



› SÉCURITÉ



Murs à coffrage intégré (MCI)

Prescriptions minimales
à intégrer à la conception
du procédé constructif MCI
pour une mise en œuvre
en sécurité

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les Carsat, Cram, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressants l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les Carsat. Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collège représentant les employeurs et d'un collège représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), les caisses régionales d'assurance maladie (Cram) et caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les caisses régionales d'assurance maladie et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité.

Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

L'Organisme professionnel de prévention de la branche du bâtiment et des travaux publics (OPPBTP)

L'OPPBTP est l'Organisme professionnel de prévention de la branche du bâtiment et des travaux publics. Sa mission est de conseiller, former et informer les entreprises de ce secteur à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, et à l'amélioration des conditions de travail. Grâce à son réseau de 320 collaborateurs répartis dans 18 agences en France, l'OPPBTP accompagne les chefs d'entreprise dans l'analyse des risques de leur métier, dans la réalisation du document unique, dans la mise en œuvre de leur plan de formation.

L'OPPBTP propose aux entreprises des services et des formations personnalisés répondant à leurs besoins. Il met à disposition sur son site Internet diverses publications, outils pratiques, fiches conseils pour aider les entreprises dans leur gestion de la prévention.

Murs à coffrage intégrés (MCI)

Prescriptions minimales
à intégrer à la conception
du procédé constructif MCI
pour une mise en œuvre
en sécurité

Cet ouvrage a été élaboré au sein d'un groupe national :

- INRS : Alain Pamies, Philippe Sordoillet
- CNAMTS / CARSAT : Daniel Autret, Patrick Baboulet, Marc Bury, Francis Lemire, Guy Magniez, Michel Tourtier
- OPPBTP : Gwenaëlle Keraval, Gilles Parard, Helene Schwab
- CERIB : François Fernandez
- ENTREPRISES & ASEBTP : Karine Bastide (Eiffage), Geraldine Cahors (Vinci), Thierry Deola (Gcc), Laurent Fajnholc (Vinci), Daniel Imbert (Vinci), Eric Lambert (Bouygues), David Maciejewski (Vinci), Jean-Luc Vu (SPIE SCGPM)
- FOURNISSEURS : Frederic Dubois (Rector), Bernard Escaliere (Seac-Guiraud), Michel Escourrou (KP1), Daniel Gillmann (Rector), Philippe Jacquier (Fehr-technologies), Marc Lenges (Spurgin), Jean-Pierre Millet (Rector), Stéphan Beugnot (Rector)

Sommaire

Préambule	5	4. Contenu minimum de la notice d'instructions	23
1. Généralités sur les murs à coffrage intégré	6	4.1. Généralités	23
1.1. Caractéristiques	6	4.2. Conditionnement et transport	23
1.2. Référentiel technique et certification	6	4.3. Déchargement et stockage	24
1.3. Rôle des différents acteurs	6	4.4. Levage et mode de préhension	24
1.4. Risques liés à la mise en œuvre des MCI	7	4.5. Retournement	25
2. Étude technique de la solution MCI	8	4.6. Pose	25
2.1. Projet structurel et dimensionnel	8	4.7. Coulage	27
2.2. Dossier technique d'exécution du BET (bureau d'études techniques)	8	4.8. Retrait des éléments de stabilisation provisoire	27
2.3. Étude de faisabilité de la solution MCI par le fournisseur	8	4.9. Finitions	27
2.4. Dossier technique d'exécution du fournisseur	8	5. Compétences requises	28
3. Prescriptions minimales à intégrer lors de la conception du procédé constructif MCI	10	5.1. Formation à destination des opérateurs	28
3.1. Généralités	10	5.2. Formation à destination des prescripteurs	29
3.2. Conditionnement, transport et stockage	12	5.3. Formation à destination des transporteurs	29
3.3. Levage, mode de préhension des MCI	16	6. Note générale	30
3.4. Retournement	18	Annexe. Rappel sur les principes généraux de prévention	31
3.5. Pose	20	Glossaire	32
3.6. Mise en place des aciers de liaison	21	Bibliographie	32
3.7. Coulage	21		
3.8. Retrait des éléments de stabilisation provisoire	22		
3.9. Finitions	22		

Préambule

Les murs à coffrage intégré (MCI) sont des éléments en béton armé fabriqués industriellement en usine et destinés à la réalisation de parois verticales.

Ces produits modifient les techniques traditionnelles de construction en supprimant la majeure partie des opérations de coffrage du béton, l'élément préfabriqué tenant lieu de banche pendant le coulage du béton. Ils intègrent les fonctions qui sont habituellement assurées par des équipements de travail tels que les systèmes de coffrage classique. Les MCI doivent remplir les mêmes exigences de sécurité que les modes de construction habituels.

Ce document a été élaboré par tous les acteurs de ce domaine. Il identifie les risques et propose des mesures à intégrer dès la conception du produit pour permettre d'assurer une mise en œuvre en sécurité.

C'est le document référence des différents acteurs. Il fixe le référentiel minimal à mettre en œuvre, à chaque étape des processus de conception, de fabrication et de construction, pour :

- le fournisseur qui respectera les prescriptions minimales dès la conception du procédé constructif MCI pour une mise en œuvre en sécurité ;
- l'utilisateur qui respectera la notice d'instructions à deux niveaux :
 - au niveau décisionnel afin d'avoir les informations pour effectuer le choix du procédé,
 - au niveau du chantier pour réaliser la mise en œuvre par du personnel formé et se référant au guide de pose, à la notice d'instructions et aux modes opératoires spécifiques.

1.1. Caractéristiques

Les murs à coffrage intégré (MCI) sont des produits préfabriqués en usine. Ils se composent de deux parois minces en béton armé ayant chacune une épaisseur de 4,5 à 7,5 cm, généralement sans acier en attente, maintenues espacées par des raidisseurs métalliques verticaux, et servant de coffrage (*figure 1*).

Ils comprennent les dispositions constructives telles que des inserts nécessaires à leur mise en œuvre en sécurité (manutention, stabilisation...) et à la mise en place d'équipements de travail (plates-formes, protections complémentaires de type garde-corps).

Une fois positionnés et stabilisés, les panneaux MCI font office de coffrage. On y insère des armatures au droit des joints entre panneaux puis on coule du béton entre les deux peaux.

Cette technique peut-être employée pour réaliser :

- des éléments essentiellement sollicités par des charges verticales parallèles à leur plan (exemples : murs, poteaux, poutres, poutres-voiles, acrotères, murs périphériques, murs de cage d'ascenseurs et d'escaliers, murs de façade et de refend, murs contre existants) ;
- des éléments sollicités en flexion simple ou composée par des charges perpendiculaires à leur plan (exemples : murs de soutènement soumis aux poussées des terres en phase définitive, des eaux, des surcharges roulantes, murs de silos de stockage).

Cette technique est adaptée à la réalisation de murs mitoyens en élévation. Elle peut être mise en œuvre depuis un seul côté de la paroi.

Le risque d'instabilité des terres, lorsqu'il existe, doit avoir été pris en compte au préalable par des mesures adéquates de maintien du terrain (exemple : talutage, blindage, clouage) pour assurer la protection du chantier de pose des MCI (*voir chapitre 2.3*).

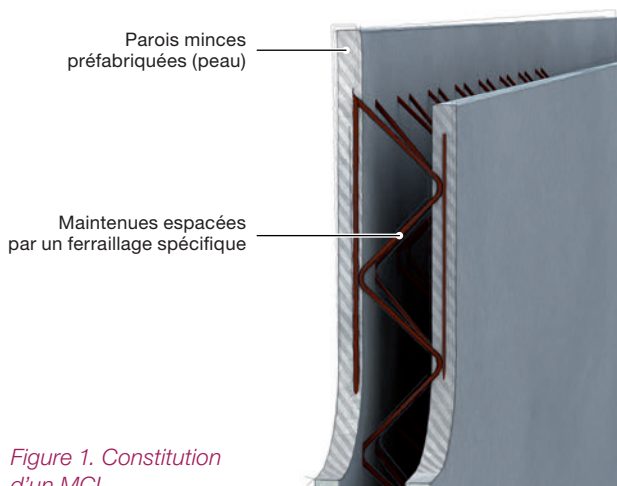


Figure 1. Constitution d'un MCI

En aucun cas, le MCI ne peut être utilisé comme blindage pour soutenir des terres en phase provisoire ou comme protection contre le risque d'ensevelissement.

Cette technique, comme les techniques de préfabrication en général, ne permet pas les modifications de dernière minute et nécessite une planification précise des travaux et des approvisionnements.

1.2. Référentiel technique et certification

Les MCI sont des produits de construction non traditionnels, relevant de la procédure d'avis technique. Ces avis techniques établis par le CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment) ont une durée de validité limitée dans le temps.

Les fournisseurs de MCI peuvent, de façon volontaire, s'inscrire dans la démarche de certification des produits proposés par le CSTB.

L'existence d'un avis technique permet de s'assurer de la garantie du produit, notamment des aspects solidité et durabilité.

La certification CSTBat est un processus de contrôle de production qui permet d'apporter la preuve du respect des exigences du référentiel.

Cette démarche est une garantie supplémentaire du respect du référentiel de fabrication, concrétisant l'obligation de résultats du fournisseur (*voir chapitre 3*).

Tout dysfonctionnement au niveau de la fabrication a en effet des répercussions sur la qualité intrinsèque du produit et sur la sécurité des utilisateurs (exemples : éléments fissurés, point d'ancrage défaillant).

1.3. Rôle des différents acteurs

À partir d'un ouvrage défini par le MOE (maître d'œuvre) et le BET (bureau d'études techniques) de l'utilisateur, les MCI sont commandés au fournisseur et mis en œuvre par l'utilisateur après une étude de faisabilité.

Remarque : Voir glossaire pour les différentes définitions.

1.3.1. Rôle du fournisseur

Le fournisseur applique les principes généraux de prévention (code du travail art L. 4121-2) dès la conception du MCI. Ces principes sont intégrés dans la phase de fabrication en usine pour une mise en œuvre en sécurité sur le chantier. Le fournisseur établit et diffuse sa notice d'instructions (*voir chapitre 4*).

Lors d'une étude de faisabilité technique, avant chaque opération (voir chapitre 2), le fournisseur vérifie à la demande de l'utilisateur que le produit MCI est réellement adapté à l'ouvrage à construire. Si la solution MCI est retenue, il fournit à l'utilisateur le dossier technique d'exécution MCI (voir chapitre 2.4).

Le fournisseur doit être force de proposition pour intégrer les équipements de sécurité dès la fabrication du MCI (voir chapitre 3).

1.3.2. Rôle de l'utilisateur

L'utilisateur doit réaliser l'ouvrage en respectant les plans architecturaux. Il missionne un bureau d'études techniques, qui réalise une étude structurelle, pour dimensionner l'ouvrage. Le résultat se traduit par la production de notes de calculs et de plans d'exécution (coffrage et ferrailage) qui, le plus souvent, ne comportent pas d'indication spécifique MCI.

Le choix de la technique de construction (béton banché ou MCI) est généralement effectué par l'utilisateur après cette étape.

Si la technique des MCI est choisie, l'étude technique du BET de l'utilisateur est transmise au fournisseur avec l'ensemble des informations décrivant les contraintes du chantier pour lui permettre d'élaborer le dossier technique MCI.

Il est fortement conseillé à l'utilisateur de faire référence à une certification de qualité type CSTBat dans les documents contractuels le liant au fournisseur, pour garantir le meilleur niveau de sécurité et de qualité.

Sur le chantier toutes les opérations liées à l'utilisation de la technique MCI se font sous l'autorité du responsable de la mise en œuvre des MCI. Suivant la taille et l'organisation de l'entreprise, cette personne sera un membre de l'encadrement du chantier, conducteur de travaux, chef de chantier ou chef d'équipe choisi préférentiellement dans l'encadrement des ouvrages verticaux. Du fait de sa position hiérarchique, le responsable de la mise en œuvre des MCI a pour vocation de donner les instructions aux opérateurs et de les former à leur poste de travail y compris sur les aspects sécurité. Il convient donc pour l'utilisateur de désigner au plus tôt le responsable de la mise en œuvre des MCI, qui devra donc être formé en conséquence à tous les aspects de cette technique.

1.4. Risques liés à la mise en œuvre des MCI

1.4.1. Risques dus au travail en hauteur

Le procédé MCI peut exposer l'opérateur à un risque de chute de personne dans le vide dans différentes phases. Les travaux n'étant pas nécessairement réalisés depuis le sol en phase d'exécution sont :

- l'élingage et le désélingage du MCI ;
- la mise en place de la stabilisation par étais tirants-poussants ;

- le ferrailage et notamment la mise en place des aciers de couture ;
- les coffrages des abouts, fenêtres de coulage, jonction entre MCI, etc. ;
- le coulage du béton entre les peaux coffrantes ;
- la finition.

