

ACCROPODE™ II

EXTRAIT DU DOCUMENT D'INFORMATION
TECHNIQUE



ACCROPODE™ II

Note de présentation



Sommaire

Introduction	4
Dispositions légales	4
Présentation du D.I.T. et de son objectif	5
Contacteur CLI	6
Dispositions relatives à la sécurité	6
Rappel du contrat de licence	7
1. Caractéristiques du bloc ACCROPODE™ II	9
1.1. Caractéristiques géométriques	9
1.2. Plans de forme du bloc ACCROPODE™ II	10
2. Coffrages des blocs ACCROPODE™ II	11
2.1. Principe de coffrage	11
2.2. Conception	12
2.3. Tolérance de fabrication des coffrages	12
3. Fabrication des blocs ACCROPODE™ II	12
3.1. Les bétons	12
3.2. Bétons – propriétés spécifiées	13
3.3. Bétons – Composition prescrite	14
3.4. Précautions supplémentaires	15
3.5. Fabrication des blocs	16
3.6. Suivi de production	17
4. Critères d'acceptation des blocs ACCROPODE™ II	17
5. Sous-couche et pied de la carapace	18
5.1. Présentation	18
5.2. Caractéristiques géométriques de la sous-couche	18
5.3. Contrôle de la sous-couche	19
6. Pose des blocs ACCROPODE™ II	20
6.1. Objectif	20
6.2. Plans de pose théoriques	20
6.3. Conditions requises pour la pose des blocs ACCROPODE™ II	20
6.4. Densité de pose	21
6.5. Validation de la carapace en blocs artificiels	21
7. Calcul du nombre théorique de blocs à poser	22



Introduction

Les blocs artificiels auxquels se rapporte le dispositif ci-dessus sont connus sous la dénomination commerciale « ACCROPODE™ II ».

Le bloc ACCROPODE™ II par sa forme originale présente à la fois des qualités de robustesse et de stabilité en talus qui permettent une pose en une seule couche et par conséquent une substantielle économie.

Les méthodes de fabrication et de pose de ce bloc ont été élaborées sur chantier et en laboratoire.

L'ENTREPRISE, ayant signé un contrat de concession ACCROPODE™ II avec CLI, a obligation de respecter l'ensemble des conditions relatives au contrat.

L'obtention des conditions se fait auprès de CLI dont les coordonnées sont disponibles dans le présent document.

Après signature du contrat de concession ACCROPODE™ II, l'ENTREPRISE adjudicataire des travaux bénéficie d'une assistance technique.

L'assistance technique à l'ENTREPRISE a démontré son rôle essentiel pour la réussite des projets passés. Des formations sur chantiers permettent d'accélérer le processus d'apprentissage et d'obtenir une meilleure productivité et qualité de travaux.

CLI intervient en tant que représentant officiel du propriétaire de la technique ACCROPODE™ pour en défendre la propriété industrielle.

Dispositions légales

Le présent document constitue un EXTRAIT du DOCUMENT D'INFORMATION TECHNIQUE (D.I.T.) cité dans le contrat de concession pour l'utilisation de la technique ACCROPODE™ II pour un projet particulier.

Pour atteindre les performances intrinsèques habituelles de la technologie ACCROPODE™ II, l'ENTREPRISE est tenue de respecter les SPECIFICATIONS, son marché de travaux ainsi que les normes et règlements en vigueur dans le pays considéré.

ACCROPODE™ II est une MARQUE distinctive déposée au niveau international par ARTELIA. Cette technique est exclusivement commercialisée par CLI (Concrete Layer Innovation).

Ce document est mis à disposition des entreprises et concepteurs avant le commencement des travaux pour leur permettre de réaliser des tâches préparatoires. Le DIT complet sera transmis à l'ENTREPRISE adjudicataire des travaux une fois que le contrat de concession sera en vigueur.

Ce présent document a une validité limitée dans le temps et des mises à jours sont disponibles sur demande à faire auprès de CLI.

Toute reproduction partielle ou complète de ce document est soumise à autorisation écrite préalable de CLI.

Tous droits réservés.

All rights reserved.



Présentation du D.I.T. et de son objectif

Présentation

1. LES SPECIFICATIONS

La partie SPECIFICATIONS du D.I.T. correspond aux bases de la technique des blocs ACCROPODE™ II. Les spécifications sont la base pour atteindre les performances reconnues de la technologie ACCROPODE™ II tant au niveau de la fiabilité de l'OUVRAGE construit, que dans l'efficacité du travail produit par l'ENTREPRISE. Les spécifications du marché de travaux s'appliquent dans la mesure où les variations par rapport au présentes « spécifications » sont justifiées et validées par le CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE.

3. L'INFORMATION TECHNIQUE

La partie INFORMATION TECHNIQUE est basée sur un retour d'expérience de la société CLI au travers de différents chantiers qui ont été exécutés au fil des années.

Le contenu des informations techniques est à titre indicatif pour donner des aspects conceptuels des techniques qui ont été utilisées sur chantier. Ces informations ne constituent pas un caractère obligatoire, mais simplement une assistance simple pour guider l'ENTREPRISE à faire des choix dans la mise en œuvre de la technique.

2. LES FICHES TECHNIQUES

Ces **FICHES TECHNIQUES** sont des documents annexes qui permettent à l'ENTREPRISE d'obtenir un complément d'information sur un point particulier de l'OUVRAGE ou sur les méthodes d'exécution. Elles sont **délivrées sur demande de l'ENTREPRISE**.

