

EXTRAIT

Des

Spécifications Techniques

ACCROPODE™ II

ATTENTION: Validité limitée





EXTRAIT

Des

Spécifications Techniques

ACCROPODE™ II

--

Note de Présentation

Le présent document est valide pour les blocs ACCROPODE™ II et les blocs ECOPODE™. Coffrages et rendu de surface des blocs ACCROPODE™ II et ECOPODE™ sont différents.



Sommaire

INTRODUCTION	1
DISPOSITIONS LEGALES	1
CONTACTER CLI	2
PRESENTATION DU DIT ET SON OBJECTIF	2
Présentation	2
Objectif	3
DISPOSITIONS RELATIVES A LA SECURITE	3
ASSISTANCE TECHNIQUE DE CLI	3



INTRODUCTION

Dans le cadre de son activité de spécialiste des aménagements fluviaux et portuaires, Artelia Eau et Environnement (ARTELIA) a mis au point un dispositif particulier de blocs artificiels de carapace de protection des ouvrages maritimes et fluviaux contre la houle et les courants, ainsi qu'un procédé de fabrication des blocs par coffrage spécifique.

Les blocs artificiels auxquels se rapporte le dispositif ci-dessus sont connus sous la dénomination commerciale « ACCROPODE™ II » qui est une MARQUE distinctive déposée au niveau international. Cette technique est exclusivement commercialisée par CLI (Concrete Layer Innovation), filiale d'ARTELIA, autorisée à accorder les concessions 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. grâce à l'expérience acquise sur un nombre incomparable de projets.

L'ENTREPRISE, entité 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.

CLI a une politique d'amélioration continue. Ainsi CLI se réserve le droit de modifier ses documents techniques au moment de son choix, à sa seule discrétion et sans préavis.

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.

Cette assistance technique favorise la construction d'une carapace en blocs artificiels en accord avec le projet conçu et testé par le CONCEPTEUR.

DISPOSITIONS LEGALES

Le présent document constitue un extrait du DOCUMENT D'INFORMATION TECHNIQUE (DIT) cité dans le contrat de concession pour l'utilisation de la technique ACCROPODE™ II pour un projet particulier.

L'ENTREPRISE doit respecter les dispositions légales qui s'appliquent.

ACCROPODE™ II est une MARQUE distinctive déposée au niveau international par ARTELIA. Cette technique est exclusivement commercialisée par CLI (Concrete Layer Innovation), filiale d'ARTELIA, autorisée à accorder les concessions ACCROPODE™ II.

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

Toute reproduction partielle ou complète de ce document interdite sans autorisation écrite préalable de CLI.

*Tous droits réservés
All rights reserved*



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

PRESENTATION DU DIT ET SON OBJECTIF

Présentation

1) Les spécifications

La partie “ **SPECIFICATIONS** ” du D.I.T. correspond aux bases de la technique des blocs ACCROPODE™ II. Les **SPECIFICATIONS** sont la partie obligatoire pour atteindre les exigences de la marque ACCROPODE™ et répondre aux caractéristiques imposées par le brevet déposé au niveau international par ARTELIA.

2) 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** ou pratiques 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.

3) Les fiches techniques

Ces fiches techniques sont des documents qui permettent à l'ENTREPRISE d'obtenir un complément d'information sur un point particulier de l'ouvrage ou sur les méthodes d'exécutions adaptées à l'ouvrage.

Elles peuvent être obtenues à la demande de l'ENTREPRISE.



Objectif

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

L'objectif final ne peut être atteint que dans un souci permanent de qualité et de sécurité.

DISPOSITIONS RELATIVES A LA SECURITE

L'ENTREPRISE qui a passé le contrat de concession pour l'utilisation de la technique ACCROPODE™ II 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 de la technologie.

ASSISTANCE TECHNIQUE DE CLI

L'assistance technique de CLI est destinée à aider au mieux l'ENTREPRISE à l'application de la technique ACCROPODE™ II.