1.4.2. Risques dus à l'utilisation des équipements de travail

L'utilisation des équipements de travail nécessaires pour mettre en œuvre les MCI génère des risques, notamment :

- ceux propres aux équipements de travail en hauteur : plate-forme de travail y compris les accès, échafaudages, PEMP, etc. ;
- ceux des outils à main : chute d'objets, d'outils et d'accessoires ;
- ceux des outillages portatifs : visseuse, boulonneuse, perceuse, etc.

1.4.3. Risques dus au procédé MCI

Le produit MCI génère également des risques :

- instabilité du produit ou du moyen de stockage pendant le transport et sur chantier ;
- instabilité du produit lors de la mise en œuvre due :
 - à des chocs extérieurs,
 - aux effets du vent,
 - à la forme du produit,
 - à un défaut de stabilisation (étalement en phase provisoire),
 - à un défaut de fabrication (décalage des peaux horizontales et verticales),
 - aux opérations de retournement lorsque c'est nécessaire ;
- rupture du produit due :
 - à des chocs extérieurs,
 - au coulage du béton (hauteur de coulage trop importante...),
 - à la poussée des terres,
 - à un défaut de fabrication ;
- ruine de l'ouvrage due :
 - à l'insuffisance de contreventement de la structure en phase de pose,
 - à l'insuffisance de la résistance du support d'ancrage assurant la stabilisation des MCI (plancher coulé la vieille, dalle alvéolaire),
 - au mauvais remplissage du MCI par le béton coulé en œuvre,
 - à la non-continuité des aciers de couture,
 - au flambement des grands MCI.

2.1. Projet structurel et dimensionnel

Le dossier architectural est défini par la maîtrise d'œuvre, il se traduit par un dossier de consultation des entreprises qui précise les dimensions et la constitution de l'ouvrage. Il comprend également un avant projet technique qui précise la conception de l'ouvrage. Les plans architecturaux peuvent ajouter des spécifications esthétiques pour l'ouvrage (parement, calepinage, etc.).

2.2. Dossier technique d'exécution du BET (bureau d'études techniques)

L'utilisateur confie l'étude structurelle de l'ouvrage à son BET qui produit le dossier technique d'exécution comprenant au minimum : les notes de calculs, les plans de coffrage et les coupes, et les plans de ferrailage.

Ces documents sont transmis pour approbation à la maîtrise d'œuvre. Voir schéma d'organisation au chapitre 6.

2.3. Étude de faisabilité de la solution MCI par le fournisseur

La consultation des fournisseurs de MCI est réalisée avec le dossier technique d'exécution final ou en cours de finalisation.

Pour ce faire, l'utilisateur formalise ses exigences et ses contraintes sur un document qu'il adresse à son fournisseur avec le dossier technique d'exécution. Le fournisseur justifie à l'utilisateur la faisabilité de la solution technique MCI.

Ce document, nommé «exigences et contraintes nécessaires à l'étude de faisabilité», contient *a minima* les informations ci-dessous :

- **les contraintes de site :** eau, vent, neige, séisme, stabilité des terres, etc.

En ce qui concerne la stabilité des terres et le risque de glissement de terrain sur une partie de l'ouvrage en cours de construction, une étude géotechnique de niveau G3 suivant la norme AFNOR NF P 94-500 doit être menée par l'utilisateur en complément des études avant projet. La bonne connaissance des caractéristiques du sol déterminées par un géotechnicien est indispensable pour valider les méthodes d'exécution des terrassements. L'utilisation de MCI ne dispense en aucun cas l'utilisateur de mettre en œuvre les moyens nécessaires à la stabilisation des terrains (talutage, blindage, etc.) déterminés suite à une étude géotechnique.

Les MCI en phase provisoire ne sont pas conçus pour supporter la poussée des terres (*figure 2*) ;

- **les contraintes organisationnelles :**
 - le plan général de coordination, les contraintes de voiries, la présence de réseaux aériens et souterrains,
 - le projet de plan d'installation de chantier précisant les accès au chantier, les zones de circulation, les zones de livraison et de stockage, les conditions et moyens de manutention ;
- **les contraintes liées à l'ouvrage :**
 - le dossier technique d'exécution,
 - l'implantation des ouvrages,
 - le calepinage possible des MCI,
 - le planning gros œuvre,
 - l'ordonnancement des livraisons.

Le fournisseur propose les solutions adaptées compte tenu des exigences et contraintes préalablement exposées. Le fournisseur confirme la faisabilité de l'utilisation des MCI pour l'ouvrage considéré, dans le respect de sa notice d'instructions et de son avis technique.

Toute modification de ces contraintes remet en cause la faisabilité de la solution MCI et nécessite la reprise intégrale de l'étude.

2.4. Dossier technique d'exécution du fournisseur

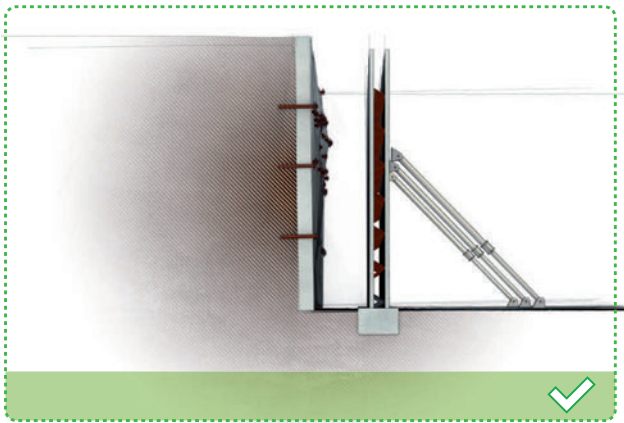
Une fois la solution technique MCI retenue, le fournisseur établit, en se référant à sa notice d'instructions, le dossier technique MCI d'exécution comprenant :

- le plan de calepinage qui identifie et donne l'implantation de chaque MCI ;
- le carnet de détails précisant élément par élément les dimensions et la constitution de chaque MCI (ferrailage, inserts, etc.) ;
- un document logistique précisant les conditions de transport et de stockage (ordre de chargement, poids et dimensions des panneaux, repérage, etc.) ;
- un document donnant la liste du matériel spécifique nécessaire à la manutention, à la pose et à la stabilité provisoire ;
- le planning de livraison/transport et éventuellement de pose.

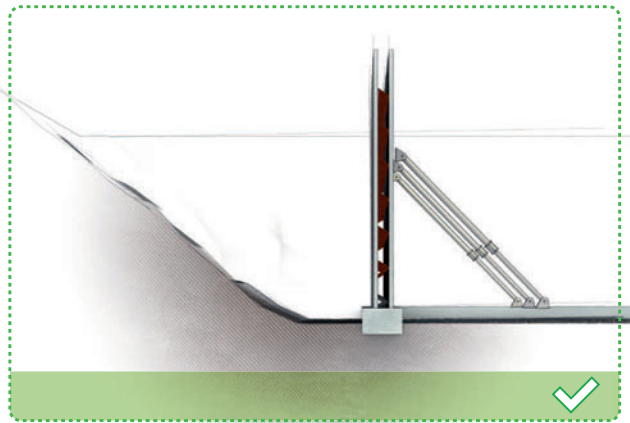
Le dossier technique d'exécution MCI engage le fournisseur et l'utilisateur.

L'étude technique MCI est terminée lorsque le BET et la maîtrise d'œuvre l'ont validée.

SOLUTIONS ACCEPTABLES

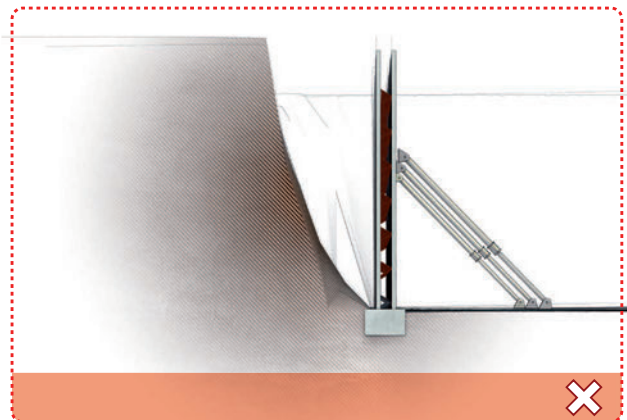


Blindage des terres



Talutage

SOLUTION INTERDITE



Terrassement quasi vertical à l'aplomb du MCI

Figure 2. Soutènement des terres

Prescriptions minimales à intégrer lors de la conception du procédé constructif MCI

Dès la fabrication des MCI, les fournisseurs ont l'obligation d'intégrer les prescriptions minimales de sécurité ci-dessous.

3.1. Généralités

3.1.1. Identification

L'identification est faite pour chaque MCI sur une étiquette solidaire de l'élément (prise dans le béton, fixée sur les armatures ou par tout moyen permettant de garder la traçabilité du MCI jusqu'à son intégration dans la construction).

Ce marquage, conforme à la norme NF EN14992, comportera *a minima* :

- le nom ou la marque du fabricant ;
- le lieu de fabrication ;
- le nom de l'usine ;
- la date de fabrication du MCI ;
- le numéro du MCI ;
- le poids du MCI ;
- les dimensions du MCI ;
- le code de commande (figure 3).

3.1.2. Contrôles qualité

Pour chaque MCI, le fournisseur fera un marquage attestant du contrôle qualité avant la sortie d'usine. Ces contrôles sont prévus par le référentiel de certification du produit (CSTBat).

Ils sont formalisés par un moyen visuel facile à vérifier par l'utilisateur, lors de la livraison. L'ensemble de ces contrôles a pour but de garantir la maîtrise de la fabrication du MCI y compris, et surtout, **concernant les organes de sécurité et leur intégration au MCI** (inserts de manutention, de stabilisation provisoire, douilles, fourreaux de garde-corps, non-fissuration des peaux, non-décalage des peaux, enrobage des raidisseurs et autres connecteurs, etc.).

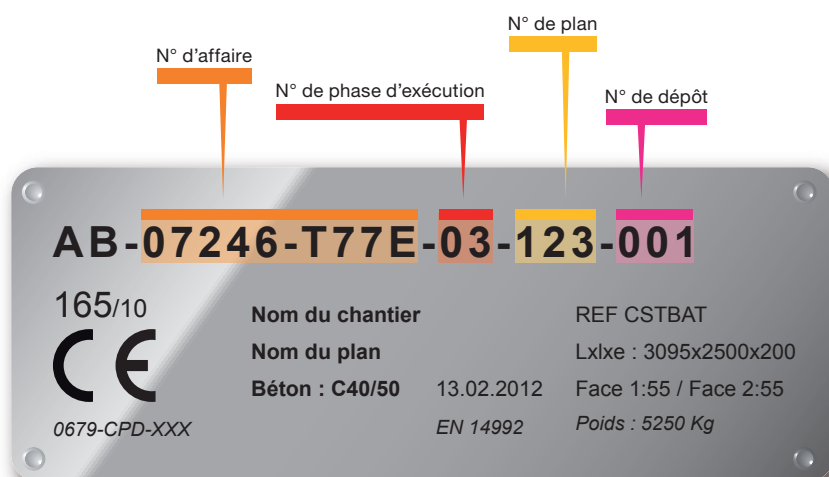



Figure 3. Exemple d'étiquette d'identification

Figure 4. Exemple de fiche de contrôle en cours de fabrication

Au poste ferrailage				
Opérations	Natures des contrôles	Fréquences	Enregistrements	En cas de problème
Contrôle des aciers coupés à la machine Filzmoser	Diamètre et L correspondant au calepin (+/- 5 mm/L)	1 fois par équipe	Fiche suiveuse	Correction : Échanger des barres et/ou des cales.
	Dimension des cales utilisées			Action corrective : Informez la maintenance et le service Ordonnancement et faire une FNC.
	Rectitude des longitudinaux			
	Espacements réguliers des aciers			
Contrôle de la hauteur des poutrelles	Hauteur des poutrelles	Toutes les tables	Fiche suiveuse	Correction : Échanger les poutrelles. Action corrective : Faire une FNC.
Contrôle des poutrelles	Longueurs de poutrelles par rapport au plan à +/- 5 mm (attention aux corbeilles en biais)	1 fois par équipe	Fiche suiveuse	Correction : Échanger les poutrelles.
	Parallélisme et position			Action corrective : Faire une FNC.
Positions des corbeilles	Visuel	Toutes les tables	Fiche suiveuse	Correction : Repositionner la corbeille.
Position des écarteurs (taille, nombre)	Visuel – Mètre	Toutes les tables	Fiche suiveuse	Correction : Changer ou rajouter des écarteurs.
Position et taille des organes de levage	Visuel – Mètre	Toutes les tables	Fiche suiveuse	Correction : Déplacer, changer, réajuster.
Contrôle de la présence des douilles	Nombres et position	Toutes les tables	Fiche suiveuse	Correction : Rajouter ou repositionner.

