareil d'appui unidirectionnel à guidage central



Appareil d'appui unidirectionnel à guidage latéral



Appareil d'appui multidirectionnel

3. Réglementation

Pour pouvoir accéder au marché européen, les appareils d'appui à pot doivent être marqués CE au sens de la DPC 89/106/CEE modifiée par la directive 93/68/CEE. En effet, dès qu'un produit est concerné par le marquage CE, un arrêté précise sa date d'application (arrêté du 24/04/2006 dans le cas présent), les dates de fin de fabrication et de fin de commercialisation des produits non marqués CE (31 décembre 2008 dans le cas présent).

Le marquage CE s'appuie sur la partie harmonisée (annexe ZA) de la norme NF EN 1337-5. Le système d'attestation de conformité retenu au sens de la DPC 89/106/CEE (modifiée par la directive 93/68/CEE) est le niveau 1.

4. Actions à mener

Préalablement à la réception sur chantier, les appareils d'appui à pot sont supposés avoir fait l'objet d'un contrôle extérieur de fabrication dont l'objet est de s'assurer au stade de la fabrication que les fournitures sont bien conformes aux spécifications et que le système qualité du fabricant permet d'assurer la maîtrise de la fabrication des composants selon les plans, de leur montage et des appareils d'appui assemblés. Cette action n'est réalisée que dans le cas où elle est prévue explicitement au marché. Les étapes suivantes sont présentées ci-après.

4.1.- À la réception des appareils d'appui

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier la présence du marquage CE et de la conformité de la livraison (examen du certificat de conformité CE); • Vérifier le marquage de l'appareil d'appui ; (traçabilité) • Vérifier l'absence de défaut ou d'endommagement au transport et déchargement ; • Vérifier les conditions de transport, de manutention et de stockage ; • Vérifier les dispositifs de blocage provisoire ; • S'assurer de l'existence du contrôle intérieur de l'entreprise générale. 		<p>Caractéristiques géométriques (hauteurs, pré-réglages, parallélismes) conformes au CCTP du marché et plans visés.</p> <p>Le certificat de conformité CE doit inclure les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • numéro d'identification de l'organisme de certification ; • nom et adresse du fabricant ; • description du produit (type, identification, utilisation,...) ; • conditions particulières d'utilisation du produit • numéro du certificat ; • conditions et durée de validité du certificat ; • nom et fonction de la personne habilitée à signer le certificat. <p>Plaque d'identification comportant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • type ; • capacités d'effort et de déplacement ; • position ; • références du fabricant ou distributeur ; • repérage de la situation sur l'ouvrage, de l'orientation et du sens du déplacement. <p>Absence de défaut apparent, notamment des chocs</p> <p>Cf. § 3 de la NF EN 1337-11</p> <p>Absence de rupture ou de déformations</p> <p>Fiche de suivi de réception des appareils d'appui</p>

4.2.- Au stockage

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérification des conditions de stockage : <ul style="list-style-type: none"> – surface propre et plane ; – à l'abri de la pluie, du soleil, des souillures et de la poussière, de produits agressifs tels que huile de décoffrage ou autres produits néfastes. 	Visuel	

4.3.- Avant la mise en œuvre proprement dite

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérification de l'existence des documents suivants et de procédures particulières éventuelles : <ul style="list-style-type: none"> – PAQ de l'entreprise chargée de la pose ; – Plans d'exécution visés "bon pour exécution" ; – Note de calculs et, pour les appareils d'appui glissants, calcul justificatif donnant la valeur du pré réglage des appareils d'appui glissants en fonction de la température ambiante (et si possible et justifié la température du tablier) ; – Procédure d'exécution des bossages ; – Procédures de pose provisoire ou définitive des appareils d'appui, phasage éventuel. Vérification du respect des tolérances d'exécution des bossages (en béton) ou des platines d'appui (en métal). 		<p>Procédure de pose (respect de la norme T47-816-3)</p> <ul style="list-style-type: none"> - plans des bossages inférieurs et supérieurs (voir fiche n° VIII-3 "Bossages") ; - une vue en plan de l'ouvrage comportant la figuration des divers types d'appareils d'appui ; - leurs dimensions, les directions et leurs mouvements possibles. <p>Valeur du pré réglage des appareils d'appui glissants</p> <p>Cf. fiche n° VIII-3 "Bossages"</p> <p>Cf. fiche n° VIII-3 "Bossages"</p>

4.4.- Lors de la mise en oeuvre POINT D'ARRÊT

(Pour la levée de ce point d'arrêt, il doit être vérifié que les interventions de contrôle prévues sur les **points sensibles** des § 4.1 à 4.3 ont été réalisées)


Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérification de la propreté de l'environnement ; Vérification du respect du positionnement de l'appareil d'appui (emplacement, orientation, sens du déplacement) ; Vérification du pré réglage des appareils d'appui glissants par rapport à la température ambiante (et si possible et justifié la température du tablier) ; 		<p>Cf. plan d'exécution</p> <p>Comparaison entre la température ambiante lors de la pose et la température notifiée dans la note de calculs</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de l'application du contrôle intérieur prévu par l'entreprise ; • Vérification de la conformité de scellements ; • Vérification des calages provisoires et définitifs. 		<p>Cf. procédure de pose</p> <p>Position des scellements et respect de la procédure</p> <p>Voir fiche n° VIII-3 "Bossages" et n° VIII-4 "Vérinage/calage"</p>
---	--	---

4.5.- À la mise en charge des appareils d'appui

(Il est conseillé de procéder à ces interventions préalablement à la réception de l'ouvrage)

L'appareil d'appui est considéré mis en service au moment du transfert de la réaction d'appui de l'ouvrage terminé sur celui-ci.

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de l'application du contrôle intérieur prévu par l'entreprise et notamment : <ul style="list-style-type: none"> – les dispositions prévues pour la suppression des calages provisoires ; – la dépose des dispositifs de fixation provisoire ; – la propreté de l'environnement ; – l'enregistrement des mesures avant et après débridage ; – l'estimation des valeurs des réactions d'appui ; – le relevé des températures ; – les contacts entre les appareils d'appui et les zones d'appui ; – l'intégrité des bossages et calages. – document de suivi 	<p>Thermomètre</p> <p>Réglet, cales genre "cales à bougies"</p>	<p>Hauteurs, déplacements (position de l'index), rotation</p> <p>Voir fiche n° VIII-4 "Vérinage et calage"</p> <p>Avec les relevés météorologiques 48 h avant</p> <p>Absence de fissuration et/ou d'éclatement</p>
		<p> Les observations effectuées doivent être également complétées par un examen local de la structure (tablier et appui) pour vérifier l'absence d'endommagement.</p>
		<p>Avant de transférer la charge sur les bossages, vérifier que la résistance requise du béton est atteinte.</p>

4.6.- Contrôle avant la mise en service de l'ouvrage (point 0)

Nature de l'intervention	Moyens ¹	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Relevé précis des valeurs permettant le suivi du comportement dans le temps de l'ensemble des appareils d'appui (hauteurs, rotations, déplacements) et <u>éventuellement réactions d'appui</u> (à apprécier à partir des pressions en fonction des caractéristiques des vérins) ; • Vérification du glissement effectif ; • Vérification de l'efficacité des dispositifs de protection ; • Contrôle de l'intégrité des bossages et calages. 		<p>Ces observations initiales sont complétées par les relevés effectués pendant la période des travaux lors des modifications de structure liées au phasage de construction (construction par phases avec clavage ou modification des réactions d'appui par vérinage) Cf. § 3.4.</p> <p>Par la présence de traces de déplacement sur la tôle en acier inoxydable</p>

5. Pour en savoir plus, consulter

- Norme T47-816-3 : Appareils d'appui en caoutchouc - Appareils d'appui à pot - Partie 3 : Pose des appareils d'appui à pot ;
- Norme NF EN 1337-1 (T47-820-1) : Appareils d'appui structuraux – Partie 1 : Indications générales ;
- Norme NF EN 1337-2 (T47-820-2) : Appareils d'appui structuraux – Partie 2 : Éléments de glissement ;
- Norme NF EN 1337-5 (T47-820-5) : Appareils d'appui structuraux – Partie 5 : Appareils d'appui à pot ;
- Norme NF EN 1337-11 (T47-820-11) : Appareils d'appui structuraux – Partie 11 : Transport, entreposage intermédiaire et montage ;
- Note d'information technique n° 27 sur l'application nationale de la série de normes NF EN 1337 (appareils d'appui structuraux) ;
- Appareils d'appui à pot - Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires - Guide technique. Sétra, novembre 2007, 64 p. (référence Sétra : F0734) ;
- ITSEOA : deuxième partie - Fascicule 13 "Appareils d'appui" - Guide technique. Sétra, 2003, 67 p. (référence Sétra : F0230).

¹ Cf. fascicule 13 "Appareils d'appui"

Fiche n° VIII-3 "Bossages des appareils d'appui"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche a pour objet de décrire le contrôle de la réalisation des bossages inférieurs et des bossages supérieurs des appareils d'appui en élastomère fretté et des appareils d'appui à pot qui équipent les ouvrages d'art. Elle est complétée par les fiches :

- n° VIII-1 "Appareils d'appui en élastomère fretté" ;
- n° VIII-2 "Appareils d'appui à pot" ;
- n° VIII-4 "Vérinage / calage".

2. Rappels

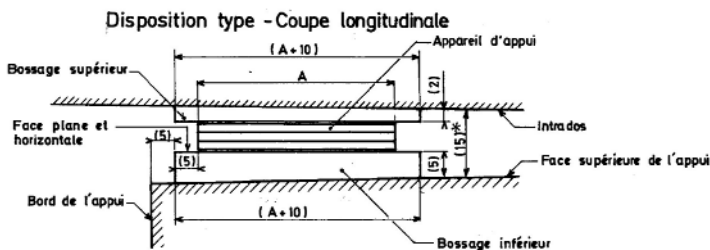
Le texte ci-après reprend de larges extraits du guide du Sétra/LCPC "Environnement des appareils d'appui en élastomère fretté – Recueil des règles de l'art".

Les bossages constituent l'environnement des appareils d'appui.

La conception de cet environnement doit permettre :

- un fonctionnement des appareils d'appui dans les meilleures conditions ;
- une visite facile des appareils d'appui ;
- un changement facile des appareils d'appui ou une réparation de leur environnement.

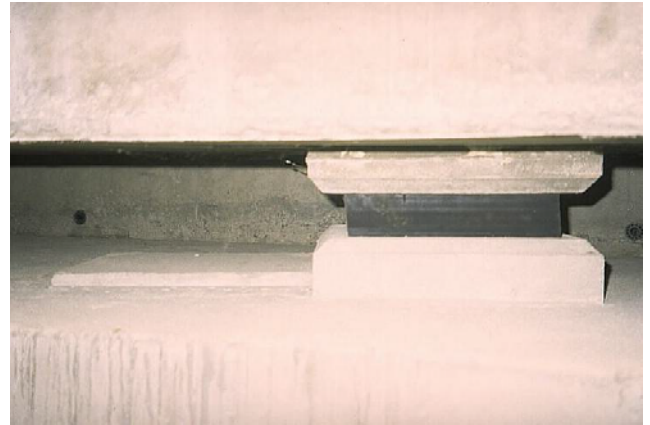
Une disposition type particulièrement adaptée au cas des appareils d'appui en élastomère fretté est illustrée par le schéma de la figure suivante qui s'applique indifféremment au sens longitudinal et au sens transversal. Les cotes principales (en cm) qui figurent entre parenthèses sont des cotes minimales.



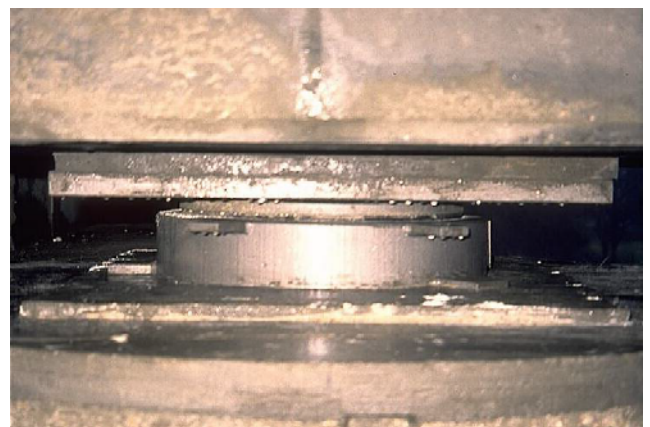
* Peut éventuellement être réduit à 12 cm dans certains cas particuliers .

Dans la présente fiche, le bossage inférieur peut être constitué :

- par la partie en béton fretté solidaire du sommier ou du chevêtre (cas des petits appareils d'appui en élastomère fretté) ;
- ou par le mortier de calage lorsque la hauteur du bossage est inférieure à 5 cm ;
- ou par la superposition de ces deux parties dans les autres cas.



*Bossages inférieur et supérieur
d'un appareil d'appui en élastomère fretté
(Photo Sétra/CTOA)*



*Bossages inférieur et supérieur d'un appareil d'appui à pot
(Photo Sétra/CTOA)*

Différentes méthodes sont utilisées pour réaliser ces bossages. Les méthodes envisageables en fonction du type d'appareil d'appui et du type de structure sont présentées dans le tableau ci-après :

	Appareils d'appui en élastomère fretté		Appareils d'appui à pot	
	Structure béton coulé en place	Structure préfabriquée	Structure béton coulé en place	Structure préfabriquée
BOSSAGE INFÉRIEUR				
– pose sur bain de mortier soufflant	////////////////////	////////////////////	①	////////////////////
– coulé dans coffrage parfaitement nivelé			////////////////////	////////////////////
– par matage	////////////////////	////////////////////	②	②
– par injection ou coulage par gravité	////////////////////	////////////////////	③	③
BOSSAGE SUPÉRIEUR				
– préfabriqué		////////////////////		////////////////////
– coulé en même temps que le tablier	④	////////////////////	⑤	////////////////////
– par matage	////////////////////		⑥	
– par injection	////////////////////		⑥	

//////////////////// méthode non utilisée

① Cette méthode peut être retenue pour les appareils d'appui dont l'embase s'inscrit dans un carré de 600 mm d'arête. Hauteur minimale de bain de mortier 30 mm, hauteur maximale 50 mm. L'engravement du pot devra être inférieur à 10 mm.

② Méthode délicate qui n'est généralement pas utilisée pour la réalisation des bossages inférieurs.

③ Au préalable, l'appareil d'appui est posé sur trois ou quatre cales de faibles dimensions en plan situées en dehors de la surface du fond du pot ou tout autre dispositif de réglage préalable de l'horizontalité. Il est nécessaire de prendre des dispositions pour éviter de piéger des bulles d'air.

④ La structure est coffrée autour de l'appareil d'appui. La méthode de la boîte à sable est parfois remplacée par du polystyrène mais il faudra prendre les dispositions adéquates pour compenser le tassement et éviter un engravement de l'appareil d'appui.

⑤ Le coffrage doit être parfaitement raccordé à la platine supérieure et étanché tout autour de celle-ci afin de prévenir toute coulure de béton sur les parties fonctionnelles de l'appareil d'appui (technique peu recommandée).

⑥ Pose de l'appareil d'appui après coulage du tablier (utilisation d'appareils d'appui provisoires jusqu'à l'achèvement du coulage du tablier). Les appareils d'appui définitifs peuvent parfois être posés sur les bossages inférieurs.

Cas particuliers


- les ossatures mixte acier – béton et les ouvrages métalliques
 - lors du coulage du hourdis, les appareils d'appui qui supportent l'ossature métallique subissent des rotations pouvant dépasser celles en service. Ceci conduit en général à utiliser des appareils d'appui provisoires pendant cette phase de chantier ;
 - du fait de sa souplesse, la sous-face de la structure métallique n'est habituellement pas horizontale au droit des appareils d'appui définitifs : pour réaliser une assise horizontale, on interpose entre l'appareil d'appui et la membrure inférieure de la structure une cale métallique biaisée. Cette cale qui présente une épaisseur minimum de 40 mm est usinée avec deux faces planes (Cf. T47-816-3 – article 6.2). La tolérance d'horizontalité de la cale biaisée doit être inférieure à $3^\circ / \infty$ (Cf. T47-816-3 – article 6.1.3). L'appareil d'appui à pot est fixé par des vis sur cette cale biaisée.
- la mise en place de dispositif anticheminement

Ces dispositifs sont mis en place lorsque l'appareil d'appui risque de cheminer (Cf. fiches n° VIII-1 pour les appareils d'appui en élastomère fretté et n° VIII-2 pour les appareils d'appui à pot).


Les bossages devront présenter par rapport aux taquets un débord minimal de 5 cm.


3. Actions à mener




3.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'existence des référentiels <ul style="list-style-type: none"> – plan de mise en oeuvre de l'appareil d'appui ; – dessins d'exécution des bossages. • Vérification de l'implantation des bossages inférieurs et des dispositions pour le vérinage • Épreuve de convenance (le cas échéant) 	Mètre	<p>Avec les données nécessaires au montage (notamment, cotes, niveaux, positions latérales et longitudinales, tolérances, qualité des matériaux constituant les bossages)</p> <p>Avec la nature et l'épaisseur des coffrages, les frettes qui arment les bossages et les dispositions prévues pour le vérinage</p> <p>Tolérance par rapport aux axes théoriques de l'ouvrage : ± 1 cm pour la position en plan des bossages</p> <p>Cette épreuve est conseillée pour la réalisation des bossages par matage, par injection ou coulage par gravité pour des appareils d'appui de grandes dimensions.</p> <p>Il consiste à réaliser un bossage témoin dans les conditions du chantier (dimensions identiques, opérateurs dûment précisés, conditions climatiques proches de celles de la période de mise en oeuvre).</p>
 POINT D'ARRÊT (acceptation de la convenance)		

3.2.- Pendant les travaux

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
3.2.1.- Vérification des bossages inférieurs		
Cas où l'appareil d'appui en élastomère fretté est posé sur le bossage		
<ul style="list-style-type: none"> • Bossage coulé dans un coffrage nivelé – Vérification de la préparation de l'emplacement du bossage (repiquage) ; – Vérification des armatures du bossage ; – Vérification de l'étanchéité, du calage et du nivellement (horizontalité) du coffrage ; – Conformité du béton ou du produit de calage ; – Vérification de la cote de nivellement du béton ou du produit de calage. 	<ul style="list-style-type: none"> Visuel Visuel Visuel Niveau de maçon Mètre 	<ul style="list-style-type: none"> Cf. fiche n° VII-6 "Reprises de bétonnage" Nombre et diamètre des frettes, enrobage Inscription à la marque NF "Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique" (produits de calage) souhaitable Hauteur du coffrage
 POINT D'ARRÊT (autorisation de mise en œuvre des produits)		
<ul style="list-style-type: none"> – Suivi de la mise en œuvre du micro béton (ou mortiers spéciaux de calage) ; – Vérification de la planéité et de l'horizontalité de la surface supérieure du bossage ; – Vérification de la cote du dessus du bossage inférieur. 	<ul style="list-style-type: none"> Niveau de maçon Niveau de précision 	<ul style="list-style-type: none"> Cf. fiches n° VII-4 "Vibration" et VII-5 "Cure du béton et décoffrage" - tolérance de 1 mm sur la surface du bossage - tolérance de ± 10 mm par rapport à un repère absolu ; - tolérance de ± 10 mm par rapport à un bossage d'une même ligne d'appui pour un ouvrage coulé en place ; - tolérance de ± 5 mm par rapport à un bossage d'une même ligne d'appui pour un ouvrage préfabriqué.
Cas où l'appareil d'appui à pot est posé sur un bain de mortier soufflant		
<ul style="list-style-type: none"> – Vérification de l'étanchéité et du calage du coffrage ; – Vérification de la hauteur du mortier ; – Pose de l'appareil et vérification de l'horizontalité de l'appareil d'appui. 	<ul style="list-style-type: none"> Visuel Niveau de maçon 	<ul style="list-style-type: none"> mini 30 mm, maxi 50 mm

 POINT D'ARRÊT (autorisation de mise en œuvre des produits)						
<ul style="list-style-type: none"> – Vérification en périphérie après décoffrage de la qualité du contact entre le mortier et l'appareil d'appui ; – Vérification de la cote de nivellement de l'appareil d'appui (tolérances identiques que ci-dessus). 						
<p>Cas où l'appareil d'appui (à pot) est posé et calé avant la réalisation du bossage inférieur</p> <p>Cf. POINT D'ARRÊT de la fiche n° VIII-2 "Appareils d'appui à pot"</p>						
<ul style="list-style-type: none"> • Bossage réalisé par injection ou coulage par gravité <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Conformité des produits ; – Conditions de mise en œuvre ; – Conformité des moyens en matériel ; – Vérification de la hauteur du bossage ; – Vérification de l'étanchéité du coffrage ; – Disposition pour éviter de piéger des bulles d'air sous l'appareil d'appui. </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Produit admis à la marque NF ou produits spéciaux acceptés après convenance (cas des produits à prise rapide)</p> <p>Prescriptions du fabricant</p> <p>Cf. procédure d'exécution</p> <p>Hauteur maximale non ferrillée = 50 mm</p> <p>Doit résister aux éventuels effets d'expansion du produit de calage</p> <p>Procédure d'exécution</p> </td> </tr> </table> • Bossage réalisé par matage <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Cette méthode délicate n'est généralement pas utilisée pour la réalisation du bossage inférieur. Toutefois, si elle est prévue, voir § "Bossage supérieur réalisé par matage"</p> </td> </tr> </table> 			<ul style="list-style-type: none"> – Conformité des produits ; – Conditions de mise en œuvre ; – Conformité des moyens en matériel ; – Vérification de la hauteur du bossage ; – Vérification de l'étanchéité du coffrage ; – Disposition pour éviter de piéger des bulles d'air sous l'appareil d'appui. 	<p>Produit admis à la marque NF ou produits spéciaux acceptés après convenance (cas des produits à prise rapide)</p> <p>Prescriptions du fabricant</p> <p>Cf. procédure d'exécution</p> <p>Hauteur maximale non ferrillée = 50 mm</p> <p>Doit résister aux éventuels effets d'expansion du produit de calage</p> <p>Procédure d'exécution</p>		<p>Cette méthode délicate n'est généralement pas utilisée pour la réalisation du bossage inférieur. Toutefois, si elle est prévue, voir § "Bossage supérieur réalisé par matage"</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Conformité des produits ; – Conditions de mise en œuvre ; – Conformité des moyens en matériel ; – Vérification de la hauteur du bossage ; – Vérification de l'étanchéité du coffrage ; – Disposition pour éviter de piéger des bulles d'air sous l'appareil d'appui. 	<p>Produit admis à la marque NF ou produits spéciaux acceptés après convenance (cas des produits à prise rapide)</p> <p>Prescriptions du fabricant</p> <p>Cf. procédure d'exécution</p> <p>Hauteur maximale non ferrillée = 50 mm</p> <p>Doit résister aux éventuels effets d'expansion du produit de calage</p> <p>Procédure d'exécution</p>					
	<p>Cette méthode délicate n'est généralement pas utilisée pour la réalisation du bossage inférieur. Toutefois, si elle est prévue, voir § "Bossage supérieur réalisé par matage"</p>					
<p>3.2.2.- Pose des appareils d'appui</p>						
<p>Cf. fiche n° VIII-1 "Appareils d'appui en élastomère fretté" et VIII-2 "Appareils d'appui à pot"</p>						
<p>3.2.3.- Vérification des bossages supérieurs</p>						
<ul style="list-style-type: none"> • Bossage supérieur préfabriqué <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Vérifier les dimensions du bossage ; – Vérifier l'implantation dans le coffrage du tablier ; – Vérifier l'efficacité du calage ; – Vérifier la parfaite étanchéité entre le coffrage du tablier et la dalle préfabriquée. </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Mètre</p> <p>Épaisseur minimum : 6 cm</p> <p>Conformité par rapport au plan d'exécution</p> <p>La dalle préfabriquée ne doit pas bouger pendant le bétonnage du tablier</p> <p>Visuel</p> </td> </tr> </table> 			<ul style="list-style-type: none"> – Vérifier les dimensions du bossage ; – Vérifier l'implantation dans le coffrage du tablier ; – Vérifier l'efficacité du calage ; – Vérifier la parfaite étanchéité entre le coffrage du tablier et la dalle préfabriquée. 	<p>Mètre</p> <p>Épaisseur minimum : 6 cm</p> <p>Conformité par rapport au plan d'exécution</p> <p>La dalle préfabriquée ne doit pas bouger pendant le bétonnage du tablier</p> <p>Visuel</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Vérifier les dimensions du bossage ; – Vérifier l'implantation dans le coffrage du tablier ; – Vérifier l'efficacité du calage ; – Vérifier la parfaite étanchéité entre le coffrage du tablier et la dalle préfabriquée. 	<p>Mètre</p> <p>Épaisseur minimum : 6 cm</p> <p>Conformité par rapport au plan d'exécution</p> <p>La dalle préfabriquée ne doit pas bouger pendant le bétonnage du tablier</p> <p>Visuel</p>					

 POINT D'ARRÊT (autorisation de bétonnage du tablier)		
<ul style="list-style-type: none"> • Bossage supérieur coulé en même temps que le tablier – Vérification du coffrage et de sa stabilité ; – Vérification de l'étanchéité du coffrage en périphérie de l'appareil d'appui ; – Vérifier le parfait nettoyage du coffrage avant bétonnage ; – Vérifier le ferrailage. 	Visuel	<p>Nota : la bonne exécution de ce bossage demande un coffrage exécuté avec soin et précision avec possibilité de décoffrage d'une zone exigüe. Cela nécessite l'établissement d'une procédure détaillée.</p> <p>Cf. procédure</p> <p>Protection des parties fonctionnelles de l'appareil d'appui à pot</p> <p>La zone de coffrage du bossage supérieur constitue un point bas où s'accumulent les débris divers : ligatures...</p>
 POINT D'ARRÊT (autorisation de bétonnage du tablier)		
<ul style="list-style-type: none"> • Bossage supérieur réalisé par matage – Conformité des produits ; – Conditions de mise en œuvre ; – Conformité des moyens en matériel ; – Vérification des dispositifs de maintien des coffrages. 		<p>Utilisés lors des épreuves de convenance</p> <p>Prescription du fabricant</p> <p>Cf. procédure d'exécution</p> <p>Doivent résister au damage latéral du mortier (Cf. recueil des règles de l'art Sétra/LCPC)</p>
 POINT D'ARRÊT (autorisation de matage)		
<ul style="list-style-type: none"> • Bossage supérieur réalisé par injection 		<p>Idem bossage inférieur réalisé par injection ou coulage par gravité. Dans ce cas, il convient en général de prévoir des événements à travers l'épaisseur du tablier pour éviter de piéger des bulles d'air en point haut.</p>

3.3.- À la réception

Voir fiches n° VIII-1 "Appareils d'appui en élastomère fretté" et VIII-2 "Appareils d'appui à pot".

4. Pour en savoir plus, consulter

- Norme expérimentale P18-821 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique - Produits de calage et de scellement à base de liants hydrauliques - Caractères normalisés garantis ;
- Liste des fabrications admises à la marque NF - Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique, consultable sur le site de l'AFNOR (<http://www.afnor.org/>) ;
- Norme expérimentale T47-816-3 : Appareils d'appui en caoutchouc. Appareils d'appui à pot. Partie 3 : Pose des appareils d'appui à pot ;
- Norme NF EN 1337-11 (T47-820-11) : Appareils d'appui structuraux - Partie 11 : Transport, entreposage intermédiaire et montage ;
- Recueil des règles de l'art - Environnement des appareils d'appui en élastomère fretté - Guide technique. Sétra/LCPC, octobre 1978, 51 p. (référence Sétra : F7810).

Fiche n° VIII-4

"Vérinage / Calage"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche a pour objet de décrire les interventions essentielles de la maîtrise d'œuvre lors d'opérations de vérinage d'un tablier d'ouvrage d'art.

Associée aux fiches n° VIII-1 "Appareils d'appui en élastomère fretté", n° VIII-2 "Appareils d'appui à pot" et n° VIII-3 "Bossages", elle permet de s'assurer de la fourniture et de la mise en œuvre des dispositions de vérinage dans le respect des règles de sécurité et de bon fonctionnement de la structure.

2. Rappels

Par définition, le vérinage est l'opération consistant à lever ou descendre un tablier au moyen de vérins (disposés au plus près des dispositifs d'appui existants à défaut de dispositions spécifiques de vérinage). En général, le tablier est conservé dans un plan de référence parallèle au plan d'origine.

Une opération de vérinage est nécessaire dans les cas suivants :

- remplacement d'appareils d'appui provisoires de construction par les définitifs ;
- relaxation d'appareils d'appui en élastomère distordus ;
- dénivellation d'appui ;
- positionnement du tablier à sa cote définitive lorsqu'il a été construit plus haut pour dégager un gabarit suffisant.

Les enjeux et les risques liés à cette phase sont très forts en terme de :

- sécurité des usagers et des personnels (mise en mouvement de masses importantes) ;
- endommagement des structures (tablier et appuis, joints de chaussée) ;
- pérennité des dispositifs d'appui installés.

Une forte implication de la maîtrise d'œuvre est donc indispensable.



*Opération de vérinage d'un tablier
(photos LRPC de Clermont-Ferrand)*

3. Actions à mener

3.1.- Avant l'opération de vérinage proprement dite

Une visite contradictoire de la structure (surtout si elle présente des endommagements) est à réaliser avant toute intervention pour limiter les litiges ultérieurs.