Cette assistance technique est basée sur le retour d'expérience acquis au cours des nombreux projets construits dans le monde avec la technique ACCROPODE™.

CLI réalise les missions d'assistance technique à la demande de l'ENTREPRISE et à des dates convenues avec elle. Le contenu technique de la mission est défini par l'ENTREPRISE et le spécialiste de CLI, sur la base des premières observations sur site et sur la base des informations obtenues préalablement à la visite.

La valeur ajoutée de l'assistance technique dépend fortement de la fréquence et de la précision des documents transmis à CLI. Il est de l'intérêt de l'ENTREPRISE d'informer CLI de l'avancement des travaux afin d'assurer une assistance sur mesure la plus efficace possible menant à la réussite du projet.

Les documents échangés permettent à CLI d'analyser et de juger précisément l'assistance technique nécessaire à l'ENTREPRISE.

Le MAITRE D'OUVRAGE, le MAITRE D'ŒUVRE sont responsables de s'assurer de l'utilisation correcte des SPECIFICATIONS TECHNIQUES par l'ENTREPRISE. La validation de la carapace par CLI est exclue du cadre du CONTRAT de concession ACCROPODE™ II, sauf si l'attestation de conformité est explicitement incluse dans les services de CLI.

L'ENTREPRISE est responsable de la construction de l'OUVRAGE en accords avec les SPECIFICATIONS TECHNIQUES et les autres documents contractuels précisés par le CONTRAT de concession ACCROPODE™ II.



EXTRAIT

Des

Spécifications Techniques

ACCROPODE™ II

Attention : Ce document a été mis à jour à la date de sa diffusion par CLI. Les mises à jour contiennent des corrections et des améliorations importantes qui annulent les précédentes versions. Il est impératif d'obtenir les dernières mises à jour auprès de CLI ou sur le site www.concretelayer.com



Sommaire

1. CARACTERISTIQUES DU BLOC ACCROPODE™ II	1
1.1 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES.....	1
1.2 - PLANS DE FORME DU BLOC ACCROPODE™ II.....	1
2. COFFRAGES DES BLOCS ACCROPODE™ II	2
2.1 - PRINCIPE DE COFFRAGE.....	2
2.2 - CONCEPTION	2
3. FABRICATION DES BLOCS ACCROPODE™ II	3
3.1 - BETONS - FONDAMENTAUX	3
3.2 - BETONS – PROPRIÉTÉS SPÉCIFIÉES.....	3
3.3 - BETONS – COMPOSITION PRESCRITE	3
3.3.1 - Caractéristiques principales	3
3.3.2 - Caractéristiques supplémentaires.....	4
3.3.3 - Suivi de production	4
3.4 - FABRICATION DES BLOCS – PROPRIÉTÉS SPÉCIFIÉES.....	5
3.5 - FABRICATION DES BLOCS – EXTRAIT DE PROCÉDURE GÉNÉRALE	5
3.5.1 - Généralité	5
3.5.2 - Mise en place du coffrage	5
3.5.3 - Coulage du béton.....	5
3.5.4 - Vibration du béton.....	5
3.5.5 - Prise et durcissement	5
3.5.6 - Décoffrage	5
3.5.7 - Cure	6
3.5.8 - Transport des blocs	6
3.5.9 - Stockage	6
3.6 - CRITÈRES D'ACCEPTATION DES BLOCS	6
4. SOUS-COUCHE ET PIED DE LA CARAPACE.....	7
4.1 - PRÉSENTATION.....	7
4.2 - CARACTÉRISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA SOUS COUCHE ET DU PIED D'OUVRAGE.....	7
4.3 - CONTRÔLE DE LA SOUS-COUCHE	8
4.3.1 - Objectif	8
4.3.2 - Moyens	8
4.3.3 - Méthode minimale.....	8
4.3.4 - Inspection complémentaire	8
4.4 - CONTRÔLE DU PIED D'OUVRAGE SUPPORTANT LA CARAPACE.....	8
4.4.1 - Objectif	8
4.4.2 - Moyens	8
4.4.3 - Méthode minimale.....	9
4.4.4 - Inspection complémentaire	9
5. POSE DES BLOCS ACCROPODE™ II	10
5.1 - OBJECTIF	10
5.2 - PLANS DE POSE.....	10
5.3 - CONDITIONS MINIMALES PARTICULIÈRES REQUISES POUR LA POSE DES BLOCS DE CARAPACE.....	10
5.3.1 - Système de positionnement.....	10
5.3.2 - Pose sous-marine	11
5.4 - DENSITÉ DE POSE	11
5.4.1 - Calcul de la densité de pose	11
5.4.2 - Tolérances de la densité de pose	11
5.5 - CALCUL DU NOMBRE THÉORIQUE DE BLOCS À POSER	11
5.6 - VALIDATION DE LA CARAPACE EN BLOCS	11