Au poste coffrage					
Opérations	Natures des contrôles	Référentiels	Fréquences	Enregistrements	En cas de problème
Contrôle de la planéité du moule	Planéité	Tolérance : 3 mm avec une règle de 1 m	Tous les ans	Par la maintenance dans le registre de production	À rectifier par la maintenance.
Contrôle dimensionnel des pièces	Largeur l	Tolérance pour l : ± 5 mm	À chaque prise de poste	Fiche suiveuse	Correction : Rectifier manuellement le coffrage.
	Longueur L	Tolérance pour L : ± 5 mm			Correction : Rectifier manuellement le coffrage.
	Contrôle d'équerrage à l'aide d'un décimètre	 Tolérance : ± 5 mm			Action corrective : Informer la maintenance et faire une FNC.
Contrôle de la propriété de la table	Vérification visuelle : pas de trace de béton, de colle ni de pas	Table lisse et propre sans poussières	Toutes les tables	NON	Correction : Nettoyer les résidus.
Contrôle de la rectitude des bords	Vérifier que les laps sont : • propres, • bien plaqués sur la table, • alignés, et qu'il y a du scotch entre les laps.	Tolérance : ± 4 mm Pas de jour entre laps et table contrôle à la règle	Toutes les tables	NON	Correction : Rectifier immédiatement (nettoyer, plaquer les laps ou les réaligner manuellement selon besoin).
Contrôle de la position des réservations et des inserts	Mesures	Calepin + mètre à ± 10 mm	Toutes les tables	Fiche suiveuse	Correction : Rectifier position. Contrôler buse du robot. Action corrective : Prévenir la maintenance si problème toujours présent.
Contrôle de la répartition de l'huile	Répartition uniforme et sans accumulations ni gouttelettes	Épaisseur du film maxi 10 µm	Toutes les tables	Fiche suiveuse	Correction : Corriger immédiatement à l'aide d'un chiffon.

3.2. Conditionnement, transport et stockage

3.2.1. Type de conditionnement

Il existe deux types de conditionnement :

- vertical dans un équipement de transport et de stockage (ETS) à privilégier comme défini au chapitre 3.2.3;
- à plat pour certains éléments dans des conditions exceptionnelles définies au chapitre 3.2.4.

3.2.2. Modes de transport

Les modes de transport fréquemment utilisés sont : remorque autodéchargeable, plateau surbaissé ou plateau standard.

Les plateaux ou remorques prévus pour recevoir des ETS vides ou pleins doivent être équipés de façon à garantir leur stabilité et l'arrimage nécessaire.

Le transport à plat est à proscrire, sauf dans le cas définis à l'article 3.2.4.

On se référera utilement à la brochure publiée par l'INRS *Arrimage des charges sur les véhicules routiers* (réf. ED 759).

3.2.3. Élément de transport et de stockage vertical: ETS

3.2.3.1. Définition d'un ETS

L'ETS est un équipement pour le transport et le stockage des MCI, construit en mécano-soudé par une entreprise spécialisée. Il est considéré comme un équipement de travail.

Les différents types d'ETS connus

Les ETS de type 1 ou box

Ces ETS sont utilisés pour le transport sur un camion-plateau et peuvent être utilisés comme moyen de stockage sur chantier.

Ils sont munis de poteaux réglables servant à cloisonner les MCI.

Lors de la livraison, l'ensemble des MCI est sanglé sur l'ETS.

L'ETS de type 1 est conçu (anneaux, ossature, etc.) pour la manutention à plein. Le levage d'un ETS chargé et sanglé est possible dans le cas où le chantier dispose d'un appareil de levage de capacité suffisante.

Le fournisseur charge les MCI dans l'ETS de façon à équilibrer les charges de part et d'autre du séparateur central pour que le chargement n'engendre ni torsion, ni déséquilibre de la remorque de transport.

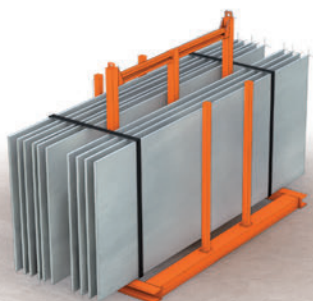


Figure 5. ETS de type 1 en mode stockage



Figure 6. ETS de type 1 en mode transport

Les ETS de type 2 ou autodéchargeables

Ces ETS sont composés d'un plateau de base, d'un panneau avant avec flasques permettant le serrage sur deux niveaux des MCI et d'éléments complémentaires servant à la stabilisation de l'ETS ou de chaque MCI.

Ils sont transportés par des remorques autodéchargeables.

Ces ETS de type 2 sont utilisés pour le transport et pour le stockage sur chantier. Ils sont conçus pour être levés à vide uniquement, les anneaux de levage n'étant pas accessibles en présence de MCI. Lors du levage, l'équilibre de l'ETS est assuré par la position des anneaux.



Figure 7. ETS de type 2 à vide



Figure 8. ETS de type 2 en position de transport/déchargement

Les ETS de type 3 ou araignées

Ces ETS sont composés d'un plateau de base monté sur quatre pieds réglables en hauteur, de panneaux avec flasques et d'éléments complémentaires servant à la stabilisation de l'ETS et de chaque MCI.

Ces ETS de type 3 sont utilisés pour le transport et pour le stockage sur chantier. Ils sont conçus pour être levés à vide uniquement, les anneaux de levage ne devant pas être accessibles en présence de MCI. Lors du levage, l'équilibre de l'ETS est assuré par la position des anneaux.

Le fournisseur charge les MCI dans l'ETS de façon à équilibrer les charges de part et d'autre du séparateur central. Le mode de chargement ne doit pas engendrer une torsion ou un déséquilibre de la remorque de transport.



Figure 9. ETS de type 3 à vide

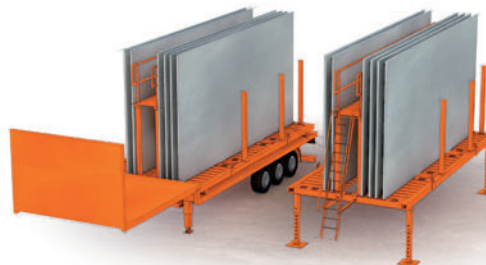


Figure 10. ETS de type 3 en position de transport/stockage

3.2.3.2. Conception des ETS

Lors de la conception des ETS, le fournisseur intégrera au minimum les prescriptions définies ci-dessous.

a. Stabilité

L'ETS doit être stable dans sa remorque pendant le transport, en cours de déchargement et sur le chantier, quel que soit l'ordre de déchargement des MCI.

Il doit être stable par géométrie (exemple: la traverse), ou à défaut par un système à déploiement automatique ou contraint (figure 11).

Les hypothèses de calcul que le fournisseur doit prendre en compte sont les suivantes :

- pose avec un dévers maximum de 5 % (pente transversale);
- pente longitudinale acceptable pour le moyen de transport et inférieure à 10 %;
- vent de service de 85 km/h (soit une pression de 60 daN/m² majorée d'un coefficient de traînée de 1,7);
- choc d'une masse de 2500 kg à une vitesse de 2 m/s (7,2 km/h) soit 5000 J en situation accidentelle;
- portance du sol de la plate-forme de stockage recevant l'ETS :
 - plate-forme de classe PF2 (selon la classification SETRA-CCPC),
 - revêtement devant être traité si nécessaire et être pérenne pour permettre au camion de rouler sans dégradation de la plate-forme.

La stabilité est assurée lorsque le moment de stabilité est supérieur à 1,5 fois le moment de renversement ($M_s > 1,5 M_r$) sous les sollicitations de service.

Les principes constructifs à appliquer pour la conception de l'ETS sont les suivants :

- les ETS sont conçus autostables. Si la stabilité de « forme » n'est pas suffisante, une stabilisation complémentaire automatique ou contrainte est nécessaire lors du déchargement. Si les stabilisateurs sont nécessaires, alors ils doivent être indissociables de la structure (les pièces rapportées à l'ETS ne sont pas admises, étais tirants-poussants par exemple);

- une note de calcul justifie la stabilité et la résistance de l'ETS dans les conditions les plus défavorables; la plate-forme réalisée par l'utilisateur doit être conforme aux hypothèses minimales qui seront dans la notice d'instructions (voir chapitre 4.3.1);
- l'ETS doit être stable sur la plate-forme du chantier sans que les éléments de stabilisation ne créent de risques supplémentaires (chute de hauteur et chute de plain-pied);
- les éléments permettant la stabilité des MCI dans les ETS doivent faire partie intégrante des ETS (pour empêcher leur enlèvement intempestif, la chute d'objet et la possibilité de blocage du MCI dans l'ETS) : le système de flasques répond à ces exigences;
- si des stabilisateurs sont nécessaires pour la stabilisation de l'ETS, chaque stabilisateur devra résister à une charge minimale de 4500 daN à l'ELU (état limite ultime). Pour information, une charge ponctuelle d'environ 4500 daN sur un sol de 6 bars à l'ELU nécessite une plaque de répartition de 750 cm² soit un disque de 30 cm de diamètre (figures 12 et 13).

Il ne faut pas utiliser d'élément métallique indépendant permettant la stabilisation du MCI dans l'ETS.

b. Levage des ETS

Si le levage sur chantier de l'ETS avec des MCI est proscrit, les anneaux de levage sont inaccessibles lorsque l'ETS est chargé, à l'exception du type 1. Les anneaux de levage sont identifiés avec une peinture de couleur ou autre moyen équivalent de façon à permettre le déplacement de l'ETS vide.

c. Manutention des MCI depuis l'ETS

L'objectif du fournisseur est de concevoir un ETS de façon à supprimer ou éviter le risque de chute de personne dans le vide, notamment dans la phase d'élingage ou désélingage. Il doit combattre ce risque à la source et doit donc faire en sorte que l'opérateur s'élève le moins possible et travaille depuis le sol ou à défaut depuis une plate-forme de travail sécurisée intégrée à l'ETS.

d. Marquage

Chaque ETS a un marquage visible par l'utilisateur avec le nom du fournisseur, le type d'équipement (transport et stockage, stockage uniquement, retourneur), le numéro de série de l'ETS, le poids à vide de l'ETS.



Figure 11.
Exemple de traverse de stabilité

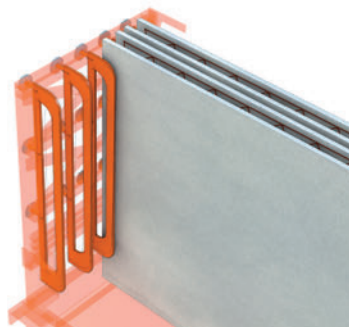


Figure 12.
Exemple de flasque



Figure 13.
Exemple de flasque

3.2.3.3. Vérification des ETS

La vérification de l'ETS se fait lors de la mise sur le marché et à chaque retour en usine par une personne compétente. Les points de vérification porteront principalement sur les organes de sécurité (anneaux de levage, flasques, système de fixation, stabilisateurs s'il y en a) et l'ossature (structure, soudures).

3.2.3.4. Notice d'utilisation des ETS

Le fournisseur transmet la notice d'utilisation des ETS à l'utilisateur via la notice d'instructions des MCI.

Elle précise notamment :

- l'usage prévu ;
- les limites d'emploi (vent maximum, etc.) ;
- les instructions pour l'utilisation et l'entretien ;
- les mesures organisationnelles éventuelles à prendre sur le chantier concernant le périmètre de sécurité autour des ETS (coup de vent, etc.) ;
- l'emprise au sol minimale liée aux éventuels dispositifs de stabilisation des ETS ;
- la résistance et la tolérance admissibles pour la pente et le dévers de l'aire de stockage ;
- les conditions d'autostabilité.

3.2.4. Transport et stockage à plat

Le stockage à plat est à proscrire, il est recommandé d'utiliser un ETS.

Le transport à plat est exceptionnellement autorisé pour les dimensions suivantes :

Hauteur Longueur	< 1 m	≤ 1,5 m	≤ 2,5 m	> 2,5 m
< 2 m	Oui	Exceptionnellement	Exceptionnellement	Non
≤ 3 m	Oui	Exceptionnellement	Exceptionnellement	Non
≤ 4 m	Oui	Exceptionnellement	Non	Non
≤ 5 m	Oui	Exceptionnellement	Non	Non
≤ 6 m	Oui	Non	Non	Non
> 6 m	Non	Non	Non	Non

Oui = petit élément livrable à plat car plus stable que debout dans l'ETS

Exceptionnellement = livraison ponctuelle de quelques MCI de compléments : « queue de banche »

Non = élément trop grand ne permettant pas une livraison à plat et un déchargement en sécurité

Dans le cas exceptionnel de transport et de stockage à plat, les neuf risques suivants doivent notamment avoir été pris en compte :

- instabilité en pied lors du relevage de MCI : il faut prévoir un équipement spécifique sabot ou autre équipement équivalent (figure 20) ;

- endommagement de l'insert de levage par contact sur le bord du MCI ;
- rupture des bords du MCI au relevage en l'absence de dispositifs spéciaux ;
- chute de l'opérateur depuis la remorque lors de l'accrochage ;
- déchargement « sauvage » sur la voie publique (hors emprise chantier) avec risque d'écrasement des opérateurs par un véhicule circulant sur la voie publique ;
- ordre de chargement incorrect impliquant la nécessité d'un stockage provisoire non anticipé ;
- pour les MCI plus épais, insuffisance de résistance des raidisseurs internes au MCI lors du stockage et du transport ;
- insuffisance de résistance du ferrailage (treillis soudé) et des points de manutention lors du relevage ;
- fragilité du MCI liée aux ouvertures qui doit avoir fait l'objet d'un traitement particulier par le bureau d'études du fournisseur lors de la conception du MCI.