4. LES VIDÉOS

Des vidéos illustratives sur des points particuliers de l'OUVRAGE en carapace ou sur des méthodes d'exécution spécifiques sont délivrées également sur demande de l'ENTREPRISE.

Objectifs

Réalisation d'une carapace de protection en blocs ACCROPODE™ II dans le respect de la marque ACCROPODE™, afin que les caractéristiques de stabilité hydraulique prévues par le CONCEPTEUR soient respectées et afin que la

réalisation des travaux soit aussi efficace que possible. L'objectif final ne peut être atteint que dans un souci permanent de qualité et de sécurité.



Contacter CLI

6, rue de Lorraine
38 130 ECHIROLLES – France
Tel: +33(0) 476 044 774
Fax: +33(0) 476 044 775
Web Site: www.concretelayer.com
Email: cli@concretelayer.com

Dispositions relatives à la sécurité

L'ENTREPRISE qui a passé le contrat de concession pour l'utilisation de la technique ACCROPODE™ Il est pleinement responsable de l'exécution de ce contrat dans le respect des conditions de sécurité imposées par les lois en vigueur dans le pays d'utilisation.

CLI ou son représentant ne saurait être tenu pour responsable d'un quelconque défaut de sécurité. L'application de toutes les règles de sécurité incombe pleinement à l'ENTREPRISE.

L'ensemble de la documentation technique fourni par CLI ne donne que des aspects conceptuels de mise en œuvre et doit obligatoirement être adaptée par l'ENTREPRISE pour assurer pleinement la sécurité des personnes en accord avec les règles internationales et celles en vigueur dans le pays de fabrication ou d'utilisation.



ACCROPODE™ II – Extrait des Spécifications Techniques

Extrait du DIT ACCROPODE™ II – Version E 18/12/2019
VALIDITÉ LIMITÉE – CONTACTER CLI

Rappel du contrat de licence

Le rôle de CLI est d'assister l'ENTREPRISE dans la mise en œuvre de la technique ACCROPODE™ II au travers d'une assistance technique dédiée au chantier.

L'objectif de cette assistance technique est d'apporter à l'ENTREPRISE le savoir-faire indispensable pour mettre correctement en œuvre la technique ACCROPODE™ II. Pour cela CLI intervient au moyen de plusieurs actions prévues au contrat de licence et qui sont en général les suivantes:

- Mise à disposition de la documentation.
- Mise à disposition des plans de pose théoriques des blocs de carapace.
- Visites sur site aux moments clés relatifs à la technique ACCROPODE™ II.
- Formation des personnels à la fabrication et la pose des blocs (formation théorique et pratique).
- Assistance à distance à la demande de l'ENTREPRISE (vidéo conférence, consultations par courriels).

En ce qui concerne l'assistance sur site, CLI envoie sur site un conseiller technique afin d'apporter la formation et assister l'ENTREPRISE en lui transmettant ses retours d'expériences acquis au cours des nombreux chantiers.

Cette assistance technique vise à compléter la formation nécessaire in situ, ainsi qu'à apporter une information adaptée pour un bon déroulement du chantier. Lors des visites du chantier, CLI se sert d'exemples constatés sur l'OUVRAGE pour illustrer des situations concrètes et fournir l'information adaptée à l'ENTREPRISE. Ces courtes visites et espacées dans le temps ne peuvent en aucun cas être assimilées à un quelconque suivi d'exécution des travaux.

Le rôle de CLI est donc d'assister l'ENTREPRISE dans les limites prévues au contrat de licence. Pour ce contrat de concession de licence, CLI ne participe en aucun cas au dimensionnement de l'OUVRAGE. Dans le cadre de ce contrat de licence, CLI n'est donc pas en mesure de délivrer un avis global sur l'OUVRAGE, car n'en ayant une vision que très parcellaire et incomplète. CLI n'est pas en mesure non plus de fournir une quelconque approbation ou validation du travail qui a été exécuté. Cette tâche incombe à d'autres parties présentes sur site.

Dans le cas où une approbation de la carapace serait demandée, CLI peut fournir un service de Certificat de Conformité lors d'une prestation additionnelle qui fait l'objet d'un contrat séparé.

ACCROPODE™ II

Extrait des Spécifications Techniques



1. Caractéristiques du bloc ACCROPODE™ II

1.1. Caractéristiques géométriques

La forme du bloc est parfaitement définie et doit être respectée pour que les performances hydrauliques de stabilité testées en laboratoire et les retours d'expérience de durabilité de la carapace puissent être atteintes. Le présent document fait référence au bloc ACCROPODE™ de deuxième

génération (ou bloc ACCROPODE™ II), et qui a été développé dans la continuité du bloc ACCROPODE™ de première génération qui avait été breveté en 1980. Le tableau ci-après donne les dimensions caractéristiques pour des valeurs unitaires de volume de blocs :

Volume v (m³)	$V = 0.2926 H^3$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	15	20	26
Hauteur du bloc H (m)	$H = (V/0.2926)^{1/3}$	1,51	1,90	2,17	2,39	2,58	2,74	2,88	3,01	3,13	3,35	3,45	3,71	4,09	4,46
Épaisseur de la carapace T (m)	$T = 0.9 H$	1,36	1,71	1,96	2,15	2,32	2,46	2,60	2,71	2,82	3,01	3,10	3,34	3,68	4,02

Des tailles intermédiaires sont disponibles à la demande.