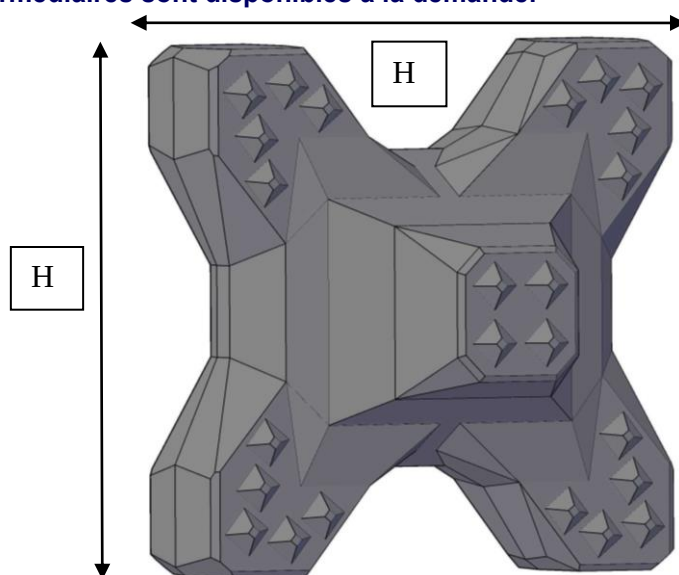
1. CARACTERISTIQUES DU BLOC ACCROPODE™ II

1.1 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

La forme du bloc est parfaitement définie et doit être respectée, comme pour tout élément préfabriqué en béton, afin que les performances hydrauliques de stabilité et de durabilité de la carapace puissent être atteintes. Le présent document fait référence au bloc ACCROPODE™ de deuxième génération (ou bloc ACCROPODE™ II), breveté en 2000, et qui a été développé dans la continuité du bloc ACCROPODE™ de première génération qui avait été breveté en 1980. La dimension caractéristique H = Hauteur du bloc est utilisée sous la notation H dans le reste du document.

Volume standard 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
Epaisseur 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.



► FORME GENERALE DU BLOC ACCROPODE™ II

1.2 - PLANS DE FORME DU BLOC ACCROPODE™ II

Les plans suivant sont délivrés par CLI à l'ENTREPRISE en accord avec le contrat de sous-licence (quand il est effectif) pour l'établissement des plans de coffrage pour chaque taille de bloc sélectionnée pour le projet.

La forme du bloc et ses dimensions doivent être respectées pour garantir les capacités structurelles et de stabilité du bloc ACCROPODE™ II.

Contenu des plans

001	Plan de forme du bloc
002	Plan des facettes du bloc
004	Méthode de contrôle des dimensions du bloc



2. COFFRAGES DES BLOCS ACCROPODE™ II

2.1 - PRINCIPE DE COFFRAGE

Le principe de coffrage est fourni avec valeur d'information et à titre d'exemple puisque ce type de coffrage a permis la fabrication de blocs utilisés sur les projets. L'utilisation de ce type de coffrage n'est pas obligatoire mais en cas d'utilisation d'un principe différent le fournisseur du coffrage devra avoir démontré que son coffrage apporte une solution équivalente au coffrage utilisé jusqu'à ce jour.