Pour pallier ces risques, le transport et le stockage à plat des MCI sont acceptables exclusivement dans les conditions suivantes :

- stockage à plat sur quatre hauteurs maximum sans dépasser 0,8 m ;
- dimensions maximales conformes au tableau ci-contre ;
- calage de faible épaisseur entre chaque MCI pour éviter le glissement et la prise en berceau¹ ;
- quatre crochets de levage obligatoire par MCI (deux en tête et deux en pied) (figure 15).



Figure 14. Élingage des petits éléments



Figure 15. Utilisation de quatre crochets de levage

¹. Élingage de l'élément sans utiliser les crochets de levage.

3.2.5. Conditionnement en usine

Lors du conditionnement, le fournisseur s'assure de la stabilité de l'ETS. Il charge l'ETS de façon à garantir sa stabilité en usine et sur chantier quel que soit l'ordre de déchargement.

Sauf justifications contraires par note de calcul du fournisseur, les MCI les plus grands et les plus lourds sont positionnés au centre de l'ETS afin d'éviter son basculement.

Dans le cas d'un système d'élingage depuis le sol et pour favoriser le respect d'un ordre de déchargement prescrit, les accessoires de levage peuvent par exemple être ramenés sur le bord des MCI avec une cordelette (figure 16).

3.2.6. Stabilisation du MCI dans son ETS

Le MCI ne doit pas être détérioré lors de l'utilisation de l'ETS et conserver son intégrité. Chaque MCI doit être stable indépendamment des autres dans l'ETS et peut être soumis aux mêmes sollicitations que l'ETS en cas de choc. Il peut être admis que le MCI se détériore, en revanche il ne doit pas créer de risque supplémentaire et doit rester dans l'ETS.

En conséquence la stabilisation sera assurée dans les conditions suivantes :

- il faut au minimum deux points de maintien superposés verticalement (ou un seul sur toute la hauteur) et repos par adhérence sur une ligne d'appui (bois, néoprène ou équivalent) ;
- chaque MCI est maintenu indépendamment des autres par des systèmes qui ne doivent pas être déplacés et démontés sur le chantier ;
- les MCI sont manutentionnables sans action complémentaire des opérateurs en dehors de l'accrochage des élingues à l'appareil de levage ;
- les flasques sont à privilégier. Ces dispositifs de maintien sont inamovibles sur le chantier. Ils se trouvent de part et d'autre de chaque MCI et leur conception ne permet pas de les placer entre les deux peaux (figure 17).



3.3. Levage, mode de préhension des MCI

3.3.1. Points de levage des MCI

La manutention se fait uniquement au moyen des inserts de levage ancrés dans le MCI.

Pour les inserts, les fournisseurs peuvent se reporter au rapport technique CEN/TR 15728 qui est le document de référence.

Les boucles jumelées en un point de levage sont interdites. Les boucles de levage ne sont pas en acier haute adhérence HA, mais en acier doux (suivant la documentation technique FD CEN/TR 15728).

Les points d'élingage sont de préférence accessibles depuis le sol ou à défaut depuis une plate-forme de travail sécurisée intégrée à l'ETS.

À défaut, l'usage d'une PEMP (plate-forme élévatrice mobile de personnel) est nécessaire.

Le levage en deux points est à privilégier, sinon un moyen adapté pour assurer un levage équilibré doit être mis en œuvre par l'utilisateur suivant les prescriptions du fournisseur qui sont déclinées dans la notice d'instructions. Dans le cas du stockage à plat, le levage se fait en quatre points.

Le fournisseur doit placer les inserts de levage de façon à positionner le centre de gravité centré entre les points d'élingage. La verticalité et l'horizontalité des bords des MCI seront recherchées, ce qui suppose la parfaite connaissance de la position du centre de gravité.

Cas d'inserts type câbles métalliques: Les élingues posées en usine seront de longueur adaptée afin de faciliter la pose tout en garantissant la verticalité et l'horizontalité des bords. Elles doivent aussi être indissociables du MCI.



Figures 16 et 17. Dispositifs de maintien par flasques

L'équilibrage se fait par action sur le palan pour raccourcir ou allonger la longueur du brin réglable.
Veiller à respecter un angle inférieur à 60° entre les deux bras de l'élingue.

CMU de l'ensemble: 14t

Pour un poids du mur $\leq 12t$:

a = angle d'inclinaison $\leq 11,5^\circ$

d = distance entre le point le plus haut et le point le plus bas $< 20\%$ de la longueur du mur

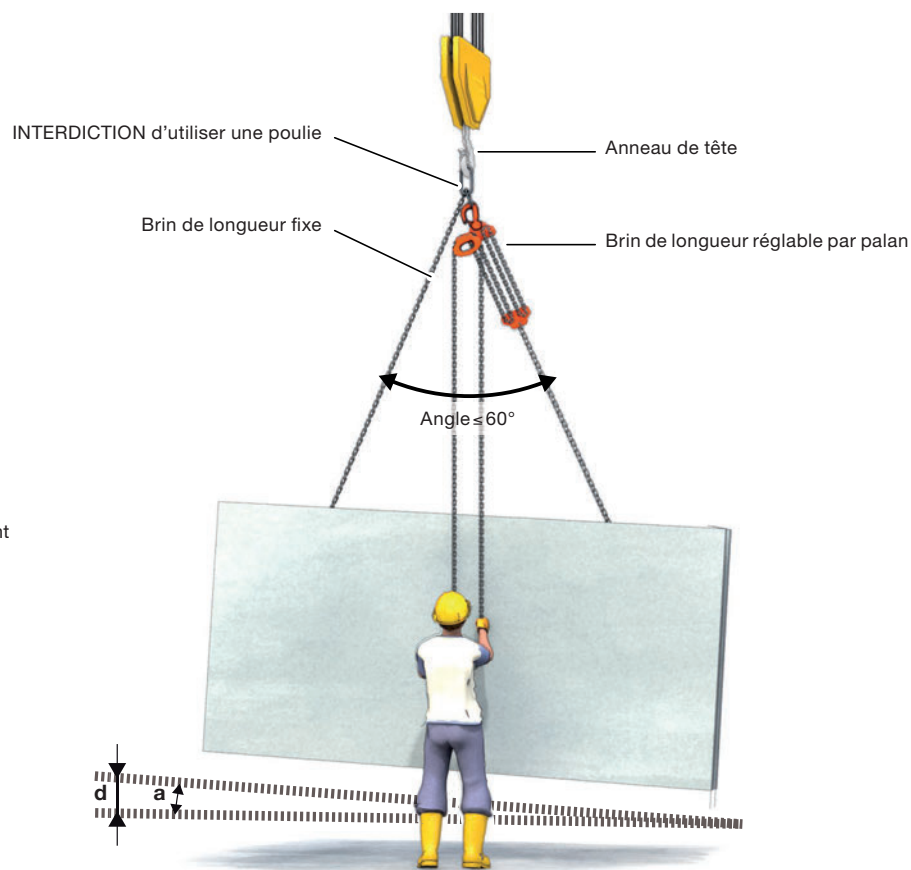


Figure 18. Dispositif d'équilibrage par palan

Une élingue à palan peut, dans certains cas, être utilisée pour assurer la verticalité des MCI (figure 18).

Méthode de dimensionnement des inserts de levage

- Respect des prescriptions de l'avis technique (CSTB)²
- Levage en deux points à privilégier
- Prise en considération du type de l'appareil de levage utilisé sur chantier (capacité, hauteur libre sous crochet, effet dynamique)
- Prise en compte des accessoires standards de l'entreprise (En cas d'ancrages spécifiques, ils seront spécifiés dans la notice d'instructions et dans le dossier technique.)
- Juxtaposition de deux boucles en un même point de levage interdit (Ne pas confondre avec le levage en 2×2 points.)
- Efforts dus au retournement et/ou au redressement du MCI à plat

Lorsque le poids du MCI nécessite un levage en plus de deux points, la répartition des efforts dans les élingues impose l'utilisation d'un palonnier d'équilibrage.

Dans ce cas, l'ensemble des accessoires de levage (palonnier, élingues, poulie, etc.) est fourni et mis en œuvre par l'utilisateur suivant les prescriptions du fournisseur : la notice d'instructions, les plans de pose et les divers documents associés.

Lorsqu'une opération de retournement est nécessaire (voir chapitre 3.4), le MCI est pourvu de quatre points de levage :

- deux à utiliser pour le déchargement de l'ETS et le positionnement sur le retourneur, ces deux points étant sur le bord le plus long ;
- deux autres permettant le retournement et la pose, situés le bord le plus court.

² Les inserts et accessoires de levage utilisés doivent avoir été prévus dans l'avis technique CSTB.

Ils doivent avoir fait l'objet d'essais sous la supervision d'une tierce partie qualifiée et dans les conditions d'utilisation réelles selon le protocole d'essai élaboré par le GS3 de la commission chargée de formuler des avis techniques et publié par le CSTB. Ces essais permettent de définir la CMU de l'insert testé en validant simultanément tous les composants concourant au levage, y compris dans les phases de retournement s'il est prévu.

3.3.2. Élingage et désélingage des MCI depuis l'ETS

Rappel de l'objectif de conception de l'ETS vu au chapitre 3.2.3.2 c: L'objectif du fournisseur est de concevoir un ETS de façon à supprimer ou éviter le risque de chute de personne dans le vide, notamment dans la phase d'élingage ou de désélingage. Il doit combattre ce risque à la source et doit donc faire en sorte que l'opérateur s'élève le moins possible et travaille depuis le sol ou à défaut d'une plate-forme de travail sécurisée (figure 19).

Le fournisseur peut éventuellement équiper en usine le MCI d'une élingue à usage unique ou utiliser un autre système de même efficacité.

L'utilisation d'élingues à usage unique textiles ou métalliques élimine sur le chantier le risque d'erreur sur le choix du point d'accrochage (raidisseur, cadre, etc.). Ces élingues doivent satisfaire aux conditions définies au chapitre 3.3.1 (essais dans les conditions d'utilisation réelles).

3.3.3. Élingage et désélingage dans le cas du stockage à plat

Les MCI définis au chapitre 3.2.4 devront être :

- déchargés sur chantier de façon unitaire. Le déchargement en berceau étant interdit, il faut utiliser les quatre inserts de levage ;
- calculés pour être relevés du plan horizontal au plan vertical ;
- redressés au sol avec deux sangles et un sabot mis à disposition de l'entreprise par le fournisseur. Les sangles doivent être de longueur suffisante afin d'être récupérées depuis le sol ;
- calés par des éléments de faible épaisseur entre chaque MCI pour éviter le glissement et la prise en berceau, entre chaque MCI ;

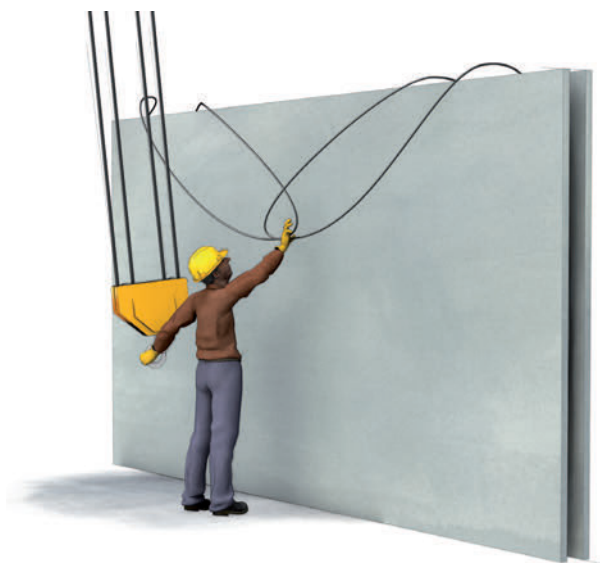


Figure 19. Élingage depuis le sol

- stockés à plat sur des cales de faible hauteur ne permettant pas la prise en berceau mais permettant la mise en place du sabot (figure 20).

3.4. Retournement

Les MCI nécessitant un retournement sont ceux dont les dimensions ne permettent pas un transport vertical selon la plus grande dimension tout en respectant le gabarit routier. Un retournement de 90° dans le plan vertical avant mise en œuvre est alors nécessaire.