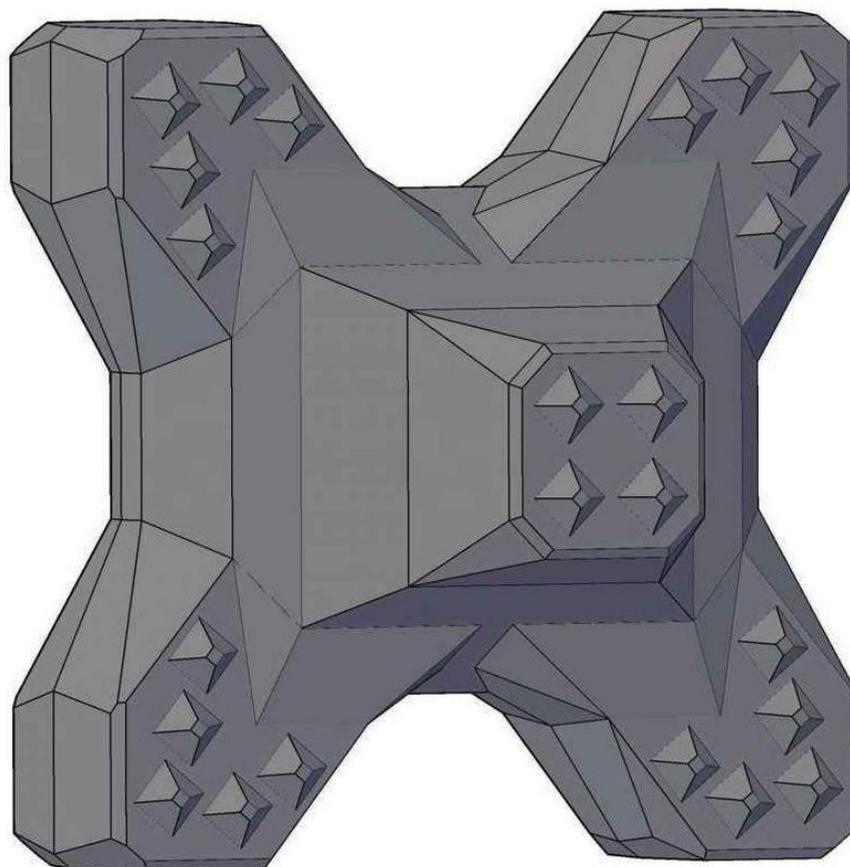


Figure 1: Forme générale du bloc ACCROPODE™ II

1.2. Plans de forme du bloc ACCROPODE™ II

Les plans indiqués dans le tableau suivant sont délivrés par CLI en accord avec le contrat de sous-licence une fois effectif. Ces plans de forme et de principe de coffrage permettent à l'ENTREPRISE

d'établir ses propres plans de coffrage. La forme et les dimensions du bloc doivent être impérativement respectées pour ne pas altérer les capacités structurales et de stabilité du bloc ACCROPODE™ II.

Plans délivrés par CLI :

001	Plan de forme du bloc
002	Plan des facettes du bloc
003	Plan de principe de coffrage (ce plan n'est pas un plan d'exécution des coffrages) Donné en exemple ci-dessous. Un document d'information sur les coffrages peut être obtenu sur demande à CLI.