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'existence des référentiels munis de leurs visas <ul style="list-style-type: none"> – note de calculs ; – procédure spécifique au vérinage (à fournir par l'entreprise) intégrant notamment : <ul style="list-style-type: none"> - le schéma de vérinage (nombre de pompes, schéma hydraulique, nombre, type et positionnement des vérins) ; - le programme de vérinage (ordre de vérinage des lignes d'appui, nombre de paliers et hauteurs correspondantes, dispositions prévues pour assurer les reprises de vérinage pour lesquelles un second jeu de vérins peut s'avérer nécessaire selon les tolérances, dispositions pour le calage...). 		<p>Vérification préalable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la détermination des dénivelées admissibles transversalement et longitudinalement ; - la justification des zones sollicitées (sommiers, chevêtres, entretoise,...) ; - l'évaluation des descentes de charge (hors ou sous exploitation). <p>Dans le cadre du contrôle extérieur, cette procédure doit être analysée (avec l'appui éventuel d'un spécialiste du RST) en attachant de l'importance à l'instrumentation de suivi des déplacements (tolérances admissibles) et aux dispositions de sécurité prévues pour pallier les défaillances des circuits hydrauliques (vis sur vérins, calage) et des dispositifs de mesure des déplacements.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Réception des matériels de vérinage, de calage et de contrôle <ul style="list-style-type: none"> – pompes, vérins, manomètres ; – cales, plaques de répartition ; – matériel de suivi des déplacements. <p>À noter que le matériel prévu en secours pour le vérinage, le calage et le suivi de déplacements doit faire l'objet des mêmes contrôles.</p>		<p>Pendant la phase de préparation</p> <p>Contrôle des capacités, étalonnage, tarage, précision des manomètres, écrous de sécurité, limitation de pression,...</p> <p>Contrôle du nombre, type, épaisseur et dimensions</p> <p>Contrôle de l'étalonnage des capteurs, étendue de mesure, état des réglés, précision des comparateurs</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la liberté de déplacement du tablier au niveau : <ul style="list-style-type: none"> – des joints de chaussée ; – des lisses de barrières de sécurité ; – des garde-corps ; – du coffrage entre garde-grève et about d'ouvrage ; – des écrans phoniques ; – des réseaux empruntant l'ouvrage (eau, gaz, téléphone, éclairage public, électricité...). 		
<ul style="list-style-type: none"> • Appuis provisoires (recevant les vérins) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sommier ou chevêtre (cas normal lors de la construction d'ouvrage). <ul style="list-style-type: none"> – s'assurer du positionnement des vérins sur les bossages ou zone de vérinage et des contacts vérin/plaques de répartition/structure. <input type="checkbox"/> Palées <input type="checkbox"/> Consoles <ul style="list-style-type: none"> – contrôle du dispositif de liaison à l'appui (scellement, enserrement), et sur les pièces elles-mêmes (béton armé ou métal). 		<p>Dans cette configuration, les dispositions réglementaires sur les ouvrages provisoires doivent être appliquées (Cf. chapitre 5 du Fascicule 65 du CCTG). Vérification des missions du COP.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle d'installation des matériels <ul style="list-style-type: none"> – pompes ; – vérins ; – manomètres ; – capteurs, réglets ; – cales ; – système de retenue transversal (éventuel) ; – automate de vérinage (éventuel). 		<p>Fonctionnement, limitation, secours Fonctionnement, secours Etat Réglage en fonction de la course, fixation, protection (vent, fausses manœuvres) Présence à proximité du lieu d'emploi Conformité au plan Configuration, existence des seuils d'alarme en pression ou en déplacement et surtout vérification de leur activation et des possibilités d'impression directe des résultats (Cf. nota du § 3.2) Vérification de la neutralisation du système en cas d'incident sur un capteur dans le cas d'asservissement de l'opération</p>
<ul style="list-style-type: none"> – consignes particulières en cas de défaillance du matériel (pression ou déplacement) 		<p>Procédure particulière</p>



POINT D'ARRÊT (autorisation de vérinage)

Pour mémoire : le poste de pilotage et les agents chargés du suivi ne doivent pas être situés dans des zones à risque (Cf. PPSPS).

3.2.- Pendant l'opération de vérinage/calage

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
Vérinage		
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des descentes de charge réelle au "décollage" de la structure (mesure simplifiée des réactions d'appui) ; • Contrôle du respect du programme de vérinage et notamment du pas de progression dans les différentes phases (début, milieu, fin) et des tolérances fixées ; • Vérification du renseignement de la fiche de suivi à chaque palier qui implique la mention des pressions et des déplacements pour la ligne vérinée (et les autres si elles sont influencées) ; • Contrôle du déplacement transversal ; • Contrôle particulier de l'exécution des reprises de vérinage ; • Contrôle du calage de sécurité garantissant le respect des tolérances fixées même en cas d'incident sur vérin ou flexible. 		<p>Vérification que les déplacements entre points de vérinage respectent les tolérances fixées dans la note de calculs</p> <p>Nota : Lorsque le suivi des déplacements est centralisé (automatique ou pilote de levage), il est recommandé d'effectuer à des paliers préalablement fixés ou lorsqu'une anomalie se présente, des impressions directes des résultats (copie d'écran) et de ne pas se contenter du traitement ultérieur des données.</p> <p>Course du vérin inférieur au déplacement total</p> <p>Vissage des écrous de sécurité des vérins au fur et à mesure de la progression</p>
Calage		
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle du respect des dispositions prévues (positionnement des cales, empilements, serrage des écrous de sécurité) ; • Contrôle du relevé de toutes les altitudes après dépose et vérification des tolérances. <p>Le retour de la structure sur les appareils d'appui n'est autorisé qu'après réception des bossages (voir fiche "Bossages") et des appareils d'appui en place.</p>		<p>L'enjeu de ce contrôle est encore plus important lorsqu'il est retenu d'exploiter l'ouvrage pendant cette opération.</p> <p>Cf. fiches VIII-1, VIII-2 et VIII-3</p>

POINT D'ARRÊT



Remise en place de la structure : dévérinage

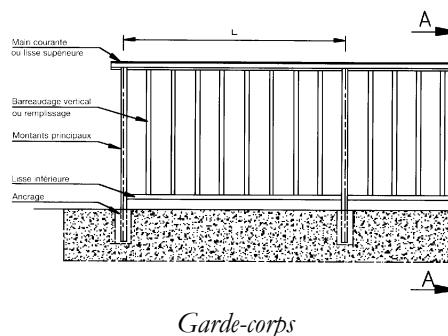
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des altitudes (cote après dévérinage et tassement) et vérification des tolérances ; • Examen de la structure à la mise en charge des appareils d'appui pour vérifier l'absence d'endommagement. 		<p>Les cotes définitives doivent être relevées et comparées à celles visées pour la réception finale.</p> <p>Cf. fiches VIII-1 et VIII-2</p>
---	--	--

4. Pour en savoir plus, consulter

- Recueil des règles de l'art - Environnement des appareils d'appui en élastomère fretté - Guide technique. Sétra/LCPC, octobre 1978, 51 p. (référence Sétra : F7810) ;
- ITSEOA : deuxième partie - Fascicule 13 "Appareils d'appui" - Guide technique. Sétra, 2003, 67 p. (référence Sétra : F0230).

Fiche n° IX-1

Mise en oeuvre des dispositifs de retenue (Barrières et garde-corps)



1. Présentation


Cette fiche concerne la mise en œuvre des dispositifs de retenue (barrières de sécurité et garde-corps) sur un tablier de pont.

Un dispositif de retenue a pour but d'assurer la sécurité des usagers de la voirie et des tiers survolés par l'ouvrage. Les dispositifs de retenue sont l'objet d'une réglementation stricte : les barrières de sécurité sont homologuées ou soumises au marquage CE selon la norme NF EN 1317-5 et les garde-corps doivent être conformes à une norme de performance.

L'homologation, la certification ou la conformité à la norme, atteste que le produit est apte à son emploi mais il est particulièrement important que ledit produit soit installé conformément aux descriptifs accompagnant la circulaire d'homologation ou le marquage. Une erreur d'implantation ou une non conformité par rapport aux dessins définissant le produit dans l'annexe technique accompagnant la circulaire d'homologation ou le marquage CE peut avoir des conséquences sur l'efficacité du dispositif. Or, en cas de problèmes de fonctionnement suite à un accident, il peut être recherché une éventuelle responsabilité du responsable de l'installation. Il n'est, par exemple, pas exclu que la justice, sur la base d'expertise, examine dans le détail le respect des dites prescriptions. Les conseils ci-après doivent donc faire l'objet d'un suivi attentif.

La mise en œuvre devra aussi tenir compte de l'intérêt d'une bonne durabilité du produit et de la facilité de réparation après un accident (réparations qui doivent être faites en respectant les règles de base du produit comme une récente jurisprudence l'a montré).

Préalablement à la mise en œuvre, on devra vérifier que les dispositifs de retenue sur les accès et les liaisons entre différents dispositifs de retenue ont bien été pris en considération, notamment leur compatibilité avec les différents équipements situés en about d'ouvrage (regards de visite, évacuation des eaux, cheminement piéton, etc.),

 Le choix du dispositif de retenue doit être pris en compte dès l'avant-projet, ce **choix ne peut pas être modifié pendant la phase des travaux.**



Barrière de sécurité de niveau N
(photo Sétra/CTOA)



Barrière de sécurité de niveau H
(photo Sétra/CTOA)

PROTECTION CONTRE LA CORROSION

En principe, ces équipements ne sont pas à peindre sur le chantier, puisque seule la protection industrielle par galvanisation à chaud a été retenue dans les normes ou les circulaires d'homologation. Elle peut, cependant, être complétée par une peinture mise en œuvre, elle aussi, en atelier selon des procédures industrielles.

Par ailleurs, il importera, dans tous les cas, que le contrôleur s'assure de la protection contre la corrosion de toutes les parties oxydables (aucun équipement non standardisé ou accessoire ne doit faire exception). Les dispositions particulières d'isolation des accessoires en acier qui assurent la fixation d'éléments en aluminium ne doivent pas être oubliées afin d'empêcher toute corrosion par couple galvanique.

Le contrôleur s'attachera donc à déceler toute pièce métallique de quelque origine que ce soit qui n'aurait pas reçu une protection suffisante et informera l'ingénieur pour provoquer l'ordre de peinture avant la pose et, pour le moins, avant que les maçonneries ne soient tachées par la rouille.


2. Actions à mener


Avertissement

Les actions décrites ci-après concernent la mise en œuvre sur un pont des dispositifs de retenue pour :



- les piétons (garde-corps¹) ;
- les véhicules légers (barrière de sécurité de niveau N¹), à l'exception des barrières prioritairement utilisées en section courante, à savoir les barrières modèle GS ;
- les poids lourds (barrière de sécurité de niveau H¹) à l'exception des barrières prioritairement utilisées en section courante, à savoir : les barrières en béton (modèles GBA, DBA, MVL, ...) ou certaines barrières métalliques (modèles GS, BHO, ...) pour lesquelles il convient de se reporter aux textes portant sur ces produits et au contrôle d'exécution tel qu'il est réalisé en section courante sur la base des documents de suivi d'exécution de ces produits. Dans la plupart des cas, la mise en œuvre sur l'ouvrage est la continuité d'un chantier de section courante et n'en constitue qu'une petite partie. Les principaux documents de références, dans cette situation, sont les normes NF P98-413, NF P98-420, NF P98-431 et NF P98-443.

2.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'existence des référentiels (documents qualité) <ul style="list-style-type: none"> – P.A.Q de mise en œuvre ; – dessins d'exécution des éléments, visés préalablement par la maîtrise d'œuvre ; – plan de pose et programme d'exécution ; – PPSPS. 	<p> Définition des points d'arrêt notamment</p> <p>Plan de calepinage, plan de scellement des poteaux de garde-corps ou plan d'implantation des platines des supports de barrières, dispositions particulières au niveau des joints de dilatation, position des supports par rapport au vide du joint, etc.</p> <p>Ordre des opérations et planning des travaux</p> <p>Recommandations imposées vis-à-vis de la sécurité (souvent le garde-corps définitif se substitue au garde-corps de chantier sans forcément remplir les mêmes fonctions)</p>

Réception des zones d'ancrage 	
<p>Le PAQ du poseur du dispositif de retenue comprend normalement un point d'arrêt qui se situe à son arrivée sur le chantier et qui concerne la réception des zones d'ancrage.</p> <p>Au cours de ce point d'arrêt particulièrement important pour vérifier la qualité du travail, il est conseillé de vérifier, au moins, les points listés en annexe A.</p>	
<p>LEVÉE DU POINT D'ARRÊT (avec ou sans réserve(s) ou refus motivé)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • signatures des intervenants sur la fiche de suivi chantier ; • établissement d'une fiche éventuelle d'anomalie.

¹ Cf. § 3 relative à la documentation en vigueur.

<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de l'adéquation des zones de stockage 	<p>Éviter les reprises (engins de manutention mal adaptés) Vérifier la disponibilité par rapport aux autres intervenants</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de conformité des éléments approvisionnés <ul style="list-style-type: none"> – traçabilité des éléments constitutifs ; 	<p>N° de lot, bons de livraison, etc. Dans le cas de produits certifiés NF, vérification de l'existence du marquage NF Dans le cas de produit marqué CE, vérification de l'existence du marquage. Conformité aux dessins d'exécution</p>
<ul style="list-style-type: none"> – géométrie ; – aspect ; 	<p>Absence de pièces détériorées ou faussées dont le redressement risquerait de nuire à la qualité</p> <p> On devra s'opposer résolument à ce que l'entreprise procède au scellement d'un garde-corps comportant des défauts apparents de fabrication</p>
<ul style="list-style-type: none"> – vérification de la protection contre la corrosion des éléments en acier ; – assemblages ; – soudure ; – boulonnerie d'ancrage (vérification de la qualité des vis d'ancrage des barrières) ; – vérification des quantités livrées. 	<p> Sur le chantier, on peut, en principe, procéder à une vérification à titre d'information, des épaisseurs de protection à l'aide d'un appareil de contrôle (ELCOMÈTRE® ou MIKROTEST®, ou similaire) que l'on peut facilement se procurer (Cf. Bibliographie). Bien que ces appareils soient d'un maniement simple, on s'entraînera à leur utilisation avant d'opérer sur le chantier (penser au réglage préalable du zéro). Cette vérification peut être faite aussi pendant les travaux et lors de la réception.</p> <p>Épaisseur des cordons</p> <p>Conformité à la commande</p>

2.2.- Pendant les travaux

2.2.1.- Généralités

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans les documents qualité sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

2.2.2.- Actions de pose proprement dites

2.2.2.1.- Garde-corps

Attention aux calages provisoires à l'aide de cales en bois sec : si elles viennent à baigner dans l'eau, elles gonflent, deviennent difficiles à enlever, et peuvent même provoquer l'épaufrure du bord de la réservation.



Point d'arrêt : Après calage et avant de donner l'autorisation de sceller le garde-corps, vérifier les points de la liste donnée en [annexe B](#)

<p>LEVÉE DU POINT D'ARRÊT (avec ou sans réserve(s) ou refus motivé)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • autorisation de bétonnage des scellements dans les réservations ou • autorisation de serrage contrôlé des scellements d'ancrage.
--	---


2.2.2.2.- Barrières de sécurité

- Cas des barrières béton/métal (Modèles BN1, BN2, ...)

Pour l'exécution de la partie en "béton armé" des dispositifs de retenue, il convient de se reporter aux fiches correspondantes de la collection MEMOAR (exécution du ferrailage, mise en œuvre du béton, coffrage, cure, etc.).

Quant au suivi de la mise en oeuvre des éléments métalliques complétant certains dispositifs de retenue, on se reportera au chapitre "barrières métalliques" ci-après.

- Cas des barrières métalliques

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle de la position et du réglage en niveau et en plan ; • contrôle du calage provisoire pour un bon bétonnage ; • contrôle de la présence et de la stabilité des deux répartiteurs d'ancrage (ancrage type BN4 ou similaire) ; • contrôle de la planéité et de l'horizontalité de la platine d'ancrage ; 	<p>centrage sur les aciers en attente</p> <p>possibilité d'utiliser provisoirement les vis de fixation du support sur la pièce d'ancrage pour réaliser ce calage</p> <p>les calages entre la platine de la pièce d'ancrage et la contre-platine du support étant interdits, il est préférable d'effectuer le réglage avec la pièce d'ancrage liée au support</p>
<ul style="list-style-type: none"> • réglage des supports ; <ul style="list-style-type: none"> – en verticalité ; – en alignement. 	<p> Rappel des tolérances de pose :</p> <ul style="list-style-type: none"> • tolérance de faux aplomb = 0,5 cm sur la hauteur • tolérance pour faux alignement en plan ou en hauteur = 1 cm par rapport à la ligne idéale sur toute la longueur de l'ouvrage



Point d'arrêt : Avant de donner l'autorisation de bétonner la zone d'ancrage, vérifier les points de la liste donnée en [annexe C](#).

<p style="text-align: center;">LEVÉE DU POINT D'ARRÊT (avec ou sans réserve(s) ou refus motivé)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • autorisation de bétonnage des scellements dans les réservations ou • autorisation de serrage contrôlé des scellements d'ancrage.
--	---

2.2.3.- Suivi de la fixation

2.2.3.1.- Garde-corps

- Cas de la fixation par scellement dans des réservations

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> conformité du béton ou du mortier de scellement prévu au PAQ ; propreté des réservations et absence d'eau ; vérification du délai entre la fabrication et la mise en œuvre ; vérification du surfacage du béton de scellement. 	<p>béton C35/45 avec granularité adapté au volume à remplir éventuellement étudié pour la tenue aux cycles gel – dégel et aux sels de déverglaçage</p> <p>ne pas autoriser de rajouts d'eau qui entraîneront des fissures de retrait</p> <p>surfacage soigné et réglé de telle sorte que l'eau ne puisse pas séjourner au droit du scellement</p>

- Cas de la fixation par platines et tiges ou vis d'ancrage

- *scellées en attente*

Nota : Le scellement des tiges en attente est déjà réalisé à ce niveau d'avancement des travaux. Le contrôleur passera donc à la phase suivante "suivi du serrage des ancrages".

- *dans du béton durci (trous forés + scellement)*

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> repérage des armatures de la corniche ; traçage des ancrages ; vérification du diamètre et de la profondeur du forage ; vérification du nettoyage du trou ; remplissage du trou ; mise en place de la tige filetée. 	<p>(examen du plan de ferrailage et confirmation par détection électromagnétique Ferroskan par exemple)</p> <p>à l'aide d'un produit ayant obtenu la marque NF dans la catégorie des produits de scellement (règles et conditions de mise en œuvre définies dans la notice technique qui devra figurer dans le PAQ)</p> <p>positionnement à l'aide d'un gabarit</p>

2.2.3.2.- Barrières de sécurité

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> réception du béton d'ancrage ; vibration ; contrôle du bon bétonnage. 	<p>Béton de structure fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les mêmes conditions que le béton de la structure</p> <p>Le diamètre des aiguilles vibrantes devra être adapté aux dimensions du ferrailage</p> <ul style="list-style-type: none"> Sondage au marteau des pièces d'ancrage après démontage

	du support (1 support sur 10) <ul style="list-style-type: none"> • Prélèvement d'éprouvettes pour contrôle extérieur • Vérifier que le béton remonte bien par le trou de la platine d'ancrage
--	---

2.2.4.- Suivi du serrage des ancrages

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • présence de toutes les tiges ; • présence de la protection des écrous ou des têtes de vis ; • serrage contrôlé des écrous à l'aide d'une clé dynamométrique étalonnée. 	

2.2.5.- Reconditionnement des surfaces protégées

Le contrôle du reconditionnement des surfaces au droit des blessures sera réalisé conformément aux prescriptions du fascicule 56 du CCTG.

2.3.- À la réception



Cette opération de réception constitue le point de départ, en principe, de la garantie de la protection anticorrosion. Elle doit être effectuée en présence de l'entreprise titulaire du marché et du poseur du garde-corps lorsque celui-ci intervient en tant que sous-traitant.

Elle suppose que les contrôles cités dans les points d'arrêt précités ont été réalisés.

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle d'aspect général ; • vérification des cotes ; • vérification, par sondage, du serrage des vis ou tiges d'ancrage et de la boulonnerie de composition du produit ; • vérification de la présence de l'étanchéité autour des vis d'ancrage ; • reconditionnement satisfaisant de toutes les zones endommagées ; • vérification de l'épaisseur de la protection contre la corrosion ; • vérification du passage des joints de chaussée ; • examen des résultats des contrôles réalisés dans le cadre des travaux ; • vérification que la fiche de suivi des travaux a été correctement renseignée ; • vérification du raccordement avec le dispositif de retenue sur remblais ; • remise de la notice d'entretien. 	<p>Dans les conditions fixées par les normes ou les annexes techniques du produit</p> <p>Ouverture du joint comparée à celle du joint de chaussée</p> <p>Voir un modèle de notice dans le guide GC</p>

3. Pour en savoir plus, consulter :

- dans la collection du guide technique GC du Sétra ;
 - Garde-corps - Guide technique. Sétra, avril 1997, 118 p. (référence Sétra : F9709) ;
 - Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers - Barrières de niveau N en accotement - Aménagement en TPC" - Guide technique. Sétra, septembre 2001, 187 p. (référence Sétra : F0115) ;
 - Barrières de sécurité pour la retenue des poids lourds - Barrières de niveau H2 ou H3 - Guide technique. Sétra, septembre 99, 161 p. (référence Sétra : F9916) ;
 - Équipements latéraux des ponts - Protection contre la corrosion - Guide technique. Sétra, novembre 1996, 43 p. (référence Sétra : F9672) ;
- le fascicule 56 du CCTG "Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion" – Fascicule n° 2004-3 ;
- l'arrêté du 2 mars 2009 relatif aux performances et aux règles de mise en service des dispositifs de retenue routiers soumis à l'obligation de marquage CE ;
- les normes énumérées ci-dessous ;

XP P98-405	Garde-corps pour ponts et ouvrages du génie civil – Conception, fabrication, mise en œuvre
FD P98-406-1	Garde-corps modèle S8 en acier - Composition, fonctionnement, conditions d'implantation et de montage, éléments constitutifs
NF EN 1317-1	Dispositifs de retenue routiers - Partie 1 : Terminologie et dispositions générales pour les méthodes d'essais
NF EN 1317-2	Dispositifs de retenue routiers - Partie 2 : Classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai pour les barrières de sécurité
NF EN 1317-5	Dispositifs de retenue routiers - Partie 5 : Exigences relatives aux produits et évaluation de la conformité pour les dispositifs de retenue des véhicules
NF P98-410 à 413	Barrières de sécurité routières - Glissières de sécurité en acier (profils A et B)
XP P98-421	Barrières de sécurité routières - Barrière de sécurité en acier BN4 - Composition, fonctionnement, performances de retenue, conditions d'implantation et de montage, éléments constitutifs
XP P98-422	Barrières de sécurité routières - Barrières de sécurité en béton armé et en métal BN1 et BN2 - Composition, fonctionnement, performances de retenue, conditions d'implantation et de montage, éléments constitutifs
XP P98-424	Barrières de sécurité routières - Barrière de sécurité en acier BN5 - Composition, fonctionnement, performances de retenue, conditions d'implantation et de montage, éléments constitutifs

- les circulaires d'homologation énumérées ci-dessous ;

Circulaire d'homologation	Dénomination de la barrière	Niveau d'efficacité	Matériau constitutif
Décision d'agrément n° GCDF-08-08 du 13 février 2009	GCDF	N2	Acier
Décision d'agrément BHO n° 1-08 du 18 février 2008	BHO	H2	Acier
C99-64 du 16 septembre 1999	TETRA S13	H2	Acier
C99-64 du 16 septembre 1999	TETRA S16	H3	Acier
Décision d'agrément n° BN4/16-06-08 du 13 février 2009	BN4-16	H3	Acier
Décision d'agrément n° B HAB-07-08 du 13 février 2009	BHab	H3	Acier

- la marque NF-Equipements de la route - Barrières de sécurité, délivrée par l'ASQUER mandaté par AFAQ AFNOR CERTIFICATION ;
- le marquage CE des produits selon la norme NF EN 1317-5.

ANNEXE A
POINT D'ARRÊT
DE RÉCEPTION DES ZONES D'ANCRAGE

CAS DES GARDE-CORPS


Fixation par scellement dans des réservations	Fixation par platines et tiges ou vis d'ancrage
<ul style="list-style-type: none"> • implantation longitudinale et transversale des réservations ; • dimensions des réservations (contrôle des dimensions d'une réservation sur 10) ; • conditions d'extraction des coffrages mis en place pour réaliser les réservations ; • propreté des réservations et définition des moyens utilisés pour les nettoyer (si nécessaire en procédant à des essais) ; • absence d'eau et définition des moyens pour l'éliminer ; • absence d'éclats, d'épaufrures ou de fissures au droit ou à proximité des réservations. 	<ul style="list-style-type: none"> • implantation longitudinale et transversale des ancrages ; • verticalité des tiges d'ancrage et longueur de la partie visible ; • propreté des tiges d'ancrage et notamment absence de laitance ; • état du niveau fini du dessus de la corniche (possibilité de réglage de la verticalité du support muni d'une platine).

CAS DES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ

- *Métal (type BN4)*

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • examen des armatures en attente ; • espacement entre ancrages ; • position des ancrages par rapport au vide du joint. 	<p>(diamètre, espacement, nombre en conformité avec le plan de ferrailage)</p>

ANNEXE B
POINT D'ARRÊT
AVANT SCELLEMENT DES GARDE-CORPS


Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> vérifier que les tolérances imposées sont respectées : alignement de la lisse, verticalité, alignement et altitude des montants ; 	<p> Il ne peut être accepté que les montants soient perpendiculaires à un profil en long en pente, sauf spécification particulière du marché. La vérification à l'œil de l'alignement est facile.</p> <p>Rappel des tolérances de pose :</p> <ul style="list-style-type: none"> faux aplomb maxi de 0,5 cm sur la hauteur ; faux alignement en plan et en hauteur maxi de 1 cm par rapport à la ligne idéale sur toute la longueur de l'ouvrage intéressé.
<ul style="list-style-type: none"> qualité du béton ou du mortier de scellement de l'ancrage ; calage correct du ou des manchons au droit des joints de chaussée ; efficacité du calage provisoire en cas de scellement dans une réservation ; absence de vide sous les platines des supports en cas de scellement par ancrage ; présence de toutes les tiges de scellement. 	<p>Dans le cas de scellement de tiges dans des trous forés, le contrôleur s'assurera que le mortier utilisé est titulaire de la marque NF dans la catégorie des produits de scellement</p> <p>Le positionnement des supports dans les réservations en utilisant des cales en bois est déconseillé : risque de gonflement du bois et risque de ne pouvoir extraire les cales après scellement. Il est préférable d'utiliser des gabarits et des potences pour assurer ce maintien provisoire</p>

ANNEXE C

POINT D'ARRÊT

AVANT BÉTONNAGE DE LA ZONE D'ANCRAGE

DES BARRIÈRES MÉTALLIQUES

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • vérification de la conformité des espacements des supports, du positionnement correct des platines d'ancrages (nivellement, orientation, ...), de l'insertion conforme des pièces d'ancrage dans le ferrailage de la structure et de la hauteur de la douille d'ancrage, de la stabilité des pièces d'ancrage, des réservations, etc. ; • vérification de la conformité du ferrailage de la structure dans la zone d'ancrage du dispositif de retenue ; • qualité du béton. 	<p> Rappel des tolérances de pose :</p> <ul style="list-style-type: none"> • faux aplomb : 0,5 cm sur la hauteur ; • alignement : 1 cm par rapport à la ligne idéale sur toute la longueur de l'ouvrage. • profondeur du répartiteur par rapport aux brins supérieurs des cadres > 12 cm

Fiche n° X-1

"Mise en œuvre des chapes d'étanchéité"

1. Objet et généralités sur les étanchéités

Cette fiche concerne la mise en œuvre de la **chape d'étanchéité sur un tablier de pont-route**.

L'objet d'une chape d'étanchéité est de protéger la structure de l'ouvrage, principalement la dalle ou le hourdis (c'est-à-dire les parties horizontales), contre les actions néfastes de l'eau de ruissellement et des produits nocifs qu'elle transporte (sels de déverglaçage principalement mais pas uniquement). Le coût de cet équipement n'est pas négligeable, or le risque d'un défaut d'étanchéité annulant l'efficacité de l'équipement n'est pas nul. **La chape d'étanchéité est un équipement primordial pour la durabilité et la pérennité de la structure.**

C'est pourquoi, il importe de bien prendre en considération les aspects suivants :

- choix du procédé et de l'entreprise très en amont dans l'avancement du projet (le CCTG, Fascicule 67, Titre I, Annexe 2, article 3, conseille fortement que ce choix soit fait "avant l'ordre de service de coulage du béton du tablier (ou du premier béton de l'élément préfabriqué : poutre ou voussoir)");
- vérifier la compétence et la qualification de l'applicateur (par une analyse des références de pose et par des contacts avec les maîtrises d'œuvre concernées) ;
- prévoir un plan de contrôle adapté et complet (contrôles interne, externe et extérieur) ;
- veiller, au moment du bétonnage, à ce que l'extrados présente les qualités requises et que les dispositions en rives ou en bord d'étanchéité ont été correctement mises en œuvre (relevé dans les engravures, reprises au droit des pénétrations, ...) ;
- éviter que le chantier ne se déroule dans la bousculade d'une fin de chantier et à une période climatique défavorable.

Surfaçage des tabliers

Pour faciliter la mise en œuvre et être assuré d'une bonne durabilité du produit, il faut appliquer la chape d'étanchéité sur un support adapté.