Le coffrage doit permettre un démoulage sans aucune traction due au frottement dans le béton et doit permettre une vibration homogène du béton pendant le coulage. 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.

2.2 - CONCEPTION

La conception du coffrage ainsi que toutes ses pièces annexes est à la charge de l'ENTREPRISE.

Le coffrage ACCROPODE™ II usuel 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 qui appuie sur le bout des nez, détachant ainsi le coffrage du bloc ACCROPODE™ II sans apporter de tractions supplémentaire dans le béton.



3. FABRICATION DES BLOCS ACCROPODE™ II

3.1 - BETONS - FONDAMENTAUX

La formulation et la production des bétons seront conformes aux standards et Normes en vigueur dans le pays de réalisation de la structure. De même la formulation et la production des bétons seront conformes aux dispositions du Marché de Travaux.

Lorsque le Marché de Travaux l'autorise, l'ENTREPRISE peut utiliser une formulation des bétons à propriétés spécifiées conforme aux dispositions du chapitre 3.2 – Bétons- Propriétés spécifiées et 3.4 – Fabrication des blocs – Propriétés spécifiées. Cette formulation et méthode de production de béton seront contractuelles lorsqu'elles seront acceptées par le Maître D'œuvre.

A défaut, ou lorsque le marché des travaux n'autorise pas une méthode performentielle, l'ENTREPRISE utilisera une formulation des bétons à composition prescrite conforme aux dispositions du Marché de Travaux complétées par les dispositions du 3.3 - Bétons - Composition Prescrite et 3.5 - Fabrication des blocs - Méthodologie Prescrite.

3.2 - BETONS – PROPRIETES SPECIFIEES

Les présentes spécifications modifient lorsque précisé les dispositions de la Norme NF EN 206/CN et autres documents du Marché de Travaux en particulier pour tout ce qui concerne les éléments préfabriqués.

Critères	Spécifications
Classe de résistance minimale à 28 jours – Blocs $\leq 4m^3$	C25/30(25 Mpa sur cylindre et 30 Mpa sur cube)
Classe de résistance minimale à 28 jours – Blocs $> 4m^3$	C30/37 (30 Mpa sur cylindre et 37 Mpa sur cube)
Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs $\leq 4m^3$ Essai brésilien / Fct,sp	2.5 MPa
Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs $> 4m^3$ Essai brésilien / Fct,sp	3.0 MPa
Classe d'exposition (sauf si spécifié différemment par le MAITRE D'OUVRAGE)	XA1 – suivant NA.4.1.5 de EN NF 206/CN
Rapport maximal E/C	0.45
Masse volumique minimale	Conforme aux spécifications du Marché de Travaux
Critères supplémentaires de Durabilité	Conforme aux spécifications du Marché de Travaux

La formulation de béton choisie par l'ENTREPRISE et acceptée par le MAITRE D'ŒUVRE devra garantir que les propriétés mécaniques minimales du béton sont maintenues pendant toute la durée de vie de l'ouvrage.

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

3.3 - BETONS – COMPOSITION PRESCRITE

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

3.3.1 - Caractéristiques principales

Critères	Spécifications
Classe de résistance minimale à 28 jours – Blocs $\leq 4m^3$	C25/30(25 Mpa sur cylindre)
Classe de résistance minimale à 28 jours – Blocs $> 4m^3$	C30/37 (30 Mpa sur cylindre)
Classe d'exposition (sauf si spécifié différemment par le MAITRE D'OUVRAGE)	XA1 – suivant NA.4.1.5 de EN NF 206/CN
Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs $\leq 4m^3$ Essai brésilien / Fct,sp	2.5 MPa



Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs > 4m ³ Essai brésilien / Fct,sp	3.0 MPa
Masse volumique minimale	Conforme aux spécifications du Marché de Travaux
Rapport maximal E/C	0,45
Teneur minimale en liant équivalent (ciment + ajouts). A adapter en fonction de la taille des agrégats. Ref : Tableau EN NF 206 Tab NA F1	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	30°C (valeur indicative)
Température maximale d'hydratation (indicatif)	65°C (variable en fonction de la qualité du ciment)
Qualité des agrégats EN NF 12620	Non gélifs et non alcali réactifs et non agressif pour les autres éléments de composition du béton. Catégorie LA 35 ou Micro Deval 25
D Max des agrégats (taille recommandée)	40 mm ≤ 6m ³ et 60 mm > à 6m ³
Maniabilité : consistance	S2 à S4

- Le choix du ciment est laissé à l'ENTREPRISE en conformité avec son contrat 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.
- D'autres classes d'exposition doivent être rajoutées en fonction de l'exposition comme par exemple l'effet du gel.
- La formulation de béton choisie par l'ENTREPRISE et acceptée par le MAITRE D'ŒUVRE devra garantir que les propriétés mécaniques minimales du béton sont maintenues pendant toute la durée de vie de l'ouvrage.

3.3.2 - Caractéristiques supplémentaires

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

	Blocs ≤ 4m ³	Blocs entre 5m ³ et 15 m ³	Bloc > 15m ³
Résistance minimale au décoffrage FckCyl	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		

Ces valeurs de compression sont données dans un cadre général. D'autres paramètres concernant le béton peuvent entrer en compte et l'ENTREPRISE prendra les précautions nécessaires pour ne pas porter atteinte à l'intégrité du bloc. Par ailleurs, l'ENTREPRISE pourra proposer des valeurs inférieures à condition qu'elle puisse apporter la preuve que ces valeurs ne nuisent pas à la structure du bloc.

3.3.3 - 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.
- 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.
- Epreuve de convenance.
- Des épreuves de contrôle des bétons.

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



3.4 - FABRICATION DES BLOCS – PROPRIETES SPECIFIEES

La fabrication des blocs et leur manutention/transport sera organisée et menée de telle façon que le béton non armé ne subira aucun effort de traction ou effort tranchant susceptible de créer des désordres dans la matrice du béton qui pourraient diminuer la durée de vie des blocs de carapace.

3.5 - FABRICATION DES BLOCS – EXTRAIT DE PROCEDURE GENERALE

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 de traction ou effort tranchant susceptible de créer des désordres dans la matrice du béton qui pourraient diminuer la durée de vie des blocs de carapace.

3.5.2 - Mise en place du coffrage

Le coffrage doit être placé sur une zone stable et propre. Il doit être huilé avec un agent de démoulage permettant l'extraction du bloc sans l'endommager.

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 en couche 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 durcissement

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.

3.5.6 - Décoffrage

Le décoffrage interviendra lorsque le béton aura atteint la résistance suffisante prévue au chapitre 3.3.2. Le décoffrage se fait en appliquant un effort horizontal et axial sur la protubérance frontale avec le vérin. Tout effort de traction sur le bloc est prohibé.



3.5.7 - Cure

Les blocs devront subir une cure au décoffrage avec un traitement par produit chimique ou à l'eau pour garantir une évolution des résistances et de la durabilité des bétons conforme aux prescription 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 3.3.2.

Les blocs seront transportés de manière à ne subir aucun choc susceptible de porter atteinte à leur intégrité.

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 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 - CRITERES D'ACCEPTATION DES BLOCS

Les blocs seront classés en trois catégories A, B, C en fonction de leur état.

Catégorie A	Acceptés en l'état et validés pour pose
Catégorie B	Acceptés en l'état ou réparations mineures La pose de ces blocs sera faite dans des zones sélectionnées et moins exposées
Catégorie C	Refusés, ne seront pas posés sur l'OUVRAGE



4. SOUS-COUCHE ET PIED DE LA CARAPACE

4.1 - PRESENTATION

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

La taille et les caractéristiques des embrochements de sous-couche sont 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 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.

4.2 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA SOUS COUCHE ET DU PIED D'OUVRAGE

Le tableau ci-dessous définit les principales caractéristiques géométriques standards ou recommandées par CLI pour les embrochements de la sous-couche. Ces valeurs sont en conformité avec le « Guide des Embrochements 2009 » et elles ont valeur de prescription.