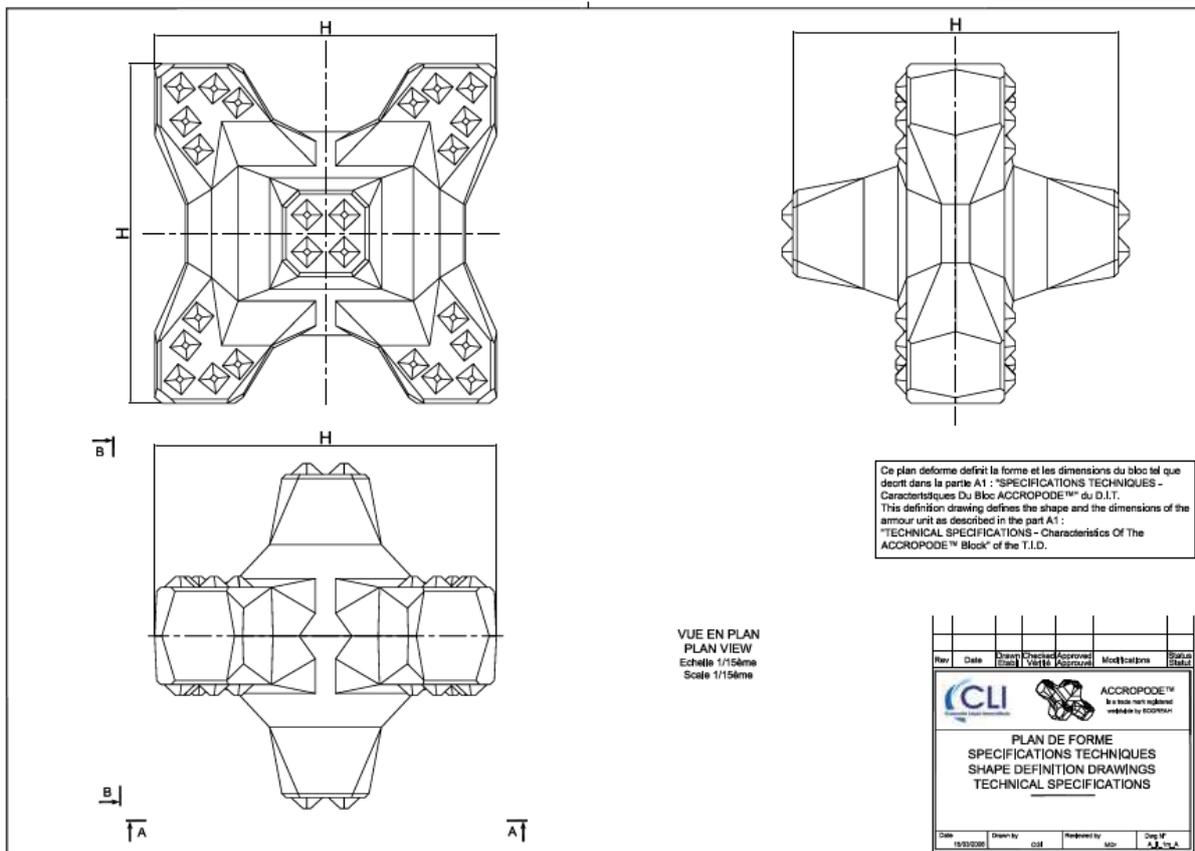


Figure 2: Plan de forme du bloc ACCROPODE™ II

2. Coffrages des blocs ACCROPODE™ II

2.1. Principe de coffrage

Le coffrage ACCROPODE™ II consiste en deux coquilles en acier séparables symétriquement de part et d'autre sans fond. Ces deux coquilles s'assemblent pour créer un moule dans lequel le béton sera coulé.

Le décoffrage se fait en séparant les deux coquilles à l'aide d'un vérin qu'i appuie sur le bout des nez, détachant ainsi le coffrage du bloc ACCROPODE™ II sans développant des efforts de traction dans le béton.

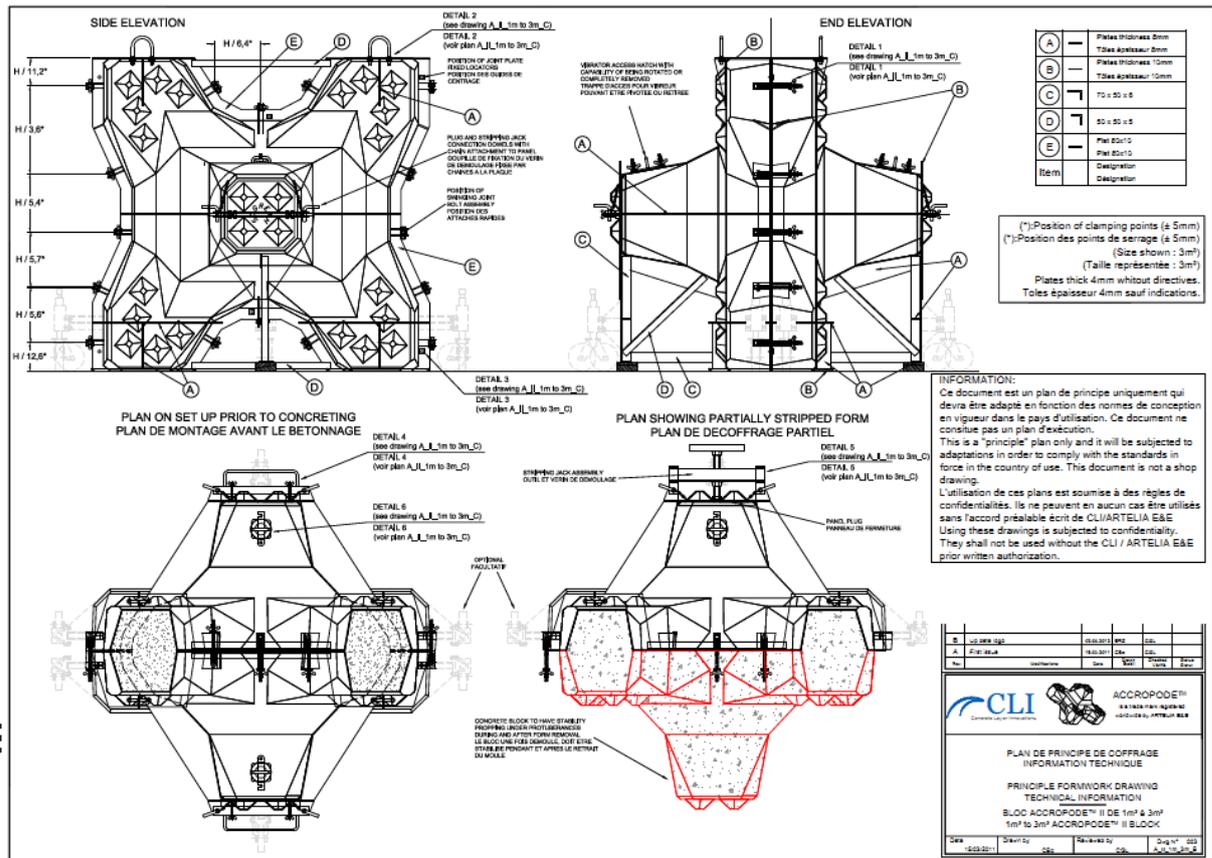


Figure 3: Exemple du plan de principe de coffrage pour le bloc ACCROPODE™ II

2.2. Conception

La conception du coffrage ainsi que toutes ses pièces annexes sont à la charge de l'ENTREPRISE qui est responsable. La conception sera conforme

aux normes en vigueur. Les éléments de sécurité tels que les passerelles d'accès devront être dimensionnées en accord avec la législation locale.

2.3. Tolérance de fabrication des coffrages

Le soudage des éléments du coffrage s'effectuera obligatoirement à partir d'un gabarit de montage dont les dimensions auront été contrôlés avant tout assemblage.

Les tolérances à appliquer seront les suivantes :

- Gabarit de montage : ± 1 mm

- Dimensions des facettes : ± 1 mm
- Dimensions des H (mm) $=\pm [5\text{mm} + (H/1000)]$ H est indiqué sur le plan de forme du bloc.
- Le volume du bloc produit sera égal ou supérieur au volume théorique prévu et dans les limites prévues par le CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE.