C'est uniquement par un contrôle préventif et au moment de la coulée du béton que l'on pourra utilement intervenir. Une fois le béton durci, il serait, en effet, trop tard. C'est pourquoi, il est indispensable de faire respecter les directives correspondantes sur les exigences en matière d'état du support. Prévoir l'utilisation du référentiel que sont les plaquettes étalons (Cf. Fascicule 65A du CCTG, commentaire de l'article 74.4).


Une fois le béton durci, on veillera à ce qu'il ne soit pas souillé irrémédiablement par des produits qui l'imprégneraient (essence, gas-oil, huile, ...) et qui nuiraient à l'accrochage de l'étanchéité au support.

Ce sont le plus souvent les compresseurs qui sont à l'origine de telles souillures. Si l'on ne peut obtenir de les faire stationner hors du tablier, il faut exiger des protections locales du béton, ou mieux, des réceptacles accrochés sous les engins. Rappelons que la cure du béton par un procédé autre que l'aspersion à l'eau, avec des produits de cure, nécessite obligatoirement une épreuve de convenance de l'adhérence pour vérifier l'absence d'influence sur le produit de l'adhérence au support. Le plus souvent, cela conduit à prévoir l'enlèvement du produit de cure par un sablage et la charge de cette opération doit être définie par le marché ou au moment de l'acceptation de la technique de cure.

Avant la mise en œuvre de l'étanchéité, il sera procédé à une visite contradictoire détaillée de l'extrados en présence de l'entreprise d'étanchéité ([Cf. annexe 1](#) et Fascicule 67 titre I du CCTG, art. 9.1.3) afin de vérifier que le support est conforme au marché de l'étanchéité. La remise en état en conformité avec le Fascicule 65A du CCTG est à la charge de l'entreprise principale, même si les techniques de remise en état peuvent être de la compétence de l'étancheur.

2. Actions à mener

2.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle de l'existence des référentiels (documents qualité) <ul style="list-style-type: none"> – avis technique ou document similaire ; – cahier des charges de mise en œuvre ; – PAQ. 	<p>Ne peut qu'être consulté sur le site sous le contrôle de l'applicateur</p>
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle de conformité à la commande des produits approvisionnés 	<p>- Si le système d'étanchéité à mettre en œuvre ne bénéficie pas d'avis technique ou d'un document similaire ⇒ Essais d'identification selon la procédure du fascicule 67, titre I, article 8.2, rappelée dans l'article III.5 des avis techniques</p> <p>- Contrôle des étiquetages (dénomination, date de péremption en clair) et de l'intégrité des emballages</p>
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle des conditions de stockage des produits 	<p>Cf. PAQ et avis technique</p>
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle de conformité des moyens en matériel 	<p>Cf. PAQ</p>
<ul style="list-style-type: none"> • s'assurer de la qualification des équipes d'application 	<p>Cf. PAQ</p>
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle de l'état du support  	<p>Cf. annexe 1</p>

2.2.- Pendant les travaux

2.2.1.- Généralités


Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites principalement dans le cahier des charges de mise en œuvre sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise.

2.2.2.- Actions de mise en œuvre proprement dites

2.2.2.1.- Actions communes à toutes les chapes d'étanchéité

Rappel : À ce niveau d'avancement des travaux, le support a été réceptionné et le système d'étanchéité retenu peut donc être mis en œuvre.

a) Mise en œuvre des primaires (EIF : enduit d'imprégnation à froid ou résine)

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
• propreté du support ;	Visuel	Absence de salissures postérieures à la réception du support
• absence d'humidité du support ;	Visuel	Pas d'application sur surface humide ou sous la pluie
• nature du produit appliqué ;	Visuel	Conformité au PAQ
• prélèvement conservatoire ;	Récipients hermétiques	Dans le cas de constituants séparés, prélever en respectant les proportions du mélange
• modalités d'application ;	Visuel 	Cf. cahier des charges de pose
• aspect après l'application.	Visuel	Pas de manques ou d'accumulation

Voir film (etancheite.wmv) incorporé en pièce jointe dans ce PDF

b) Traitement des points singuliers (engravures, relevés)

Vérifier la conformité du traitement des points particuliers (relevés, pénétrations, ...)	Visuel, mètre	<u>Remarque</u> : Dans certains cas, cette phase n'est pas la dernière et un contrôle de ces éléments peut intervenir à tout moment de la mise en œuvre du complexe Se référer au cahier des charges de pose du produit et au PAQ
---	---------------	--

c) Réception de l'étanchéité



Cette **opération de réception** est **importante**. Dans le cas de marché séparé portant uniquement sur l'étanchéité, elle constitue le point de départ, en principe, de la durée de garantie contractuelle

(5 ans) qui est à prévoir au marché (Cf. CCTG, Fascicule 67, titre I, annexe 1 relative au CCAP). Dans le cas où l'étanchéité est sous-traitée, cette réception peut permettre de répartir, ultérieurement, les responsabilités des dégradations avant la mise en œuvre des couches de la chaussée.

2.2.2.2.- Actions spécifiques à un type de chape d'étanchéité

Etanchéité asphalte (Cf. annexe 2)

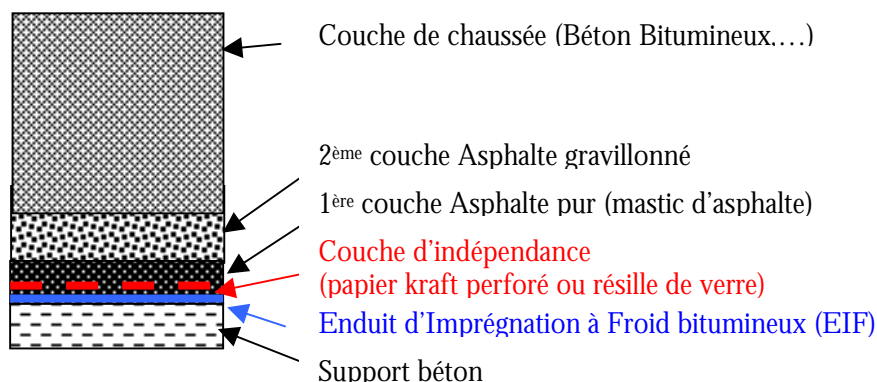


photo Sétra/CTOA

Etanchéité par feuille préfabriquée monocouche (Cf. annexe 3)

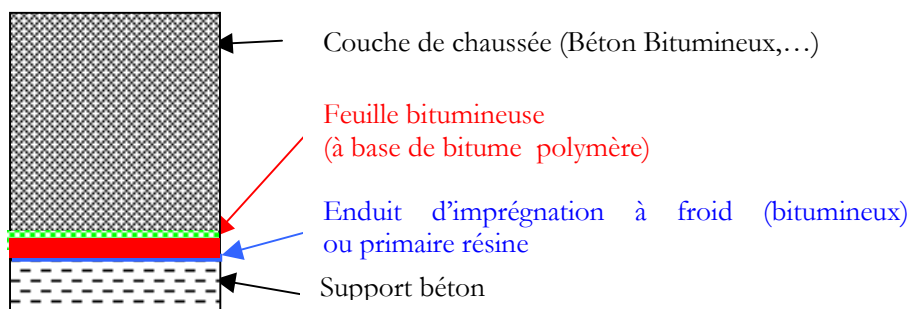


photo Sétra/CTOA

Etanchéité par feuille préfabriquée + Asphalte (Cf. annexe 3)

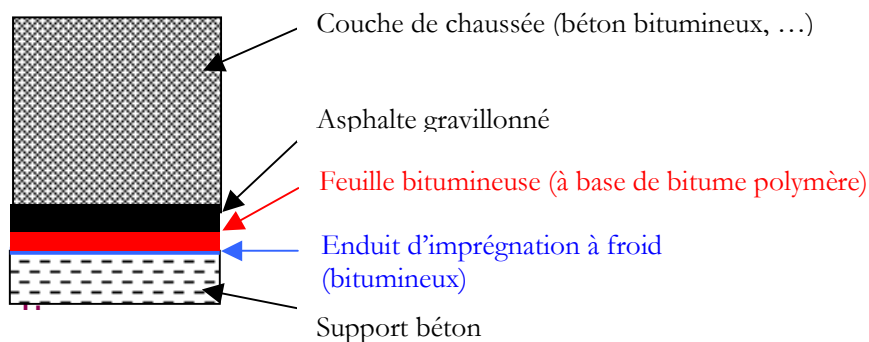


photo Sétra/CTOA

Etanchéité de type FMAS (Cf. annexe 4)

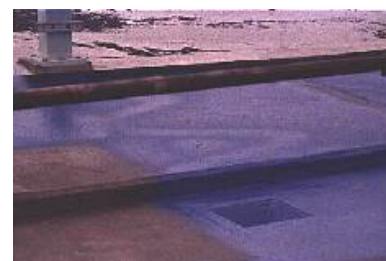
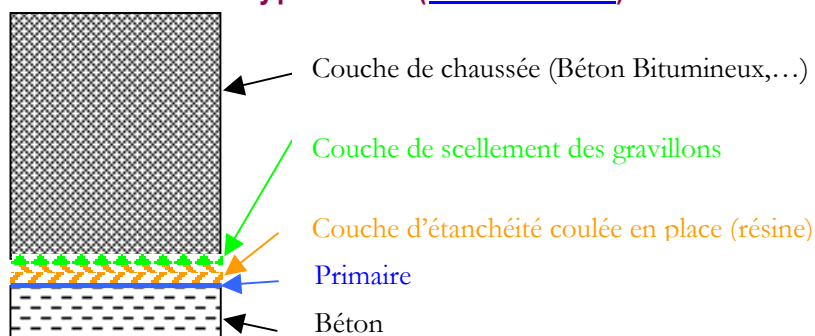


photo Sétra/CTOA

Etanchéité par procédés MHC (Cf. annexe 5)

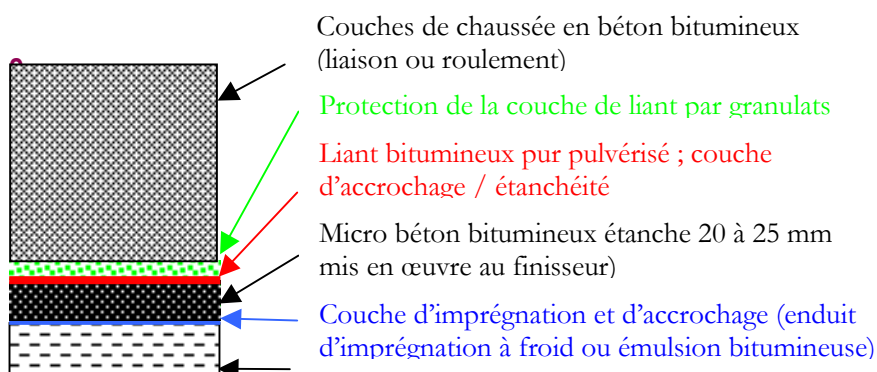


photo Sétra/CTOA

3. Documents à fournir au maître d'œuvre

- plan d'assurance qualité de l'entreprise ;
- avis technique Sétra du procédé ou équivalent (Cf. § 5 de la note de présentation des avis techniques) ;
- documents d'enregistrement qualité (levée de point d'arrêt, fiches d'anomalie, fiches d'actions correctives).

4. Documents consultables sur le site

- cahier des charges de pose du procédé d'étanchéité au dernier indice de révision ;
- journal de chantier.

5. Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 65A du CCTG et son additif : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint. Fascicule spécial n° 2000-3 d'août 2000 ;
- le fascicule 67 titre 1 du CCTG : Étanchéité des ponts-routes support en béton de ciment. Fascicule spécial n° 85-32 bis ;

- le STER 81 : Surfçage, étanchéité et couches de roulement des tabliers d'ouvrages d'art – Sous-dossier ST et ses mises à jour n° 1, 2 et 3 ;
- les avis techniques en vigueur (la liste des avis techniques est disponible sur le site Internet du Sétra : www.setra.equipement.gouv.fr) ;
- le Secrétariat de la "Commission des Avis Techniques Etanchéités des ponts-routes " au Sétra : 46 Avenue A. Briand - BP 100 - 92225 Bagneux Cedex Tél. : 01.46.11.32.13 ;
- plaquettes étalons. Un jeu de plaquettes est en vente au Sétra sous la référence F0232 ;
- la norme NF P98-216-1 - Essais relatifs aux chaussées. Détermination de la macrotecture - Partie 1 : essai de hauteur au sable vraie.

Annexe 1
Examen du support

1. Objet

Cette annexe concerne la préparation et la réception du support de tablier de pont en béton préalablement à la réalisation de la chape d'étanchéité.

2. Interventions à effectuer

2.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Observations
<p>Réunion des différents intervenants pour l'examen du tablier.</p> <ul style="list-style-type: none"> • maître d'œuvre ; • entreprise de génie civil ; • étancheur ; • contrôle extérieur. 	<p>Cette réunion a pour objet de déterminer si l'état du support est cohérent avec le type d'étanchéité retenu</p>

2.2.- Modalités d'examen

2.2.1.- Généralités

Il convient de s'assurer que les dispositions prévues pour la préparation du support sont effectivement appliquées et de nature à remplir les exigences requises.

2.2.2.- Critères pris en compte

Les critères mentionnés ci-dessous sont des points critiques, le point d'arrêt finalise l'examen de l'ensemble de ces points.

Nature de l'intervention	Moyens	Intervention d'un spécialiste	Observations
<p>1- Recherche des défauts de planéité</p> <ul style="list-style-type: none"> • généralités ; • locaux. 	Sur 10 m	Non	Voir fascicule 65A du CCTG, 2 cm écart maxi
	Règle de 2 m Règle de 20 cm	Non Non	8 mm écart maxi 3 mm écart maxi
<p>2- Examen de la texture superficielle du béton</p> <ul style="list-style-type: none"> • rugosité ; 	Plaquettes Étalon Hauteur au sable Comparaison à l'essai de convenance initial	Oui Oui Non	Fascicule 67 titre 1 art 9.1.2.2 Selon normes en vigueur D'après fascicule 65A du CCTG, chap. 7, art 74.4

<ul style="list-style-type: none"> présence de laitance ; 	Visuel Sondage au marteau	Non Non	Absence
<ul style="list-style-type: none"> adhérence des ragréages ; 	Maillet Dynamomètre*	Non Oui	Ne doit pas sonner "creux" Selon normes en vigueur Cf. STER 81, sous-dossier ST, tableau 4
<ul style="list-style-type: none"> cohésion superficielle. 	Visuel	Oui	Pas d'état pulvérulent ou déliquescent
3- Recherche des souillures			
<ul style="list-style-type: none"> produits pétroliers (graisses, huiles, gasole...); 	Examen visuel	Non	Produits à éliminer complètement (voir conseils dans le STER 81, sous-dossier ST, § 5.2.2.3)
<ul style="list-style-type: none"> résidus de produit de cure ; 	Informations de la part du génie civil	Non	"
<ul style="list-style-type: none"> coulis d'injection ; 	Examen visuel	Non	"
<ul style="list-style-type: none"> terre, poussière, argile... 	Examen visuel	Non	"
4- Examen des dispositions constructives			
<ul style="list-style-type: none"> relevés et retombées ; 	Examen visuel, mètre	Non	Vérifier la conformité des formes et dimensions spécifiées sur les plans visés par le maître d'œuvre
<ul style="list-style-type: none"> état et géométrie des larmiers ; 	"	Non	
<ul style="list-style-type: none"> désaffleurement des coffrages ; 	"	Non	
<ul style="list-style-type: none"> engravures pour platines d'évacuation des eaux. 	"	Non	

2.3.- Levée du point d'arrêt



POINT D'ARRÊT AVANT LA MISE EN ŒUVRE DE LA CHAPE

(Cf. [procès-verbal d'examen du support](#))

Levée du point d'arrêt

Rédaction d'une ou plusieurs fiches d'anomalie

Annexe 1a
PV d'examen du support

DÉSIGNATION DE L'OUVRAGE :

Examen de l'**ensemble** de la surface de l'ouvrage

Examen **partiel** de la surface de l'ouvrage

Zone examinée :

.....
.....

RENSEIGNEMENTS D'ORDRE GENERAL :

Participants à l'examen du support :

.....
.....
.....

Dénomination du procédé d'étanchéité ou du produit retenu :

Âge du béton : Emploi d'un produit de cure : Oui

Non

CONSTATATIONS À EFFECTUER SUR LE CHANTIER :

1) Défauts affectant la **géométrie et la texture** du béton du tablier :

Paramètre	Conforme	Non conforme	Observations
Géométrie (fascicule 65A du CCTG)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planéité générale (flaches...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planéité locale (creux, aspérités...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rugosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2) Défauts concernant l'**état superficiel** du béton:

Paramètre	Conforme	Non conforme	Observations
Cohésion du support	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Adhérence des ragréages	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fissuration	oui <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/>	

3) **Souillures** :

- coulis d'injection
- poussière, terre
- produits pétroliers

4) Défauts affectant les **points singuliers** :

- larmiers (état et géométrie)
- désaffleurement des coffrages
- arrêtes vives

DÉCISION :*

A) **Le support étant conforme**, l'entreprise peut procéder dès à présent à l'application de la chape d'étanchéité :

- Sur l'ensemble de la zone examinée
- Sur les zones suivantes

.....
.....

B) **Le support n'étant pas conforme**, l'entreprise doit présenter au maître d'œuvre des propositions d'actions correctives sur les points non conformes précités au § III.

Remarque : La mise en œuvre de la chape d'étanchéité ne pourra avoir lieu qu'après mise en conformité des zones considérées et levée du point d'arrêt formalisée par un nouveau procès-verbal.

Fait à..... le

Le maître d'œuvre ou son représentant

* Rayer la mention inutile

Annexe 2
Actions spécifiques à la mise en œuvre des procédés asphalte

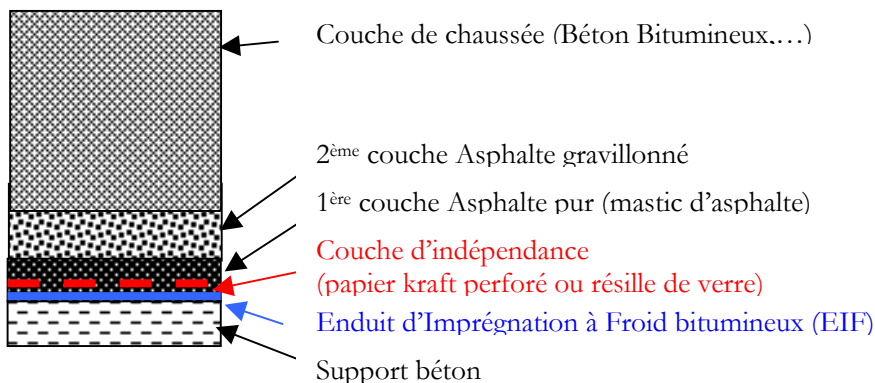


photo Sétra/CTOA

Nota : Pour certains moyens de contrôle définis ci-après (hygromètres par exemple), le contrôleur peut faire appel à un spécialiste habilité ou vérifier que l'applicateur dispose du matériel en parfait état de fonctionnement et que ce matériel est utilisé correctement.

Mise en œuvre de l'EIF et de la couche d'indépendance partielle (papier Kraft perforé ou résille de verre)

Outre les points du § 2.2.2.1.a, on vérifiera :

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> température ambiante et du tablier ; 	Thermomètre	Le contrôle de ces paramètres est impératif avant le début de la mise en œuvre des couches d'asphalte
<ul style="list-style-type: none"> séchage de l'EIF ; 	Au toucher	Veiller au respect des temps de séchage
<ul style="list-style-type: none"> modalités d'application de la couche de semi-indépendance. 	Visuel	Vérifier les recouvrements des lés et l'absence de plis

Cas particulier du primaire résine

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> délai primaire / couche d'étanchéité ; 	Thermomètre	Respecter les délais mini et maxi (Cf. cahier des charges de pose et fiches techniques) Ces délais sont liés à la température ambiante
<ul style="list-style-type: none"> températures ; 	Thermomètre d'ambiance à contact	Détermination du point de rosée et de la température ambiante
<ul style="list-style-type: none"> hygrométrie ; 	Hygromètre	Détermination de l'hygrométrie et du point de rosée (Cf. avis technique Sétra)
<ul style="list-style-type: none"> contrôle de la consommation. 	Calcul	Par calcul du rapport quantité appliquée (kg) / surface recouverte

Mise en œuvre de la (ou des) couche(s) d'asphalte

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> bulletin de contrôle de l'indentation départ usine ; 	Documentaire	<p>Ce document doit accompagner la livraison du produit</p> <p>Vérifier si la nature et l'appellation du produit sont conformes à l'avis technique Sétra</p>
<ul style="list-style-type: none"> température du produit ; 	Thermomètre	Conformité à l'avis technique Sétra
<ul style="list-style-type: none"> modalités de mise en œuvre ; 	Visuel	Conforme au PAQ
<ul style="list-style-type: none"> dimension des règles d'arrêt ; 	Mètre	Correspondance avec l'épaisseur d'asphalte gravillonné appliquée
<ul style="list-style-type: none"> prélèvements de produits ; 	Moules	Effectuer 2 prélèvements minimum par porteur
<ul style="list-style-type: none"> repérage des zones revêtues (par porteur). 	Décamètre	Reporter ces indications sur un plan ou schéma

Réception de la couche d'asphalte gravillonné



Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> aspect du tablier recouvert ; 	Visuel	<p>Vérifier l'homogénéité et la continuité de la surface recouverte (absence de plis, fissures, cloques ou gonfles...)</p> <p>Tous les défauts doivent être repris</p>
<ul style="list-style-type: none"> épaisseur ; 	Mètre/calcul	Calculer le rapport tonnage /surface mis en œuvre
<ul style="list-style-type: none"> essais d'indentation sur produits mis en œuvre. 	Par un laboratoire spécialisé	Vérifier la conformité par rapport à l'avis technique Sétra

Mise en œuvre d'une protection thermique

Ce type de chape, une fois refroidie (quelques heures), peut tolérer la circulation des véhicules courants de chantier.

La circulation d'engins de terrassement à pneus ou à chenilles ne pourra être admise que moyennant des précautions définies en accord avec l'étancheur.

Annexe 3

Actions spécifiques à la mise en œuvre des procédés
 - Feuille préfabriquée monocouche (F.P.M.)
 - Feuille préfabriquée + asphalte (F.P.A.)

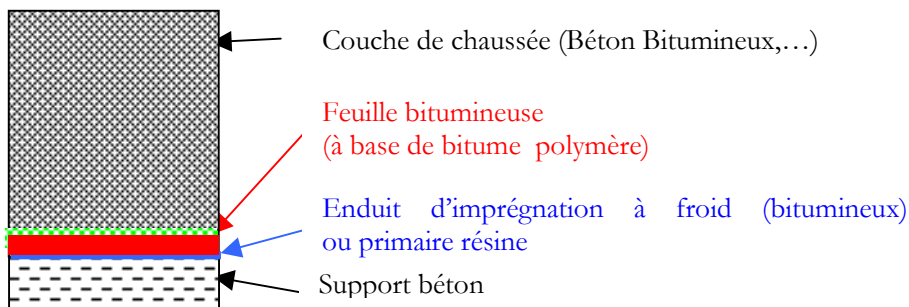


photo Sétra/CTOA

Nota : Pour certains moyens de contrôle définis ci-après (hygromètres par exemple), le contrôleur peut faire appel à un spécialiste habilité ou vérifier que l'applicateur dispose du matériel en parfait état de fonctionnement et que ce matériel est utilisé correctement.

Mise en œuvre de l'EIF

Outre les points du § 2.2.2.1.a, on vérifiera :

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> température ambiante et du tablier ; 	Thermomètre	Le contrôle de ces paramètres est impératif avant le début de la mise en œuvre des couches d'étanchéité
<ul style="list-style-type: none"> séchage de l'EIF. 	Au toucher	Veiller au respect des temps de séchage

Cas particulier du primaire résine


Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> délai primaire / couche d'étanchéité ; 	Thermomètre	Respecter les délais mini et maxi (Cf. cahier des charges de pose et fiches techniques) Ces délais sont liés à la température ambiante
<ul style="list-style-type: none"> températures ; 	Thermomètre d'ambiance/à contact	Détermination du point de rosée et de la température ambiante
<ul style="list-style-type: none"> hygrométrie ; 	Hygromètre	Détermination de l'hygrométrie et du point de rosée (Cf. avis technique Sétra)
<ul style="list-style-type: none"> contrôle de la consommation. 	Calcul	Par calcul du rapport quantité appliquée (kg) / surface recouverte

Mise en œuvre de la feuille préfabriquée (F.P.M ou F.P.A)

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
• propreté du support ;	Visuel	Absence de salissures postérieures à la réception du support
• présence éventuelle d'humidité ;	Visuel	Cf. avis technique Sétra
• relevé des températures ambiantes et du support ;	Thermomètre Ambiance/ surface	Respecter le cahier des charges de pose
• nature de la feuille mise en œuvre ;	Etiquetage	Vérifier la dénomination exacte du produit par rapport à l'avis technique Sétra
• conditions de stockage des rouleaux ;	Visuel	Stockage vertical exclusivement
• prélèvement conservatoire ;	échantillon	1m ² en pleine largeur
• moyens de mise en œuvre ;	Visuel	Conforme au cahier des charges de pose et au PAQ
• relevés dans les engravures ;	Visuel	Vérifier le bon engagement de la feuille dans le larmier et son soudage dans l'angle
• respect du plan de pose ;	Visuel	Pose "en tuile", joints décalés (pas plus de trois épaisseurs de feuille), lés parallèles à l'axe longitudinal de l'ouvrage
• respect des recouvrements ;	Mètre, visuel	Longitudinaux et transversaux (Cf. cahier des charges de pose)
• mise en fusion régulière de la feuille ;	Visuel	Un léger bourrelet de bitume fondu doit se former devant le rouleau Eviter la surchauffe et les plis
• fermeture et chanfreinage des joints ;	Visuel	Surtout dans le sens longitudinal
• marouflage ;	Visuel	À réaliser impérativement à l'avancement Veiller à la propreté et à l'efficacité du matériel de marouflage
• prévention des risques de détérioration de la feuille.	Visuel	Pas de circulation de véhicules ou de stockage sur la feuille avant application du revêtement de chaussée (FPM) ou de la couche d'asphalte (FPA)

Réception de l'étanchéité de la feuille (F.P.M ou F.P.A)



Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> essais d'adhérence ; 	Dynamomètre	Opération à faire réaliser par un organisme spécialisé Prévoir la réparation des zones testées
<ul style="list-style-type: none"> recherche des défauts généraux de mise en œuvre. 	Visuel Toucher	Il est conseillé de prévoir l'assistance d'un organisme spécialisé On recherchera particulièrement les discontinuités éventuelles, les cloques, gonfles, plis, brûlures ou zones peu adhérentes... Tous les défauts sont à reprendre

Protection thermique de la feuille

- **Cas des F.P.M** : Si la mise en œuvre du béton bitumineux n'est pas réalisée rapidement (Cf. PAQ et avis technique Sétra), s'assurer que les dispositions prévues sont effectivement prises (il s'agit en général d'une **protection à l'aide d'un géotextile** recouvert de **sable + grave**) ;

- **Cas des F.P.A** : A priori, la protection de la feuille n'a pas lieu d'être mais il faut tenir compte du délai devant s'écouler avant l'application de l'asphalte gravillonné.

Mise en œuvre de la couche d'asphalte gravillonné (cas des procédés F.P.A.)

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> température ambiante et du tablier ; 	Thermomètre	Cf. avis technique
<ul style="list-style-type: none"> présence d'humidité sur le support ; 	Visuel	Pas d'eau sur le support
<ul style="list-style-type: none"> bulletin de contrôle de l'indentation départ usine ; 	Documentaire	Ce document doit accompagner la livraison du produit Vérifier si la nature et l'appellation du produit sont conformes à l'avis technique Sétra
<ul style="list-style-type: none"> circulation des camions d'asphalte ; 	Visuel	Veiller à l'absence de dégradations de la feuille (poinçonnement, salissures...)
<ul style="list-style-type: none"> température du produit appliqué ; 	Thermomètre	Doit être conforme à l'avis technique Sétra
<ul style="list-style-type: none"> dimension des règles guide ; 	Mètre	Doivent correspondre à l'épaisseur d'asphalte gravillonné appliquée
<ul style="list-style-type: none"> modalités de mise en œuvre ; 	Visuel	Doivent être conformes au PAQ
<ul style="list-style-type: none"> prélèvements de produits. 	Moules	Effectuer 2 prélèvements minimum par porteur

Réception de la couche d'asphalte gravillonné (cas des procédés F.P.A)



Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • aspect du tablier recouvert ; 	Visuel	Vérifier l'homogénéité et la continuité de la surface recouverte (absence de fissures, cloques, gonfles, ...)
<ul style="list-style-type: none"> • épaisseur ; 	Mètre/calcul	Calculer le rapport tonnage/surface mis en œuvre
<ul style="list-style-type: none"> • essais d'indentation sur produits mis en œuvre. 	Par un laboratoire spécialisé	

Mise en œuvre d'une protection thermique (cas des procédés F.P.A)

Ce type de chape, une fois refroidie (quelques heures), peut tolérer la circulation des véhicules courants de chantier.

La circulation d'engins de terrassement à pneus ou à chenilles ne pourra être admise que moyennant des précautions définies en accord avec l'étancheur.

Annexe 4

Actions spécifiques à la mise en œuvre du procédé film mince adhérent au support (F.M.A.S.)