Un appareil de levage est utilisé pour exécuter ce retournement.

Le MCI est maintenu par un équipement spécifique dit « retourneur » qui permet le pivotement (figure 21 et 22). Une autre solution, moins répandue mais présentant la même efficacité, est l'utilisation d'une grue équipée d'un double treuil qui supprime l'usage du retourneur.

Les inserts de levages sollicités lors du retournement doivent être spécialement conçus pour résister aux efforts variables en intensité et en direction qui apparaissent lors de cette opération.

Le retournement improvisé sur un « matériau souple », type tas de sable, est strictement à proscrire.

Pour retourner avec une grue à double treuil, il est nécessaire d'utiliser des poulies ouvrantes ainsi qu'une poulie fermée au niveau du treuil. Il ne faut pas ajouter de poulie côté levage, aussi bien sur le treuil que sur les câbles de levage.

La distance entre les deux treuils doit être équivalente au minimum à la moitié de la longueur du MCI + 10 %.

L'utilisation d'une grue à double treuil doit faire l'objet d'une procédure spécifique au chantier et avoir été prévue dans la notice d'instructions.



Figure 20. Relevage avec un sabot



Figure 21. Retourneur type 1

L'utilisateur doit recevoir une formation (voir chapitre 5).

Le retourneur est un équipement de travail, conçu et fabriqué par le fournisseur, qui est mis à disposition de l'utilisateur en prêt, location ou vente. Il est accompagné de sa notice d'instructions.

Toutes les interventions avant le désélingage sont prévues pour être effectuées depuis le sol. Dans le cas contraire, le fournisseur précise dans sa notice d'instructions la façon de faire en sécurité: poste de travail aménagé, etc.

Lorsque le retourneur nécessite l'utilisation d'accessoires complémentaires adaptés, comme des poulies, le fournisseur devra les définir dans sa notice d'instructions. Ces accessoires sont fournis et mis en œuvre par l'utilisateur suivant les prescriptions du fournisseur (notice d'instructions, plan de pose, etc.).

À ce jour, des fournisseurs utilisent des élingues à usage unique pour mettre en place des MCI dans le retourneur et faciliter l'accrochage avant le retournement. L'accès en hauteur pour la découpe des élingues à usage unique et le décrochage du point de levage haut doit se faire avec un moyen sécurisé (nacelle automotrice à privilégier ou plate-forme de travail type échafaudage roulant, etc.).

Le fournisseur précise dans la notice d'instructions les limites d'utilisation qu'il a prises en compte dans la conception du retourneur et notamment les caractéristiques de la plate-forme, de la zone de sécurité autour du retourneur, etc.

Le retourneur est soumis aux mêmes vérifications qu'un ETS et devra également être tenu en bon état de conservation.



Figure 22. Retourneur type 2

Les points techniques à intégrer à la conception du retourneur sont les suivants:

- le maintien d'une extrémité du MCI dans un plan vertical doit être la position préalable au retournement. Ce maintien doit assurer la stabilité du MCI dans cette position à lui seul compte tenu d'un faux aplomb envisageable de 5 % et d'une vitesse de vent de 50 km/h ;
- le retourneur est conçu de façon à assurer un contact du MCI sans serrage mécanique (qui est inutile et fragilise le MCI) ;
- le sens d'installation du retourneur par rapport à l'appareil de levage (grue, par exemple) doit être clairement identifié (sur le matériel par un pictogramme et dans la notice d'instructions) ;
- la stabilité du MCI est assurée pendant la phase de retournement. À cet effet sont pris en compte les efforts de renversement dus à l'amplitude du mouvement transversal (hors du plan) du centre de gravité de l'ensemble manutentionné et les efforts induits par un vent de service de 50 km/h (limite d'utilisation de la grue) ;
- le retourneur est autostable avec ou sans MCI et sans que le MCI soit relié à un moyen de levage.

Les éléments ci-dessous déterminent alors les efforts à prendre en considération par le fournisseur lors de l'étude du MCI à retourner:

- direction des efforts engendrés par le retournement pour le choix des inserts ;
- efforts engendrés sur le MCI lors du retournement pour le calcul des armatures ;
- efforts engendrés par les étais tirants-poussants dans la douille et le MCI lors du retournement. L'utilisation de supports permettant de maintenir les étais tirants-poussants en position évite les efforts dynamiques (les efforts statiques restent à considérer).

3.5. Pose

La pose des MCI se fait sous l'autorité du responsable de la mise en œuvre (voir chapitre 1.3.2).

Les MCI sont mis en place à la grue, sur un support d'accueil préparé. Ils sont maintenus par la grue jusqu'à leur stabilisation complète (cornières ou étais tirants-poussants, etc.). D'autres moyens que l'étau tirant-poussant sont possibles lorsque l'espace est restreint : on peut utiliser par exemple des équerres dans certaines gaines d'ascenseurs ou cages d'escalier (figures 23 et 26).

Les éléments à intégrer lors de la fabrication sont les suivants :

- les inserts de stabilisation (rail, ancre, douille avec ou sans acier de répartition...) doivent être justifiés par le calcul, validés par essais et vérifiés par auto-contrôles en usine par une personne compétente. L'utilisation d'inserts en plastique est à proscrire. L'utilisation de douille plateau ou en cône est à privilégier (figure 24) ;
- les coffrages d'abouts font partie intégrante du MCI. Le fournisseur proposera au moins une solution à l'utilisateur : décalage des peaux intérieures/extérieures, métal déployé mis en usine, MCI fermé en extrémité, etc. L'objectif est que l'utilisateur ne mette pas en place un coffrage traditionnel avant coulage (contre-plaqué, bastaing, serre-joint, etc.) (figure 25).

Les sollicitations à prendre en compte pour la stabilité du MCI en phase provisoire sont les suivantes :

- les efforts de vent qui sont à considérer suivant les conséquences envisageables d'un effondrement pour le personnel mais aussi pour le voisinage et éventuellement pour l'ouvrage :
 - dans le cas où seuls les risques pour le personnel seraient à prendre en compte, la valeur de la vitesse de vent à retenir est de 85 km/h. La pression de vent correspondante est de 60 daN/m² avec un coefficient de traînée habituellement retenu de 1,7. À partir de 85 km/h, il conviendra alors d'évacuer la zone de travail concernée par l'emprise des MCI non contreventés par la structure,
 - dans le cas où seuls les risques pour le voisinage ou l'ouvrage sont à prendre en compte, la valeur de la vitesse de vent à retenir est celle de la région, modulée en fonction des différents paramètres prévus dans l'eurocode «Vent» : hauteur, catégorie de terrain, emplacement à majoration, saison, durée inférieure à deux ans, traînée, pression de pointe, etc. La valeur de pression à retenir peut généralement être obtenue auprès du bureau d'études d'exécution. Il est à noter que dans ce cas la pression de calcul peut être nettement plus importante que 60 daN/m² ;
- les efforts dus à un choc accidentel d'une benne à béton pleine (soit le choc d'une masse de 2 500 kg à 2 m/s, soit 5 000 joules en situation accidentelle) (figure 26).



Figure 23. Exemple de gaine d'ascenseur



Figure 24. Insert de stabilisation

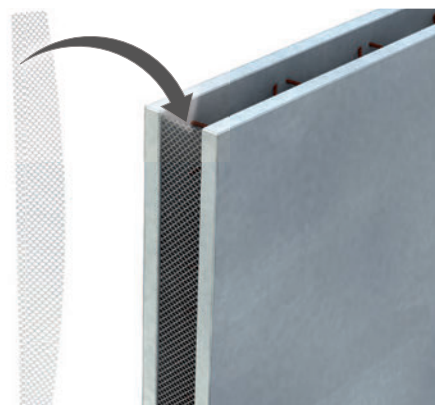


Figure 25. Coffrage d'about



Figure 26. Stabilisation par étais tirants-poussants



Figures 27 et 28. Mise en place des aciers de liaison

Le calcul et le positionnement des inserts incorporés au MCI pour sa stabilité en phase provisoire relève de la compétence du bureau d'études du fournisseur. À cet effet, l'utilisateur communiquera au fournisseur la pression de vent à prendre en compte et les efforts envisagés. Le fournisseur communique les efforts maximaux à reprendre par les dispositifs de stabilité provisoires (étais tirants-poussants, équerres horizontales, etc.) nécessaires pour le chantier. Les informations générales sont portées dans la notice d'instructions et les informations spécifiques directement sur les plans de pose.

Il est souhaitable que le fournisseur réalise un abaque avec le nombre et la position des étais tirants-poussants en fonction de la surface et de la hauteur des MCI en précisant la position de l'ancrage en pied par rapport au MCI (figure 26).

À noter que la stabilité d'un ouvrage ou d'un équipement est assurée lorsque le moment de renversement à l'état limite ultime³ est inférieur au moment de stabilité qui lui est obtenu en considérant le poids propre et le lestage éventuel. Le calcul de la charge ultime d'une cheville de fixation est mené dans les mêmes conditions.

3.6. Mise en place des aciers de liaison

Le fournisseur doit concevoir les aciers de liaison de telle sorte que leur mise en œuvre soit simple et présente le moins de risques possible.

Les aciers de liaison entre MCI peuvent s'insérer depuis le haut du MCI, sur le côté du MCI à l'avancement ou en prévoyant des boîtes d'attente (figures 27 et 28).

3.7. Coulage

Travaux préparatoires au coulage à intégrer dès la conception :

Cette phase consiste à mettre en place :

- les garde-corps lorsque les inserts ont été prévus dans le MCI ;
- les arrêts de bétonnage verticaux : l'arrêt de bétonnage est prévu à la conception du produit et ne nécessite pas d'intervention particulière de l'utilisateur (métal déployé placé en usine) ;
- les coffrages de rives : abouts coffrés en usine ;
- des trappes de bétonnage (elles doivent être prévues dès la conception par le fournisseur en fonction de la hauteur du MCI).

Objectifs pour le coulage :

Le coulage s'effectue depuis le poste de travail situé en partie supérieure du MCI à défaut de le faire depuis le sol. Afin de limiter les problèmes de ségrégation du béton, il existe des tubes plongeurs souples permettant de diminuer la hauteur de chute du béton. Le coulage est effectué en plusieurs passes, de 50 à 70 cm/h chacune (sauf dispositions particulières prévues lors de l'étude préalable).

Les bétons de remplissage sont structuraux et participent à la résistance du mur. Ils doivent être réalisés dans les règles de l'art et conformément à l'avis technique du fournisseur (figures 29 et 30).

³ C'est-à-dire le moment de renversement obtenu sous le chargement nominal ; par exemple sous la pression de vent de 60 daN/m² majorée d'un coefficient de traînée de 1,7 ; multiplié par le coefficient de « pondération » habituel de 1,5.

3.8. Retrait des éléments de stabilisation provisoire

Le retrait des éléments de stabilisation provisoire ne peut se faire que lorsque la stabilité des MCI est effective selon la préconisation du bureau d'études béton ou méthodes.

Le fournisseur précisera dans sa notice d'instructions les solutions préconisées pour cette phase. L'objectif à terme est d'éviter le travail en hauteur et de permettre un retrait sans risque.

Le retrait des éléments de stabilisation provisoire se réalise :

- de plain-pied pour les éléments de petite hauteur ;
- à partir d'une nacelle élévatrice de personnes pour effectuer le desserrage des étais tirants-poussants qui sont préalablement suspendus à une grue, pour les grandes hauteurs.



3.9. Finitions

La phase de finition consiste à traiter les reprises de bétonnage, à effectuer le traitement des joints, à appliquer un enduit bitumineux, etc.

Les MCI sont conçus de façon à limiter les interventions de finitions, notamment sur les joints extérieurs. Pour les MCI enterrés, le fournisseur proposera si possible une application en usine des enduits bitumineux ou tout autre produit d'étanchéité (figure 31).