3. Fabrication des blocs ACCROPODE™ II

3.1. Les bétons

La formulation des bétons produite par l'ENTREPRISE devra être conforme aux normes en vigueur dans le pays de réalisation de la STRUCTURE et aux dispositions prévues dans le Marché de Travaux.

Pour la détermination de la formulation des bétons spécifiques aux blocs de carapace, l'ENTREPRISE doit prendre en compte que les blocs de carapace sont non armés et seront soumis à des chocs lors de la pose et plus tard lors de la vie de l'OUVRAGE. Étant donné que la stricte approche normative concernant la formulation des bétons classiques n'est pas suffisante pour les blocs artificiel, CLI recommande à l'ENTREPRISE de se faire assister par un(e) spécialiste des bétons non armés.

Lorsque le Marché de Travaux l'autorise, l'ENTREPRISE peut utiliser une formulation de béton à propriétés spécifiées conforme aux dispositions ci-dessous du chapitre

3.2 Béton – *Propriétés Spécifiées* et du chapitre 3.4 *Précautions supplémentaires*. La formulation et ses caractéristiques devront être approuvées par le MAÎTRE D'ŒUVRE.

À défaut, ou lorsque le marché des travaux n'autorise pas une méthode performantielle, l'ENTREPRISE utilisera une formulation des bétons à composition prescrite conforme aux dispositions du Marché de Travaux complétées par les dispositions ci-dessous du 3.3 - *Bétons - Composition Prescrite* et 3.4 *Précautions supplémentaires*.

Toute variation significative par rapport aux propriétés spécifiées en 3.2 et en 3.3 doit faire l'objet d'une justification visant à démontrer que les caractéristiques mécaniques et de durabilité à long terme sont conservées.



3.2. Bétons – propriétés spécifiées

Les spécifications ci-dessous s'appliquent de l'OUVRAGE.
lorsque le Marché de Travaux autorise une approche performantielle.

La formulation de béton choisie par l'ENTREPRISE devra garantir que les propriétés mécaniques du béton sont maintenues pendant toute la durée de vie

L'ENTREPRISE doit démontrer que le béton qu'elle propose atteint les performances du béton à composition prescrite ci-après en 3.3.

Critères	Spécifications
Classe de résistance caractéristique à 28 jours – Blocs $\leq 4 \text{ m}^3$	C25/30(25 Mpa sur cylindre et 30 Mpa sur cube)
Classe de résistance caractéristique à 28 jours – Blocs $> 4 \text{ m}^3$	C30/37 (30 Mpa sur cylindre et 37 Mpa sur cube)
Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs $\leq 4 \text{ m}^3$ Essai brésilien/Fct,sp	2.5 MPa
Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs $> 4 \text{ m}^3$ Essai brésilien/Fct,sp	3.0 MPa
Classe d'exposition (sauf si spécifiée différemment par le MAÎTRE D'OUVRAGE)	XA1 : Environnement à faible agressivité chimique - selon NA.4.1.5 de EN NF 206/CN
Rapport maximal E/C	0,50
Masse volumique minimale	Conforme aux spécifications du Marché de Travaux
Critères supplémentaires de Durabilité	Conforme aux spécifications du Marché de Travaux

3.3. Bétons – Composition prescrite

Critères	Spécifications
Classe de résistance caractéristique à 28 jours – Blocs $\leq 4 \text{ m}^3$	C25/30(25 Mpa sur cylindre et 30 Mpa sur cube)
Classe de résistance caractéristique à 28 jours – Blocs $> 4 \text{ m}^3$	C30/37 (30 Mpa sur cylindre et 37 Mpa sur cube)
Classe d'exposition	XA1 : Environnement à faible agressivité chimique – selon NA.4.1.5 de EN NF 206/CN
Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs $\leq 4 \text{ m}^3$ Essai de fendage brésilien/Fct,sp	2.5 MPa
Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs $> 4 \text{ m}^3$ Essai de fendage brésilien/Fct,sp	3.0 MPa
Masse volumique	Conforme aux attentes du CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE
Rapport maximal E/C	0,50
Teneur minimale en liant équivalent (ciment + ajouts). À adapter en fonction de la taille des agrégats.	297 Kg/m ³ à 363 Kg/m ³ en fonction de la taille des agrégats Peut varier en fonction des critères de durabilité
Température maximale du béton à sa mise en place (valeur indicative)	30°C
Température maximale d'hydratation (valeur indicative)	65°C (variable en fonction de la qualité du ciment). Voir 3.2.7.1 des INFORMATIONS
Qualité des agrégats EN NF 12620 et voir Chapitre 3.1.2 de la partie « Information » pour obtenir des recommandations	Non gélifs et non alcali réactifs et non agressif pour les autres éléments de composition du béton. Agrégats pouvant être concassés ou roulés Catégorie LA 35 ou Micro Deval 25
D _{sup} des agrégats (taille recommandée)	40 mm pour blocs $\leq 6 \text{ m}^3$ et 60 mm pour blocs $> 6 \text{ m}^3$
Maniabilité : consistance	S2 à S4

Les présentes spécifications sont données en relation avec la norme EN NF 206/CN.

Le choix du ciment est laissé à l'ENTREPRISE en conformité avec son Marché de Travaux, toutefois celle-ci devra s'assurer de la compatibilité de celui-ci avec l'environnement de destination et les autres composants du béton.