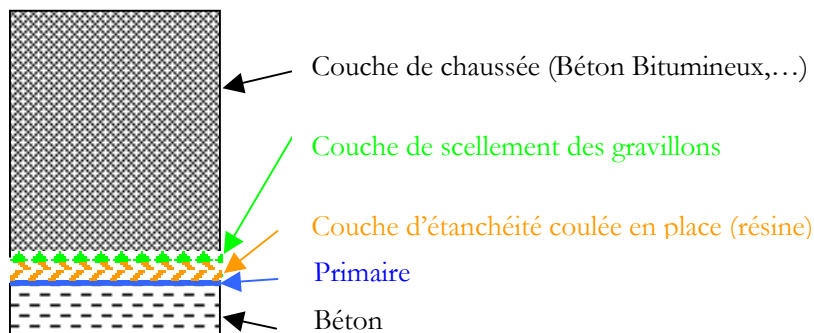


photo Sétra/CTOA

Nota : Pour certains moyens de contrôle définis ci-après (hygromètres par exemple), le contrôleur peut faire appel à un spécialiste habilité ou vérifier que l'applicateur dispose du matériel en parfait état de fonctionnement et que ce matériel est utilisé correctement.

Mise en place de la couche d'étanchéité (résine)

Outre les points du § 2.2.2.1.a, on vérifiera :

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
• délai primaire / couche d'étanchéité ;	Thermomètre	Respecter les délais mini et maxi (Cf. cahier des charges de pose et fiches techniques) Ces délais sont liés à la température ambiante
• températures ;	Thermomètre d'ambiance/à contact	Détermination de la température ambiante
• hygrométrie ;	Hygromètre	Détermination de l'hygrométrie et du point de rosée (Cf. avis technique Sétra)
• réalisation d'éprouvettes de contrôle du mélange appliqué ;	Moules	Dans le but de faire réaliser des essais de dureté Shore A et de traction /allongement par un organisme spécialisé
• contrôle de la consommation.	Calcul	Par calcul du rapport quantité appliquée (kg) / surface recouverte

Couche de scellement des gravillons

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
Même démarche que pour les contrôles de la couche d'étanchéité		
• gravillons	Visuel/étiquetage	Vérifier la nature, le conditionnement et le stockage des gravillons

Réception

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • homogénéité de l'application ; • adhérence ; • épaisseur ; • essais de dureté Shore A ; • essais de traction ; • effectuer des prélèvements complémentaires conservatoires des produits de bases (base et durcisseur) aux fins d'analyse complémentaire en cas de problèmes (Cf. Fascicule 67, titre I, § 8.3.2.1) ; • prévention des risques de détérioration de l'étanchéité. 	<p>Visuel</p> <p>Dynamomètre</p> <p>Loupe – micromètre</p> <p>Duromètre</p> <p>Presse de traction</p>	<p>Absence de défauts d'aspect (discontinuité, bulles, ...) Tous les défauts sont à reprendre Si nécessaire, des essais complémentaires seront effectués pour permettre l'acceptation ou le refus</p> <p>Essais à faire réaliser sur l'étanchéité en place par un laboratoire spécialisé. Prévoir la réparation des zones testées</p> <p>La mesure est à faire par un laboratoire spécialisé sur les carottes ayant servi aux essais d'adhérence.</p> <p>Essais à faire par un laboratoire spécialisé sur éprouvettes moulées préparées en même temps que l'application sur chantier</p> <p>Essais à faire par un laboratoire spécialisé sur éprouvettes moulées préparées en même temps que l'application sur chantier</p> <p>À faire par un laboratoire spécialisé</p> <p>Interdiction de la circulation jusqu'à l'obtention d'une dureté shore A \geq 70 Circulation de chantier limitée</p>

Annexe 5

Actions spécifiques à la mise en œuvre du procédé moyens à haute cadence (M.H.C.)

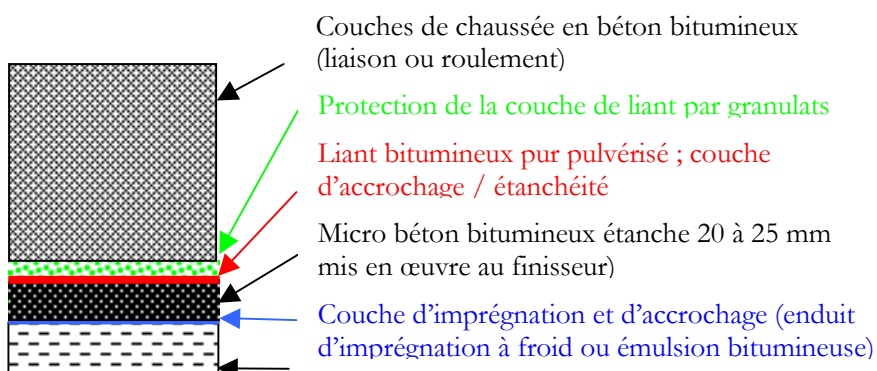


photo Sétra/CTOA

Nota : Pour certains moyens de contrôle définis ci-après (carottier par exemple), le contrôleur peut faire appel à un spécialiste habilité ou vérifier que l'applicateur dispose du matériel en parfait état de fonctionnement et que ce matériel est utilisé correctement.

Mise en œuvre du primaire

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> température ambiante et du tablier ; 	Thermomètre	Le contrôle de ces paramètres est impératif avant le début de la mise en œuvre des couches suivantes
<ul style="list-style-type: none"> séchage du primaire ; 	Au toucher	Veiller au respect des temps de séchage
<ul style="list-style-type: none"> relevé des températures ambiante et du support. 	Thermomètre Ambiance/ surface	Respecter l'avis technique et le PAQ (prendre en compte les plus contraignants)

Mise en œuvre du microbéton bitumineux étanche

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> relevé des températures ambiante et du support ; 	Thermomètre	Respecter l'avis technique et le PAQ (prendre en compte les plus contraignants)
<ul style="list-style-type: none"> nature du produit mis en œuvre ; 	Ambiance/ surface	
<ul style="list-style-type: none"> température du produit ; 	Visuel (bordereau de livraison)	Pour chaque camion, vérifier l'appellation exacte du produit et son lieu de fabrication. Conformité à l'avis technique et au PAQ
<ul style="list-style-type: none"> prélèvement conservatoire. 	Thermomètre	Conformité au PAQ
	échantillonnage	Echantillon de 3kg par camion en vue d'essais de caractérisation par le contrôle extérieur (Cf. § 7.3.2 de la mise à jour n°1 du STER 81 et en fonction de ceux effectués dans le cadre du PAQ)

<ul style="list-style-type: none"> modalités de mise en œuvre : – atelier de répandage et de compactage ; 	Visuel	<ul style="list-style-type: none"> - Conforme au PAQ - Caractéristiques des engins (finisseur, compacteurs à pneus, cylindres) - Nombre de passages de compacteur
<ul style="list-style-type: none"> épaisseur appliquée ; 	Pige	Conforme au PAQ
<ul style="list-style-type: none"> quantité mise en œuvre ; 	Calcul	D'après les bons de pesée
<ul style="list-style-type: none"> aspect de la couche ; 	Visuel	Vérifier l'uni, la continuité et l'homogénéité (pas de gonflements ou de fissuration)
<ul style="list-style-type: none"> modalités de reprise des joints ; 	visuel	Conforme au PAQ
<ul style="list-style-type: none"> carottage dans la couche. 	Carottier	<p>Éventuellement, pour mesure de compacité et d'épaisseur ; conformité au PAQ et Cahier des charges</p> <p>Prévoir la réparation des zones testées (Cf. procédures définies par le détenteur du procédé et la mise à jour n° 3 du STER 81)</p>

Mise en œuvre de la couche d'étanchéité / d'accrochage / (selon les techniques)

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> nature du produit ; 	Visuel (bordereau de livraison)	Appellation conforme à l'avis technique et au PAQ
<ul style="list-style-type: none"> matériel de répandage ; 	Visuel	Conforme à l'avis technique et au PAQ
<ul style="list-style-type: none"> propreté du support ; 	Visuel	Absence de poussières et de salissures
<ul style="list-style-type: none"> températures du support et ambiante ; 	Thermomètre	} Conforme à l'avis technique et au PAQ
<ul style="list-style-type: none"> humidité du support ; 	Visuel	
<ul style="list-style-type: none"> température du produit ; 	Thermomètre	
<ul style="list-style-type: none"> dosage du produit ; 	Couppelles	Il est déterminé par pesée de couppelles témoin (rapport poids /surface) S'assurer que cette opération est bien réalisée (contrôle intérieur ou extérieur)
<ul style="list-style-type: none"> prélèvement conservatoire ; 	Récipient	En vue d'essais de caractérisation par le contrôle extérieur
<ul style="list-style-type: none"> aspect du film. 	Visuel	Continuité et homogénéité de l'épaisseur

Mise en oeuvre de la protection granulaire

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> nature du produit ; dosage du produit ; 	<p>Visuel</p> <p>Visuel</p>	<p>Désignation conforme à l'avis technique</p> <p>- Eviter manques et excédents - Faire réaliser une zone témoin de dosage hors de l'ouvrage pour faciliter le contrôle visuel ultérieur</p>
<ul style="list-style-type: none"> température de surface de la couche d'accrochage/étanchéité ; 	<p>Thermomètre à contact</p>	<p>Conforme au PAQ (la mise en oeuvre de la protection granulaire ne doit pas dégrader la couche d'accrochage/étanchéité)</p>
<ul style="list-style-type: none"> répandage. 	<p>Visuel</p>	<p>Mode de répandage conforme à l'avis technique</p>

Mise en œuvre des couches de chaussée

Remarque : La couche de béton bitumineux située immédiatement sur la couche d'étanchéité fait partie intégrante du complexe d'étanchéité et doit donc être contrôlée en tant que telle.

Points à vérifier	Moyens de vérification	Observations
<ul style="list-style-type: none"> propreté de la couche d'accrochage et /ou d'étanchéité ; 	<p>Visuel</p>	<p>Eliminer l'excédent et, s'il a plu, bien laisser sécher</p>
<ul style="list-style-type: none"> intégrité de la couche d'étanchéité et/ou d'accrochage ; 	<p>Visuel</p>	<p>S'assurer que les engins de TP (finisseur et camions notamment) n'endommagent pas cette couche</p>
<ul style="list-style-type: none"> contrôle des bétons bitumineux. 	<p>Bordereau de livraison, pige</p>	<p>- Vérifier si la nature et l'épaisseur sont conformes au PAQ - Procéder comme pour un contrôle de béton bitumineux pour chaussées</p>

Réception



Réception de la chape par examen du résultat des essais et de l'état visuel : absence de discontinuité, absence de lésions, cloques ou gonfles, ... Tous les défauts sont à reprendre sur la base des procédures définies par le détenteur du procédé et/ou la mise à jour n° 3 du STER 81.

La réception portera principalement sur les caractéristiques de surface et le respect du nivellement selon les errements habituels en matière de réception des couches de chaussée.

Fiche n° XI-1

"Mise en œuvre des joints de chaussée"

Avertissement : Cette fiche s'applique aux ouvrages neufs. En cas d'utilisation du présent document pour les ouvrages anciens, le contrôleur devra l'adapter pour tenir compte des dispositions particulières liées à ce type d'ouvrage (problème de signalisation entre autre).

1. Objet de la présente fiche et généralités sur les joints de chaussée

Cette fiche concerne la mise en œuvre d'un joint de chaussée sur un tablier de pont-route.

Le terme "joint de chaussée" est un ensemble d'éléments indissociables constitué par :

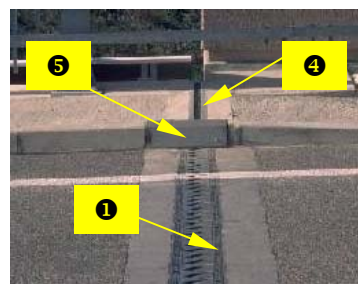
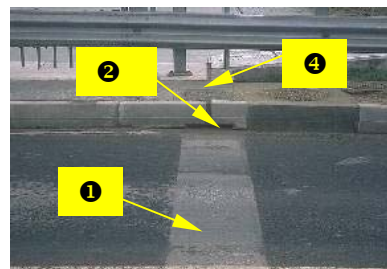
- ❶ le joint de chaussée proprement dit ;
- ❷ les relevés de bordures de trottoir (ou de longrines de dispositifs de retenue) ;
- ❸ les systèmes de drainage des eaux, de fermeture de l'étanchéité et de raccordement au dispositif d'évacuation des eaux de l'ouvrage ;
- ❹ le joint de trottoir (ou de passage de service) ;
- ❺ le couvre-bordure.

Un joint de chaussée doit permettre la libre dilatation des éléments en regard de l'ouvrage (en général le tablier par rapport à un garde-grève) tout en supportant le trafic. Il doit, par ailleurs, être étanche ou avoir un bon recueil des eaux et ne pas être source de bruit ou de vibration.

C'est un équipement important pour la sécurité des usagers et la durabilité des parties de structure adjacentes. Il est soumis à des sollicitations du fait du trafic et de l'agressivité de l'environnement. Sa durabilité est fortement dépendante du bon choix du produit mais aussi de la bonne qualité de son exécution.

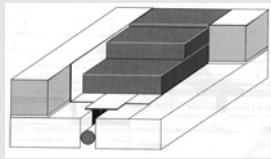
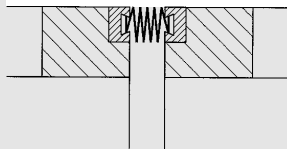
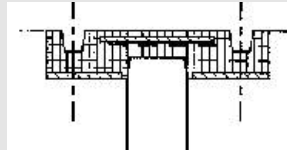
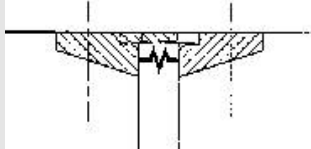
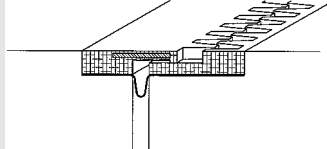
Les travaux liés à la pose des joints sur ouvrages neufs sont préférentiellement exécutés hors circulation et après l'achèvement du revêtement. Un délai suffisant doit être prévu pour réaliser ces travaux dans de bonnes conditions.

Ces travaux, selon les matériaux utilisés, doivent s'exécuter dans des conditions climatiques requises par le fabricant, sauf à prévoir l'utilisation de produits spéciaux ou de dispositifs visant à créer un microclimat toutes solutions coûteuses et pas toujours efficaces.

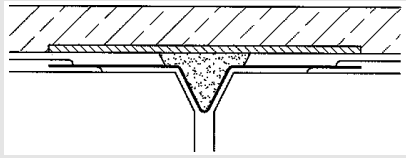
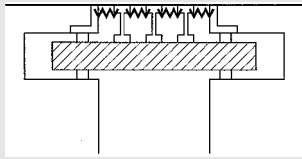


photos Sétra/CTOA

Description succincte de types de joints les plus courants

<p>Joint à revêtement amélioré Ce joint de dilatation est mis en oeuvre dans l'épaisseur du revêtement qui a été mis en place au préalable.</p> <p>Il est coulé en place avec les matériaux, le liant et les granulats.</p>	
<p>Joint à un seul hiatus Ce type de joint de dilatation comporte des lèvres ou des bords (en béton, mortier de résine, métal, élastomère ou autres) qui maintiennent un profilé en caoutchouc de façon à empêcher la pénétration de l'eau et des corps étrangers.</p>	 <p>(à lèvres métalliques)</p>
<p>Joint à matelas Ce joint de dilatation utilise les propriétés élastiques d'une bande en élastomère ou plaque pour permettre les mouvements prévus de la structure. La bande est fixée par exemple par boulonnage à la structure.</p>	 <p>(matelas déformable en cisaillement)</p>
<p>Joint Cantilever Ce joint de dilatation comporte des éléments symétriques qui sont ancrés des deux côtés des parties en regard de la structure.</p>	 <p>(à peigne)</p>
<p>Joint à plaques appuyées Ce joint de dilatation comporte des éléments à peigne (ou non) ancrés d'un côté de la structure. Ces éléments sont appuyés sur des contre-éléments à peigne (ou non) fixés du côté opposé.</p>	

Pour mémoire

<p>Joint sous revêtement La conception de ce joint de dilatation utilise l'élasticité du revêtement qui subit les déformations. Il est mis en place de telle sorte qu'une surface importante de la couche du revêtement répartisse les déformations et assure:</p> <ul style="list-style-type: none"> - un pontage entre les éléments de structure ; - la jonction avec l'étanchéité. 	
<p>Joint modulaire par poutres supports Ce joint de dilatation consiste en une succession de rails soutenus par des poutres appuyées de part et d'autre de l'espace entre les parties en regard de la structure. Des profilés en caoutchouc sont insérés entre les rails.</p>	

2. Actions à mener

2.1.- Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> contrôle de l'existence des référentiels (documents qualité) <ul style="list-style-type: none"> avis technique ou équivalent ; PAQ ; plans d'exécution du joint de chaussée et du joint de trottoir visés préalablement par la maîtrise d'œuvre *; programme d'exécution ; manuel de pose ; existence de la fiche "suivi chantier". 	<p>Plan de calepinage, drainage, position des ancrages dans le ferrailage, dispositions particulières au niveau des trottoirs, etc.)</p> <p>Phasage et planning des travaux</p> <p>Ne peut être consulté que sur le site (savoir-faire de l'entreprise)</p> <p>Elle doit être remplie, par le chef d'équipe, au fur et à mesure du déroulement du chantier</p> <p>Rappel : Cette fiche doit comporter tous les éléments destinés à assurer la traçabilité de la mise en œuvre du joint</p>
<ul style="list-style-type: none"> contrôle de conformité des fournitures à la commande du modèle de joint approvisionné 	Cf. annexe A (joints à revêtement amélioré)
<ul style="list-style-type: none"> contrôle de conformité des moyens en matériel 	Cf. annexe B (joints autres)
<ul style="list-style-type: none"> s'assurer de la qualification du personnel de mise en œuvre 	Cf. PAQ et avis techniques
<ul style="list-style-type: none"> référence du béton d'ancrage et des solins 	


* Rappel : Ces plans sont normalement accompagnés des prescriptions de réglages des réservations et des joints en fonction des températures de mise en œuvre.



2.2.- Pendant les travaux

2.2.1.- Généralités

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans les documents qualité sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise. La fiche de suivi constitue un des documents qualité qui permet d'assurer la traçabilité des dispositions prises.

2.2.2.- Actions de préparation communes à tous les types de joints

Points à vérifier	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> contrôle du repérage de la réservation par rapport à l'axe du vide entre éléments de structure (tablier et mur garde-grève par exemple) ; 	<p>Repérage du vide côté corniche</p> <p>Relevé in situ</p>	Cf. plans d'exécution du tablier et du mur garde-grève
<ul style="list-style-type: none"> contrôle de l'opération de sciage des enrobés ; 	Visuel	 Ne pas endommager le béton du tablier ou du mur garde-grève (Cf. plan d'exécution et sondage préalable éventuel)
<ul style="list-style-type: none"> contrôle des dispositions prises pour le relevé du joint au niveau de la bordure de trottoir (ou de la longrine du dispositif de retenue) ; 		Cf. manuel de pose et plans d'exécution du joint

<ul style="list-style-type: none"> • contrôle de la propreté du vide entre éléments de structure ; • contrôle de la conformité du dispositif de drainage de l'interface étanchéité/couche de roulement, de la fermeture de l'étanchéité et de l'évacuation du drain. 	<p>Visuel</p>	<p> Ce point est important pour éviter le blocage du joint en fermeture</p> <p> La fermeture de l'étanchéité doit être réalisée également en point haut, même en l'absence de drain (Cf. manuel de pose et plans d'exécution du joint)</p>
--	---------------	--

2.2.3.- Point critique et point d'arrêt

La bonne mise en œuvre des différents produits est fondamentale pour assurer la durabilité du joint. Aussi, il est recommandé que le contrôleur assiste lui-même au bon respect des opérations de mise en œuvre ou bien de confier le contrôle extérieur de cette phase au laboratoire désigné par le maître d'œuvre.

Le PAQ de l'entreprise comprend normalement, avant le coulage du joint, un point critique que nous conseillons fortement de transformer en point d'arrêt.

Cas des joints à revêtement amélioré : Au cours de ce point d'arrêt particulièrement important pour vérifier la qualité du travail, il est conseillé de vérifier, au moins, les points de la liste donnée en [annexe A](#)

Cas des autres type de joints : À ce stade d'avancement des travaux, il est recommandé de prévoir un point critique pour réceptionner la réservation et ce avant mise en œuvre des éléments constitutifs du joint. Ensuite et comme pour les joints de type "à revêtement amélioré", un point d'arrêt doit être prévu avant coulage du joint pour vérification, au moins, des points de la liste donnée en [annexe B](#).

<p>LEVÉE DU POINT D'ARRÊT (avec ou sans réserve(s) ou refus motivé)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • signatures des intervenants sur la fiche de suivi chantier ; • établissement d'une fiche éventuelle d'anomalie.
--	--


2.2.4.- Actions de pose du joint proprement dite

- Cf. [annexe A](#) (joints à revêtement amélioré)



- Cf. [annexe B](#) (joints autres)

2.3.- À la réception

Cette opération de réception constitue le point de départ, en principe, de la durée de garantie contractuelle (3 ou 5 ans) qui est à prévoir au marché ; elle doit être effectuée en présence de l'entreprise titulaire du marché et du fabricant/installateur du joint lorsque celui-ci intervient en tant que sous-traitant. Elle suppose que les contrôles cités dans les points d'arrêts précités ont été réalisés¹.

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • aspect général du joint en surface ; 	<p>Visuel</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • nivellement/revêtement adjacent ; 	<p>Règle de 3 m</p>	<p> Rappel des tolérances de pose : 0/-2 mm par rapport au revêtement adjacent</p>
<ul style="list-style-type: none"> • propreté du revêtement adjacent et des abords ; 	<p>Visuel</p>	

¹ Cette opération doit être effectuée en présence de l'entreprise titulaire du marché et du fabricant/installateur du joint quand celui-ci intervient en tant que sous traitant.

<ul style="list-style-type: none"> • dégagement du vide entre garde-grève et structure ; 	<p>Visuel</p>	 Ce point est important pour éviter le blocage du joint en fermeture. Il peut être contrôlé lors des opérations de pose ou a posteriori par une observation depuis le sommier d'appui
<ul style="list-style-type: none"> • examen du résultat des essais réalisés dans le cadre des travaux ; • conformité du relevé de bordure ; • recueil en sous face du tablier des eaux du drain ; • vérification du nettoyage du sommier ou du chevêtre ; • joint de trottoir ou de passage de service ; 		<ul style="list-style-type: none"> - Vérification de la conformité des produits (béton, liant, etc.) ; - Vérification de l'étanchéité du joint (à vérifier lors d'une grosse pluie ou en déversant une quantité suffisante d'eau) ; - Vérification du système de drainage (des dispositions spéciales peuvent être prévues pour tester l'efficacité du drain et de la fermeture de l'étanchéité). <p>Doit permettre la continuité du fil d'eau</p> <p>Conformité au plan d'exécution</p> <p>Objet de l'annexe C</p>
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier que la fiche de suivi est correctement renseignée. 		 La fiche de suivi doit être remise au maître d'œuvre
<p>Mise en circulation (selon les indications du manuel de pose, en fonction des conditions atmosphériques et des matériaux utilisés)</p>		

3. Pour en savoir plus, consulter :

- Joints de chaussée des ponts-routes - Guide technique. Sétra, juillet 86, 107 p. (référence Sétra : F8737) ;
- l'avis technique en vigueur du joint de chaussée concerné (la liste des avis techniques en vigueur est disponible sur le site Internet du Sétra : www.setra.equipement.gouv.fr) ;
- Assainissement des ponts-routes - Guide technique. Sétra, juin 89, 106 p. (référence Sétra : F8940) (notamment le § 2.5 "Drainage de l'interface étanchéité/couche de roulement") ;
- le Secrétariat de la "Commission des Avis Techniques Joints de chaussée" au Sétra : 46 Avenue A. Briand – BP 100 - 92225 Bagneux cedex Tél. : 01.46.11.32.13.



ANNEXE A
OPÉRATIONS SPÉCIFIQUES
AUX JOINTS DE TYPE
"À REVÊTEMENT AMÉLIORÉ"

Avant le démarrage des travaux




Contrôle de conformité à la commande des fournitures du joint approvisionné		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • traçabilité des éléments constitutifs du joint ; • stockage et propreté des granulats ; • dimensions nominales de la plaque de pontage ; • conditions de stockage du liant. 	<ul style="list-style-type: none"> Visuel Tactile Mètre 	<ul style="list-style-type: none"> N° de lot - Bons de livraison Granulats en sacs prédosés et non à l'air libre. Absence de poussières au toucher Cf. manuel de pose Au sec et à l'abri des intempéries
Contrôle de conformité des moyens en matériel		
<ul style="list-style-type: none"> • fondeur • thermomètres de mesures <ul style="list-style-type: none"> – de la température ambiante ; – de la température du liant ; – de la température des granulats. • mesure d'épaisseur des couches • plaque vibrante • bétonnière 	<ul style="list-style-type: none"> Visuel Certificat de vérification Certificat de vérification Certificat de vérification Gabarit Visuel 	<ul style="list-style-type: none"> Absence de liant déjà fondu La bonne tenue du joint est conditionnée entre autre par les températures du liant et des granulats, d'où la nécessité de s'assurer de la fiabilité des appareils de mesure Propre et exempte de poussières

Pendant les travaux

POINT D'ARRÊT AVANT COULAGE DES JOINTS DE TYPE "À REVÊTEMENT AMÉLIORÉ"

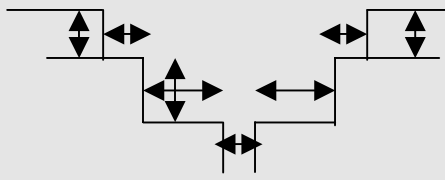
CONTRÔLE DE LA RÉSERVATION	
<ul style="list-style-type: none"> • dimensions • propreté <ul style="list-style-type: none"> – des faces en béton et des bords en béton bitumineux) ; – du vide entre éléments de structure. 	
CONTRÔLE DU DISPOSITIF DE DRAINAGE	
<ul style="list-style-type: none"> • dimensions ; • positionnement du drain ; 	<p> Le drain positionné dans l'épaisseur du joint va diminuer l'adhérence joint/revêtement adjacent et compromettre sa durabilité. Aussi, il est fortement déconseillé et il n'est admis qu'un drain de type "barbacane" (Cf. avis technique concerné)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • raccordement au système d'évacuation des eaux de l'ouvrage. 	
PROTECTION DES ABORDS	
<ul style="list-style-type: none"> • revêtement adjacent ; • abords du joint. 	
DISPONIBILITÉ DU MATÉRIEL DE CONTRÔLE ET DE PRÉLÈVEMENT	
<ul style="list-style-type: none"> • thermomètres ; • gabarit de mesure d'épaisseur des couches ; • matériel de prélèvement conservatoire ; • etc. 	
TRAITEMENT DE LA ZONE DU RELEVÉ et du TROTTOIR	
S'ASSURER DES BONNES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES (voir les précautions par temps de pluie dans le manuel de pose)	

Actions de pose du joint proprement dite

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • s'assurer que la réservation est parfaitement sèche et que l'eau n'arrive pas à l'interface étanchéité/revêtement ; • contrôle de la parfaite obturation du vide entre éléments de structure ; • contrôle du positionnement de la plaque de pontage ; 	<p>Visuel</p> <p>Visuel</p> <p>Mètre</p>	<p>Absence d'humidité</p> <p>Présence du fond de joint</p> <p>Plaque "à cheval" sur le vide entre éléments de structure</p>
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle périodique de la température du liant (à la sortie du fondoir) ; 	<p>Thermomètre</p>	<p> Le contrôle de la température du liant, via le cadran du fondoir, n'est pas fiable</p> <p>Cf. fourchette de température spécifiée dans le manuel de pose</p>
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle de la température des granulats ; • contrôle de l'épaisseur de chacune des couches ; • contrôle de la bonne saturation en liant de chacune des couches ; 	<p>Thermomètre</p> <p>Gabarit</p> <p>Visuel</p>	<p>Cf. fourchette de température spécifiée dans le manuel de pose</p> <p>Epaisseur souvent de l'ordre de 4 cm</p>
<ul style="list-style-type: none"> • contrôle de la couche de finition. 	<p>Visuel</p>	<p> Un excès de liant en surface est facteur de risque d'orniérage</p>

Pendant les travaux




POINT D'ARRÊT AVANT COULAGE DES JOINTS

CONTRÔLE DE LA RÉSERVATION ET DU FERRAILLAGE EN ATTENTE	
<p>Réservation</p> <ul style="list-style-type: none"> • dimensions • propreté <ul style="list-style-type: none"> – des faces en béton et des bords en béton bitumineux) ; – du vide entre éléments de structure. 	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Ferrailage en attente</p> <ul style="list-style-type: none"> • enrobage ; • espacement et diamètre ; • qualité des aciers.
CONTRÔLE DU FERRAILLAGE COMPLÉMENTAIRE	
<ul style="list-style-type: none"> • enrobage ; • espacement et diamètre ; • position par rapport aux ancrages ; • qualité des aciers. 	
SYSTÈME DE DRAINAGE	
<ul style="list-style-type: none"> • position du drain ; • fermeture de l'étanchéité. 	
STABILITÉ DES BRAS DE POSE	
CALAGE DU JOINT	
<ul style="list-style-type: none"> • en ouverture (en fonction de la température de l'ouvrage) ; • en nivellement. 	
RÉCEPTION DU BÉTON	
TRAITEMENT DE LA ZONE DU RELEVÉ et du TROTTOIR	
PROTECTION DES ABORDS	



joint de chaussée avant bétonnage (photo Sétra/CTOA)

Actions de pose du joint proprement dite

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> ferraillage complémentaire ; 	Cf. manuel de pose
<ul style="list-style-type: none"> vérification du parfait positionnement des ancrages par rapport au ferraillage en attente ; 	Cf. manuel de pose  Pour les ancrages par tiges scellées dans des trous forés, vérifier la conformité de la longueur de scellement à l'aide d'un gabarit
<ul style="list-style-type: none"> étanchéité entre les éléments du joint ; continuité des profilés d'étanchéité en caoutchouc ; 	Cf. manuel de pose Toute coupure et raboutage doit être interdite. Le profilé doit être approvisionné en un seul tenant pour équiper le joint d'un relevé à l'autre. En cas de phasage de chantier, le stockage de la surlongueur doit être prévu ou la pose en une seule phase en fin de chantier
<ul style="list-style-type: none"> calage du joint en ouverture ; 	Cf. abaques de pose, en rapport avec la température de l'ouvrage
<ul style="list-style-type: none"> calage du joint en nivellement ; 	 Rappel des tolérances de pose : 0/-2 mm par rapport au revêtement adjacent
<ul style="list-style-type: none"> bétonnage du joint ; 	Prélèvement pour confection des éprouvettes d'information
<ul style="list-style-type: none"> serrage ou mise en tension de la boulonnerie d'ancrage. 	 Cette opération n'est possible que si la qualité du béton ou du matériau de scellement le permet (d'où l'importance des éprouvettes d'information permettant de s'assurer que la résistance requise est atteinte et la nécessité de prévoir un point critique ou mieux un point d'arrêt)

ANNEXE C :

OPÉRATIONS SPÉCIFIQUES AUX JOINTS DE TROTTOIR


Rappel

Les sections d'équipements transversalement adjacentes au joint de chaussée (joints de trottoirs, retombées, couvre-joints et couvre-bordures) ont les fonctions principales suivantes :

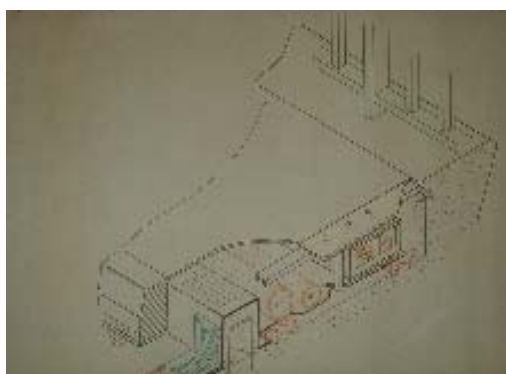
- permettre la libre dilatation de l'ouvrage ;
 - assurer la continuité de surface ;
- et pour le joint au niveau de la structure :
- assurer l'étanchéité ou la récupération des eaux par des dispositifs adéquates indépendants du joint de trottoir (au niveau de la circulation des piétons).