Figures 29 et 30. Atelier de bétonnage

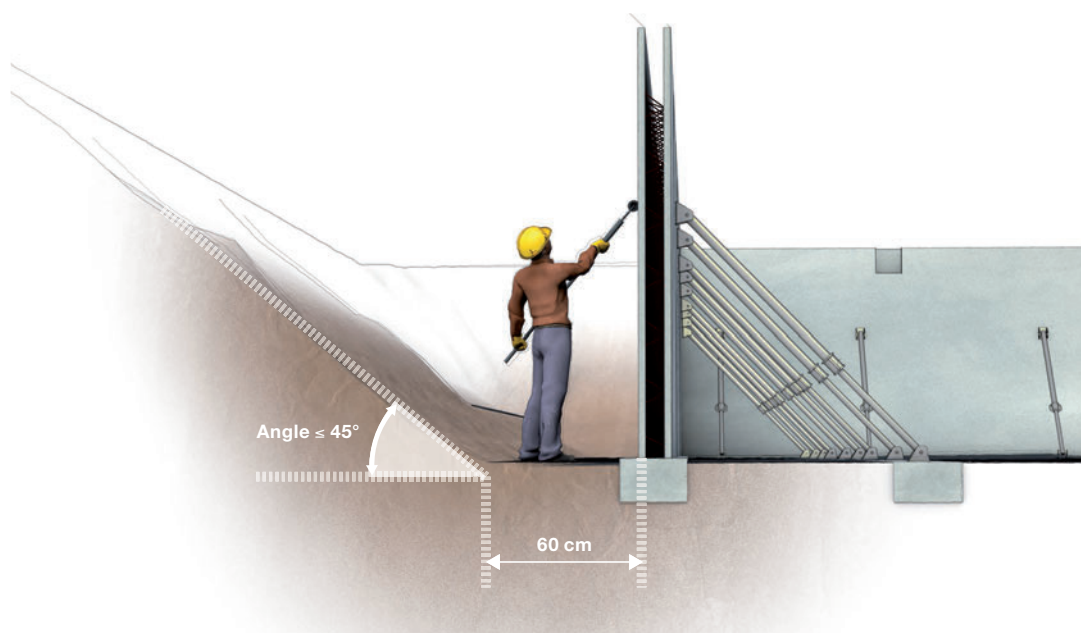


Figure 31. Exemple d'atelier de finition

Tous les points abordés dans ce chapitre devront obligatoirement apparaître dans la notice d'instructions. La notice d'instructions est générale pour le MCI, elle est propre à chaque fournisseur et remis à chaque utilisateur par le fournisseur. Elle précise le rôle du fournisseur et de l'utilisateur pour chaque phase concernant le chantier.

Une fois l'étude de faisabilité faite et le produit choisi, le fournisseur établit les documents techniques d'exécution du chantier (voir chapitre 2.4).

Les informations sur les risques qui ne sont pas couverts par la notice sont traitées directement dans le dossier technique d'exécution.

4.1. Généralités

4.1.1. Contenu de la notice d'instructions

Chaque notice doit contenir au moins les informations suivantes :

- la raison sociale et l'adresse complète du fournisseur et de son mandataire le cas échéant ;
- une description générale du procédé MCI ;
- les caractéristiques des différents MCI proposés par le fournisseur ;
- les schémas, descriptions et explications nécessaires pour une mise en œuvre en sécurité – et ce dans toutes les étapes concernées –, y compris les instructions concernant les mesures de sécurité à prendre par les utilisateurs ;
- les caractéristiques essentielles des outils ou matériels pouvant être montés sur le MCI ;
- les préconisations du fournisseur nécessaires à la définition des postes de travail ;
- une description du champ d'application des MCI en référence à l'avis technique ;
- des avertissements concernant les contre-indications d'emploi des MCI ;
- les conditions dans lesquelles les MCI répondent à l'exigence de stabilité en cours :
 - de transport,
 - de pose,
 - d'utilisation d'équipements complémentaires ;
- les dispositions à prendre en cas de non-conformité (fissure, douille arrachée, point de levage non identifié, etc.) ;
- les instructions concernant la formation des utilisateurs.

La notice d'instructions des MCI comprend également la notice d'utilisation des ETS (voir chapitre 3.2.3.4).

4.1.2. Étude préliminaire

Le MCI en phase provisoire n'est pas un moyen de retenue des terres.

La notice doit rappeler qu'une étude géotechnique complémentaire sera faite par l'utilisateur dans le cas où les MCI sont enterrés même partiellement et que l'utilisateur doit prendre en compte les conclusions du géotechnicien qui détermine les solutions à mettre en œuvre avant la pose des MCI : pente des talus, blindage ou tout autre moyen équivalent (voir chapitre 2.3).

4.1.3. Identification

Les MCI sont marqués sur le chant avec une étiquette dont le contenu est au moins conforme au marquage CE (voir chapitre 3.1.1).

4.2. Conditionnement et transport

4.2.1. Planification

L'utilisateur définit l'ordre de pose et le fournisseur approvisionne le chantier conformément au programme de pose (planning).

L'utilisateur doit prévoir, si nécessaire, une zone de stockage en phase provisoire.

4.2.2. Organisation de la livraison sur chantier

L'utilisateur doit organiser sa livraison en transmettant les informations nécessaires au fournisseur (adresse, horaire, plan d'accès, personne réceptionnant). Le fournisseur est chargé de transmettre ces informations à son transporteur.

L'utilisateur doit surveiller le bon déroulement de la livraison, s'assurer du respect des zones de déchargement et assurer la réception de l'ETS avec ses MCI dans les conditions de stabilisation prévues par le fournisseur. Le bordereau de livraison matérialise le transfert de responsabilité entre le fournisseur et l'utilisateur. L'utilisateur ne doit pas intervenir dans le déchargement, notamment s'il y a désolidarisation de l'ETS et de la remorque (figure 32).

Le fournisseur précise dans la notice les caractéristiques de son (ses) ETS et le domaine d'emploi (de façon à couvrir tous les points du chapitre 3.2.3).

Dans le cas où l'ETS n'est pas utilisé (livraison à plat), le fournisseur décrit précisément tous les domaines d'emploi (gabarit, dispositif de levage, hauteur de stockage) et le mode opératoire pour le déchargement et le retournement (voir chapitre 3.2.4).

4.3. Déchargement et stockage

4.3.1. Accès pour la livraison et aire de stockage

La notice d'instructions définit les caractéristiques minimum de la plate-forme et de ses accès à réaliser : portance, dimension, drainage, dévers, stabilité des talus en rive.

Toute situation particulière doit être étudiée conjointement entre le fournisseur et l'utilisateur.

L'utilisateur doit réaliser et maintenir en état la plate-forme et les accès.

Les caractéristiques requises pour la plate-forme de stockage recevant l'ETS sont :

- une portance du sol de la plate-forme de classe PF2 minimum ;
- une surface plane (dalle béton ou équivalent) avec 2 % de pente minimum pour l'évacuation de l'eau ;
- une pente transversale de 5 % maximum (dévers) ;
- une pente longitudinale acceptable par le moyen de transport utilisé.

À défaut, le revêtement devra être traité et être pérenne pour permettre au camion de rouler sans dégradation de la plate-forme.

4.3.2. Maintien en état des ETS

En cas de dégradation d'un ETS utilisé sur chantier, l'utilisateur doit en informer le fournisseur qui décidera de son remplacement.

4.3.3. Stabilité et solidité de l'ETS

La notice d'instructions précise les seuils de vitesse de vent admissible (continu et rafales) et les instructions en cas de dépassement.

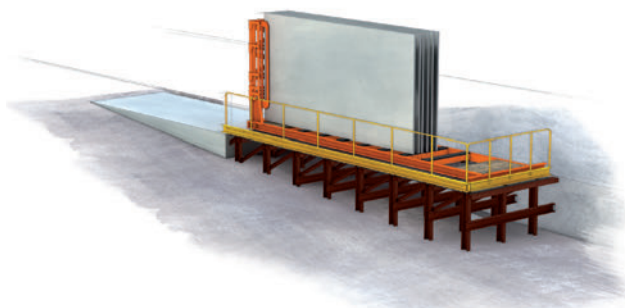


Figure 32. Exemple de méthode pour contrebalancer la déclivité du sol

4.3.4. Stabilité du MCI dans l'ETS

Le fournisseur précise le moment où les éléments de stabilité du MCI sur son ETS pourront être retirés, s'ils ont lieu d'être retirés.

4.3.5. Points de levage du MCI

Le fournisseur définit les règles d'élingage en sécurité que l'utilisateur devra mettre en œuvre.

4.3.6. Déchargement d'un ETS avec tous les MCI

La manutention sur chantier d'un ETS chargé de MCI est interdite sauf l'exception définie au chapitre 3.2.3.1.

4.3.7. Stockage tampon

Le stockage se fait dans un ETS ou à défaut dans un équipement de stockage spécifique conçu par l'utilisateur et offrant les mêmes garanties de sécurité qu'un ETS (rack à préfa lourde par exemple). **Le stockage hors ETS (sur talus ou fût de grue) est formellement interdit** sauf pour les cas de stockage à plat précisés auparavant (voir chapitre 3.2.4) ; dans ce cas le fournisseur précise les conditions et modalités du stockage (figure 33).

4.4. Levage et mode de préhension

4.4.1. Choix de l'engin de levage

En règle générale, le levage se fait à l'aide d'une grue à tour ou d'une grue mobile.

L'utilisateur réalise l'examen d'adéquation de l'engin choisi sur la base des poids et des dimensions des MCI déterminés par le fournisseur. Si l'examen d'adéquation est infructueux, l'utilisateur fait le choix d'un autre

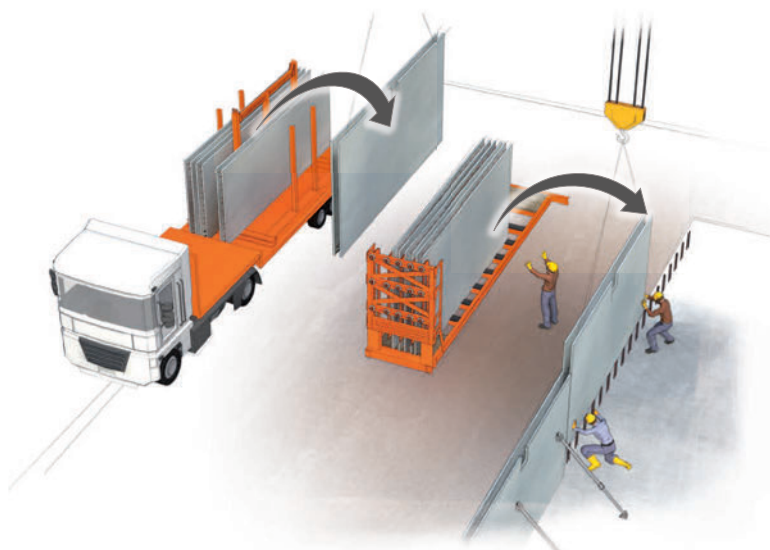


Figure 33. Stockage tampon dans un ETS

équipement de levage et s'assure au besoin de la mise en œuvre ou de l'adéquation du dispositif complémentaire.

Sauf avis contraire du fournisseur, les MCI ne sont pas conçus pour être transportés par un appareil de levage (grue sur chenilles à flèche treillis, chariot élévateur, par exemple) qui génère une charge dynamique importante sur les appareils de levage.

4.4.2. Contrôle visuel avant levage

Le fournisseur précise à l'utilisateur les contrôles visuels à effectuer avant le levage en sécurité.

4.4.3. Levage et élingage

Les points de levage se situant en général en hauteur, il est indispensable de prévoir le levage sans risque de chute de personne dans le vide, et le fournisseur précise les moyens pour y arriver (par exemple, la « câblette » sera comprise dans l'offre du fournisseur, qui doit intégrer la sécurité dans le mode constructif du MCI).

4.4.4. Accessoires de levage

Le fournisseur décrit dans sa notice les accessoires de levage nécessaires.

L'utilisateur se les procure en fonction de l'examen d'adéquation qu'il a préalablement fait en collaboration avec le fournisseur.

Le fournisseur donne à l'utilisateur les longueurs des élingues nécessaires pour lever les MCI afin de respecter les règles d'élingage (angles, etc.). Les chaînes peuvent être raccourcies.

Si un palan d'équilibrage est utilisé pour la pose des MCI, il est conforme aux prescriptions du fournisseur.

Les accessoires sont vérifiés périodiquement et le PV de réception et/ou le certificat de conformité sont consignés dans le registre de sécurité.

4.5. Retournement

4.5.1. Retournement

Le retourneur est mis à disposition par le fournisseur. Une adéquation est faite entre la zone de retournement (plate-forme), le moyen de levage/retournement, le retourneur et le MCI par l'utilisateur en collaboration avec le fournisseur. L'utilisateur doit respecter le sens de retournement, à savoir dans l'axe de la grue.

La plate-forme ou le plancher – calculé et validé par le bureau d'études – recevant le retourneur doit avoir une pente longitudinale et un dévers inférieurs ou égaux à 2 %. Le fournisseur précise les instructions sur le serrage du MCI sur le retourneur.

4.5.2. Étais tirants-poussants

L'utilisateur favorise la mise en place des étais tirants-poussants avant le retournement.

Si la hauteur du MCI avant le retournement est supérieure à 2 m, il est prévu une plate-forme de travail au poste.

Le poids des étais tirants-poussants est prévu pour une manutention à la main. La méthode de manutention pour la mise en place doit être prévue.

Si l'opération ne peut être réalisée de plain-pied, l'utilisateur devra prévoir un accès en hauteur pour retirer l'étais (nacelle, échafaudage ou toute autre solution équivalente en sécurité).

4.6. Pose

La zone de pose doit être préparée : protection intégrée sur les aciers en attente.

Les éléments de stabilisation et tout le matériel de fixation sont disposés à proximité de la zone de travail.