La formulation de béton choisie par l'ENTREPRISE devra garantir que les propriétés mécaniques minimales du béton sont maintenues pendant toute la durée de vie de l'OUVRAGE.

3.4. Précautions supplémentaires

3.4.1. VALEURS DE RÉFÉRENCE

Les valeurs du tableau ci-dessous résultent d'une expérience concluante sur les chantiers ACCROPODE™ II. L'ENTREPRISE pourra, sous réserve de justifier, proposer des valeurs différentes au MAÎTRE D'ŒUVRE.

N.B. : Au-delà de la simple référence à la résistance à la compression l'ENTREPRISE portera une attention particulière à la maturation du béton

La manipulation des blocs au jeune âge (avant 28 jours) ne doit pas porter atteinte à leur intégrité structurelle. Des précautions sont donc à prendre pour éviter tout choc qui pourrait les endommager.

	Blocs ≤ 4 m ³	Blocs de > 4 m ³ à < 15 m ³	Blocs ≥ à 15 m ³
Résistance minimale au décoffrage Fck Cyl	6 MPa	7 MPa	10 MPa
Résistance minimale pour la manutention Fck Cyl	15 Mpa	20 MPa	25 MPa
Résistance minimale pour la pose Fck Cyl	25 MPa	30 Mpa	30 Mpa
Poids des blocs	Poids égal ou supérieur aux poids pris en compte dans les études ou donné par le CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE.	Poids égal ou supérieur aux poids pris en compte dans les études ou donné par le CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE.	Poids égal ou supérieur aux poids pris en compte dans les études ou donné par le CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE.

Les valeurs de compression ci-dessus sont données pour des valeurs sur cylindre.

3.4.2. RESISTANCE A LA COMPRESSION

Le retour d'expérience a montré que les classes de béton spécifiés dans le chapitre 3.2, sont satisfaisantes pour fabriquer des blocs ACCROPODE™ II de qualité suffisante pour résister aux sollicitations pendant la phase de construction et au cours de la vie de l'OUVRAGE.

Il ressort de ce retour d'expérience qu'un risque de fragilité des blocs et une diminution de la résilience apparaissent lorsqu'on se éloigne des classes spécifiées par une augmentation significative de la résistance du béton.

3.5. Fabrication des blocs

3.5.1 GÉNÉRALITÉ

La fabrication des blocs et leur manutention seront organisées et menées de telle façon que le béton non armé ne subira aucun effort susceptible de créer des désordres dans la matrice du béton, qui pourraient diminuer la durée de vie des blocs.

3.5.2 MISE EN PLACE DU COFFRAGE

Le coffrage doit être positionné de telle façon à garantir sa stabilité tout au long des opérations et son étanchéité.

3.5.3 COULAGE DU BÉTON

Coulage par couches de hauteur adaptée pour assurer une bonne compaction. Limitation de la hauteur de chute libre du béton à deux mètres.

3.5.4 VIBRATION DU BÉTON

Chaque couche de béton sera vibrée de manière à évacuer les bulles d'air et assurer une bonne compaction. La puissance et la durée de vibration devra être adaptée pour remplir pleinement ses fonctions, mais une attention particulière sera apportée pour ne pas obtenir de ségrégation des éléments dans le béton.

3.5.5 PRISE ET DURCISEMENT

Les éléments climatiques agissant sur un béton non armé pendant la prise et le durcissement seront à prendre en compte afin de limiter l'effet de la température, du vent, du soleil et de la pluie. Des protections seront mises en place si nécessaire.

3.5.6 DÉCOFFRAGE

Le décoffrage interviendra lorsque le béton aura atteint la résistance suffisante prévue au chapitre 3.4 Caractéristiques Supplémentaires. Le décoffrage se fait en appliquant un effort horizontal et axial sur le nez avec le vérin. Tout effort de traction sur le bloc est prohibé. Cet effort ne doit pas conduire à dégrader la structure du bloc.

3.5.7 CURE

Les blocs devront subir une cure au décoffrage avec un traitement, soit par produit chimique, soit à l'eau pour garantir une évolution des résistances et de la durabilité des bétons conforme aux prescriptions du Marché de Travaux.

3.5.8 TRANSPORT DES BLOCS

Les blocs seront transportés quand ils auront atteint une résistance structurelle au moins égale à celle donnée dans le chapitre 3.3. Les méthodes de basculement, transport, manutention devront garantir que les blocs ne reçoivent aucun choc susceptible de porter atteinte à leur intégrité structurelle.

3.5.9 STOCKAGE

Les blocs seront stockés couchés sur trois appuis ou rangés verticalement en s'assurant de la stabilité. Il est envisageable d'avoir deux (2) niveaux de stockage pour les blocs inférieurs à 6 m³. Le sol devra alors supporter le poids sans tassement différentiel ou affouillement pouvant mener à un déséquilibre des blocs.

3.6. Suivi de production

La fabrication des blocs ACCROPODE™ II doit impérativement s'accompagner d'un suivi qualité des blocs. Dans ce cadre, il est demandé de mettre en place un système de traçabilité de la production.

Cette traçabilité comprendra au minimum les points ci-dessous :

- Traçabilité de la composition du béton et de ses composants,
- Identification des blocs par un numéro unique,
- En cas de rupture de blocs pendant la pose ou *a posteriori*, une étude systématique de ces casses doit être réalisée. Cette étude visera à déterminer les caractéristiques du béton et les causes de la casse, en incluant les différentes manipulations du bloc. La traçabilité complète du bloc est donc un élément important.
- En cas de rupture de blocs pendant la pose ou *a posteriori*, une étude systématique de ces casses doit être réalisée. Cette étude visera à déterminer les caractéristiques du béton et les causes de la casse, en incluant les différentes manipulations du bloc. La traçabilité complète du bloc est donc un élément important.
- Test de qualité du béton adéquat pour s'assurer que la production correspond en tout point aux normes ou aux spécifications,
- Une épreuve d'étude des bétons,
- Épreuve de convenance,
- Des épreuves de contrôle des bétons.