Les problèmes de bruits et de vibrations ne se posent généralement pas pour ces équipements.

Le traitement efficace et fiable de ces différentes parties qui constituent les "joints de trottoir(s)" est une opération délicate (chaque ouvrage étant un cas particulier) qui nécessite la réalisation d'études particulières dès l'écriture du DCE.

 **Les stipulations incomplètes et le manque de précision des dessins d'exécution sont difficilement rattrapables lors de l'exécution. C'est pourquoi, les plans d'exécution doivent contenir les vues de détails cotés des joints de chaussée et de trottoirs (jusqu'au droit de la retombée de corniche dans le cas de corniches en béton ou de corniches-caniveaux), et toutes les indications nécessaires à la bonne exécution.**


L'encombrement souvent rencontré dans les trottoirs, comme le montre le schéma ci-dessous, ne doit laisser aucun doute quant à la nécessité de disposer de plans d'exécution.



Vue perspective des parties concernées par le joint dans un trottoir

Un joint de trottoir peut comporter les parties suivantes :

- **le joint de structure** situé sous le trottoir, au niveau de l'étanchéité (Cf. § 6.2.3.2 du guide "Joints de chaussée des ponts-routes") ;

 Sans ce joint étanche lié au joint de chaussée ou la réalisation d'un système de protection des abouts et de récupération des eaux de trottoirs, ce sont des dégradations assurées des abouts par les eaux de ruissellement).

- **le joint au niveau de la circulation des piétons** (Cf. § 6.2.3.3 du guide "Joints de chaussée des ponts-routes") ;

- la jonction entre les deux éléments précités et le joint de chaussée aussi appelée **remontée ou relevé de bordure** (Cf. § 6.2.3.4 du guide "Joints de chaussée des ponts-routes") ;


- des éléments de protection tels que **couvre-bordures et couvre-joints** nécessités par les systèmes de remonté de joint, les biais d'ouvrages, les corniches ou longrines.

Actions à mener

Avant le démarrage des travaux

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • s'assurer que les dispositions destinées à assurer l'étanchéité de la structure ou le recueil des eaux ont été réalisées préalablement à la réalisation des trottoirs ; • vérifier que les éléments contenus dans les trottoirs (canalisation, fourreaux,...) comportent des dispositifs permettant d'assurer des possibilités de dilatation correspondant au souffle du joint. 	Relevé des constatations

Pendant les travaux

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier la qualité des matériaux ; • vérifier la correcte mise en œuvre des matériaux ; • vérifier la position du relevé de joint par rapport à la bordure ; 	<p>Cf. annexe A ou B de la présente fiche</p> <p>Ne pas être une source d'agression pour le trafic et doit permettre la continuité du fil d'eau</p>
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier la reconstitution des bordures de trottoir ; 	<p> S'assurer que les bordures de trottoir ne viendront pas contrarier la libre dilatation du tablier</p>
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier la fixation correcte et conforme des couvre-bordures éventuels ; 	<p>La fixation doit se situer uniquement en amont du sens du trafic ou être composée d'un dispositif spécifique. S'assurer que la libre dilatation du tablier n'est pas contrariée</p>
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier que les dispositions sont prises pour que le béton n'obstrue pas le vide du joint situé derrière la pièce du relevé, ni les rainures de profilés métalliques pour l'insertion du profilé éventuel en caoutchouc. 	Coffrage et protection

À la réception

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier l'étanchéité de la zone du relevé de trottoir et du joint de trottoir ; • vérifier le parfait nettoyage du chevêtre et le bon positionnement des évacuations souples. 	Examen de l'intrados du tablier au droit du joint lors d'une grosse pluie ou en déversant une certaine quantité d'eau

Fiche n° XII-1

"Le contrôle qualité"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche a pour objet de décrire la démarche de contrôle qualité permettant de vérifier la **conformité au marché** et de proposer la **réception** au maître d'ouvrage.

Elle intègre l'ensemble des contrôles intérieurs et extérieurs et a pour vocation d'être, en terme de qualité, un outil de gestion des travaux sous Assurance Qualité.

2. Rappels

Dans le cadre du Plan d'Assurance de la Qualité (PAQ), les maîtres d'œuvre doivent confier aux entreprises titulaires des marchés de travaux certains contrôles de leur bonne exécution, les appelant ainsi à une plus grande responsabilisation. Le mode d'intervention de la maîtrise d'œuvre dans le déroulement du chantier est donc légèrement modifié.

Les enjeux pour la collectivité impliquent toujours de garantir la qualité des ouvrages et donc de valider les contrôles faits par l'entreprise.

À cette fin, toutes les étapes de la nouvelle démarche doivent être respectées :

- l'acceptation du référentiel qualité (l'ensemble des PAQ) ;
- la vérification de l'application du référentiel ;
- le contrôle des étapes majeures de la construction par des épreuves :
 - d'études ;
 - de convenance ;
 - d'état (liées à un point d'arrêt) ;
 - de conformité de lots ;
- le traitement des non-conformités ;
- le contrôle de réception de l'ouvrage ;
- la synthèse qualité.

Le processus d'acceptation du référentiel qualité est décrit dans la fiche "Analyse de PAQ" et les épreuves dans les fiches techniques par domaine.

3. Principes

Il s'agit donc de s'assurer que les PAQ sont effectivement mis en pratique et ne restent pas des documents de bonnes intentions, que les fiches de suivi ne sont pas renseignées in fine, que les contrôles sont réalisés au fur et à mesure du déroulement des travaux et interprétés, que les anomalies sont détectées et traitées.

En contrepartie, les contrôles de la maîtrise d'œuvre sont allégés. Il est alors possible d'intervenir autrement, c'est-à-dire de ne pas tout contrôler, mais de vérifier la compétence et le travail des acteurs de l'entreprise en charge des contrôles. Il est toutefois indispensable d'être présent aux étapes clefs de la réalisation (points d'arrêt).

Dans cet esprit, l'exécution de certains essais pourra être programmée non pour vérifier la conformité de l'élément contrôlé mais pour vérifier les essais réalisés par l'entreprise, l'enjeu étant de les valider avant d'accepter un lot.

Le contrôle qualité conduira donc à combiner des actions :

- de type "**audits**", qu'ils soient généraux ou spécifiques à un domaine ou une partie d'ouvrage ;
- de **suivi** ;
- de **levée de points d'arrêt** ;
- d'**épreuves et d'essais**.

Il s'agit d'en établir une combinaison nécessaire et suffisante pour pouvoir vérifier la conformité globale et se prononcer vis-à-vis du maître d'ouvrage, étant entendu que le doute résultant d'un contrôle intérieur non ou mal réalisé doit conduire a priori à refuser l'ensemble du lot.

4. Actions à mener

Un véritable scénario d'intervention est à établir par la maîtrise d'œuvre après acceptation du référentiel qualité en définissant les actions de contrôles extérieurs pour l'ensemble des travaux et par domaine technique en retenant les modalités, que ce soit le type d'intervention (continu, intermittent, ponctuel), leur fréquence ou leur affectation.

Le mode de validation des essais de contrôle externe relatifs à la conformité doit être fixé.

Le maître d'œuvre s'entoure autant que de besoin d'une assistance spécifique compétente pour les domaines techniques concernés et en Assurance Qualité, notamment pour la réalisation d'audits.

5. Points importants à examiner

La liste suivante non-exhaustive présente les points essentiels du contrôle qualité :

- Existence du référentiel qualité et application des PAQ
 - présence des PAQ (notamment procédures et fiches de suivi) sur le chantier ;
 - assimilation par les intervenants à l'acte de construire ;
 - renseignement des fiches de suivi au fur et à mesure de la progression et non après travaux pour compléter le dossier (le simple fait de cocher des cases indépendamment de leur signification concrète étant également à proscrire) ;
 - implication effective du responsable qualité (présence indispensable sur le chantier et capacité d'anticipation nécessaire) ;
 - ouverture naturelle des fiches d'anomalie (si l'entreprise ne détecte pas d'anomalie indépendamment de la maîtrise d'œuvre, ses contrôles sont factices).
- Contrôle des étapes majeures et attestation de la conformité
 - visite du chantier ;
 - fourniture effective des dossiers d'études ou de références ;
 - exécution et interprétation des épreuves de convenance ;
 - respect des points d'arrêt et réalisation des opérations préalables correspondantes (avec suivi des délais de préavis et respect des délais de réponse) ;
 - réalisation des essais selon le plan de contrôle ;
 - interprétation effective des résultats d'essais et suites données ;
 - cohérence entre les résultats des essais de contrôles intérieurs et ceux extérieurs pour validation du panel de résultats de l'entreprise.

- Traitement des non-conformités
 - analyse de l'origine du problème ;
 - prise en compte de mesures préventives ;
 - proposition effective, dans un délai satisfaisant, de remise en conformité, d'acceptation (si les fonctions de l'élément ne sont pas en cause) ou de rebut.
- Contrôle de réception et synthèse qualité
 - efficacité du programme d'épreuve ;
 - interprétation des résultats d'épreuve ;
 - exécution de l'inspection détaillée initiale ;
 - bilan de tous les contrôles et synthèse.

6. Documents à consulter

Le contrôle qualité est réalisé en se référant aux documents suivants :

- Fascicule 65 A du CCTG : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou béton précontraint ;
- CCTP – CCAP ;
- Normes en vigueur ;
- Référentiel qualité des travaux ;
 - ensemble des PAQ ;
 - note d'organisation générale ;
 - procédures d'exécution ;
 - fiches de suivi ;
 - plan de contrôle.

Fiche n° XIII-1

"L'inspection détaillée initiale"

1.- Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne l'inspection détaillée initiale (IDI) réalisée entre la fin de la construction (ou de la réparation, ou du renforcement) de l'ouvrage et la réception. Elle concerne les ouvrages terminés ; si certains équipements ne sont pas en place, ou certains travaux non réalisés, il conviendra de compléter l'inspection en temps utile.

2.- Rappels

L'IDI est définie dans la lettre circulaire du 26/12/95 de la Direction des Routes qui apporte des révisions à la première partie de l'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art (ITSEOA du 19/10/79).

Elle est obligatoire pour tout ouvrage neuf et doit être effectuée avant la mise en service, ou, exceptionnellement, le plus tôt possible après. Elle définit l'état de référence à partir duquel le gestionnaire pourra apprécier l'évolution de l'ouvrage dans le temps.

Elle peut se dérouler en plusieurs phases et en particulier comprendre les visites détaillées prévues avant, pendant et après les épreuves de chargement.

L'IDI doit être effectuée à l'initiative du service constructeur, avec la participation du futur gestionnaire.

Elle précède la réception qui est l'acte par lequel le maître de l'ouvrage déclare accepter l'ouvrage avec ou sans réserve.

Après exploitation, le procès verbal de l'IDI est classé dans le dossier d'ouvrage.

Les opérations préalables à la réception comportent en particulier :

- la reconnaissance des ouvrages exécutés ;
- les visites détaillées de l'ouvrage avant, pendant et après les épreuves de chargement ;
- les épreuves de chargement (objet de la fiche XIII-2 "Épreuves et interprétation des épreuves").



*Passerelle d'inspection
(photos LRPC de Strasbourg)*

3.- Points importants à examiner

L'inspection doit être réalisée par des inspecteurs d'ouvrages d'art qualifiés, encadrés par un chargé d'études également qualifié en inspection d'ouvrages d'art.

Généralement, les inspections nécessitent des moyens d'accès spécialisés : véhicules équipés de galeries, nacelles élévatrices, passerelles,...

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
Vérification visuelle de l'existence de chaque partie d'OA prévue au marché		X		
Vérification de l'état général de chaque partie d'OA : positionnement, forme, verticalité (ou horizontalité, ou pente,...),...		X		
<p>Vérification visuelle de l'absence de défaut sur chaque partie d'OA¹</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Pour les parties d'OA en BA</u> : <ul style="list-style-type: none"> – relevés de fissures ; – conformité des parements. • <u>Pour les parties d'OA en BP</u> : <ul style="list-style-type: none"> – absence de fissures ; – conformité des parements. • <u>Pour les parties d'OA en métal</u> : <ul style="list-style-type: none"> – assemblages ; – protection anti-corrosion. • <u>Pour les appareils d'appui</u> : <ul style="list-style-type: none"> – vérification du calage et du positionnement ; – état de compression uniforme ; – vérification des bossages. • <u>Pour les joints de chaussée et de trottoir</u> : <ul style="list-style-type: none"> – vérification du réglage du joint en ouverture et en nivellement ; 	2	X		<p>Utiliser les constatations faites en cours de chantier</p> <p>Utiliser les constatations faites en cours de chantier</p> <p>Utiliser les résultats du contrôle extérieur</p> <p>Voir fiche correspondante</p> <p>Voir fiche correspondante</p>

¹ Ces prestations peuvent être réalisées par les LRPC qui disposent des personnels qualifiés, des moyens adéquats et des procédures correspondantes.

² Normalement l'entreprise est tenue de mettre à disposition les moyens pour accéder aux différentes parties d'OA, en conformité avec le CCTP. Profiter également des installations de chantier et de certaines phases de construction qui peuvent permettre un accès à certaines parties d'OA qui le demandent.

<ul style="list-style-type: none"> – vérification de l'état des fixations, des solins ; – vérification de leur étanchéité. • <u>Pour les dispositifs de retenue</u> : <ul style="list-style-type: none"> – vérification de la continuité des éléments entre eux, de la présence des ancrages ; – vérification du traitement correct des extrémités. • <u>Pour le système d'évacuation des eaux</u> : <ul style="list-style-type: none"> – vérification de leur raccordement. • <u>Pour les dispositifs de visite ou d'entretien</u> : <ul style="list-style-type: none"> – vérification de leur existence, de leur état, et de leur fonctionnement. 				<p>Voir fiche correspondante</p> <p>Éventuellement, ces dispositifs doivent être vérifiés par un organisme spécialisé</p>
<p>Vérification du traitement des défauts signalés en cours de chantier</p>		X		

PA : Point d'arrêt PC : Point critique

La liste ci-dessus n'est pas exhaustive. Il manque par exemple : la chaussée, les trottoirs, la zone d'influence, les dispositifs annexes (anti-sismiques,...),...

4.- Documents à fournir au maître d'œuvre

- Comptes-rendus des visites avant, pendant et après chargement (auxquelles le maître d'œuvre peut participer) ;
- PV d'IDI (qui doit être conforme au modèle de cadre du fascicule 02 de la deuxième partie de l'instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art).

5.- Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 61 titre II du CPC "Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art – Programme de charges et épreuves des ponts-routes" ;
- l'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art (ITSEOA) du 19/10/79 révisée par la lettre circulaire du 26/12/95 de la Direction des Routes ;
- l'ensemble des fascicules qui constituent la deuxième partie de "ITSEOA" et, en particulier, le fascicule 02 : "Généralités sur la surveillance" ;
- le CCAG Travaux.

Fiche n° XIII-2 "Épreuves et interprétation des épreuves"

1.- Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne la réalisation et l'interprétation des épreuves de chargement réalisées à la fin de la construction (ou de la réparation ou du renforcement) de l'ouvrage, et avant sa réception.

2.- Rappel

Les opérations préalables à la réception comportent en particulier :

- la reconnaissance des ouvrages exécutés ;
- les visites détaillées de l'ouvrage avant, pendant et après les épreuves de chargement ;
- les épreuves de chargement (objet de la présente fiche).

Ces épreuves permettent de vérifier le comportement instantané à l'état neuf de l'ouvrage sous chargement ; elles comportent normalement :

- l'application des charges ;
- des visites détaillées de l'ouvrage avant, pendant et après l'application des charges ;
- la mesure des flèches et le nivellement des appuis (avant et après l'application des charges).

Elles précèdent la réception qui est l'acte par lequel le maître de l'ouvrage déclare accepter l'ouvrage avec ou sans réserve.

Pour que les épreuves de chargement puissent avoir lieu, la couche de roulement doit être réalisée, ainsi que le calage définitif des appareils d'appui. Le dernier béton doit avoir au moins 28 jours.



*Chargement d'appui d'un pont-dalle
(photo LRPC de Strasbourg)*



*Pont-bascule
(photo LRPC de Strasbourg)*



*Mesure de nivellement
(photo LRPC de Strasbourg)*



*Pesée de réaction d'appuis
(photo LRPC de Strasbourg)*

3.- Points importants à examiner

3.1.- Avant les épreuves

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'existence des référentiels visés préalablement par le maître d'œuvre : <ul style="list-style-type: none"> – note d'hypothèses ; – note de calculs ; – programme de chargement. • Vérification du marquage de l'emplacement des camions et des points de mesure • Vérification que l'inspection préalable a bien été faite, et qu'elle a permis de sélectionner les zones à vérifier pendant le chargement • Vérification des caractéristiques des camions (bons de pesées) • S'assurer du bon positionnement des échafaudages et passerelles nécessaires à la réalisation des mesures et des visites 		X		
				(1)
			X	(1)
			X	(1) L'inspection préalable s'inspire d'une IDI (voir le fascicule 02 de l'ITSEOA)
		X		(1)
		X		

(1) Pour ces interventions, l'assistance d'un LRPC qui dispose de personnel qualifié peut être sollicitée, s'il n'intervient pas lui-même pour la réalisation.

3.2.- Lors de la réalisation des épreuves

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la réalisation des mesures à vide avant chargement • Vérification du positionnement des camions • Visite des zones sollicitées • Vérification des zones pré-sélectionnées • Vérification de la réalisation des mesures prévues • Vérification de la réalisation des mesures à vide après déchargement • Visite après déchargement 			X	(1)
			X	(1) L'ordre des chargements doit être respecté
			X	(1)
			X	(1)
			X	(1)
			X	(1)

(1) Pour ces interventions, l'assistance d'un LRPC qui dispose de personnel qualifié peut être sollicitée, s'il n'intervient pas lui-même pour la réalisation.

3.3.- Lors de l'interprétation des épreuves

Nature de l'intervention	Moyens	PA	PC	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Prendre connaissance des spécifications fixées par le CCTP du chantier Faire la comparaison des résultats des mesures aux résultats des notes de calculs Prendre l'avis de l'organisme de contrôle sur son intervention et résultats obtenus <p>Si il y a une non conformité aux spécifications ⇒ demande d'avis à l'entreprise et à son bureau d'études</p>			X	
		X		
			X	L'organisme chargé du contrôle remet un rapport
		X		
<ul style="list-style-type: none"> Faire valider l'avis de l'entreprise, par le B.E. de contrôle extérieur Suivre les mesures correctives éventuelles 		X		L'entreprise remet une note d'analyse des résultats
		X		

PA : Point d'arrêt PC : Point critique

4.- Documents à fournir au maître d'œuvre

- note de calculs ;
- programme de chargement ;
- bons de pesées ;
- résultats obtenus par le prestataire mandaté pour réaliser les mesures ;
- avis de l'entreprise sur les résultats ;
- PV des épreuves selon article 25 du fascicule 61 titre II du CPC (à intégrer au sous-dossier 2 du dossier d'ouvrage "Éléments de référence pour la gestion") ;
- Fiches de non-conformités éventuelles.

5.- Pour en savoir plus, consulter :

- le fascicule 61 titre II du CPC "Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art – Programme de charges et épreuves des ponts-routes" ;
- le guide "épreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes". Guide technique. Sétra, mars 2004, 56 p. (référence Sétra : 0404) ;
- le CCAG Travaux.

Fiche n° XV-1

"Dossier d'ouvrage"

1. Objet de la présente fiche et généralités sur le dossier d'ouvrage

La présente fiche concerne l'établissement par le surveillant de chantier des pièces du dossier d'ouvrage à rassembler sur le chantier pendant les travaux de construction d'un ouvrage de franchissement ou de soutènement.

Le dossier d'ouvrage qui doit être établi pour tous les ouvrages de franchissement provisoires ou définitifs destinés à la circulation publique d'ouverture supérieure ou égale à deux mètres et pour les ouvrages de soutènement de hauteur hors sol supérieure ou égale à deux mètres regroupe les informations techniques, administratives, juridiques et éventuellement culturelles nécessaires à une gestion efficace ultérieure de cet ouvrage.

Le dossier d'ouvrage qui se compose de trois sous-dossiers :

- sous-dossier 1 : Conception et Construction ;
- sous-dossier 2 : Éléments de référence pour la gestion ;
- sous-dossier 3 : Vie de l'ouvrage ;

doit être ouvert dès le démarrage des études de conception par le maître d'œuvre chargé de la conception et de la construction de l'ouvrage.

Le tableau des pièces constitutives de chaque sous-dossier est joint en annexe. Les pièces à constituer partiellement ou totalement par le surveillant de chantier figurent en gras dans le tableau et sont explicitées dans la suite de la présente fiche (Seuls les sous-dossiers 1 et 2 sont concernés par la fiche ; en effet, le sous-dossier 3 "vie de l'ouvrage" relevant du gestionnaire des ouvrages sort du cadre des fiches "Memoar").

Nota : Afin de faciliter la constitution du dossier d'ouvrage et sa mise à jour ultérieure, les numéros des pièces constitutives du dossier d'ouvrage (en accord avec ceux définis dans le fascicule 1 de l'ITSEOA) ne doivent pas être modifiés.

2. Établissement et constitution des pièces par le surveillant de chantier

2.1. - Préambule

Pour être complet et fiable, le surveillant de chantier devra commencer la rédaction des pièces du dossier d'ouvrage dès le démarrage du chantier, voire pendant la période de préparation et les compléter au fur et à mesure du déroulement des travaux (la rédaction de ces documents pendant la période hivernale (intempéries) ou en fin de chantier conduit à des documents incomplets (oubli), erronés (mélange entre plusieurs chantiers), voire inexistantes (succession de plusieurs chantiers). Dès lors, il est nécessaire de faire le point du suivi du dossier d'ouvrage, au moins mensuellement, entre les entreprises et les maîtres d'ouvrage et d'œuvre concernés et d'en laisser une trace écrite dans les comptes-rendus de chantier.

2.2. - Notes de calcul et plans relatifs aux ouvrages provisoires et procédés d'exécution (pièce 1.6)

Dans la plupart des cas, seuls les plans relatifs aux ouvrages provisoires conformes à l'exécution (portant les modifications acceptées ou constatées en cours d'exécution) sont gérés sur le chantier. La liste des plans reçus est éditée par le BEOA avec les dates de prise en considération ; elle est complétée par la date de remise des plans conformes à l'exécution certifiés par le COP.

2.3. - Parties du PAQ spécifiques de l'ouvrage et ses remblais contigus. Contrôles extérieurs (pièce 1.7)

Contrôle intérieur

Sur le chantier, la gestion du Plan d'Assurance Qualité par l'entreprise consiste à veiller à la bonne exécution du PAQ et des procédures particulières visées par le maître d'œuvre (faire ce qui est écrit), exécution qui comprend la transcription des résultats des contrôles et essais sur les documents de suivi d'exécution joints au PAQ et aux procédures particulières (écrire ce qui est fait) (les fiches d'agrément des matériaux, visées par le maître d'œuvre, doivent figurer dans le PAQ).

Ces documents permettent de recueillir, puis de conserver, les informations sur les conditions réelles de l'exécution et d'apporter la preuve de l'exercice du contrôle intérieur (conserver ce qui est écrit). Les fiches de contrôles et d'essais et, s'il y a lieu, les fiches de non-conformités et leur traitement font partie des pièces à joindre au dossier d'ouvrage.

Il est utile de rappeler qu'une procédure doit contenir la description des interfaces à satisfaire au long du déroulement de la procédure. Ainsi, la levée du point

d'arrêt avant bétonnage d'une partie d'ouvrage nécessite les déclarations de conformité concernant les procédures d'ouvrage provisoire (COP), de ferrailage, de coffrage et d'inserts, de précontrainte le cas échéant (CMP). Les informations propres à la procédure "bétonnage" sont aussi disponibles (formule, plan de bétonnage, plan de cure et de décoffrage, plan de contrôles et résultats attendus,...).

Contrôle extérieur

Le marché doit posséder son Schéma Directeur de la Qualité qui prévoit les principales interventions du contrôle extérieur que compte réaliser ou faire réaliser le maître d'œuvre. Ces contrôles et essais nécessitent des délais de prévenance du maître d'œuvre qui lui permettent d'organiser ses interventions.

La gestion des documents du contrôle extérieur est généralement assurée par le maître d'œuvre. Il est de bonne pratique qu'un exemplaire de tous les contrôles extérieurs arrive au chantier.

Synthèses

La signature d'une fiche de levée de point d'arrêt est le moment privilégié pour faire la synthèse des contrôles intérieur et extérieur, dresser la liste des documents remis ou à remettre et réaliser leur classement par partie d'ouvrage et par procédure dans le cadre de la pièce 1.7 du dossier d'ouvrage.

2.4. - Comptes-rendus des réunions de chantier (pièce 1.9)

Les comptes-rendus des réunions de chantier rédigés par un représentant du maître d'œuvre (cas le plus fréquent) ou par l'entreprise devront être visés par le maître d'œuvre et par l'entreprise.

Chaque compte-rendu devra aborder au minimum les points suivants :

- approbation du compte-rendu précédent ou observations ;
- point d'avancement des travaux par l'entrepreneur (nature, ...) ;
- prévision de travaux et recalage du planning d'exécution ;
- point sur les documents reçus ou attendus ;
- sujets divers (incident de chantier, ...).

B₅ - Journal de chantier (pièce 1.10)

Le journal de chantier est tenu par le contrôleur (en s'aidant de celui de l'entreprise et en le complétant de ses propres constatations).

Il constitue le bulletin des actes accomplis sur le chantier et doit être rempli quotidiennement. Il devra

pouvoir ainsi servir de document de référence lors des recherches de renseignements en vue de résoudre des litiges éventuels.

On devra pouvoir y trouver :

a) – en tête

- l'intitulé des travaux ;
- l'identité du ou des entrepreneurs et sous-traitants et des principaux représentants permanents respectifs ;
- les noms des agents affectés aux contrôles.

b) – chaque jour

- la date et les horaires de travail ;
- les conditions climatiques et éventuellement les niveaux d'eau ;
- les indications (effectif, qualification) sur le personnel de l'entreprise ;
- toutes les indications sur le fonctionnement du matériel ;
- tous incidents, leur durée ;
- les travaux exécutés avec précision avec croquis s'il y a lieu ;
- l'indication des prélèvements effectués pour essais.

c) – en observations

- les incidents éventuels de chantier ;
- les visites des ingénieurs et les instructions données verbalement par eux ;
- les vérifications réalisées par le contrôleur ;
- les observations formulées à l'entrepreneur.

2.6. - Plans certifiés conformes à l'exécution et dossier photos en cours de travaux (pièce 1.12)

Les travaux sont réalisés conformément à des plans visés par le maître d'œuvre.

