

EXTRAIT
Des
Spécifications Techniques
ACCROPODE™

ATTENTION: Validité limitée





EXTRAIT
Des
Spécifications Techniques
ACCROPODE™
--
Note de Présentation



Sommaire

INTRODUCTION	1
DISPOSITIONS LEGALES	1
CONTACTER CLI	2
PRESENTATION DU DIT ET SON OBJECTIF	2
PRESENTATION	2
OBJECTIF	3
DISPOSITIONS RELATIVES A LA SECURITE	3
ASSISTANCE TECHNIQUE DE CLI	3
NORMALISATION	4



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 artificiel auxquels se rapporte le dispositif ci-dessus sont connus sous la dénomination commerciale « ACCROPODE™ » 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™.

Le bloc ACCROPODE™ 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™ 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™, 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 une carapace en blocs artificiels en accords 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™ pour un projet particulier.

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

ACCROPODE™ 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™.

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. Les *spécifications du projet* peuvent toutefois s'appliquer dans la mesure où elles sont compatibles avec la technique ACCROPODE™ II et qu'elles sont validées par le CONCEPTEUR.

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** 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™ dans le respect de la technique 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™ 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.

ASSISTANCE TECHNIQUE DE CLI

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

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 demandés 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 de l'utilisation correcte des SPECIFICATIONS TECHNIQUES par l'ENTREPRISE. La validation de la carapace est exclue du cadre du CONTRAT de concession ACCROPODE™.

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™.



NORMALISATION

Les normes utilisées pour la mise en œuvre de la technique ACCROPODE™ sont les normes Européennes. **Toutefois, l'Entreprise peut utiliser d'autres normes équivalentes.**

Ci-dessous la liste des normes usuelles. L'ENTREPRISE est responsable de s'assurer de l'utilisation de la version la plus récente des normes.:

NF EN 196-1	Méthodes d'essais des ciments : partie 1 - détermination des résistances mécaniques.
NF EN 196-2	Méthodes d'essais des ciments : partie 2 - analyse chimique des ciments.
NF EN 196-3	Méthodes d'essais des ciments : partie 3 - détermination du temps de prise et de la stabilité.
NF EN 196-7	Méthodes d'essais des ciments : méthodes de prélèvement et d'échantillonnage du ciment.
NF EN 196-21	Méthodes d'essais des ciments : détermination de la teneur en chlorures, en dioxyde de carbone et en alcalis dans les ciments.
NF EN 197-1	Ciment : partie 1 - composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants.
NF EN 197-2	Ciment : partie 2 - évaluation de la conformité.
NF EN 206-1	Béton : partie 1 - spécification, performances, production et conformité.
NF EN 450	Cendre volantes pour béton : définition, exigences et contrôle de qualité.
NF EN 932-1	Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats : partie 1 - méthodes d'échantillonnage.
NF EN 933-1	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats : partie 1 - détermination de la granularité. Analyse granulométrique par tamisage.
NF EN 933-2	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats : partie 2 - détermination de la granularité - Tamis de contrôle, dimensions nominales des ouvertures.
NF EN 933-3	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats : partie 3 - détermination de la forme des granulats - coefficient d'aplatissement.
NF EN 933-8	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats : partie 8 - évaluation des fines, équivalent de sable.
NF EN 933-9	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats : partie 9 - qualification des fines, essai au bleu de méthylène.
NF EN 934-2	Adjuvants pour béton, mortier et coulis : partie 2 - adjuvants pour béton – Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage.
NF EN 1008	Eau de gâchage pour bétons - Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton
NF EN 1097-3	Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats : partie 3 - méthode pour la détermination de la masse volumique en vrac et de la porosité inter granulaire.
NF EN 1097-6	Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats : partie 6 - détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau.
NF EN 1354	Détermination de la résistance à la compression du béton de granulats légers à structure ouverte.
NF EN 1367-1	Essais pour déterminer les propriétés thermiques et l'altérabilité des granulats : partie 1 – détermination de la résistance au gel-dégel.
NF EN 1744-1	Essais pou déterminer les propriétés chimiques des granulats : partie 1 - analyse chimique.
NF EN 12350-1	Essai pour béton frais : partie 1 - échantillonnage.
NF EN 12390-1	Essai pour béton durci : partie 1 - forme, dimensions et autres exigences relatives aux éprouvettes et aux moules.
NF EN 12390-2	Essai pour béton durci : partie 2 - confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance.
NF EN 12390-5	Essai pour béton durci : partie 5 - résistance à la flexion sur les éprouvettes.
NF EN 12390-6	Essai pour béton durci : partie 6 - résistance en traction par fendage d'éprouvettes.
NF EN 12620	Granulats pour béton.
NF EN 12878	Pigments de coloration des matériaux de construction à base de ciments et/ou de chaux : spécifications et méthode d'essai.
PR NF EN 14754-1	Produits de cure - Méthodes d'essai - Partie 1 : détermination de l'efficacité de protection des produits de cure courants
NF P 15-317	Liants hydrauliques - Ciments pour travaux à la mer
Guide Enrochement	Guide d'utilisation des enrochements dans les ouvrages hydrauliques