Embrochements de sous-couche

Catégorie	Dénomination	Valeurs	Note
Blocométrie	Poids unitaire des embrochements	N.U.L. N.L.L.	Voir la table de conception disponible sur le site web de CLI : www.concretelayer.com pour les recommandations
	Dimensions	$L+G/2E \leq 3$ et $L/E < 3$	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
	Déviation généralisée de la sous-couche	+/- H/10	Moyenne calculée sur les mesures de 3 profils espacés au maximum de 10 m

La facilité et la qualité de la pose des blocs de carapace dépendent grandement du respect des tolérances géométriques des deux dernières lignes du tableau, en cas de non-respect des incidences sont à prévoir sur le délai de pose et sur la stabilité de l'ensemble de la carapace.

La qualité des embrochements n'est pas prescrite par CLI mais devra être conforme aux spécifications du CONCEPTEUR de l'OUVRAGE. Les Normes et Standards applicables en vigueur ainsi que les documents tel que le Guide Embrochement, « Utilisation des embrochements dans les ouvrages hydrauliques » 2009 du CETMEF / CEREMA (la traduction du Rock Manual 2007) fera référence.



4.3 - CONTROLE DE LA SOUS-COUCHE

4.3.1 - Objectif

La sous couche doit être adaptée à la pose des blocs de carapace. Cette sous-couche doit respecter en tous points la tolérance définie dans le chapitre §4.2 et doit être stable lors de la pose. Les enrochements ne doivent pas pouvoir se détacher de la sous-couche lors de la pose des blocs de carapace.

4.3.2 - Moyens

Les moyens de mesure 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 multifaisceaux).

4.3.3 - Méthode minimale

- ▶ 1 profil tous les 10m le long de la digue.
- ▶ Chaque profil se composera d'au moins un sondage tous les H m (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 pas de la contrainte que la tolérance doit être respectée 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.

4.3.4 - Inspection complémentaire

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 permettant le même détail d'inspection que par un plongeur avec visibilité est autorisé.

Cette inspection de la sous-couche est un point d'arrêt avant la pose des blocs de carapace dont la pose ne peut commencer qu'après que la sous-couche ait été validée par le MAITRE D'OEUVRE.

4.4 - CONTROLE DU PIED D'OUVRAGE SUPPORTANT LA CARAPACE

4.4.1 - Objectif

Le pied d'ouvrage doit être stable à la houle et être apte à supporter les blocs de carapace. La géométrie de l'ouvrage construit doit respecter en tous points la tolérance définie dans le chapitre §4.2.

4.4.2 - Moyens

Les moyens de mesure de la géométrie du pied sont laissés à l'appréciation de l'ENTREPRISE.



4.4.3 - Méthode minimale

- ▶ 1 profil tous les 10m le long de la digue
- ▶ 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 pas de la contrainte que la tolérance doit être respectée en tout point.

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.

4.4.4 - Inspection complémentaire

Une inspection visuelle hors d'eau et sous-marine de la berme en pied d'ouvrage et 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 peut également servir. Voir section §4.3.4.

La pose des blocs de carapace, ne peut en aucun cas commencer sans que la sous-couche et la berme en pied d'ouvrage aient été validée par le MAITRE D'OEUVRE.



5. POSE DES BLOCS ACCROPODE™ II

5.1 - OBJECTIF

L'objectif de la pose est d'obtenir une carapace stable en accord avec les principes fondamentaux de la technique ACCROPODE™ II. La vérification en temps réel de la pose interdit une pose « en aveugle », c'est-à-dire sans contrôle. Les méthodes et moyens de ce contrôle sont de la responsabilité de l'ENTREPRISE.

- ▮ Densité de pose comprise dans les limites fixées dans le chapitre 5.4.
- ▮ 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 si des aérations existent entre les blocs.
- ▮ Les blocs sont dans des attitudes globalement variées.