La liste des plans reçus est éditée par le BEOA avec les dates de prise en considération (visa) ; elle est complétée par la date de remise des plans conformes à l'exécution certifiés par le responsable du contrôle intérieur.

Les modifications apportées en cours de travaux seront :

- schématisées le plus fidèlement possible par le surveillant de chantier sur le plan visé ;
- reportées au propre par le bureau d'études de l'entreprise pour constituer le plan certifié conforme à l'exécution.

La pièce 1.12 comportera :

- 1 jeu de plans visés et complétés par le surveillant de chantier ;
- 1 jeu de plans certifiés par l'entreprise comportant la mention "conforme à l'exécution".

Les photos réalisées en cours de travaux devront comporter une légende et être datées.

2.7. - Autres pièces

Le surveillant de chantier participera efficacement à la confection des pièces suivantes des sous-dossiers 1 et 2 :

- correspondance relative à l'exécution des travaux (pièce 1.8) ;
- documents spécifiques : procédés particuliers de mise en œuvre,.....(pièce 1.11) ;
- dossier des épreuves (programme de chargement, résultats et interprétations) (pièce 1.13) ;
- état de référence (pièce 2.2) ;
- document de synthèse (pièce 2.4) ;
- liste des gestionnaires des réseaux et plans des réseaux (pièce 2.8.2).

3. Pour en savoir plus, consulter :

- l'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art. Direction des Routes et de la Circulation Routière, 19 octobre 1979, 51 p.
 - 1^{ère} partie : Chapitre 5 ;
 - 2^{ème} partie : Fascicule 01 - Dossier d'ouvrage. Sétra/LCPC, 2000, 131 p. ;
- mise en œuvre des Plans d'Assurance de la Qualité - Exécution des ouvrages en béton armé et en béton précontraint - Guide pour les Entrepreneurs et les maîtres d'œuvre. *Guide technique*. Sétra, décembre 1991, 53 p. (référence Sétra : F9175).

ANNEXE

TABLEAU DES PIÈCES CONSTITUTIVES D'UN DOSSIER D'UN
OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT OU DE SOUTÈNEMENT

Dossier normal d'ouvrage

Sous-dossier 1 – Conception, construction

N° des pièces	Désignation des pièces
1.1	Études géologiques et géotechniques générales
1.2	Études géotechniques spécifiques à l'ouvrage
1.3.1	Étude hydraulique
1.3.2	Étude de bruit
1.3.3	Étude de vent
1.4	Référence au dossier de marché (incluant le DCE)
1.5	Notes de calcul d'exécution incluant la mise en évidence des hypothèses
1.6	Notes de calcul et plans relatifs aux ouvrages provisoires et procédés d'exécution
1.7	Parties du PAQ spécifiques de l'ouvrage et ses remblais contigus. Contrôle extérieur
1.8	Correspondance relative à l'exécution des travaux
1.9	Comptes-rendus des réunions de chantier
1.10	Journal de chantier dont le calendrier réel d'exécution
1.11	Documents spécifiques : procédés particuliers de mise en œuvre, etc ...
1.12	Plans certifiés conformes à l'exécution et dossier photos en cours de travaux
1.13	Dossier des épreuves comprenant : programme de chargement, résultats obtenus et interprétation des résultats
1.14	Opérations entraînant une modification de l'état de référence

Dossier normal d'ouvrage

Sous-dossier 2 – Eléments de référence pour la gestion

N° des pièces	Désignation des pièces
2.1	Dossier photographique
2.2	<p>Etat de référence :</p> <ul style="list-style-type: none"> • procès-verbal de l'inspection détaillée initiale ; • relevé topométrique initial ; • mesures de référence sur les instruments de mesures installés (s'il y a lieu).
2.3	Document signalétique comprenant entre autres, le convoi exceptionnel de calcul et le convoi militaire
2.4	Document de synthèse
2.5	Notice de visite et d'entretien
2.6	Dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage
2.7.1	Convention de gestion de l'ouvrage (si elle existe)
2.7.2	Règlements et conventions relatifs aux réseaux
2.8.1	Liste des gestionnaires des domaines concernés par l'ouvrage
2.8.2	Listes des gestionnaires des réseaux et plans des réseaux
2.9	Procès-verbal de remise au gestionnaire

Sous-dossier 3 – Vie de l'ouvrage

N° des pièces	Désignation des pièces
3.1	Calendrier des visites, inspections et opérations particulières de surveillance
3.2	Dossier de surveillance
3.3.1	Liste et périodicité des opérations systématiques d'entretien spécialisé
3.3.2	Calendrier de ces opérations
3.4	Liste des diverses garanties avec dates d'expiration
3.5	Dossier des opérations ne justifiant pas un nouvel état de référence
3.6	Événements importants et actions exceptionnelles subis par l'ouvrage
3.7	Dossier de surveillance renforcée, de haute surveillance et de diagnostic

Fiche n° XVI-1

"Les ouvrages métalliques ou mixtes"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche présente de façon générale les opérations de construction des ouvrages métalliques ou mixtes. Elle constitue un socle commun aux fiches spécifiques suivantes :

- Fiche XVI-2 : Aciers de charpente métallique
- Fiche XVII-1 : Montage des ouvrages métalliques ou mixtes
- Fiche XVII-2 : Assemblages Soudés
- Fiche XVII-3 : Assemblages Boulonnés
- Fiche XVIII-1 : Protection contre la Corrosion

2. Ponts métalliques ou mixtes

Les ouvrages les plus courants sont les ponts mixtes acier-béton. La dalle en béton armé est solidarifiée à la charpente métallique par connexion, l'acier et le béton participant ensemble à la résistance du tablier. La dalle est dite participante.

Les ouvrages mixtes sont pour la plupart des ouvrages à poutres sous chaussée dont la grande majorité comportent deux poutres (on parle alors de **bipoutres**) et, plus rarement, plus de deux poutres (on parle alors de **multipoutres**). Les ouvrages en **caissons** mixtes sont beaucoup moins fréquents.



photo CETES0

ouvrage mixte bipoutre

Les ouvrages entièrement métalliques sont peu courants. Ils sont utilisés lorsque que l'on recherche un gain de poids mort (ouvrages de très grandes portées, suspendus ou à haubans, ponts mobiles, ...). On a alors recours à une couverture métallique constituée d'une tôle raidie longitudinalement et appelée dalle orthotrope.

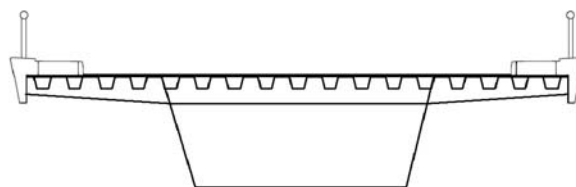


photo Sétra

dalle orthotrope d'un caisson métallique

Des ouvrages à poutres latérales à âmes pleines ou triangulées peuvent également être utilisés. La dalle en béton est dans ce cas non participante vis-à-vis de la flexion longitudinale.

Les ponts à poutrelles enrobées sont constitués de poutrelles en acier associées à un ferrailage de béton armé. Le béton est coulé sur des coffrages perdus reposant sur les ailes inférieures des poutres.

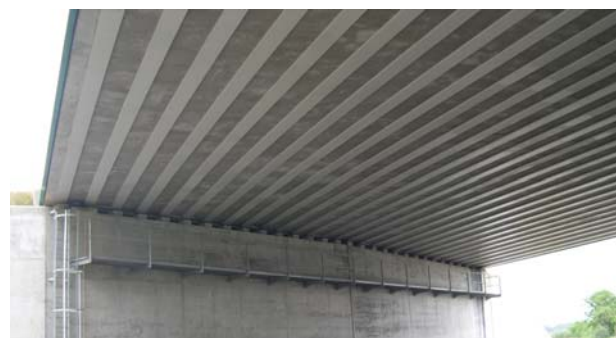


photo CETES0

pont à poutrelles enrobées.

Le plus souvent, les tabliers sont des poutres continues reposant sur des appuis horizontaux. Des structures plus complexes, triangulées, à arcs ou à béquilles sont aussi possibles.



photo Sétra

Pont sur l'Ante à Falaise

la liaison entre la dalle et la charpente. Cette connexion est indispensable pour empêcher tout glissement ou soulèvement de la dalle par rapport aux poutres métalliques et garantir ainsi la participation effective du hourdis.



photo DDE 12

← files de goujons soudés sur la semelle supérieure d'une poutre

files de cornières soudées sur la semelle supérieure d'un caisson →



photo Sétra

3. Rappels et définitions

Morphologie des ponts métalliques

Dans le cas des ouvrages à poutres, la charpente métallique est constituée de poutres principales en acier, de hauteur constante ou variable, elles-mêmes obtenues par assemblage de tôles par soudure. On obtient des profilés reconstitués soudés (PRS), par opposition aux profilés standards réalisés par laminage.

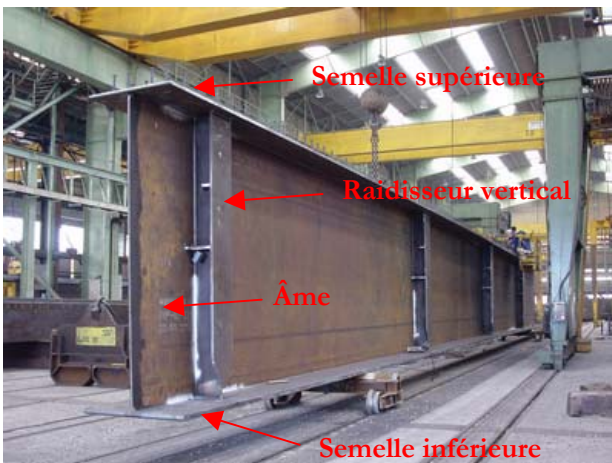


photo CETESIO

poutre PRS à l'atelier

Ces poutres comportent une âme (tôle mince quasi verticale de 16 mm à 28 mm d'épaisseur) et deux semelles supérieure et inférieure dont l'épaisseur peut atteindre 150 mm. Leurs dimensions varient le long de l'ouvrage pour s'adapter aux efforts que subira le tablier.

Des connecteurs métalliques (goujons ou cornières) sont soudés sur la semelle supérieure en vue d'assurer

Les poutres principales sont reliées entre elles transversalement. Dans le cas d'un ouvrage mixte bipoutre, les poutres sont liaisonsées soit par des entretoises, non connectées à la dalle et espacées de 8 m environ), soit par des pièces de pont, connectées à la dalle et espacées de 4 m environ. Ces éléments sont des profilés en I (PRS ou profilés standards).

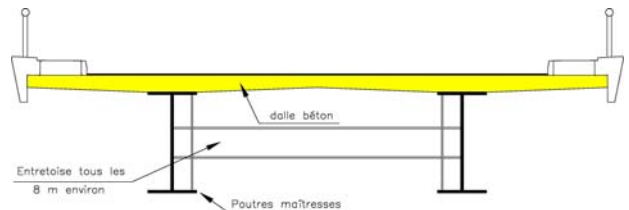


photo DDE 12

ossature à entretoises

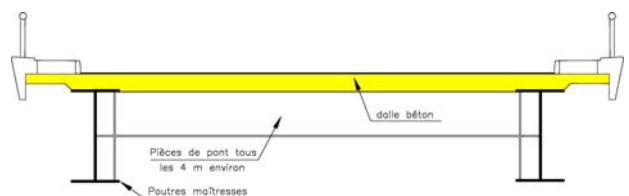




photo CETESO

ossature à pièces de pont

Dans certains cas les pièces de pont sont prolongées sous les encorbellements par des consoles.



photo CETESO

pièces de pont et consoles de pièces de pont sous encorbellement

Des montants verticaux situés dans le plan des entretoises ou des pièces de pont réalisent un raidissage de l'âme et permettent la fixation des éléments transversaux sur les poutres. Des systèmes d'entretoisement des poutres sont ainsi constitués par la dalle, les entretoises ou pièces de pont et les montants.

La morphologie des structures en forme de **caisson** est assez différente. On a recours à ce type de structure lorsqu'il est nécessaire de résister à des effets de torsion, de réaliser des ouvrages plus minces ou de plus grande portée. La forme du caisson est par ailleurs séduisante sur le plan architectural. La charpente métallique est alors constituée d'une tôle de fond, de deux âmes, généralement inclinées, et de deux semelles supérieures connectées à la dalle. Une tôle supérieure peut également être prévue pour constituer un caisson métallique fermé. L'ensemble est raidi transversalement par la réalisation de cadres ou de diaphragmes (dans le cas des diaphragmes, on prévoit un trou d'homme permettant une circulation dans le caisson et l'accès à l'ouvrage depuis les abords). Un raidissage important renforce la tôle de fond de caisson fortement comprimée au voisinage des appuis, mais également en zone courante dans le cas d'ouvrages lancés. On rencontre différentes formes de raidisseurs en simple plat, en té ou en auget.



photo Sétra

← cadre de raidissage d'un caisson

Diaphragme de raidissage d'un caisson (il s'agit d'un diaphragme d'appui) →



photo Sétra

Noter sur ces photos, les raidisseurs de fond de caisson en augets et les contreventements provisoires.



photo CETESO

caisson mixte

Les ouvrages à **poutres latérales** sont utilisés lorsque les contraintes de gabarit ne permettent pas de placer la structure porteuse sous la chaussée. Les poutres porteuses sont alors placées latéralement par rapport à la voie portée.

Les poutres latérales portent un platelage (en béton, métallique ou en bois) par l'intermédiaire de pièces de pont inférieures. Des contreventements supérieurs peuvent être également nécessaires.

On distingue :

- Les poutres latérales à âmes pleines constituées chacune de deux semelles de forte épaisseur et d'une âme.



photo Sétra

Ouvrage à poutres latérales pleines (sur l'aire de lancement)

- Les poutres latérales à treillis dans différentes configurations d'assemblages, sous formes de poutres triangulées (Warren avec montants pour les ponts-rails ou sans montant pour les ponts-routes). D'autres types de poutres (poutre-échelle par exemple) sont encore parfois utilisées, mais en pratique pour le cas de passerelles piétons. Les éléments constitutifs sont réalisés par reconstitution (PRS) pour former des poutres ou des caissons, mais on a également recours aux profilés standards (I, tubes circulaires ou carrés, voire cornières).

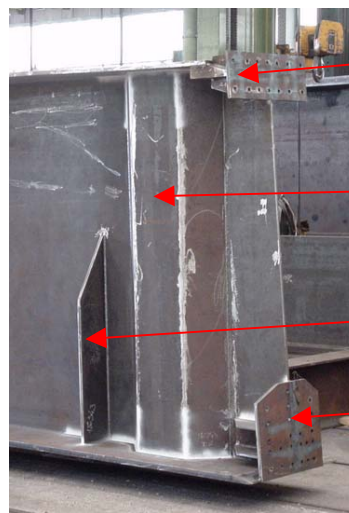


photo CETE de l'Est

Passerelle piétons à poutres latérales en treillis

Quel que soit le type de structure transversale, les éléments transversaux sont nettement renforcés au droit des appuis. En effet, ils sont destinés à transmettre les réactions d'appui, dans la situation de service, mais également lors du vérinage du tablier (pour changer les appareils d'appui). On parle alors de montant d'appui, d'entretoise d'appui, de diaphragme d'appui.

Des emplacements de vérinage sont prévus dès la conception et peuvent être positionnés soit longitudinalement sous les poutres, soit transversalement sous les entretoises d'appui. Dans tous les cas, des platines et raidisseurs spécifiques sont mis en œuvre.



Platine de fixation de l'avant-bec

Montant d'appui

Raidisseur de vérinage

Platine de fixation de l'avant-bec

photo CETESO



Platine d'appui biaisée →

photo DDE 19

Dispositifs particuliers près des appuis

Au droit des appareils d'appui, des platines biaisées sont habituellement mises en place pour permettre un appui parfaitement horizontal.

Enfin, la reprise des efforts horizontaux transversaux en construction (vent) nécessite de réaliser un contreventement partiel ou général par des croix de Saint-André horizontales (barres ou cornières). Ce contreventement est laissé en place jusqu'à l'achèvement de la dalle. En service, le contreventement horizontal est assuré par la dalle elle-même.



photo DDE 12

Contreventement en croix de Saint-André

Processus de construction d'un ouvrage métallique

Le processus de construction d'un ouvrage métallique ou mixte débute par la fabrication des tôles ou profilés utilisés, se poursuit par l'assemblage en atelier de parties de la charpente qui sont ensuite transportées sur le site où l'on procède à l'assemblage de tronçons et à leur mise en place.

Fabrication des produits (tôles ou profilés)

Selon les dimensions des pièces à fabriquer, les éléments de charpente sont réalisés à partir de tôles dans le cas des PRS ou à partir de « **profilés du commerce** » sous forme de poutrelles en I ou en H, de plats ou de cornières utilisés pour des éléments secondaires ou comme éléments porteurs des ouvrages de portée modeste (pont à poutrelles enrobées par exemple).

Ces produits sont laminés à chaud dans les forges, dans les nuances et qualités requises pour la construction de ponts (Cf. fiche XVI-2 : Aciers de charpente métallique).

Fabrication en atelier

Les entreprises de charpente métallique commandent aux sidérurgistes les produits nécessaires à la fabrication et les assemblent dans leurs ateliers où ils disposent de moyens de manutention, de découpe automatisée des tôles, de soudure automatique (Cf. fiche XVII.2 : Assemblages soudés) et d'ateliers de peinture (Cf. fiche XVIII.1 : Protection contre la corrosion). Des tronçons de l'ouvrage sont ainsi fabriqués avant d'être acheminés sur le site du chantier, généralement par des transports exceptionnels.



photo DDE 19

Des montages provisoires (montages à blanc destinés à présenter les tronçons à assembler pour s'assurer qu'ils seront bien en vis-à-vis au moment de l'assemblage) peuvent être exécutés en atelier si cette disposition est prévue par le marché.

Montage sur site

Les tronçons sont déchargés et mis en place sur des dispositifs provisoires destinés à permettre leur assemblage, par soudage le plus souvent, mais

également par boulonnage (Cf. fiche XVII-3 : Assemblages Boulonnés). La mise en place à l'emplacement définitif est généralement réalisée par lançage ou par grutage. Ces modes de construction peuvent naturellement être associés (Cf. fiche XVII.1 : Le montage des ouvrages métalliques ou mixtes).

Des matériels ou dispositifs nécessaires à ces opérations de montage sont également mis en place : avant-bec, arrière-bec, queue de traction, treuils de traction, organes de guidage, organes de fixation de treuils, ...

A l'issue du montage de la charpente, la réalisation de la dalle, par plots, comprend la mise en place d'un coffrage par l'intermédiaire d'un équipage mobile, la mise en place du ferrailage, puis le bétonnage. On peut également être amené à poser sur l'ossature des éléments de dalle préfabriqués. Le plus souvent, la charpente repose sur appuis provisoires pendant l'exécution du hourdis.

Des opérations de vérinage sont réalisées, en cours de lançage et au moins pour la mise sur appuis définitifs, et dans certains cas pour procéder à des dénivellations d'appuis permettant de comprimer la dalle.

Protection contre la corrosion

Les éléments d'ossature reçoivent une protection contre la corrosion qui est réalisée par application de peinture. On procède généralement à la mise en oeuvre des premières couches en atelier et d'une couche de finition sur site. (Cf. fiche XVIII-1 : Protection contre la corrosion).

Le rôle des différents acteurs

La construction d'un ouvrage métallique ou mixte fait appel aux acteurs habituels de la construction des ouvrages d'art, mais aussi à des acteurs spécifiques.

Le **contrôle extérieur** est exercé pour le maître d'ouvrage par :

- lui-même,
- le maître d'œuvre,
- un organisme ou une personne étrangère à l'entreprise.

On dénommera dans ces fiches :

- **contrôleur**, le contrôleur de travaux, qui est le représentant quasi-permanent du maître d'œuvre sur le chantier.
- **assistant technique au maître d'œuvre**, l'organisme chargé de donner des avis au maître d'œuvre sur les documents examinés, sur les

conditions de levée des points critiques, ...
Plusieurs organismes peuvent être mandatés pour assister le maître d'œuvre dans les différentes disciplines (anticorrosion, soudure, ...).

- **bureau de contrôle des études**, le bureau d'études chargé d'examiner les plans et notes de calculs.

Le **contrôle intérieur** est de la responsabilité de l'entreprise. On distingue deux niveaux :

- le **contrôle interne** effectué par les exécutants eux-mêmes, quel que soit leur rang ou niveau hiérarchique,

- le **contrôle externe** exercé par un organe ad hoc appartenant ou n'appartenant pas à l'entreprise et n'ayant pas de responsabilité dans l'exécution.

Le R.O.M. (acteur spécifique)

Le fascicule 66 du CCTG (article III.8.1) stipule que le montage est placé sous la responsabilité d'un « Responsable des Opérations de Montage (ROM) », mandaté par l'entreprise pour assurer la coordination des opérations de montage, qu'il s'agisse :

- de la conception et de l'exécution des ouvrages provisoires,
- du choix des matériels de montage,
- de l'utilisation correcte des ouvrages provisoires et des matériels de montage, vis-à-vis de la sécurité des tiers, du personnel et de l'ouvrage lui-même.

Sa désignation par l'entreprise est soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.

4. Points importants à examiner

Les opérations de contrôle lors de la construction des ouvrages métalliques ou mixtes sont à effectuer depuis la fabrication des tôles jusqu'à l'achèvement de l'ouvrage.

Les tableaux suivants reprennent les principales opérations de contrôle à réaliser sur les ouvrages : Ils comprennent les points d'arrêt définis par les fascicules 56 (anticorrosion) et 66 (Exécution des ouvrages de Génie Civil à ossature en acier) du CCTG. Ils indiquent en outre la fiche qui traite plus particulièrement du sujet :

- A : Fiche « **A**ciers de charpente métallique »
- M : Fiche « **M**ontage des ouvrages métalliques ou mixtes »
- S : Fiche « Assemblages **S**oudés »
- B : Fiche « Assemblages **B**oulonnés »
- C : Fiche « Protection contre la **C**orrosion »

Fiche	Type de point de contrôle	Description du point de contrôle
C	Point d'arrêt n°1 du fascicule 56	Vérification des documents fournis par l'entreprise titulaire Autorisation pour réalisation de la convenance en atelier
S	Point d'arrêt n°1 du fascicule 66	Avant mise en oeuvre du soudage en atelier
C	Point d'arrêt n°2 du fascicule 56	Vérification des résultats de la convenance Autorisation pour réalisation des travaux de protection en atelier
S	Point d'arrêt n° 2 du fascicule 66	Avant expédition des éléments de l'atelier sur le site
C	Point d'arrêt n°3 du fascicule 56	Vérification des résultats obtenus Autorisation d'expédier (pour chaque élément d'ouvrage)
C	Point d'arrêt n°4 du fascicule 56	Vérification des documents fournis par l'entreprise titulaire - Autorisation pour réalisation de la convenance sur site
S	Point d'arrêt n° 3 du fascicule 66	Avant exécution du soudage sur chantier
C	Point d'arrêt n°5 du fascicule 56	Vérification des résultats de la convenance Autorisation pour réalisation des travaux de protection sur site
S, M	Point d'arrêt n°4 du fascicule 66	Avant exécution du montage sur chantier
C	Point d'arrêt n°6 du fascicule 56	Vérification des résultats obtenus Autorisation de repliement des échafaudages (et autres moyens d'accès aux surfaces)

5. Pour en savoir plus, consulter :

- [1] – Fascicule 66 du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil à ossature en acier et en particulier son annexe A1 (fascicule spécial n° 96-6 TO)
- [2] – Fascicule 56 du CCTG : Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion (fascicule spécial n° 2004-3).
- [3] – Bulletins ponts métalliques OTUA n° 20
- [4] – Travaux de construction des ponts en acier – Guide du maître d'œuvre (Sétra, mars 2001 ; référence Sétra F 0039)
- [5] – Guide de conception des ouvrages mixtes du Sétra (à paraître)
- [6] – Ponts métalliques et mixtes. Résistance à la fatigue. Guide de conception et de justifications (Sétra – CTICM – SNCF, 1996 ; référence Sétra F9611)
- [7] – Ponts mixtes. Recommandations pour maîtriser la fissuration des dalles (Sétra, septembre 1995 ; référence Sétra F9536)
- [8] – Guide pour la commande et le pilotage des études d'ouvrages d'art (Sétra, novembre 1997 ; référence Sétra F9761)
- [9] – Ponts-routes à tabliers en poutrelles enrobées, conception et calcul (Sétra - SNCF, mai 1995 ; référence Sétra F9503)
- [10] – Entretien de la protection anticorrosion des ouvrages métalliques - Guide technique. (LCPC, décembre 2005 ; référence PROMET)

Fiche n° XVI-2

" Aciers de charpente métallique "

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne les Aciers utilisés lors de la construction d'ouvrages métalliques ou mixtes. Elle définit les aciers utilisables et les vérifications à effectuer lors de la réception des tôles, profilés ou tubes nécessaires à la fabrication d'éléments de la charpente métallique. L'objectif est de s'assurer du respect des prescriptions du CCTP et également des Fascicules 66 et 4 titre III du CCTG.

Les moyens mis en oeuvre et les contrôles effectués doivent permettre d'éviter l'utilisation d'acier non-conforme ainsi que tout problème de traçabilité.

2. Rappels et définitions

2.1. Vocabulaire

- Profilés : sections métalliques ayant une section spéciale en I, H, U ou L, obtenue par passage d'une brame (ou billette) dans un laminoir.
- Tôles : sections rectangulaires obtenues par passage d'une brame (ou billette) dans un laminoir.
- Soudabilité : Déterminée par examen de l'analyse chimique de l'acier
- Résilience : classe de qualité vis à vis de la fragilité déterminée par un essai de flexion par choc type « Charpy » (essai destructif) à température définie.
Compacité : absence de défauts internes déterminée par U.S. (essai non-destructif)

2.2. Sigles

- Re : limite élastique minimale, déterminée par un essai de traction (destructif)
- Rm : limite de résistance à la traction
- PRS : poutre reconstituée soudée



Stockage usine des tôles avant découpage (photo CETE SO)

2.3. Aciers utilisés

2.3.1. Nuances et qualités des aciers

Les nuances et qualités d'aciers sont définies par référence aux normes de produits (série des NF EN 10025)

La commande fait référence, en règle générale au Fasc. 4 titre III du CCTG de septembre 2000. En application de ce fascicule, les aciers pour ouvrages d'Art doivent bénéficier de la marque NF Acier (conformité des critères suivants : Re, Rm, résilience, analyses chimiques), secteur d'application « bâtiments travaux publics - construction métallique d'ouvrages d'art et de bâtiments non courants » *ou couverts par une certification reconnue équivalente.*

De plus, conformément au Fasc. 4 titre III :

- des essais de compacité doivent être effectués sur les tôles pour s'assurer de leur bonne compacité (absence de défaut conduisant à un délaminage), sauf si le producteur met en oeuvre des moyens adaptés (contrôles en continu). (voir NF EN 10160, 10306 et 10246)
- L'absence de défauts de surface préjudiciables à l'emploi doit être indiquée (voir NF EN 10163)

La désignation des aciers comporte une lettre caractérisant l'utilisation de l'acier, la nuance et la qualité (résilience).

- Les aciers de construction sont désignés par la lettre S (comme structure).
- La nuance est le deuxième élément de la désignation: exemple: 235, 275, 355, 420 et 460. c'est la limite élastique spécifiée exprimée en MPa pour la gamme d'épaisseur la plus faible, c'est à dire pour les tôles d'épaisseurs inférieures ou égales à 16 mm. Lorsque l'épaisseur augmente, la limite d'élasticité diminue.

La qualité est définie :

- Pour les aciers non alliés (NF EN 10025-2), par un système alphanumérique suivant la résistance au choc de l'acier :
 - JR: résilience spécifiée de 27J à 20°C
 - J0: résilience spécifiée de 27J à 0°C
 - J2: résilience spécifiée de 27J à -20°C
 - K2: résilience spécifiée de 40J à -20°C
- Pour les aciers à grains fins (NF EN 10025-3 et 4), les lettres M (laminage thermomécanique) et N (laminage normalisant) sont utilisées et désignent des résiliences spécifiées de 40J à -20°C. La lettre facultative L désigne une résilience spécifiée de 27J à -50°C.
- Dans le cas des aciers subissant des sollicitations dans la direction perpendiculaire au plan de laminage, les caractéristiques peuvent être améliorées en choisissant des tôles de qualité Z (cf NF EN 10164). C'est le cas en particulier pour des assemblages en T en pleine pénétration avec de fortes épaisseurs. Il existe trois classes de qualité: Z15, Z25, Z35, représentant la valeur minimale spécifiée du taux de striction.

2.3.2. Qualité des aciers en fonction de l'épaisseur

Toutes les qualités et nuances d'aciers ne sont pas disponibles ou utilisables dans n'importe quelle épaisseur dans la marque NF Acier.

En pratique, voici les qualités requises pour la nuance S355, la plus couramment utilisée:

- si $e \leq 30\text{mm}$, qualité K2 ou N
- si $30\text{mm} < e \leq 80\text{mm}$, qualité N ou M
- si $80\text{mm} < e \leq 122\text{mm}$ qualité ML
- si $80\text{mm} < e \leq 150\text{mm}$ qualité NL

Pour les nuances, S420 et S460, les épaisseurs maximales disponibles dans la marque NF Acier sont limitées à 122mm.

Au-delà de 150mm; aucun acier ne bénéficie de la marque NF Acier, dans la qualité requise par le fascicule 66 du C.C.T.G..

2.3.3. Soudabilité

La soudabilité d'un acier dépend de nombreux paramètres, dont sa composition chimique et son état métallographique.