EXTRAIT

Des

Spécifications Techniques

ACCROPODE™

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 pour la bonne exécution des travaux. Il est impératif d'obtenir les dernières mises à jour auprès de CLI.



Sommaire

1. CARACTERISTIQUES DU BLOC ACCROPODE™	A
1.1 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	A
1.2 - PLANS DE FORME DU BLOC ACCROPODE™	A
2. COFFRAGES DES BLOCS ACCROPODE™	B
2.1 - PRINCIPE DE COFFRAGE	B
2.2 - CONCEPTION	B
2.3 - TOLÉRANCE DE FABRICATION DES COFFRAGES	B
3. FABRICATION DES BLOCS ACCROPODE™	C
3.1 - BETONS	C
3.1.1 - Caractéristiques principales du béton	c
3.1.2 - Caractéristiques supplémentaires	c
3.1.3 - Durabilité des bétons	d
3.1.4 - Suivi de production	d
3.2 - PROCÉDURE SIMPLIFIÉE DE FABRICATION	D
3.2.1 - Mise en place du coffrage	d
3.2.2 - Coulage du béton	d
3.2.3 - Vibration du béton	d
3.2.4 - Prise et durcissement	e
3.2.5 - Décoffrage	e
3.2.6 - Cure	e
3.2.7 - Transport des blocs	e
3.2.8 - Stockage	e
4. CRITERES D'ACCEPTATION DES BLOCS ACCROPODE™	F
4.1 - CLASSIFICATION DES BLOCS	F
4.2 - POIDS DES BLOCS	F
5. SOUS-COUCHE ET PIED DE LA CARAPACE	G
5.1 - PRÉSENTATION	G
5.2 - CARACTÉRISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA SOUS COUCHE	G
5.3 - CONTRÔLE DE LA SOUS-COUCHE	H
5.3.1 - Objectif	h
5.3.2 - Moyens	h
5.3.3 - Méthode minimale	h
5.3.4 - Inspection complémentaire	h
6. POSE DES BLOCS ACCROPODE™	I
6.1 - OBJECTIF	I
6.2 - PLANS DE POSE	I
6.3 - CONDITIONS MINIMALES PARTICULIÈRES REQUISES POUR LA POSE DES BLOCS DE CARAPACE	I
6.3.1 - Système de positionnement	i
6.3.2 - Pose sous-marine	j
6.4 - DENSITÉ DE POSE	J
6.4.1 - Calcul de la densité de pose	j
6.4.2 - Tolérances de la densité de pose	j
6.5 - CALCUL DU NOMBRE THEORIQUE DE BLOCS A POSER	J
6.6 - VALIDATION DE LA CARAPACE EN BLOCS ARTIFICIELS	J
7. DOCUMENTS À PRODUIRE POUR L'OUVRAGE	L



1. CARACTERISTIQUES DU BLOC ACCROPODE™

1.1 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

La forme du bloc est parfaitement définie et doit être respectée pour que les performances hydrauliques de stabilité et de durabilité de la carapace puissent être atteintes. Le présent document fait référence au bloc ACCROPODE™, développé au début des années 1980 et que l'on peut désigner sous le terme de bloc ACCROPODE™ de première génération par opposition au bloc ACCROPODE™ de deuxième génération qui a été breveté en 2000.