5.2 - PLANS DE POSE

Les plans de principe de pose des blocs de carapace sont fournis par CLI. Ces plans sont exécutés par CLI sur la base des plans fournis par l'ENTREPRISE. Ces plans peuvent être soit des plans de récolement de la sous-couche, soit des plans d'exécution théorique de l'OUVRAGE. Les plans de pose indiquent les coordonnées x, y théoriques du centre de gravité de chaque bloc à poser. Ces plans sont basés sur un principe de maille qui définit une densité de pose à respecter.

Les plans peuvent également donner une composante z dans le cas de l'utilisation d'un système de positionnement requérant la troisième dimension.

Le plan de pose permet de donner à tout moment une référence à la densité de pose qui est vitale pour la stabilité de la carapace.

5.3 - CONDITIONS MINIMALES PARTICULIERES REQUISES POUR LA POSE DES BLOCS DE CARAPACE

5.3.1 - Système de positionnement

La pose des blocs ACCROPODE™ II sera effectuée par un équipement qui permet de positionner les blocs de carapace au-dessus de l'eau et sous l'eau, conformément aux coordonnées fournies par CLI avec des plans de pose. Cet équipement peut être mécanique ou électronique du type DGPS, positionneur sous-marin, ou POSIBLOC™ (système d'assistance à la pose).

En condition stable, la précision du système vérifiée au niveau du crochet de largage du bloc sera de H/12 minimum.

Le système permettra d'enregistrer la localisation finale du bloc avec une précision du même ordre (H/12). (Ce H/12 n'est pas une tolérance par rapport à la cible, mais la précision du système). Les points enregistrés devront être exportables dans un fichier Autocad afin de procéder au calcul de densité en référence avec les plans de pose.

Au-dessus de l'eau la pose à vue est autorisée, mais il est impératif d'enregistrer les coordonnées réelles des blocs.



5.3.2 - Pose sous-marine

Les blocs devant être imbriqués, il est impératif que la pose sous-marine soit assistée et vérifiée, soit par un système de visualisation sous-marine, soit par des superviseurs plongeurs. Les superviseurs doivent avoir reçu la formation adéquate pour s'assurer de la parfaite imbrication des blocs et du respect des règles de pose. Les plongeurs doivent intervenir après le placement de chaque bloc sous le niveau d'eau et dans le strict respect des règles de sécurité.

5.4 - DENSITE 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.

5.4.1 - 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.

5.4.2 - Tolérances de la densité de pose

- ▮ **Pour la pente** : La densité de pose devra être comprise entre 95 % et 105 % du plan de pose théorique
- ▮ **Pour la berme** : La densité devra être comprise entre 95% et 105% du nombre théorique de blocs pour 100 m² donné par CLI.

5.5 - CALCUL DU NOMBRE THEORIQUE DE BLOCS A POSER

L'ENTREPRISE est responsable du calcul du nombre de blocs final précis à poser sur l'ouvrage.

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 (voir tables sur le site internet de CLI).

5.6 - VALIDATION DE LA CARAPACE EN BLOCS

L'inspection de la carapace en blocs artificiels en vue de la réception des travaux doit être effectuée par le MAITRE D'OUVRAGE et par ses représentants. La réception des travaux concernant l'OUVRAGE sera prononcée par le MAITRE D'OUVRAGE. **Cette inspection s'attardera principalement sur les points évoqués dans le chapitre 5.1 qui définit les critères d'acceptation de la carapace.**

Afin que l'inspection puisse avoir lieu dans les meilleures conditions, l'Entreprise veillera à transmettre le document des spécifications techniques au MAITRE D'OUVRAGE ou à son représentant. Le MAITRE D'OUVRAGE et / ou son représentant peuvent demander à CLI au travers de l'Entreprise à participer à une séance de formation à la réception des travaux de la carapace en blocs ACCROPODE™ II. Il est néanmoins fortement recommandé de procéder à des réceptions provisoires des parties d'OUVRAGE dès que certaines sections sont disponibles.