Les normes produit imposent des valeurs concernant les éléments chimiques de base (C, P, S, etc...). Un carbone équivalent est défini et témoigne de la soudabilité d'un acier (d'un point de vue chimique).

3. Réception des tôles ou profilés

Le contrôle des Certificats de Réception des produits mis en oeuvre est nécessaire à la levée du premier point d'arrêt défini dans l'annexe A1 (contractuelle) du Fascicule 66 du CCTG.

Le contrôleur doit s'appuyer techniquement sur l'assistant au MOE, qui est un organisme technique spécialisé dans les contrôles sur ouvrages métalliques.

Le contrôleur doit donc informer l'assistant technique au maître d'oeuvre des différentes phases du chantier et s'appuyer sur ses avis notamment lors de la levée des points d'arrêt

Deux points à vérifier:

1. Présence des certificats de réception (de type 3.1 selon NF EN 10204): vérification documentaire des informations portées vis à vis du marché

⇒ Nécessaire à la levée du premier point d'arrêt du fascicule 66 du CCTG.

2. Vérification visuelle de la traçabilité matière (sur site de stockage et avant découpage de ces tôles) : adéquation entre les tôles et les certificats (via n° de coulée et de tôle mère, et n° d'enregistrement interne de l'usine d'assemblage)

⇒ C'est un point critique



Traçabilité interne visible sur les tôles stockées (photo CETE SO)

4. Pour en savoir plus, consulter :

- [1]-Fascicule 66 du CCTG "Exécution des ouvrages de Génie Civil à ossature en acier et en particulier son annexe A1"
- [2]-Fascicule 4 titre III "Fourniture d'acier et autres matériaux"
- [3]-Bulletins pont métalliques OTUA n°20
- [4]-Travaux de construction des ponts en acier – Guide du Maître d'œuvre (SETRA Mars 2001)
- [5]-Règlement de la marque NF Acier et CE
- [6]-Normes NF EN 10025 (partie 1 à 6) "Produits laminés à chaud en aciers de construction" - NF EN 10204 "Types de documents de contrôle" - NF EN 10164 "Conditions techniques de livraison"
- [7]-Normes NF EN 10210 et 10219 (partie 1 à 2) : produits creux.
- [8]-site de l'OTUA "Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier"
- [9]-site de l'AFNOR "Association Française de Normalisation"
- [10]-Approvisionnement en tôles d'acier pour ouvrage d'art – note d'information du SETRA de mars 2007

Fiche n° XVII-1

"Le montage des ouvrages métalliques ou mixtes"

1. Objet de la présente fiche

La présente fiche concerne les opérations de montage de la charpente métallique depuis l'arrivée des tronçons de charpente sur le chantier jusqu'à la mise sur appuis. Le montage comprend ainsi l'ensemble des opérations effectuées sur chantier concernant l'assemblage et la mise en place de la charpente sur appuis provisoires. Par extension, cette fiche traitera également de l'exécution de la dalle et de la mise sur appuis définitifs de l'ouvrage.

Nous nous limiterons ici aux méthodes de montage les plus fréquemment utilisées que sont le lancement et le grutage. Ces deux méthodes peuvent naturellement être associées.

La circulaire 94-09 du 31 janvier 1994 relative aux mesures d'application du fascicule 66 du CCTG précise que « les opérations de montage et de mise en place sur site, impliquant parfois la réalisation d'ouvrages provisoires (piles, camarteaux...) se sont toujours révélées comme comportant certains risques et génératrices d'incidents de chantier. Il convient donc qu'elles soient soigneusement préparées, sans laisser de place à l'improvisation. »

2. Rappels et définitions

a) Les grandes phases du montage des ponts métalliques ou mixtes

Le montage des ouvrages métalliques est intimement lié à la conception du tablier. Le dossier de consultation des entreprises définit généralement un principe de montage, mais dans le détail ce principe est de la compétence de l'entreprise.

Les études d'exécution et par conséquent le contrôle des études d'exécution tiennent compte des choix technologiques effectués par l'entreprise.

Dans le cas du lancement, le montage comprend l'assemblage préalable des tronçons sur une (ou plusieurs) aire(s) d'assemblage située(s) à l'arrière de l'une ou des deux culées. Sur les grands ouvrages,

l'assemblage peut se faire au fur et à mesure des phases de lancement.

b) Réception des tronçons

Le programme de transport (outre les procédures administratives liées aux transports exceptionnels) prévoit toutes les dispositions destinées à ne pas endommager les pièces transportées.

Il précise les modalités de chargement et de déchargement, les précautions prévues (calage, contreventement, ...) pour éviter de causer des dommages aux tiers et aux éléments transportés (déformations permanentes, détériorations de surface, fatigue, ...).

La maîtrise d'œuvre s'assure de la cohérence et de l'adéquation des dispositions prévues pour ces transports.

À l'arrivée des tronçons sur le site, la maîtrise d'œuvre effectue une inspection visuelle pour s'assurer du bon état de la charpente. La mise en évidence d'anomalie, de traces de chocs ou de déformation locale notable nécessite de prendre le temps de réaliser un examen minutieux des soudures et de la protection anticorrosion. En cas de doute, des contrôles plus précis peuvent être réalisés.

c) Aire d'assemblage

Les tronçons sont mis en place sur des camarteaux* (Les termes repérés par une * font l'objet d'une définition dans le lexique en fin de document), constitués pour réaliser des appuis provisoires lors des phases de montage. Ces camarteaux permettent d'obtenir le niveau d'assemblage requis pour les tronçons des ouvrages montés par lancement.

La qualité et la précision du calage destiné à recevoir les tronçons sont très importantes pour garantir un bon assemblage, et donc le respect du profil en long mais également l'état de contrainte de l'ossature.



photo CETESO

camarteaux

Dans le cas d'un bipoutre, on positionne les poutres principales, convenablement contreventées, puis on met en place les pièces transversales ajustées grâce à des clames*.

Lors du raboutage longitudinal des tronçons, le positionnement des différents éléments est également facilité par des clames.

d) Lançage

Le lançage est possible si la structure est superposable sur elle-même par déplacement, c'est-à-dire par translation, rotation ou composition des deux.

Il est ainsi possible de lancer des ouvrages rectilignes ou courbes en plan. Grâce à des opérations de recalage par vérinage, il est possible de lancer des structures de hauteur variable et de s'adapter à un profil en long légèrement variable.

Des possibilités d'adaptation aux ouvrages de largeur variable ou de courbure variable en plan sont possibles, dans certaines limites, mais restent complexes.

Dans le cas du lançage, un grand nombre de dispositifs complémentaires sont mis en place.

En premier lieu, un avant-bec*, constitué d'une charpente métallique, est généralement installé à l'avant de la charpente (dans le cas de travées modestes, il peut s'avérer possible de s'affranchir de l'avant-bec). Il est fixé à l'extrémité de la charpente par boulonnage par l'intermédiaire de platines ou par soudage. Le rôle de l'avant-bec est de réduire les sollicitations dans la charpente et de faciliter l'accostage des piles au cours du lançage.



photo DDE 12

avant-bec

Pour permettre son déplacement, l'ouvrage est positionné sur des systèmes de roulement, appelés chaises à galets*, ou sur des organes de glissement (chaise à patins). L'opération préalable de transfert de l'ossature, des camarteaux sur les dispositifs de lancement, est effectuée par vérinage.



photo DDE 12

Chaises à galets et camarteaux sur tête de pile

Le déplacement de l'ouvrage s'effectue par roulement ou glissement sur ces appuis dans l'axe des âmes, le mouvement étant imprimé par un treuil, ou, plus rarement par des systèmes de vérins.

Dans le cas d'utilisation d'un treuil, l'effort de traction requis est obtenu en démultipliant l'effort par mouflage*.

L'extrémité du câble de traction est fixée à l'arrière de la charpente (point mobile) via une queue de traction* transmettant l'effort. A l'avant, une poulie accrochée le plus souvent à la culée (point fixe) permet de retourner le câble.



photo CETESO

Point fixe sur culée

L'usage d'un treuil de retenue est nécessaire pour retenir la charpente (ouvrages en pente ou ouvrages de hauteur variable) ou, le cas échéant, pour faire marche arrière.

Un grand nombre de positionnement des treuils est possible et le choix revient à l'entreprise compte tenu de ses matériels, de ses pratiques et de la place disponible sur l'aire de lançage.



photo CETESO

treuil de traction, queue de traction et câble de retenue

Une queue de traction est mise en place pour fixer l'extrémité du câble de traction à une distance suffisante du point d'ancrage sur la culée, pour permettre de loger le système de mouflage démultipliant l'effort de traction, d'une part, mais également de limiter l'inclinaison du câble et ainsi garder une bonne efficacité de l'effort de traction.

A l'arrière, on peut être amené à disposer un arrière- bec court, destiné à prolonger la charpente pour permettre un appui sur les chaises à galets à l'arrière de l'about et également de permettre le vérinage pour libérer les chaises à galets en fin de lancement. Accessoirement, il facilite l'accostage si des manœuvres de marche arrière s'avèrent nécessaires. Si l'arrière-bec est assez long, il peut assurer la fonction de queue de traction.

En outre, des dispositifs de guidage latéral permettent de guider la charpente, afin que celle-ci ne s'échappe pas de ses appareils de lancement et que l'appui de ces appareils se fasse toujours à l'aplomb des âmes.



photo DDE 19

Chaise à galets et dispositif de guidage latéral

Les lancements d'ouvrages longs sont réalisés en plusieurs phases.

Lorsque le lancement est terminé et que la charpente a atteint sa position longitudinale définitive, on procède par vérinage à un transfert des appuis de lancement sur les appuis de bétonnage (qui sont très généralement des appuis provisoires). Le soudage des platines biaisées d'appui est généralement effectué à ce stade.

e) Montage à la grue

Cette méthode consiste à soulever des tronçons de charpente ou des charpentes complètes, au moyen de grues ou de bigues*, puis à les poser à leur emplacement définitif, sur appuis provisoires, et enfin à les assembler en position.



photo CETESO

clames et pièces d'appui



photo CETESO

pose d'une passerelle à la grue

Dans le cas où des tronçons complets dans le sens transversal peuvent être levés, l'assemblage en hauteur comprend uniquement le raboutage des différents tronçons. Dans le cas où les éléments doivent être levés individuellement, les opérations d'assemblage en hauteur comprennent au préalable la fixation des éléments transversaux sur les poutres.

Cette méthode nécessite de pouvoir réaliser une piste d'accès le long de l'ouvrage permettant d'acheminer les grues et les convois exceptionnels transportant les tronçons et de l'emplacement suffisant pour permettre aux grues d'évoluer.

Elle est en pratique adaptée à des ouvrages relativement bas (hauteur de piles de 7 à 8 m) et pour des travées modestes si on veut éviter d'avoir recours à des appuis provisoires.

f) Dalle

Le bétonnage en place ⁽¹⁾ de la dalle peut démarrer lorsque la charpente repose sur ses appuis de bétonnage. Il s'agit le plus souvent d'appuis provisoires (tôles épaisses ou camarteaux), même si, plus rarement, le bétonnage sur les appareils d'appuis

¹ Le cas des dalles préfabriquées n'est pas traité par la présente fiche.

définitifs peut être réalisé, à condition de justifier les appareils d'appui en conséquence.

On procède à l'approvisionnement des cages de ferrailage en les faisant circuler depuis les culées sur des chariots prenant appui sur la charpente ou encore par pose à la grue.

La dalle est réalisée grâce à un coffrage outil, appelé équipement mobile, qui s'appuie sur la charpente. Cet équipement est classé parmi les matériels spéciaux au sens de l'article 41 du fascicule 65 A du CCTG. Les documents définissant et justifiant les matériels spéciaux font l'objet de vérifications spécifiques effectuées par les soins d'un organisme habilité, conformément à l'article 46 de ce fascicule. Les certificats et procès-verbaux d'essais correspondants sont contresignés par le COP (Chargé des Ouvrages Provisoires) et transmis au maître d'œuvre avant tout début d'utilisation. Ces documents **ne sont pas visés** par le maître d'œuvre. Les autres documents constituant le projet de ces ouvrages (notamment ceux relatifs à leur équilibre statique, à leurs appuis et à leur fixation ...) sont soumis au visa du maître d'œuvre. On se reportera à la fiche V-4 de MEMOAR.

Un coffrage traditionnel s'appuyant sur la charpente peut être utilisé pour des ouvrages modestes ou lorsque la dalle est proche du terrain naturel.

Dans le but de mieux maîtriser la fissuration de cette dalle, un phasage précis du bétonnage par plots est effectué, dénommé pianotage. Le principe consiste à bétonner les zones d'appuis après les zones de travées adjacentes et ainsi limiter la traction dans la dalle sous son propre poids. Il importe donc de respecter l'ordre de bétonnage des différents plots.



photo DDE 19

bétonnage par pianotage

Cette partie d'ouvrage relève du fascicule 65 A du CCTG, comme toute structure en béton armé.

g) Mise sur appuis définitifs

Lorsque la dalle est terminée, on procède par vérinages successifs à la mise sur appareils d'appui définitifs. Cette mise sur appuis définitifs peut comporter le cas échéant des dénivellations d'appui destinées à pré-comprimer la dalle.

Il est à noter que les conditions de vérinage sont différentes (masse plus importante du fait du poids de la dalle et dénivellations différentielles admissibles plus faibles).

Cette opération peut être pilotée par le génie-civiliste ou par le charpentier en fonction de l'organisation du groupement d'entreprises. En tout état de cause, elle est de la responsabilité du mandataire.

L'état final de la charpente dépend étroitement de cette dernière opération de montage et doit être conduite dans l'esprit du fascicule 66 du CCTG, sous la responsabilité du ROM. C'est en effet l'entreprise de charpente métallique qui définit l'ensemble des opérations de montage, et en particulier de vérinage que subit le tablier depuis les premiers assemblages jusqu'à cet ultime vérinage.

En tout état de cause, le transfert sur appuis définitifs fait l'objet d'une procédure détaillant minutieusement les opérations. Elle fait appel à des calages qui sont des ouvrages provisoires de type étaielement (camarteaux, appuis provisoires) et à des vérins qui sont des matériels de montage au sens du fascicule 66.

En absence de dénivellation d'appui, la mise sur appuis définitifs est plus simple. Elle peut se faire par ligne d'appuis, de manière indépendante, sans ouvrages provisoires, à partir des bossages de vérinage prévus pour l'ouvrage en service.

h) Terminologie du fascicule 66 du CCTG

Le fascicule 66 du CCTG définit les catégories suivantes :

- Les *éléments provisoires d'ossature* : Il s'agit d'éléments assemblés à l'ossature pour assurer une fonction nécessaire seulement pendant la construction de l'ouvrage : il s'agit des clames, contreventements et entretoisements de montage, avant-becs, arrière-becs, rails de lancement (guidage), queues de lancement, oreilles de fixation, ...
- Les *ouvrages provisoires* : On y distingue les *étaisements*, destinés à supporter ou à soutenir la structure métallique en cours de construction (palées, cintres, camarteaux, ...) et les *dispositifs de protection*

(destinés à protéger vis-à-vis de chutes ou de chocs).

- Les *matériels de montage* : Il s'agit des autres matériels qui sont des matériels spéciaux tels que treuils, câbles, haubans, moufles, chaises à galets, mâts, portiques, grues, blondins, bigues, pontons flottants, crémaillères de hissage).

Remarque : La notion de catégorie d'ouvrage provisoire définie par le fascicule 65 A n'existe pas dans le fascicule 66 du CCTG.

L'ensemble de ces éléments, ouvrages et matériels font l'objet de justifications, procédures et consignes matérialisés pas des documents, visés par le ROM, et à la disposition du maître d'œuvre sur le chantier.

Les documents décrivant et justifiant les ouvrages provisoires de type dispositifs de protection **sont soumis au visa du maître d'œuvre** (Cf. Fascicule 66, article III 8.2.4).

Les autres documents, qui sont ceux décrivant et justifiant les éléments provisoires d'ossature ainsi que les ouvrages provisoires de type étaieiment **ne sont**

pas soumis explicitement à ce visa. (Cf. Fascicule 66, article III 8.2.1, 8.2.2 et 8.2.3).

Cependant, l'article III 1.5.6. du même fascicule 66 stipule que « l'entrepreneur doit soumettre au maître d'œuvre pour observations le programme de montage. Ce programme doit comprendre la justification des ouvrages provisoires »

La différence entre « soumis au visa du maître d'œuvre » ou « soumis au maître d'œuvre pour observations » est assez difficile à interpréter.

Les matériels de montage font eux l'objet de contrôles spécifiques selon des vérifications qui ne relèvent pas des techniques de génie civil.

On peut noter ici une différence de doctrine entre le fascicule 65A et le fascicule 66, qui prescrivent explicitement ou non de viser les documents relatifs aux ouvrages provisoires importants.


Sans aller jusqu'à viser les documents correspondants, le maître d'œuvre peut les soumettre à un contrôle extérieur ou exiger de l'entreprise un contrôle externe, prescrit au marché de travaux.

3. Points importants à examiner

Le programme de montage sur chantier (notes de calculs, plans, notices) est soumis au visa du maître d'œuvre conformément aux articles 28 et 29 du CCAG. Il comprend : (Fascicule 66, chapitre III.1.5.6)

- la description détaillée des opérations de montage sur chantier, avec l'indication des différentes phases envisagées ;
- la vérification de la résistance et de la stabilité de la structure métallique au fur et à mesure de sa construction ;
- la justification des éléments provisoires d'ossature, des ouvrages provisoires et des matériels de montage qui seront utilisés ;
- un état récapitulatif des efforts développés au cours du montage sur les parties non métalliques de l'ouvrage et sur son environnement ;
- un état récapitulatif des efforts à développer par les matériels assurant la mise en place de l'ouvrage ;
- (p.m. Cf. fiche soudure) un programme d'exécution des joints de chantier ;
- un programme des relevés géométriques à effectuer dans les différentes phases de la construction.

3.1.- Vérification de l'état des tronçons à l'arrivée sur site		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier : <ul style="list-style-type: none"> - État de la peinture - Déformations anormales des pièces - État des soudures - État des connecteurs 	visuel	<ul style="list-style-type: none"> ➔ voir fiche anticorrosion ➔ voir fiche soudure Les connecteurs sont assez exposés aux chocs lors des manutentions
3.2.- Assemblage des tronçons		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier : <ul style="list-style-type: none"> - Contrôle de la qualité de la plate-forme d'assemblage - Contrôle de la qualité de la zones d'implantation des patins des grues ou de matériels similaires - Contrôle avant soudure des niveaux de calage, alignement et rotation des éléments à assembler - Vérification des jeux avant soudure - Vérification de la géométrie 	<p>Vérifier la réception de la plate-forme par l'entreprise pour la portance requise.</p> <p>Vérifier la réception de la piste par l'entreprise pour la portance requise.</p> <p>Vérification des résultats des contrôles fournis par le ROM.</p> <p>Confirmer par sondage par des leviers dans le cadre du contrôle extérieur (géomètre)</p>	<p>Prévoir un contrôle extérieur par essais de plaques si ce type de contrôle n'est pas prévu au titre du contrôle externe</p> <p>Prévoir un contrôle extérieur par essais de plaques si ce type de contrôle n'est pas prévu au titre du contrôle externe</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ voir fiche soudure ➔ voir fiche soudure <p>La géométrie de l'ouvrage doit être contrôlée à terre au fur et à mesure de l'assemblage. La référence est le plan de calage approuvé par le bureau d'études.</p> <p>La responsabilité en incombe au ROM.</p>

3.3.- Avant exécution du montage sur chantier (cas général)		POINT D'ARRÊT	
Nature de l'intervention	Moyens	Observations	
Contrôle des préparatifs de montage			
- Désignation du ROM	Cette désignation doit être formalisée par un PV, un compte-rendu, le PAQ ou figurer dans la procédure des opérations de montage.	Acceptation du ROM par le maître d'œuvre au vu de ses références.	
- Liste des matériels de montage à utiliser pour l'opération	Contrôler que cette liste est conforme aux matériels définis dans le programme de montage (procédure, plans de montage, ...).	Il s'agit de matériels spéciaux tels que treuils, câbles, haubans, moufles, chaises à galets, mâts, portiques, grues, blondins, bigues, pontons flottants, crémaillères de hissage.	
- Contrôles	Conformité de la nature des contrôles effectués avec la note descriptive.	Le PAQ comprend une note descriptive des modalités de contrôle des ouvrages provisoires, des matériels de montage et des opérations de montage.	
- de la conception et du contrôle des éléments provisoires d'ossature	Vérification de l'apposition du visa du ROM sur les documents de contrôles.	Les documents d'études des éléments provisoires d'ossature, visés par le ROM, sont remis au maître d'œuvre.	
	Attestations de mise en service des éléments provisoires d'ossature établies par le ROM et jointes au PV de levée du Point d'Arrêt.	Ces documents sont soumis à observations du maître d'œuvre. Un exemplaire de ces documents est disponible sur le chantier. Un contrôle extérieur ou un contrôle externe est souhaitable.	
- de la conception et de l'utilisation des ouvrages provisoires de type étaie	Vérification de l'apposition du visa du ROM sur les documents de contrôles.	Les documents d'études des ouvrages provisoires, visés par le ROM, sont remis au maître d'œuvre.	
	Attestations de mise en service des ouvrages provisoires établies par le ROM et jointes au PV de levée du Point d'Arrêt.	Ces documents sont soumis à observations du maître d'œuvre. Un exemplaire de ces documents est disponible sur le chantier. Un contrôle extérieur ou un contrôle externe est souhaitable.	
	Attestation du ROM de l'emploi d'éléments neufs ou d'éléments de réemploi offrant les mêmes garanties.	Les camarteaux et les palées font partie de cette catégorie.	
- de la conception et de l'utilisation des ouvrages provisoires de type dispositif de protection	Vérification de l'apposition du visa du ROM et du maître d'œuvre sur les documents d'étude.	Les documents d'études des ouvrages provisoires, visés par le ROM, sont remis au maître d'œuvre. Les hypothèses prises en compte ou les documents sont visés par le maître d'œuvre, selon l'importance de l'ouvrage.	
	Attestations de mise en service des ouvrages provisoires établies par le ROM et jointes au PV de levée du Point d'Arrêt.		

- de la mise en place et de l'utilisation des matériels de montage	Attestations de contrôle présentées par l'entreprise et jointes au PV de levée du Point d'Arrêt.	Il s'agit de matériels spéciaux assujettis à des contrôles réglementaires par des organismes agréés. Il est à noter que ces matériels sont susceptibles de changer au cours du déroulement du chantier. Il convient donc de s'adapter à ces évolutions.
--	--	--

Levée du point d'arrêt <ul style="list-style-type: none"> – Contrôle de la présence effective des agents d'encadrement. – Contrôle de la présence du ROM. – Levée du point d'arrêt 	<p>Vérification par rapport à la liste nominative des agents d'encadrement remise par l'entreprise.</p> <p>Le ROM autorise le montage.</p> <p>Signature du PV de levée de point d'arrêt</p>	<p>Lorsque les contrôles décrits dans ce paragraphe 3.3 sont effectués, le point d'arrêt peut être levé pour démarrer la phase de montage sous la direction du ROM.</p>
--	---	---

3.4.- Pendant les opérations de montage

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> – Respect du déroulement de l'opération – Vérification des efforts dans le treuil ou dans les vérins 	<p>Le rôle du contrôleur consiste seulement à vérifier que les opérations se déroulent comme prévu, avec les matériels prévus, mis en œuvre aux emplacements et aux moments prévus et qu'il n'est pas procédé à des improvisations : opérations d'accostage, de guidage, de vérinage, ...</p> <p>Suivi des informations des dynamomètres s'il en est prévu.</p>	<p>Toutes ces opérations sont de la responsabilité du ROM.</p>

3.5.- En fin de montage

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> – Relevé de la géométrie de l'ouvrage - Au terme de chaque phase de montage - Après la dernière opération de montage et pose sur appuis de bétonnage 	<p>Vérification des résultats de ces contrôles fournis par le ROM en conformité avec la norme P22-810.</p> <p>Confirmer par sondage par des levers dans le cadre du contrôle extérieur (géomètre)</p> <p>Vérification des résultats de ces contrôles fournis par le ROM.</p> <p>Réaliser un lever de contrôle</p>	<p>La géométrie de l'ouvrage doit être contrôlée au cours du montage après chaque étape de mise en place. La responsabilité en incombe au ROM.</p> <p>La géométrie de l'ouvrage doit particulièrement être contrôlée lors de cette dernière phase après mise sur appuis de bétonnage. La responsabilité en incombe au ROM.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – Maintien dans la structure d'éléments provisoires d'ossature (hors contreventement Cf : 3.7) – Transferts sur appuis provisoires – Transferts sur appuis provisoires de bétonnage – Soudage des platines d'appui 	<p>extérieur (en général sur appui et à mi-travée).</p> <p>S'assurer que les conditions du fascicule 66 (§ III.6) du CCTG sont remplies.</p> <p>S'assurer que les dispositions prévues sont mises en œuvre.</p> <p>S'assurer que les dispositions prévues sont mises en œuvre.</p> <p>Contrôler que les platines biaisées ne soient pas posées à l'envers (platines d'appui définitif et platines d'appui de vérinage).</p>	<p>Un écart de nivellement sur appui a un intérêt car, en cas d'anomalie, il est possible de procéder à un recalage. En travée, un écart ne peut pas être corrigé, il convient alors de s'interroger sur les causes d'une telle anomalie.</p> <p>Ces éléments sont normalement démontés. L'entrepreneur peut demander à les laisser en place sous certaines conditions.</p> <p>En effet les contreventements sont nécessaires jusqu'à construction de la dalle.</p> <p>Entre deux phases de montage, les déplacements possibles de la charpente sont entravés selon les dispositifs prévus par l'entreprise.</p> <p>L'opération consiste à supprimer les organes de lancement (chaises ou patins de glissement) et à descendre la charpente au niveau de bétonnage (proche du niveau final).</p> <p>Une procédure précise de ce dévérinage a été définie.</p> <p>Au cours du transfert sur appuis de bétonnage les platines d'appui sont soudées (souvent en cours d'opération de sorte de faciliter la tâche des soudeurs). Pour mémoire, effectuer les contrôles de soudure et de protection anticorrosion.</p>
---	---	---

3.6.- Réalisation de la dalle

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Équipage mobile <ul style="list-style-type: none"> – Contrôles <p style="margin-left: 40px;">Documents relatifs à la résistance et à la déformabilité</p> <p style="margin-left: 40px;">Documents relatif à l'équilibre statique, aux appuis et à la fixation</p> • Etalement traditionnel <ul style="list-style-type: none"> – Contrôles • Coffrage – ferrailage – bétonnage <ul style="list-style-type: none"> – Points spécifiques : 	<p>Vérification de l'apposition du visa du COP sur les documents d'études.</p> <p>Attestations des vérifications effectuées par un organisme habilité, présentées par l'entreprise.</p>	<p>Voir fiche V-4 de MEMOAR</p> <p>Les documents d'études de cet ouvrage provisoire, visés par le COP, sont remis au maître d'œuvre.</p> <p>Ces documents ne doivent pas être visés par le maître d'œuvre. Un exemplaire de ces documents est disponible sur le chantier.</p> <p>Ces documents doivent être visés par le maître d'œuvre, après avis du contrôle extérieur.</p> <p>Ces techniques relèvent du fascicule 65 A du CCTG. On se reportera en particulier aux fiches des chapitres III, V et VII de MEMOAR.</p> <p>Ces techniques relèvent du fascicule 65 A du CCTG. On se reportera en</p>

- pianotage	Vérifier le respect du phasage prévu.	particulier aux fiches des chapitres III, V et VII de MEMOAR.
- ferrailage et intégrité des connecteurs	Contrôler l'état des connecteurs après mise en place du ferrailage (surtout dans les premiers acheminements pour engager ,le cas échéant , des modifications de la procédure de mise en place).	La précision de façonnage du ferrailage est particulièrement importante pour permettre le cheminement des cages par chariotage. Les difficultés de compatibilité entre chemins de roulement et disposition des connecteurs sont d'autant plus importantes que la géométrie de l'ouvrage est complexe
- étanchéité du coffrage	Vérifier l'étanchéité entre le coffrage et les poutres métalliques	
- respect des délais de décoffrage	Contrôle de résistance à la charge du contrôle interne : éprouvettes d'information ou maturomètre	Importance sur la résistance à atteindre, la cure, ...
- nettoyage et dégraissage des surfaces peintes ou à peindre	Exiger un nettoyage le plus tôt possible après bétonnage	

3.7.- Avant exécution du montage sur chantier (mise sur appuis définitifs avec dénivellation d'appui éventuelle)

POINT D'ARRÊT



Nature de l'intervention	Moyens	Observations
Contrôle des préparatifs de dévérinage		
- Liste des matériels de montage à utiliser pour l'opération	Contrôler que cette liste est conforme aux matériels définis dans le programme de dévérinage (procédure, schémas ou plans, ...)	Il s'agit essentiellement des vérins, des matériels spéciaux,...
- Contrôles	Conformité de la nature des contrôles effectués avec la note descriptive.	Le PAQ comprend une note descriptive des modalités de contrôle des ouvrages provisoires, des matériels de montage et des opérations de montage.
- de la conception et du contrôle des éléments provisoires d'ossature	Vérification de l'apposition du visa du ROM sur les documents de contrôles.	Les documents d'études des éléments provisoires d'ossature, visés par le ROM, sont remis au maître d'œuvre.
	Attestations de mise en service des éléments provisoires d'ossature établies par le ROM et jointes au PV de levée du Pont d'Arrêt.	Ces documents sont soumis à observations du maître d'œuvre. Un exemplaire de ces documents est disponible sur le chantier. Un contrôle extérieur ou un contrôle externe est souhaitable.
- maintien dans la structure des contreventements	S'assurer que les conditions du fascicule 66 (§ III.6) du CCTG sont remplies.	Ces éléments d'ossature provisoires sont normalement démontés. L'entrepreneur peut demander à les laisser en place sous certaines conditions. En effet, les contreventements sont nécessaires jusqu'à réalisation de la dalle.