Volume V (m³)	$V = 0.34 H^3$	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28
Hauteur du bloc H (m)	$H = (V/0.34)^{1/3}$	1.43	1.81	2.07	2.27	2.45	2.60	2.87	3.09	3.28	3.45	3.61	3.75	3.89	4.01	4.13	4.35
Epaisseur de la carapace T (m)	$T = 0.9 H$	1.29	1.63	1.86	2.05	2.21	2.34	2.58	2.78	2.95	3.11	3.25	3.38	3.50	3.61	3.72	3.92

Des tailles intermédiaires sont disponibles à la demande.



► **FORME GENERALE DU BLOC ACCROPODE™**

1.2 - PLANS DE FORME DU BLOC ACCROPODE™

Les plans suivant sont délivrés par CLI à l'ENTREPRISE en accord avec le contrat de sous-licence pour l'établissement des plans de coffrage.

La forme du bloc doit être impérativement respectée pour garantir les capacités structurelles et de stabilité du bloc ACCROPODE™.

Contenu des plans

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)



2. COFFRAGES DES BLOCS ACCROPODE™

2.1 - PRINCIPE DE COFFRAGE

Le principe de coffrage est donné par le plan numéro 003 « plan de principe des coffrages ».

Le coffrage ACCROPODE™ 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™.

2.2 - CONCEPTION

La conception du coffrage ainsi que toutes ses pièces annexes est à la charge de l'ENTREPRISE qui en 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 - TOLERANCE 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 contrôlées avant tout assemblage. Les tolérances à appliquer seront les suivantes :

1. Gabarit de montage : +/- 1mm
2. Dimensions des facettes : +/- 1mm
3. Assemblage du coffrage : Dimensions des H (mm) = +/- [5mm + (H/1000)]
4. Le volume du bloc produit sera égal ou supérieur au volume théorique



3. FABRICATION DES BLOCS ACCROPODE™

3.1 - BETONS

3.1.1 - Caractéristiques principales du béton

Les présentes spécifications sont données en relation avec la norme EN NF 206-1

Critères	Spécifications
Classe de résistance minimale à 28 jours – Blocs ≤ 4m³	C25/30(25 Mpa sur cylindre et 30 Mpa sur cube)
Classe de résistance minimale à 28 jours – Blocs > 4m³	C30/37 (30 Mpa sur cylindre et 37 Mpa sur cube)
Classe d'exposition (sauf si spécifié différemment par le MAITRE D'OUVRAGE)	XS3 : Eléments de structure marine, zone de marnage soumise à projection
Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs ≤ 4m³ Essai brésilien / Fct,sp	2.5 MPa
Résistance minimale à la traction à 28 j – Blocs > 4m³ Essai brésilien / Fct,sp	3.0 MPa
Masse volumique minimale	Conforme aux attentes du CONCEPTEUR de l'OUVRAGE
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 206.1 Tab NA F1	350 Kg/m³
Température maximale du béton à sa mise en place	30°C (valeur indicative)
Température maximale d'hydratation (indicatif)	70°C (valeur indicative)
Qualité des agrégats EN NF 12620	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 Max des agrégats (taille recommandée)	40 mm ≤ 6m³ et 60 mm > à 6m³
Maniabilité : consistance	S2 à S4

- ▶ Utilisation d'adjuvant : autorisée dans la limite de la norme EN NF 934.2.
- ▶ Utilisation d'ajouts pour le ciment autorisé dans les limites de la norme EN NF 206-1 annexe NA F1.
- ▶ D max des agrégats voir également la partie Information Techniques : Propriété des agrégats