Les tests et les échantillonnages recommandés sont ceux de la norme EN NF 206/CN.

4. Critères d'acceptation des blocs ACCROPODE™ II

Les blocs ayant des défauts de structure pouvant mener à une détérioration anticipée ne peuvent pas être posés sur l'OUVRAGE.

La production systématique de blocs ayant des défauts n'est pas acceptable. Si tel est le cas, la production industrielle doit s'arrêter. La fabrication industrielle ne peut reprendre que lorsque les essais effectués pour supprimer les défauts sont concluants.

Il est fortement recommandé de mettre en place un système permettant de séparer les blocs en catégories.

Ce classement permet de traiter les blocs en fonction de leur niveau de défaut.

Les différents paramètres à prendre en compte sont :

- La conformité du béton,
- Les fissures sur les blocs,
- Les reprises de bétonnage,
- Le poids des blocs,
- Les épaufrures et parties cassées,
- Les nids de cailloux et pertes de laitances,
- Le ressuage.



5. Sous-couche et pied de la carapace

5.1. Présentation

La sous-couche de la carapace est traditionnellement constituée d'embrochements naturels, mais d'autres matériaux, tels que le béton exposé, peuvent en faire partie lorsque le CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE l'a clairement spécifié.

La taille et les caractéristiques des embrochements de sous-couche doivent être définies par le CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE. Toutefois il est rappelé les principes suivants afin que la sous-couche soit adaptée à la carapace :

- Les embrochements doivent comporter des arêtes vives et des faces cassées pour favoriser l'angle de frottement intrinsèque de la sous-couche et le contact entre celle-ci et les blocs de carapace.

En outre, les embrochements arrondis ont une stabilité hydraulique plus faible que les embrochements anguleux.

- Les embrochements doivent avoir une taille adaptée pour ne pas être extraits au travers de la carapace. Ils doivent également ne pas créer de plans de glissement dans le cas où les embrochements présenteraient de grandes surfaces planes. Les tolérances de pose de la sous-couche doivent être respectées quelle que soit la taille des embrochements.

5.2. Caractéristiques géométriques de la sous-couche

Embrochements de sous-couche :

Catégorie	Dénomination	Valeurs	Note
Blocométrie	Poids unitaire des embrochements	N.U.L. N.L.L.	Valeurs définies par le CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE.
	Dimensions	$\frac{(L + G)}{2E} \leq 3$	L étant la plus grande dimension. G étant la plus grande dimension mesurable perpendiculaire à la direction L. E étant la plus grande dimension perpendiculaire au plan LG.
Tolérance de la sous-couche	Défauts locaux de la sous-couche	+/- H/6	Mesurée verticalement H étant la hauteur du bloc de carapace valable en tout point de la sous-couche, ou des bermes.
	Déviations Généralisées de la sous-couche	+/- H/10	Moyenne calculée sur les mesures de 3 profils espacés au maximum de 10 m.

Le tableau ci-dessus définit les principales caractéristiques standards recommandées par CLI pour les enrochements de la sous-couche. Ces valeurs sont en conformité avec le « CIRIA CUR CETMEF Guide des Enrochements 2009 »

La qualité des enrochements devra être conforme aux spécifications du CONCEPTEUR DE L'OUVRAGE. Le « CIRIACUR CETMEF Guide des Enrochements 2009 » (traduction du Rock Manual 2007) est une référence.

5.3. Contrôle de la sous-couche

5.3.1. OBJECTIF

La sous-couche doit être adaptée à la pose des blocs de carapace. Cette sous-couche doit respecter en tout point la tolérance définie dans le tableau 5.2 et doit être stable

lors de la pose. Les enrochements doivent être imbriqués entre eux et ne doivent pas pouvoir se détacher de la sous-couche lors de la pose des blocs de carapace.

5.3.2. MOYENS

Les moyens de mesure de la géométrie de la sous-couche sont laissés à l'appréciation de l'ENTREPRISE

Les moyens de mesure peuvent être mécaniques (sondages le long de la sous-couche) ou électroniques (sonar monofaisceaux ou multifaisceaux).

5.3.3. MÉTHODE MINIMALE

- 1 profil en travers tous les 10 m le long de la digue. Dans les zones complexes, ce minimum peut être abaissé à 5 m.
- Chaque profil se composera d'au moins un sondage tous les H mètres (H = hauteur du bloc) le long de la pente en prenant soin de relever précisément **le pied de sous-couche, la berme horizontale et la crête de sous-couche.**
- **La berme en pied d'OUVRAGE** sera relevée sur une distance minimale de 2H à partir de l'angle formé par la pente et la partie plane.
- Le fait que les relevés de profils puissent être espacés au maximum de 10 m ne relève l'ENTREPRISE de respecter les tolérances applicables en tout point de la sous-couche.
- L'ENTREPRISE prendra les mesures nécessaires pour s'assurer que cette tolérance est respectée entre les profils. Si nécessaire, les profils pourront être faits avec un espace beaucoup plus réduit.

5.3.4. INSPECTION OBLIGATOIRE

Une inspection visuelle hors d'eau et sous-marine de la sous-couche est impérative pour s'assurer de sa compatibilité avec la pose des blocs de carapace. L'utilisation d'équipement de vision sous-marine est également acceptable.