En cas de risque de chute depuis un plancher haut, la zone est sécurisée par des protections collectives avant et pendant la pose (figure 34).

4.6.1. Acier en attente/ferrailage

Le fournisseur transmet au BET les informations nécessaires pour le positionnement des aciers en attente entre les deux peaux du MCI.

Pour éviter le risque d'empalement et pour faciliter la mise en place du MCI, il est nécessaire que les aciers en attente se terminent par une boucle bien alignée dans le sens longitudinal du MCI.

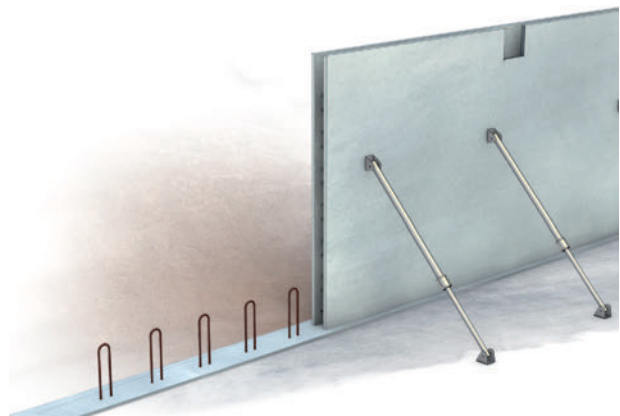


Figure 34.
Exemple de façonnage d'aciers en attente

4.6.2. Stabilisation

L'utilisateur transmet au fournisseur l'étude de site, avec le calcul du vent et l'indication de l'espace disponible, et la résistance des supports (étais tirants-poussants et lests).

Le fournisseur transmet ses préconisations à l'utilisateur qui les met en œuvre. Il faut privilégier la mise en place des étais tirants-poussants sur le MCI lorsque ce dernier est encore sur le retourneur.

Exemples de protection :

Cas des MCI intérieurs

Les fourreaux de garde-corps (inserts) peuvent être intégrés dès la fabrication du MCI par le fournisseur. C'est la solution proposée en priorité par le fournisseur à l'utilisateur pour sécuriser les MCI. Ces garde-corps sont alors positionnés par l'utilisateur en tête de MCI avant coffrage du plancher depuis une plate-forme de travail.

Toute autre solution d'efficacité équivalente sera à proposer par le fournisseur dans la notice d'instructions.

Cas des MCI extérieurs

Selon l'étude de faisabilité des protections intégrées, il pourra être envisagé :

- d'installer des garde-corps ou des grilles de protection en rive fixées par des attaches volantes ou autres systèmes similaires sur le parement extérieur (figure 35) ;
- de calepiner les MCI de façon à ce qu'ils dépassent de 1 m par rapport au plancher haut (en acrotère ou allège) ;
- de mettre des passerelles extérieures (les MCI seront alors calculés en conséquence) ;
- d'installer un échafaudage extérieur, si est pris en considération le risque de heurt avec le MCI lors de sa mise en place (accroches dimensionnées en conséquence) ;
- de positionner un garde-corps en retrait sur le plancher, sans possibilité de franchissement entre lisses, afin de poser le MCI en toute sécurité.

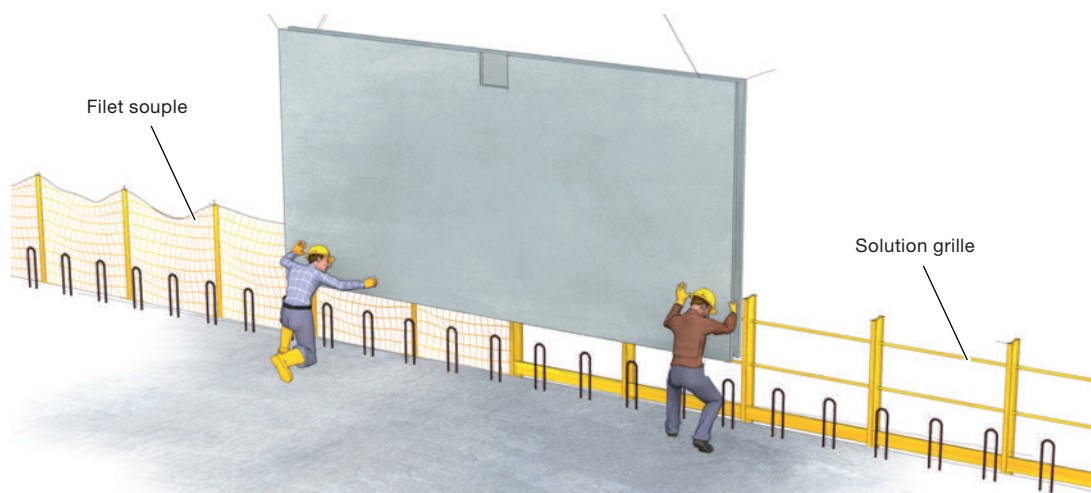


Figure 35. Garde-corps

Cas des MCI avec ouverture

Dans le cas de MCI avec ouverture, le principe de protections collectives est le même que pour les MCI extérieurs. Avant de retirer le coffrage des ouvertures, il est nécessaire de s'assurer que la protection collective est en place (garde-corps sur dalle, passerelle, échafaudage, etc.).

4.6.4. Calage

Le mode opératoire de calage prend en compte les pentes éventuelles sur la zone de pose.

4.6.5. Aciers de liaison

Pour les aciers de liaison, la pose à l'avancement est privilégiée à l'enfilage par le haut.

4.6.6. Arrêt de bétonnage / coffrage de rive

L'utilisation de serre-joints pour fixer les arrêts de bétonnage est à proscrire.

Le fournisseur propose une solution technique adaptée : peau intérieure plus courte pour les angles, arrêt de bétonnage intégré au MCI, etc.

4.7. Coulage

Le fournisseur précise la manière de couler en sécurité le béton dans les MCI : depuis le sol ou en hauteur.

Si le coulage se fait par le haut, plusieurs solutions sont envisageables :

- si la hauteur de coulage est inférieure ou égale à 4 m, une plate-forme de travail individuelle spéciale pour MCI ou un échafaudage roulant est possible ;
- si la hauteur de coulage est supérieure à 4 m, la solution à retenir reste la nacelle.

Si le coulage se fait de plain-pied, le plancher haut, type prédalles, peut servir au coulage des MCI moyennant des protections en rive positionnées au préalable. L'étalement des prédalles est alors adapté aux opérations de coulage (surcharge éventuelle).

Le nombre d'équipements, type plate-forme, etc. est à prévoir en nombre suffisant.

Les platelages entre plate-forme ainsi que toute improvisation sont interdits.

Le fournisseur précise les hauteurs de coulage au cas par cas suivant le type de béton, la largeur du MCI, le ferrailage, etc.

L'utilisateur prend en compte les difficultés de couler avec une benne à béton classique (le diamètre de la manche, dite « goulotte », est mal adapté).

4.8. Retrait des éléments de stabilisation provisoire

Le retrait des étais tirants-poussants ne peut se faire que lorsque la stabilité des MCI est effective selon la préconisation du bureau d'études béton ou méthodes.

4.9. Finitions

Toutes les finitions sont réalisées avec le même matériel que pour le coulage : plate-forme, nacelle, etc. (voir chapitre 4.7).

L'objectif de ce chapitre est de :

- proposer des objectifs et un contenu de formation/sensibilisation afin de développer les compétences de l'ensemble des acteurs (opérateurs, encadrement et prescripteurs) dans la mise en œuvre des MCI en sécurité sur les chantiers ;
- mettre à disposition des outils pédagogiques en vue du déploiement de cette formation/sensibilisation (questionnaires de validation des acquis et supports de présentation)⁴.

5.1. Formation à destination des opérateurs

Public concerné : Opérateurs

Compétence générale attendue : Savoir mettre en œuvre en sécurité les MCI (manutentionner, stocker, poser, couler).

Prérequis :

- Savoir élinguer en sécurité et/ou être chef de manœuvre.
- Savoir travailler en hauteur (utilisation de plates-formes sécurisées spécifiques).

Référentiel de compétences / Objectifs pédagogiques :

Compétences « Être capable de... »	Compétences intermédiaires
Connaître les caractéristiques du produit.	Connaître les différents types de présentation (forme), les poids, taille, etc., la composition, les contrôles qualité (acceptabilité du produit), les types de conditionnement (ETS, etc.) et le domaine d'emploi.
Connaître les activités nécessaires à la mise en œuvre et repérer leurs risques associés.	Identifier les différentes phases du processus : déchargement, stockage (y compris tampon), retournement, pose, stabilisation, préparation (dont ferrailage), coulage, tâches après coulage, finition.
Décharger/manutentionner en sécurité les MCI.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître le matériel et l'outillage nécessaires (notamment ETS) au : <ul style="list-style-type: none"> – chargement/déchargement ; – stockage. • Connaître les règles d'utilisation des ETS, notamment les manipulations autorisées ou interdites (flasques, etc.). • Reconnaître, délimiter, sécuriser les aires de stockage, de déchargement et de circulation. • Appliquer les procédures (méthodes, instructions), et notamment le PPSPS de : <ul style="list-style-type: none"> – chargement/déchargement (points de levage, limites d'emploi, zone de chargement sur ETS, vérifications, etc.) ; – livraison (personne habilitée à signer le BL) ; – stockage (stabilisation, cales, etc.).
Organiser la pose des MCI en sécurité.	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître le matériel et l'outillage nécessaires à la pose, à la stabilisation. • Appliquer les procédures (méthodes, instructions), et notamment le PPSPS : <ul style="list-style-type: none"> – de préparation des sols (stabilisation des sols et talus) ; – de traçage, positionnement et scellage des ancrages ; – d'étalement ; – de mise en place des protections collectives. • Connaître les procédés d'étanchéité pour le bétonnage entre MCI.
Lever et manutentionner en sécurité les MCI, les ETS.	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître le matériel et l'outillage nécessaires au levage et au retournement. • Appliquer les procédures (méthodes, instructions), et notamment le PPSPS : <ul style="list-style-type: none"> – d'élingage et de désélingage (points de levage, etc.) ; – de retournement (zone de sécurité, etc.).
Mettre en place les armatures de liaison.	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître le matériel et l'outillage nécessaires à la mise en place du ferrailage de liaison. • Distinguer les différentes techniques de liaisons (pendant ou après la pose). • Mettre en œuvre les différents types de liaisons verticales, horizontales, encastrées.
Mettre en place les arrêts de bétonnage et coffrages de rive.	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer les procédures et modes opératoires spécifiques de l'ouvrage définis notamment dans le PPSPS.
Bétonner dans les règles.	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les matériaux (caractéristiques béton), matériel et l'outillage nécessaires au bétonnage : apprécier la granulométrie et de la fluidité. • Appliquer les procédures (méthodes, instructions), et notamment le PPSPS, de : <ul style="list-style-type: none"> – préparation de coulage (préparation du support) ; – respect de la vitesse de coulage ; – pose des sécurités périphériques (potelets et garde-corps).
Exécuter les tâches après coulage.	Respecter les consignes pour l'enlèvement de la stabilisation et le décoffrage des abouts et mannequins.

Conditions de réussite de la formation : Renforcer les acquis par une mise en œuvre et un accompagnement « terrain ».

⁴ Les fichiers sous format Power Point permettant une présentation animée des questionnaires et des corrections sont téléchargeables sur le site www.opbtp.fr.

5.2. Formation à destination des prescripteurs

Public concerné : Prescripteurs et organisateurs (chef d'entreprise, chef de chantier, conducteur de travaux, bureau d'études méthodes)

Compétence générale requise : Organiser la mise en œuvre des MCI sur leurs chantiers (sélectionner les solutions pertinentes, planifier, définir les moyens, les méthodes et superviser la mise en œuvre).