<p>- de la conception et de l'utilisation des ouvrages provisoires de type étaie</p> <p>- de la conception et de l'utilisation des ouvrages provisoires de type dispositif de protection</p> <p>- de la mise en place et de l'utilisation des matériels de montage</p>	<p>Vérification de l'apposition du visa du ROM sur les documents de contrôles.</p> <p>Attestations de mise en service des ouvrages provisoires établies par le ROM et jointes au PV de levée du Point d'Arrêt.</p> <p>Attestation du ROM de l'emploi d'éléments neufs ou d'éléments de réemploi offrant les mêmes garanties.</p> <p>Vérification de l'apposition du visa du ROM et du maître d'œuvre sur les documents d'étude.</p> <p>Attestations de mise en service des ouvrages provisoires établies par le ROM et jointes au PV de levée du PA.</p> <p>Attestations de contrôle présentées par l'entreprise et jointes au PV de levée du PA.</p>	<p>Les documents d'études des ouvrages provisoires, visés par le ROM, sont remis au maître d'œuvre.</p> <p>Ces documents sont soumis à observations du maître d'œuvre. Un exemplaire de ces documents est disponible sur le chantier.</p> <p>Un contrôle extérieur ou un contrôle externe est souhaitable.</p> <p>Les camarteaux et les palées font partie de cette catégorie.</p> <p>Les documents d'études des ouvrages provisoires, visés par le ROM, sont remis au maître d'œuvre. Les hypothèses prises en compte ou les documents sont visés par le maître d'œuvre, selon l'importance de l'ouvrage.</p> <p>Il s'agit de matériels spéciaux assujettis à des contrôles réglementaires par des organismes agréés.</p>
<p>Levée du point d'arrêt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contrôle de la présence effective des agents d'encadrement. - Contrôle de la présence du ROM. - Levée du point d'arrêt - Appareils d'appui, bossages 	<p>Vérification par rapport à la liste nominative des agents d'encadrement remise par l'entreprise.</p> <p>Le ROM autorise le dévérinage.</p> <p>Signature du PV de levée de point d'arrêt</p> <p>Se reporter au chapitre VIII de MEMOAR.</p>	<p>Lorsque les contrôles décrits dans ce paragraphe 3.7 sont effectués, le point d'arrêt peut être levé pour démarrer la phase de dévérinage.</p> <p>On rencontre des appareils d'appui à pot fixes ou glissants ou des appareils d'appui en caoutchouc. Des appareils d'appui métalliques (à grains, à balanciers, à rouleaux) sont plus rares.</p>

4. Pour en savoir plus, consulter :

- [1] – Fascicule 66 du CCTG : Exécution des ouvrages de Génie Civil à ossature en acier et en particulier son annexe A1 (fascicule spécial n° 96-6 TO)
- [2] – Fascicule 56 du CCTG : Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion (fascicule spécial n° 2004-3).
- [3] – Bulletins ponts métalliques OTUA n° 20
- [4] – Travaux de construction des ponts en acier – Guide du maître d'œuvre (Sétra, mars 2001 ; référence Sétra F 0039)
- [5] – Guide de conception des ouvrages mixtes du Sétra (à paraître)
- [6] – Ponts métalliques et mixtes. Résistance à la fatigue. Guide de conception et de justifications (Sétra – CTICM – SNCF, 1996 ; référence Sétra F9611)
- [7] – Ponts- mixtes. Recommandations pour maîtriser la fissuration des dalles (Sétra, septembre 1995 ; référence Sétra F9536)
- [8] – Guide pour la commande et le pilotage des études d'ouvrages d'art (Sétra, novembre 1997 ; référence Sétra F9761)
- [9] – Ponts-routes à tabliers à poutrelles enrobées, conception et calcul (Sétra, SNCF, mai 1995 ; référence Sétra F9503)
- [10] – Norme P22-810 - Construction métallique - Ouvrages d'art. Tolérances dimensionnelles.

5. Lexique

avant-bec : dispositif placé à l'avant de la charpente, destiné à mobiliser une réaction d'appui sur la pile avant du lançage, et ainsi soulager les efforts dans la charpente. Une facilité d'accostage est également obtenue.

bigue : grue flottante.

camarteaux : empilage de pièces de bois ou de profilés métalliques servant d'appuis provisoires sur l'aire d'assemblage ou sur les appuis définitifs.

clame : pièce métallique provisoire destinée à faciliter le positionnement des tronçons avant assemblage.

chaise à galets : dispositif constitué d'une succession de roues métalliques permettant le roulement de la structure. Un système à balancier permet d'uniformiser les réaction supportées par chacun de ces galets.

chaise à patins : dispositif comprenant un patin en PTFE¹ permettant le glissement de la structure. La sous-face du tablier est enduite de graisse pour réduire les efforts de frottement. Pour éviter la graisse, difficile à nettoyer, et conduisant à des frottements risquant de détériorer la peinture, il est possible d'interposer une plaque en acier inoxydable entre le patin de PTFE et la chaise.

moufflage : Installation de levage (palan) ou de traction constituée d'une paire de mouffles (poulies à plusieurs réas) montées en opposition pour fournir une démultiplication de l'effort d'un câble.

palée provisoire : dispositif d'appui provisoire constitué de tours triangulées ou de profilés métalliques contreventés. De tels appuis sont mis en place pour réduire les portées de lançage ou supporter les tronçons à assembler dans le cas du montage à la grue.

queue de traction : traverse métallique fixée à l'arrière de la charpente et disposée dans l'axe de l'ouvrage, sur laquelle sont fixés les câbles de traction (et de retenue, le cas échéant).

¹ PTFE (PolyTétraFluorÉthylène) ou Téflon®

Fiche n° XVII-2

"Les assemblages soudés"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne les assemblages soudés. Elle définit les vérifications à effectuer sur les moyens utilisés (poste de soudage), sur les qualifications de l'entreprise en terme de soudage (QMOS, DMOS, QS...), ainsi que les contrôles à réaliser.

Les moyens mis en oeuvre et les contrôles effectués doivent permettre d'éviter tout défaut rédhibitoire dans les assemblages soudés (fissuration notamment).

2. Rappels et définitions

Le contrôleur doit s'appuyer techniquement sur un assistant au MOE (appelé parfois le contrôle extérieur), qui est un organisme technique spécialisé dans le contrôle des structures métalliques.

Le contrôleur doit donc s'assurer que cet assistant technique remplit sa mission en fournissant les avis et vérifications ci-dessous.

DÉFINITIONS

QMOS : Qualification de Mode Opératoire de Soudage. C'est la preuve du savoir-faire de l'entreprise pour réaliser un certain type de soudure.

DMOS : Descriptif de Mode Opératoire de Soudage. Document présentant pour chaque soudure à réaliser les paramètres à prendre en compte.

QS : Qualification de Soudeur. Document assurant la compétence du soudeur dans certaines conditions.

Joint de soudage : Deux grands types d'assemblage existent. L'assemblage en T (figure 1) est utilisé pour la jonction âme/semelle ou raidisseurs/âme et l'assemblage bout à bout (figure 2) est employé pour le raboutage des poutres.

On obtient donc deux types de soudures : une soudure d'angle dans le premier cas et une soudure en bout dans le second.

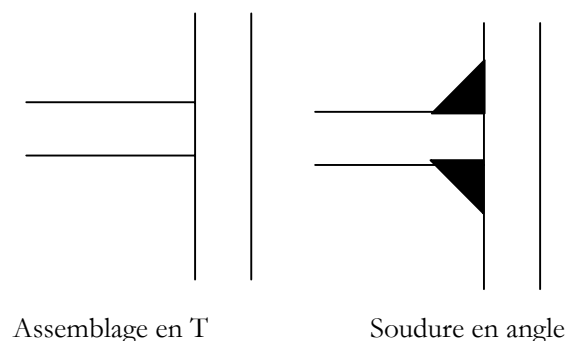


Figure 1

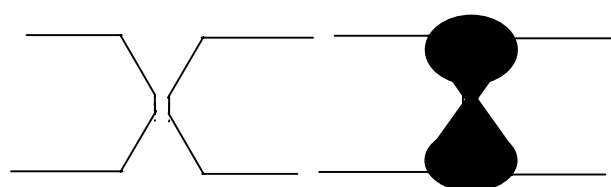


Figure 2



Soudage semi automatique en angle (photo CETE Est)



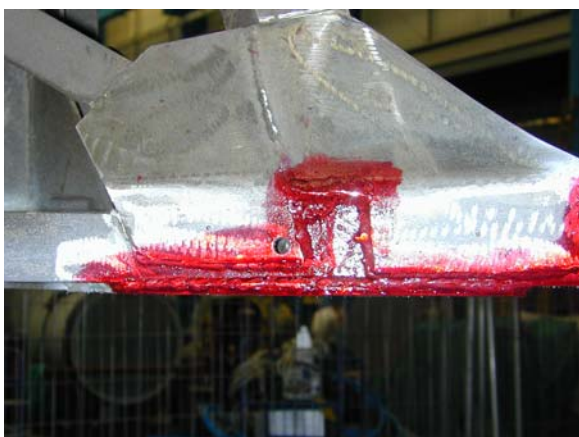
Préparation pour un soudage en bout avec le procédé automatique sous flux en poudre (photo CETE Est)



Contrôle par magnétoscopie (photo CETE Est)


CCPU : Certificat de Conformité des Produits en Usine. Il n'est plus utilisé et doit être remplacé par le certificat de réception de type 3.1 (Cf : NF EN 10204).



CND : Contrôles non Destructifs. Pour détecter les défauts de surface, les contrôles par magnétoscopie et ressuage peuvent être utilisés. Pour les défauts internes, ce sont les contrôles par ultrasons et radiographie qui sont pratiqués.



Contrôle par ressuage (photo CETE Est)

3. Actions à mener

3.1.- Contrôles en usine		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> S'assurer qu'une réunion préalable a été programmée en présence du maître d'œuvre, de l'entreprise et de l'assistant technique 		Cette réunion est conseillée pour mettre au point les modalités d'intervention de chacun
3.1.1- Avant mise en œuvre du soudage en atelier		POINT D'ARRÊT 
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier l'existence de plans visés : <ul style="list-style-type: none"> Les plans d'ensemble ; Les plans d'exécution. 		Avis technique donné par le bureau de contrôles et l'assistant technique
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier l'existence d'un PAQ particulier (fabrication de la charpente métallique) avec visa, les points suivants doivent être traités : <ul style="list-style-type: none"> Les moyens en matériel et en personnel ; L'organisation interne ; Les fiches types de contrôles et de non conformités ; Les contrôles qualité effectués (quoi, par qui, quand, Les délais de préavis et les modalités de convocation. 		Avis donné par l'assistant technique
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier l'existence d'un cahier de soudage contenant les points suivants : <ul style="list-style-type: none"> QMOS ; DMOS ; QS ; Cahier de préparation des joints. 		Avis donné par l'assistant technique au maître d'œuvre
<ul style="list-style-type: none"> Vérifier l'existence des certificats matières des tôles, profilés, goujons, produits d'apport de soudage : <ul style="list-style-type: none"> Les certificats ; La traçabilité. 	Certificat de réception de type 3.1	Vérification par l'assistant technique Correspondance avec nuances et qualités requises au CCTP Les tôles et profilés doivent être marqués du numéro présent sur le certificat
<ul style="list-style-type: none"> Levée du point d'arrêt 	Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique	Après avis de l'assistant technique sur les points précédents

3.1.2- Contrôle pendant le soudage		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Avertir l'assistant technique des opérations de soudage • Vérifier que l'assistant technique intervient en usine 	Téléphone, fax, mail	
3.1.3- Avant expédition des éléments de l'atelier vers le site		POINT D'ARRÊT 
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des soudures : <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier l'existence des PV du contrôle intérieur ; - Avertir l'assistant technique de la fin des opérations de soudage. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'existence des PV de contrôle dimensionnel 		
<ul style="list-style-type: none"> • Levée du point d'arrêt 	Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique	Après avis de l'assistant technique sur les points précédents
3.2.- Contrôle sur chantier		
3.2.1- Avant exécution du soudage sur chantier		POINT D'ARRÊT 
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'existence d'un PAQ particulier (montage ou lancement de la charpente métallique) avec visa, les points suivants doivent être traités : <ul style="list-style-type: none"> - Les moyens en matériel et en personnel ; - L'organisation interne ; - Les fiches types de contrôles et de non conformités ; - Les contrôles qualité effectués (quoi, par qui, quand, ...). 		Avis donné par l'assistant technique
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'existence d'un cahier de soudage chantier contenant les points suivants : <ul style="list-style-type: none"> - QMOS ; - DMOS ; - QS. 		Avis donné par l'assistant technique
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les certificats matières des produits d'apport : <ul style="list-style-type: none"> - Les certificats ; - La traçabilité. 	Certificat de réception de type 3.1	
<ul style="list-style-type: none"> • Levée du point d'arrêt 	Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique	Après avis de l'assistant technique sur les points précédents

3.2.2- Autorisation de souder		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier : <ul style="list-style-type: none"> - Le passage du contrôle externe pour le contrôle de la géométrie d'ensemble des éléments montés (positionnement en X, Y et Z de la structure) ; - Par sondage, les valeurs obtenues par le contrôle externe ; - La géométrie des joints de soudage ; - La formalisation d'un PV de contrôle. 	Mètre, jauges	<p>Conformité des valeurs relevées</p> <p>Conformité des résultats avec ceux du contrôle externe</p> <p>Conformité des jeux</p>
3.2.3- Contrôle pendant le soudage		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Avertir l'assistant technique des opérations de soudage 	Téléphone, fax, mail	
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les points suivants : <ul style="list-style-type: none"> - L'identification des soudeurs ; - Les conditions atmosphériques et thermiques lors du soudage ; - Le marquage des soudures par le repère du soudeur. 	Thermomètre	<p>Correspondance avec les QS</p> <p>Attention au temps froid, à la pluie et au vent : au-dessous de 5°C, un dégourdisage (chauffage localisé de l'acier) est nécessaire.</p>
3.2.4- Avant exécution du montage sur chantier		<u>POINT D'ARRÊT</u>
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des soudures : <ul style="list-style-type: none"> - S'assurer du contrôle intérieur ; - Prévenir l'assistant technique. 	PV Téléphone, fax, mail	
<ul style="list-style-type: none"> • Levée du point d'arrêt 	Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique	Après avis de l'assistant technique sur les points précédents



4. Pour en savoir plus, consulter :

- Fascicule 66 du CCTG : Exécution des ouvrages de génie civil à ossature en acier (en particulier son annexe A1) (fascicule spécial n°96-6 TO)
- Fascicule 4 titre III du CCTG : Fournitures d'acier et autres métaux – Aciers laminés pour construction métallique (fascicule spécial n°2000-2)
- Normes NF P22-470 à 473 : Construction métallique – Assemblages soudés (qui seront remplacées par la norme NF EN 1090-2 : Exécution des structures en acier et aluminium – Partie 2 : Exigences techniques pour la réalisation des structures en acier)
- NF EN ISO 15614-1 : Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage - Partie 1 : soudage à l'arc et aux gaz des aciers et soudage à l'arc des nickels et alliages de nickel
- NF EN 287-1 : Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 1 : aciers
- P-22 810: Construction métallique – Ouvrages d'art – Tolérances dimensionnelles (qui sera remplacée par la norme NF EN 1090-2)
- NF EN 10204 : Produits métalliques - Types de documents de contrôle
- Travaux de construction des ponts en acier – Guide du maître d'œuvre (Sétra, mars 2001 ; référence Sétra F 0039)

Fiche n° XVIII-1

"Protection contre la corrosion"

1. Objet de la présente fiche

Cette fiche concerne la protection anticorrosion des ouvrages métalliques ou ouvrages mixtes neufs. Elle définit les vérifications à effectuer sur les documents, les moyens utilisés lors de la mise en œuvre, les qualifications des applicateurs (certification ACQPA), ainsi que sur les contrôles à réaliser. L'objectif est de s'assurer du respect des prescriptions du fascicule 56 du CCTG, du CCTP et de la fiche ACQPA.

Les moyens mis en oeuvre et les contrôles effectués doivent permettre d'éviter tout défaut réhibitoire, défaut de préparation, manque d'adhérence, épaisseurs insuffisantes, film de peinture mal fermé ou aspect indésirable.

2. Rappels et définitions

La durabilité d'un système anticorrosion dépend fortement des conditions de mise en oeuvre. Aussi il convient de respecter un certain nombre de points de contrôle et de points d'arrêt évoqués au paragraphe 3.

La protection contre la corrosion est en général assurée par l'application d'un système de peinture, constitué de plusieurs couches (3 en général), chacune ayant un rôle spécifique (anticorrosion, barrière, finition). Cette application se déroule généralement en deux phases : une partie en atelier où sont appliquées la couche primaire et la ou les couches intermédiaires et une partie chantier où sont réalisés les retouches de peinture, le traitement des réservations des zones de soudure et la mise en œuvre de la couche de finition.

Ces systèmes certifiés ACQPA, sont désignés par un ensemble alphanumérique, composé de la classe de corrosivité (C3, C4, C5...), le type de subjectile (A pour un acier décapé), le type de travaux (N pour neufs), le caractère visible (V) ou invisible (I). Par exemple, les systèmes les plus courants sont les systèmes C3ANV. Le type de système est prescrit dans le CCTP. Pour obtenir une évaluation fine de **la classe de corrosivité**, il est bon de prendre l'avis d'un organisme spécialisé qui

proposera éventuellement de réaliser, **un an avant le début des travaux, des essais spécifiques** (échantillon témoin de perte de masse).

Les opérations de mise en peinture débutent par l'acceptation par le maître d'œuvre des procédures (plans, PAQ, PAPE, fiches de certification du système...). Il s'ensuit un essai de convenance comportant la préparation de surface, comprenant un nettoyage (dégraissage, lavage) puis un décapage (qui permet d'éliminer l'oxydation naturelle et d'obtenir une rugosité d'accroche de la peinture). Les différentes couches peuvent ensuite être mises en oeuvre, dans le respect du plan de mise en peinture et des conditions d'applications.

Le contrôleur doit s'appuyer techniquement sur l'assistant au Maître d'œuvre, qui est un organisme technique spécialisé dans le contrôle de l'application de la protection anticorrosion avec du personnel certifié inspecteur ACQPA/FROSIO.

Le contrôleur doit donc informer l'assistant technique au maître d'œuvre des différentes phases du chantier et s'appuyer sur ses avis notamment lors de la levée des points d'arrêt.

Définitions :

ACQPA: Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion


PAPE : Plan d'Assurance de la Protection de l'Environnement.


BSDI : Bordereau de Suivi des Déchets Industriels.



Point d'arrêt : il marque la fin d'une phase de mise en œuvre de la protection anticorrosion, il y a remise de documents au maître d'œuvre pour accord explicite. Le maître d'œuvre dispose pour cela d'un délai de réponse, spécifié en général dans le CCAP ou le CCTP. "Le fascicule 56 du CCTG définit 6 points d'arrêt qui sont commentés dans les tableaux des pages suivantes."


Point critique : phase importante de la mise en œuvre de la protection anticorrosion, il y a mise à disposition pour consultation par le maître d'œuvre des documents de suivi d'exécution. Il y a un délai de préavis, spécifié en général dans le CCAP ou le CCTP, pour prévenir le maître d'œuvre et lui permettre d'intervenir.

3. Actions à mener

3.1.- Contrôles en usine		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
Organisation de la réunion préalable Rédaction d'un compte rendu	Convocation	Cette réunion est conseillée pour mettre au point les modalités d'intervention de chacun
3.1.1-Vérification des documents fournis par l'entreprise titulaire. Autorisation pour réalisation de la convenue en atelier POINT D'ARRÊT N°1		
		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'existence de plans visés : <ul style="list-style-type: none"> - Répartition des travaux de peinture entre l'atelier et le site - Plans des réservations peinture. - teintes retenues. • Vérifier l'existence d'un PAQ et d'un PAPE particulier (protection anticorrosion) avec visas, les points suivants doivent être traités : <ul style="list-style-type: none"> - Les renseignements sur le chantier et objet des travaux ; - Les informations sur l'organisation de la société chargée de l'application avec notamment les fonctions des différents intervenants ; - Les moyens en matériel, en personnel, y compris les moyens d'accès et de protection ; - La nature du système de protection et le mode d'application des produits proposés ; - L'organisation du contrôle interne ; - Les délais de préavis pour les points critiques et de réponse pour la levée des points d'arrêt - Les fiches types de contrôles et de non conformités ; - Les contrôles qualité effectués (quoi, par qui, quand) ; - Les certifications ACQPA des applicateurs et des systèmes de peinture • Levée du point d'arrêt 	Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique	Après avis de l'organisme technique sur les points précédents

3.1.2- Essai de convenance en atelier		Point Critique N°1
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • convenir avec l'applicateur et l'assistant technique au maître d'œuvre de la date et de la nature de l'épreuve de convenance • Vérifier l'existence de documents de suivi <p>Vérifier les certificats ACQPA des opérateurs et des produits</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérification du matériel et des produits 	Téléphone, fax, mél	<p>Le suivi de cette opération doit être déléguée à l'assistant technique du maître d'œuvre ou à une personne qualifiée dans ce domaine.</p> <p>Cette épreuve de convenance peut être réalisée sur le premier tronçon fabriqué.</p>
<p>3.1.3- Vérification des résultats de la convenance. Autorisation pour réalisation des travaux en atelier</p> <p>POINT D'ARRÊT N°2</p>		
		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des résultats de l'épreuve de convenance : <ul style="list-style-type: none"> - A partir des documents de suivi d'exécution de l'épreuve de convenance - Vérifier l'existence d'un planning d'exécution des travaux de peinture en atelier ; - Examen des fiches de traitement des non-conformités. • Levée du point d'arrêt 	Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique	Après avis de l'organisme technique sur les points précédents
3.1.4- Décapage et application du primaire		Point Critique N°2
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Décapage <ul style="list-style-type: none"> - Prévenir l'assistant technique au maître d'œuvre <p>Il est important de noter que le délai de préavis doit être respecté par l'entreprise afin que le MO ou son assistant technique puisse intervenir s'il le désire et ce quelque soit le point critique (décapage ou application peinture)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S'assurer que l'assistant technique a vérifié les certificats ACQPA des opérateurs - Vérifier l'existence de documents de suivi d'exécution 	<p>Mel-fax téléphone</p> <p>Thermo-hygromètre et thermomètre</p>	le suivi de cette opération doit être déléguée à l'assistant technique du maître d'œuvre ou à une personne qualifiée dans ce domaine.

3.1.5- Application de chaque couche		Point Critique N°3
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Application des différentes couches du système <ul style="list-style-type: none"> - S'assurer que l'assistant technique a vérifié les certificats ACQPA des opérateurs et des produits - Vérifier l'existence de documents de suivi d'exécution 	Thermohygro mètre et thermomètre de contact	Mise à disposition des documents de suivi. Le suivi de cette opération doit être délégué à l'assistant technique du maître d'œuvre ou à une personne qualifiée dans ce domaine.
3.1.6- Vérification des résultats obtenus - Autorisation d'expédier (pour chaque élément d'ouvrage)		
POINT D'ARRÊT N°3		
		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> - Fourniture des documents de suivi d'exécution concernant les points critiques 2 et 3 - Fourniture des fiches de traitement des non-conformités éventuelles - Levée du point d'arrêt 	Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique	<p>Cette opération doit être déléguée à l'assistant technique du maître d'œuvre ou à une personne qualifiée dans ce domaine</p> <p>Après avis de l'organisme technique sur les points précédents</p>
3.2 Contrôle sur site		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<p>Organisation de la réunion préalable</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition d'une date avec l'ensemble des participants - Rédaction d'un compte rendu par la maîtrise d'œuvre 		Elle a pour objectif de définir les rôles des différents intervenants (entreprise de génie civil, constructeur de la charpente, responsable de l'application de peinture, assistant technique au maître d'œuvre)
Examen des tronçons avant mise en peinture	–	Détection des chocs, éraflures, salissures, etc.
3.2.1- Vérification des documents fournis par l'entreprise titulaire - Autorisation pour réalisation de la convenue sur site		
POINT D'ARRÊT N°4		
		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> - L'entreprise doit fournir au maître d'œuvre les documents suivants visés et datés dans le délai nécessaire à leur examen <ul style="list-style-type: none"> - PAQ site - PAPE - Demande de levée de point d'arrêt 		

<ul style="list-style-type: none"> • Levée du point d'arrêt 	<p>Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique</p>	<p>Après avis de l'organisme technique sur les points précédents</p>
<p>3.2.2- Essai de convenueance sur site : Point Critique N°4</p>		
<p>Nature de l'intervention</p>	<p>Moyens</p>	<p>Observations</p>
<ul style="list-style-type: none"> - convenir avec l'applicateur et l'assistant technique au maître d'œuvre de la date et de la nature de l'épreuve de convenueance - Examen des certificats ACQPA des applicateurs - Examen des documents de suivi 	<p>Téléphone, fax, mél</p>	<p>L'applicateur réalise la préparation de surface et l'application des produits sur une zone témoin avec les moyens prévus pour le chantier. Le suivi de cette opération doit être délégué à l'assistant technique du maître d'œuvre ou à une personne qualifiée dans ce domaine.</p>
<p>3.2.3- Vérification des résultats de la convenueance – Autorisation pour réalisation des travaux de protection sur site :</p> <p>POINT D'ARRET N°5</p>		
		
<p>Nature de l'intervention</p>	<p>Moyens</p>	<p>Observations</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Validation du planning d'exécution - Validation des documents de suivi de l'épreuve de convenueance. - Fourniture des fiches de traitement des non-conformités éventuelles 	<p>assistant technique au maître d'œuvre</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Levée du point d'arrêt 	<p>Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique</p>	<p>Après avis de l'organisme technique sur les points précédents</p>
<p>3.2.4- Décapage et application du primaire : Point Critique N°5</p>		
<p>Nature de l'intervention</p>	<p>Moyens</p>	<p>Observations</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Examen des certificats ACQPA des applicateurs et des produits - Vérification du matériel et des produits utilisés - Vérification des conditions d'application - S'assurer de la mise à jour des documents de suivi d'exécution 	<p>Thermohygr omètre et thermomètre de contact</p>	<p>Ces travaux concernent principalement les zones des joints soudés et les retouches dues aux manipulations des pièces.</p>

3.2.5-Application de chaque couche : Point Critique N°6		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
- Examen des certificats ACQPA des applicateurs et des produits - Vérification du respect des conditions d'application - Examen des documents de suivi d'exécution	Thermohygromètre et thermomètre le contact	Une attention toute particulière doit être apportée à la propreté des surfaces devant être peintes. Elles doivent notamment être exemptes de toutes traces de béton, poussière, graisse ou produits de décoffrage du béton. Une inspection préalable est nécessaire avant la mise en œuvre de la couche de finition.
3.2.6-Vérification des résultats obtenus – Autorisation de repliement des échafaudages (et autres moyens d'accès aux surfaces) : POINT D'ARRET N°6		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
- S'assurer de l'existence du dossier d'ouvrage ➤ Validation des documents de suivi d'application fournis par l'applicateur. ➤ Validation des fiches de traitement des non-conformités éventuelles. ➤ Fourniture des BSDI ➤ Validation de la demande de levée du point d'arrêt		
• Levée du point d'arrêt	Fax à l'entreprise avec copie à l'assistant technique	Après avis de l'organisme technique sur les points précédents



4. Outils

L'assistant technique au maître d'œuvre dispose de matériel spécifique pour contrôle durant l'application, à la fin de chaque phases ou en essais destructifs d'expertise, notamment pour :

- Contrôle des états de surface avant et après décapage (Comparateur visotactile et clichés de référence pour vérification du décapage, valise de Bresle pour détermination des contaminants de surface)
- Contrôle des épaisseurs sèches de chaque couche (Mesureur d'épaisseurs destructif ou non destructif)
- Contrôle de l'adhérence du système de peinture (Essai de traction ou essai de quadrillage)

5. Pour en savoir plus, consulter :

- Fascicule 56 du CCTG : Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion (fascicule spécial n° 2004-3)
- Normes : NF EN ISO 12944 (partie 1 à 8) : Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture
- Site ACQPA (choix des applicateurs, inspecteurs et systèmes mis en oeuvre) : <http://www.acqpa.com/>
- Entretien de la protection anticorrosion des ouvrages métalliques - Guide technique. (LCPC, décembre 2005 ; référence PROMET)
- Travaux de construction des ponts en acier – Guide du maître d'œuvre (Sétra, mars 2001 ; référence Sétra F 0039)

MEMOAR, mémento pour la mise en œuvre sur ouvrages d'art, est un document réalisé par le RST : Sétra, LCPC, CETE pour la surveillance des travaux d'ouvrages d'art.

Il est réalisé sous forme d'une collection de fiches (traitant chacune d'une spécialité) que le contrôleur de travaux peut consulter au quotidien pour contrôler la bonne marche de son chantier.

Cette collection est destinée à tous les services constructeurs chargés d'une opération de maîtrise d'œuvre publique (Services de l'État, Conseils Généraux, ...)

Il annule et remplace le guide GMO du Sétra.