3.1.2 - Caractéristiques supplémentaires

Les valeurs de compression ci-dessous sont données pour des valeurs sur **cylindre**. Pour les résistances équivalentes sur cube on utilisera la relation :

$$F_{ck} \text{ Cylindre} = 0.8 \times F_{ck} \text{ Cube (ref. BS 1881)}$$

	Blocs ≤ 4m³	Block between 5m³ and 15m³	Blocs above 15m³
Résistance minimale au décoffrage FckCyl	6 MPa	7 MPa	10 MPa
Resistance minimale pour la manutention Fck Cyl	15MPa	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

Ces valeurs sont données dans un cadre général qui sont utilisables dans tous les cas de figures sans précautions particulières. Toutefois l'entreprise pourra proposer des valeurs inférieures à condition qu'elle puisse apporter la preuve que ces valeurs ne portent pas atteinte l'intégrité structurelle du bloc.



3.1.3 - Durabilité des bétons

La durabilité des matériaux à utiliser sera conforme aux attentes du CONCEPTEUR de l'OUVRAGE. En outre, l'ENTREPRISE utilisera des matériaux compatibles avec le milieu d'utilisation des blocs. La classe d'exposition XS3 a été retenue car elle tient compte des agressions du milieu environnant de destination des blocs de carapace. Les caractéristiques de la classe XF4 pourront également être ajoutées en fonction du risque de gel.

De plus l'ENTREPRISE prendra un soin tout particulier dans le choix des liants qu'elle utilisera ainsi que la qualité des granulats. Le choix doit se faire en accord avec la durabilité demandée par le CONCEPTEUR de l'OUVRAGE.

Des recommandations sont données dans la partie INFORMATIONS TECHNIQUES..

3.1.4 - Suivi de production

La fabrication des blocs ACCROPODE™ 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 206.1

3.2 - PROCEDURE SIMPLIFIEE DE FABRICATION DES BLOCS

3.2.1 - 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 endommager.

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

3.2.2 - 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.

3.2.3 - 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.



3.2.4 - Prise et durcissement

Dans le cas où les éléments climatiques ne permettent pas une prise et un durcissement correct du béton, des précautions seront à prendre afin de limiter l'effet de la température, du vent, du soleil et de la pluie.

3.2.5 - Décoffrage

Le décoffrage interviendra lorsque le béton aura atteint la résistance suffisante prévue au chapitre 3.1.2. 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.

3.2.6 - Cure

Les blocs devront subir une cure au décoffrage avec un traitement par produit chimique ou à l'eau (14 jours dans le cas d'utilisation d'eau) évitant l'évaporation rapide de l'eau.

3.2.7 - Transport des blocs

Les blocs seront transportés quand ils auront atteint une résistance structurelle au moins égale à celle donnée dans le chapitre 3.1.2.

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

3.2.8 - Stockage

Les blocs seront stockés verticaux. Il est envisageable 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.



4. CRITERES D'ACCEPTATION DES BLOCS ACCROPODE™

4.1 - CLASSIFICATION DES BLOCS

Les blocs ne doivent présenter aucun défaut, ni de surface, ni structurel. Toutefois, certains défauts mineurs n'engendrant pas de conséquences pour l'intégrité du bloc peuvent être tolérés dans certaines limites.

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

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

4.2 - POIDS DES BLOCS

Les blocs doivent avoir un poids égal ou supérieur au poids spécifié par le CONCEPTEUR de l'OUVRAGE. A défaut, d'autres études devront avoir lieu pour en apporter la preuve de leur stabilité en accord avec l'approbation du MAITRE D'OEUVRE.



5. SOUS-COUCHE ET PIED DE LA CARAPACE

5.1 - PRESENTATION

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

La taille et les caractéristiques des enrochements 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 enrochements 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 enrochements présenteraient de grandes surfaces planes. Les tolérances de pose de la sous-couche doivent être respectées quelle que soit la taille des enrochements.

5.2 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA SOUS COUCHE

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

Enrochements de sous-couche

Catégorie	Dénomination	Valeurs	Note
Blocométrie	Poids unitaire des enrochements	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
	Déviations généralisées 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 enrochements devra être conforme aux spécifications du CONCEPTEUR de l'OUVRAGE. A défaut de prescription du CONCEPTEUR de l'OUVRAGE, les standards applicables tel que le Guide Enrochement, « Utilisation des enrochements dans les ouvrages hydrauliques » 2009 du CETMEF (la traduction du Rock Manual 2007 fera référence).