Objectifs pédagogiques :

Compétences « Être capable de... »	Compétences intermédiaires
Savoir comparer le procédé constructif MCI aux autres procédés et le choisir à bon escient.	Connaître et comprendre le procédé constructif MCI : – connaître les caractéristiques du produit : types de présentation, poids et taille, composition, contrôles qualité, types de conditionnement, limites d'emploi ; – identifier les besoins auxquels ce produit répond (utilisations) ; – comparer les avantages et inconvénients de ce type de produit à ceux des autres modes « traditionnels » (au regard de sa propre fonction).
Savoir organiser son chantier en tenant compte de ce type de procédé.	<ul style="list-style-type: none"> • Définir les modes opératoires. • Rédiger les PPSPS, PIC.
Savoir décrire les mesures retenues dans les modes opératoires (PPSPS).	Communiquer les préconisations aux opérateurs.
Identifier et organiser les activités nécessaires à la mise en œuvre et repérer leurs risques associés.	<ul style="list-style-type: none"> • Décrire les différentes étapes liées à l'exécution des travaux : déchargement, stockage (y compris tampon), retournement, pose, stabilisation, préparation (dont ferrailage), coulage, tâches après coulage, finition. • Repérer, analyser et traiter les risques associés aux différentes situations de travail.
Organiser la livraison et le stockage en sécurité des MCI sur le chantier (y compris stockage tampon).	<ul style="list-style-type: none"> • Définir et choisir le matériel et l'outillage nécessaires (notamment ETS) : – au chargement/déchargement (MCI et ETS) ; – à la livraison ; – au stockage. • Déterminer et sécuriser les aires de stockage, de déchargement et de circulation. • Rédiger et faire appliquer les procédures (méthodes, instructions), et notamment le PPSPS, de : – chargement/déchargement (points de levage, limites d'emploi, zone de chargement sur ETS, vérifications, etc.) ; – dispositions de prévention pour la livraison ; – stockage (stabilisation, cales, etc.).
Organiser le levage et la manutention en sécurité des MCI et des ETS.	<ul style="list-style-type: none"> • Définir et choisir le matériel et l'outillage nécessaires au levage et au retournement. • Rédiger et faire appliquer les procédures (méthodes, instructions), et notamment le PPSPS : – d'élingage et de désélingage (points de levage, etc.) ; – de retournement.
Organiser la pose des MCI en sécurité.	<ul style="list-style-type: none"> • Définir et choisir le matériel et l'outillage nécessaires à la pose, à la stabilisation (notamment le choix du matériel d'accès en hauteur, avec examen d'adéquation – adéquation du mode de stabilisation, etc.). • Rédiger et faire appliquer les procédures (méthodes, instructions), et notamment le PPSPS : – de préparation des sols (stabilisation des sols et talus) ; – de traçage, positionnement et scellage des ancrages ; – d'étalement ; – de mise en place des protections collectives.
Choisir les armatures de liaison.	<ul style="list-style-type: none"> • Définir et choisir le matériel et l'outillage nécessaires à la mise en place du ferrailage de liaison. • Connaître et savoir valider avec les fournisseurs les différentes techniques de liaisons (pendant ou après la pose). • Définir et choisir les différents types de liaisons verticales, horizontales, encastrées.
Choisir les arrêts de bétonnage et coffrages de rive.	Définir les consignes pour l'enlèvement de la stabilisation et le décoffrage des abouts et mannequins.

Conditions de réussite de la formation : Inscrire la formation dans un cadre pratique (réalisation d'étude de cas, etc.).

Prérequis :

- Savoir rédiger et faire appliquer les procédures (méthodes, instructions, avis technique) et notamment le PPSPS.
- Maîtriser la lecture de plans, abaques.
- Connaître les différents équipements et modes opératoires pour travailler en hauteur.
- Connaître les principes de stabilisation des sols (talutage, etc.).
- Connaître les principes d'élingage en sécurité.

5.3. Formation à destination des transporteurs

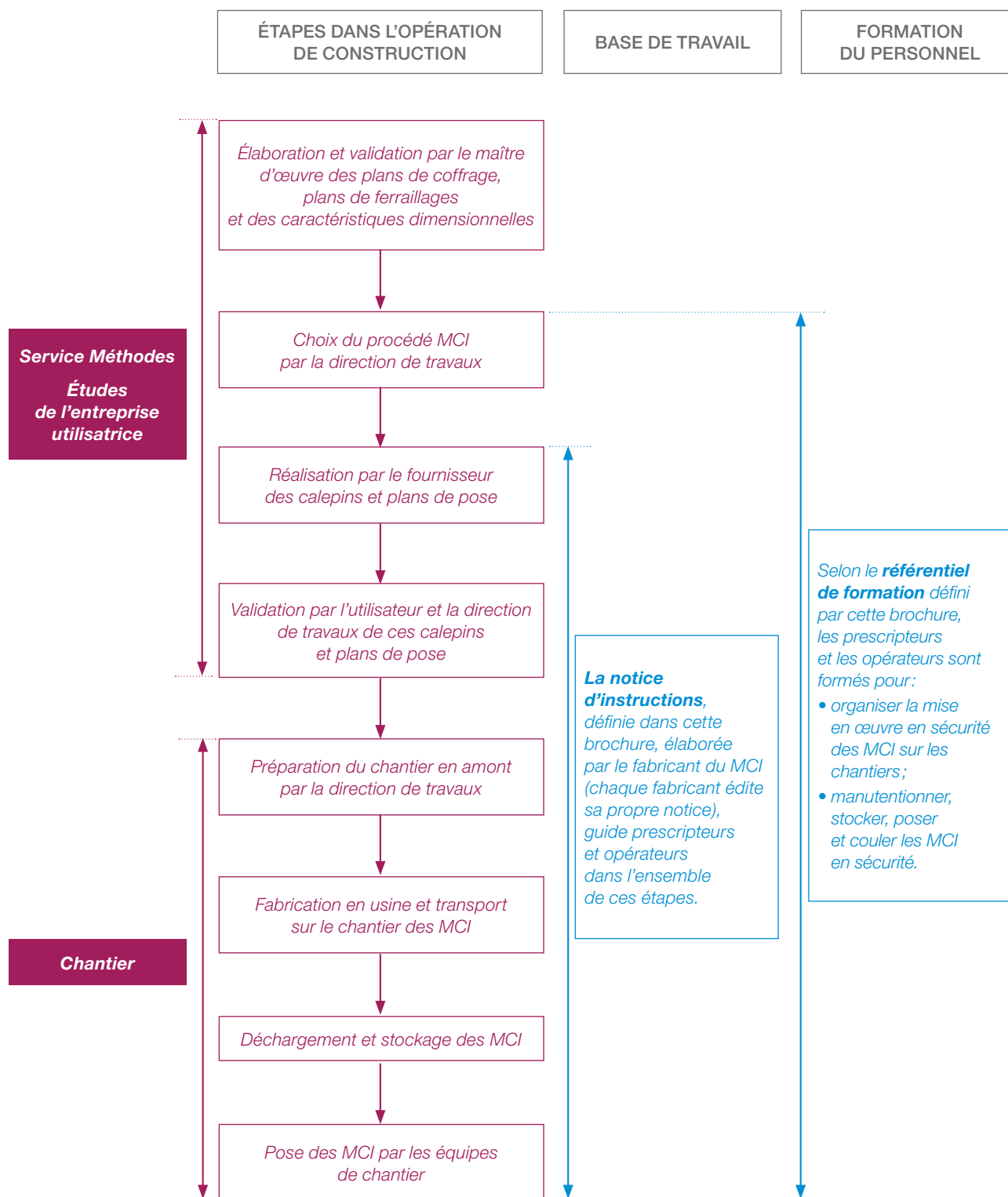
Public concerné :

Personne en charge du transport (chargement/déchargement et stabilisation de l'ETS, remplir le BL avec le responsable chantier, etc.)

Compétences requises :

Voir document *Arrimage des charges sur les véhicules routiers* (ED 759) de l'INRS.

De la conception du procédé constructif à la mise en œuvre des MCI sur chantier (avec tous les acteurs et les outils qu'ils utilisent)



De façon générale, le respect des objectifs de prévention met l'entreprise dans une situation d'obligation de résultats. La loi n° 91-1414, dont est issu l'article L. 4121-2 du code du travail (*voir encadré*), rappelle à cet effet qu'il appartient à l'employeur de mettre en œuvre toutes les mesures propres à garantir la santé et la sécurité des salariés. Ces principes s'appliquent aussi au maître d'ouvrage et au coordonnateur SPS.

Les responsabilités pénales

En matière de sécurité, les constructeurs, les maîtres d'ouvrage, les chefs d'établissement, les coordonnateurs SPS, les maîtres d'œuvre ont une obligation de résultat et pas seulement de moyens. En cas d'accident, leur responsabilité pénale peut être recherchée. Il est donc important de prendre en compte la sécurité des travailleurs le plus tôt possible dans le projet de conception.

Les principes généraux de prévention

Article L. 4121-2, « Employeur »

L'employeur met en œuvre les mesures prévues à l'article L. 4121-1 sur le fondement des principes généraux de prévention suivants :

- 1° Éviter les risques ;
- 2° Évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités ;
- 3° Combattre les risques à la source ;
- 4° Adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé ;
- 5° Tenir compte de l'état d'évolution de la technique ;
- 6° Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux ;
- 7° Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants, notamment les risques liés au harcèlement moral, tel qu'il est défini à l'article L. 1152-1 ;
- 8° Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle ;
- 9° Donner les instructions appropriées aux travailleurs.

Article L. 4531-1, « Maître d'ouvrage »

Afin d'assurer la sécurité et de protéger la santé des personnes qui interviennent sur un chantier de bâtiment ou de génie civil, le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et le coordonnateur en matière de sécurité et de protection de la santé mentionné à l'article L. 4532-4 mettent en œuvre, pendant la phase de conception, d'étude et d'élaboration du projet et pendant la réalisation de l'ouvrage, les principes généraux de prévention énoncés aux 1° à 3° et 5° à 8° de l'article L. 4121-2.

Ces principes sont pris en compte notamment lors des choix architecturaux et techniques ainsi que dans l'organisation des opérations de chantier, en vue :

- 1° De permettre la planification de l'exécution des différents travaux ou phases de travail se déroulant simultanément ou successivement ;
- 2° De prévoir la durée de ces phases ;
- 3° De faciliter les interventions ultérieures sur l'ouvrage.

Article L. 4532-16, « Coordonnateur »

Sauf dans les cas prévus à l'article L. 4532-7, au fur et à mesure du déroulement des phases de conception, d'étude et d'élaboration 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.

Glossaire

Acteur du domaine

Fabricant de MCI, utilisateur (entreprise de construction), organisme de prévention (CNAMTS, INRS, OPPBTP).

BET

Bureau d'études techniques.

Câblette

Sangle métallique à usage unique.

CSTB

Centre scientifique et technique du bâtiment.

Élingue à usage unique MCI

Sangle non réutilisable à partir du moment où elle est désolidarisée du produit MCI ; elle est appelée également « câblette » lorsqu'elle est métallique.

Étais tirants-poussants

Stabilisateurs métalliques réglables à double effet (voir norme NF P 14320).

ETS

Équipement pour le transport et le stockage des MCI. Ils sont construits en mécano-soudé.

Fournisseur

Le fournisseur est l'entreprise qui est en mesure de concevoir et fabriquer les MCI conformément à son avis

technique en intégrant les informations fournies par l'utilisateur.

Utilisateur

L'utilisateur est l'entreprise qui commande et met en œuvre les MCI conformément aux recommandations.

MCI de grande hauteur

MCI nécessitant un retournement.

MOA

Maître d'ouvrage.

MOE

Maître d'œuvre.

PEMP

Plate-forme élévatrice mobile de personne.

Sanglage en berceau

Dispositif d'élingage à base d'estropes qui reprennent l'objet à lever en l'entourant par-dessous. Il est interdit pour les MCI.

Sétra

Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements.

Bibliographie

Brochures publiées par l'INRS

Ces brochures sont disponibles dans les Carsat/Cram et CGSS, et en pdf sur le site www.inrs.fr.

- *Arrimage des charges sur les véhicules routiers*, ED 759.
- *Mémento de l'élingueur*, ED 919.
- *Conduite en sécurité des plates-formes élévatrices mobiles de personnel. Formation. Évaluation*, ED 904.
- *La prévention des chutes de hauteur*, ED 130.

Autres documents

Guide pour la réalisation des terrassements des plates-formes de bâtiments et d'aires industrielles dans le cas de sols sensibles à l'eau, Syndicat professionnel des terrassiers de France.



Les murs à coffrage intégré (MCI) sont des éléments en béton armé fabriqués industriellement en usine et destinés à la réalisation de parois verticales. Ces produits modifient les techniques traditionnelles de construction et intègrent les fonctions habituellement assurées par des équipements de travail (banches).

Ce document identifie les risques et propose des mesures à intégrer dès la conception du produit pour permettre d'assurer une mise en œuvre en sécurité. Il fixe le référentiel minimal à mettre en pratique, à chaque étape des processus de conception, de fabrication et de construction, pour :

- le fournisseur, qui respectera les prescriptions minimales dès la conception du procédé constructif MCI pour une mise en œuvre en sécurité ;
- l'utilisateur, qui respectera la notice d'instructions du fournisseur du produit au niveau décisionnel et au niveau du chantier et formera le personnel concerné suivant le référentiel proposé par cette brochure.



Direction des risques professionnels
26-50, avenue du Professeur-André-Lemierre
75986 Paris cedex 20
Tél. 01 72 60 10 00
www.risquesprofessionnels.ameli.fr



L'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics
25, avenue du Général-Leclerc
92660 Boulogne-Billancourt cedex
Tél. 01 46 09 27 00
www.oppbtp.fr



Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer
75680 Paris cedex 14
Tél. 01 40 44 30 00
www.inrs.fr

Édition INRS ED 6118

1^{re} édition • août 2012 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1987-8