La pose des blocs de carapace, ne peut en aucun cas commencer sans que la sous-couche ait été approuvée par le MAÎTRE D'ŒUVRE.

6. Pose des blocs ACCROPODE™ II

6.1. Objectif

L'objectif de la pose est d'obtenir une carapace stable en accord avec les principes fondamentaux de la technique ACCROPODE™ II :

- Densité de pose comprise dans les limites fixées dans le chapitre 6.5
- Les blocs sont en une couche et aucun bloc ne doit être hors profil (moins de 1/3 du bloc en dehors de la carapace). Chaque bloc est en contact avec la sous-couche.

- Les blocs sont imbriqués entre eux et n'ont pas de liberté de mouvement,
- Le maillage losange est globalement présent, les particularités locales sont tolérées,
- Les enrochements de sous-couche ne peuvent pas être extraits,
- Les blocs sont dans des attitudes globalement variées.

6.2. Plans de pose théoriques

L'objectif de ces plans de pose fournis par CLI est de guider l'ENTREPRISE lors de la pose des blocs. Ces plans sont basés sur un principe de maille qui définit une densité de pose théorique.

Ces plans permettent à l'ENTREPRISE de suivre l'avancement de la pose. Ils sont réalisés par CLI, basés sur les plans théoriques de l'OUVRAGE fournis par l'ENTREPRISE.

6.3. Conditions requises pour la pose des blocs ACCROPODE™ II

6.3.1. SYSTÈME DE POSITIONNEMENT

La pose des blocs ACCROPODE™ II sera effectuée à l'aide d'un équipement qui permet de repérer et d'enregistrer la position du centre de gravité des blocs dans un plan géo-référencé. Cet équipement peut être du type DGPS, positionneur sous-marin, ou du type POSIBLOC™ (système d'assistance à la pose).

La précision du système au niveau du crochet de largage du bloc sera de H/12 minimum.

Le système permettra d'enregistrer la localisation finale du bloc avec la même précision H/12. Les points enregistrés devront être exportables dans un fichier AutoCAD afin de procéder au calcul de densité.

Au-dessus de l'eau la pose à vue est autorisée. Au-dessous du niveau de l'eau la pose à vue guidée par un plongeur ou une caméra sous-marine est possible sous réserve de visibilité et respect des règles de sécurité. Dans tous les cas, il est impératif d'enregistrer les coordonnées réelles des blocs.

6.3.2. POSE SOUS-MARINE

Les blocs devant être imbriqués, il est impératif que la pose sous-marine soit vérifiée en temps réel, soit par un système de visualisation sous-marine, soit par l'assistance de plongeurs formés.

Ces plongeurs doivent s'assurer de la parfaite imbrication des blocs et du respect des règles de pose.

6.4. Densité de pose

La densité de pose est un facteur important de la stabilité de la carapace. Cette densité de pose varie en fonction de l'imbrication des blocs sur le chantier.

Afin de contrôler cette densité de pose et la maintenir dans des proportions acceptables, un calcul régulier doit être entrepris.

6.4.1 CALCUL DE LA DENSITÉ DE POSE

Le calcul de densité doit se faire zone par zone, et toutes les parties de la digue doivent faire l'objet d'une mesure.

La berme supérieure devra également faire l'objet d'un calcul de densité.

CLI fournira une méthode de calcul à l'ENTREPRISE.

6.4.2 TOLÉRANCES DE LA DENSITÉ DE POSE

La densité de pose en crête devra respecter la valeur donnée dans les tables de pré-dimensionnement des blocs ACCROPODE™ II disponibles sur le site web

de CLI. Une tolérance locale entre 95% et 105% de cette valeur est acceptée.

6.5 Validation de la carapace en blocs artificiels

L'inspection de la carapace en blocs artificiels en vue de la réception des travaux doit être effectuée par le MAÎTRE D'OUVRAGE ou par son représentant. Dans le cadre de son assistance technique, CLI n'a pas de mission d'approuver tout ou partie de la carapace. La réception des travaux concernant l'OUVRAGE sera prononcée par le MAÎTRE D'OUVRAGE. **Les inspections nécessaires à la réception s'attarderont principalement sur les points évoqués dans le chapitre 6.1.** Afin que l'inspection puisse avoir lieu dans les meilleures conditions, l'ENTREPRISE veillera à transmettre le document des SPECIFICATIONS techniques au MAÎTRE D'OUVRAGE ou à son représentant.

Le MAÎTRE D'OUVRAGE et/ou son représentant peuvent demander à CLI **au travers de l'ENTREPRISE** à participer à une séance d'information à la technique des blocs ACCROPODE™ II.

Il est fortement recommandé de procéder à la validation des parties de l'OUVRAGE dès que les sections sont disponibles.

Dans le cas de réserves importantes, la remobilisation de l'équipement sur la zone peut être difficile si cela est fait trop tard.

Dans le cas où une approbation de la carapace serait demandée, CLI peut fournir un service de Certificat de Conformité lors d'une prestation additionnelle qui fait l'objet d'un contrat séparé.

7. Calcul du nombre théorique de blocs à poser

L'ENTREPRISE doit procéder en début de chantier à une estimation du nombre de blocs dont elle aura besoin pour l'OUVRAGE. Cette estimation se fait sur la base d'un calcul théorique fondé sur la surface à couvrir et le nombre de blocs à utiliser pour 100 m².

Le tableau indiquant le nombre théorique de blocs pour 100 m² est disponible sur le site internet de CLI : www.concretelayer.com.