5.3 - CONTROLE 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 tous points la tolérance défini dans le chapitre § 5.2 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.

5.3.2 - 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 mono-faisceaux ou multifaisceaux).

5.3.3 - Méthode minimale

- ▶ 1 profil tous les 10m 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 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 10m 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.

5.3.4 - 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.

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



6. POSE DES BLOCS ACCROPODE™

6.1 - OBJECTIF

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

- ▶ 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 profile (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.

6.2 - 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.

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

6.3.1 - Système de positionnement

La pose des blocs ACCROPODE™ 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.



6.3.2 - 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.

6.4 - 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.

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

- **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.

6.5 - CALCUL DU NOMBRE THEORIQUE DE BLOCS A POSER

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

L'ENTREPRISE doit procéder en début de chantier à une estimation précise 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 fourni par CLI (voir tables sur le site internet de CLI).

6.6 - 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 MAITRE D'OUVRAGE ou par son représentant. 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 6.1 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. Les conditions de cette formation séparée seront alors transmises à l'Entreprise. Il est fortement recommandé de procéder à des réceptions provisoires des parties d'ouvrage dès que certaines 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.



7. DOCUMENTS A PRODUIRE POUR L'OUVRAGE

L'ENTREPRISE utilisatrice de la technique devra mettre en place un système permanent de suivi de la qualité de la pose sur l'OUVRAGE.

Les documents qui sont transmis à CLI sont fournis à titre informatif et le cas échéant CLI délivrera ponctuellement et localement un avis technique. Les documents du projet ou à fournir au MAITRE D'OEUVRE / OUVRAGE sont des documents pour le suivi d'exécution des travaux.

Le système de suivi en temps réel est laissé à l'appréciation de l'ENTREPRISE qui en fait son affaire, toutefois les documents minimum à produire sont les suivants :

DOCUMENTS A PRODUIRE	Projet /Moe Pour validation	CLI Pour information
Plans théorique de l'OUVRAGE (Vue en plan / Sections types)		Au minimum 3 semaines avant début de travaux
Procédure détaillée de fabrication des blocs	Avant le début de fabrication	Avant le début de fabrication
Contrôle des dimensions des coffrages	Avant le début de fabrication	Production des coffrages
Dossier d'étude des bétons	Avant production des blocs	Avant production des blocs
Dossier de convenance des bétons	Avant production industrielle des blocs	Avant production industrielle des blocs
Fiche de traçabilité de chaque blocs	Au cours de la production des blocs	Premier mois de fabrication
Poids des blocs	Au cours de la production des blocs	Premier mois de fabrication
Enregistrement de contrôle des bétons / traçabilité	Au cours de la production des blocs	Premier mois de fabrication
Procédure détaillée de mise en place de la sous-couche et de la pose des blocs de carapace	Avant le début de pose des blocs	Avant le début de pose des blocs
Profils de la sous-couche tous les 5m ou 10 m. Rapport de contrôle de la sous couche.	Tout au long des travaux	Premier mois de pose
Dossier photo de la sous-couche	Tout au long des travaux	100 premiers mètres
Fiche de suivi de pose des blocs	Tout au long des travaux	50 premiers blocs
Plans de récolement de la pose de blocs format Autocad	Tout au long des travaux	Fin de travaux
Calculs de densité zone par zone sur l'ensemble de l'OUVRAGE	A l'avancement de la pose	Premier mois de pose
Relevé périodique des points de référence pour les tassements	Fin de travaux sauf anomalie constatée	Si anomalie constatée
Photos ou vidéos de la pose hors d'eau et sous l'eau	Tout au long des travaux	Premier mois et zones particulières
Fichiers POSIBLOC™ si utilisés.	Tout au long des travaux	Premier mois
Etat d'avancement de la pose « Rapport mensuel »		Mensuel avant le 5 de chaque mois