



# Table de Conception ACCROPODE™ II - ECOPODE™

Le volume de l'ECOPODE™ est limité à 10m<sup>3</sup>

Volume unitaire (m <sup>3</sup> )	$V = 0.2926H^3$		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	28.0
Hauteur du bloc (m)	$H = (V/0.2926)^{1/3}$		1.51	1.90	2.17	2.39	2.58	2.74	3.01	3.25	3.45	3.63	3.80	3.95	4.09	4.22	4.34	4.57
Hauteur du cube de même volume (m)	$D_n = V^{1/3}$		1.00	1.26	1.44	1.59	1.71	1.82	2.00	2.15	2.29	2.41	2.52	2.62	2.71	2.80	2.88	3.04
Epaisseur de carapace (m)	$T = 1.36 D_n$		1.36	1.71	1.96	2.16	2.33	2.47	2.72	2.93	3.11	3.28	3.43	3.56	3.69	3.81	3.92	4.13
Consommations de béton	Densité de pose Ø		0.635	0.635	0.635	0.633	0.631	0.629	0.625	0.622	0.618	0.614	0.610	0.610	0.610	0.610	0.610	0.610
	Consommation (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )		0.635	0.800	0.916	1.005	1.079	1.143	1.251	1.339	1.414	1.479	1.537	1.599	1.656	1.709	1.760	1.852
	Nombre de blocs (u/m <sup>2</sup> )		0.635	0.400	0.305	0.251	0.216	0.191	0.156	0.134	0.118	0.106	0.096	0.089	0.083	0.078	0.073	0.066
	Porosité (%)		53.31	53.31	53.31	53.45	53.59	53.73	54.02	54.30	54.58	54.86	55.15	55.15	55.15	55.15	55.15	55.15
Enrochements de sous-couche - Critère à respecter : NUL/NLL < 3.0	NLL (tonnes)	Standard	0.17	0.34	0.50	0.67	0.84	1.01	1.34	1.68	2.02	2.35	2.69	3.02	3.36	3.70	4.03	4.70
		Min/Max*	0.1   0.2	0.2   0.4	0.4   0.7	0.5   0.9	0.6   1.1	0.7   1.3	0.9   1.7	1.2   2.2	1.4   2.6	1.6   3.1	1.9   3.5	2.1   3.9	2.4   4.4	2.6   4.8	2.8   5.2	3.3   6.1
	NUL (tonnes)	Standard	0.34	0.67	1.01	1.34	1.68	2.02	2.69	3.36	4.03	4.70	5.38	6.05	6.72	7.39	8.06	9.41
		Min/Max*	0.2   0.4	0.5   0.9	0.7   1.3	0.9   1.7	1.2   2.2	1.4   2.6	1.9   3.5	2.4   4.4	2.8   5.2	3.3   6.1	3.8   7.0	4.2   7.9	4.7   8.7	5.2   9.6	5.6   10.5	6.6   12.2
	Epaisseur (m) pour NLL&NUL=2 standard (densité 2,6 t/m <sup>3</sup> )	Kt=1,15	1.06	1.33	1.52	1.68	1.81	1.92	2.11	2.28	2.42	2.55	2.66	2.77	2.87	2.96	3.05	3.21
		Kt=0.9*	0.83	1.04	1.19	1.31	1.41	1.50	1.65	1.78	1.89	1.99	2.08	2.17	2.24	2.32	2.38	2.51

Cette table doit être utilisée conjointement avec la note "Informations complémentaires sur les tables" disponible ci-joint.



: Caractéristiques géométriques des blocs



: Valeurs recommandées au niveau du design préliminaire



: (\*) Les informations de cette section ne peuvent être utilisées sans une analyse spécifique par un ingénieur de formation maritime même à un stade préliminaire - le rapport NUL/NLL doit être maintenu entre 2 et 3

Les informations de cette table sont la propriété de CLI et sont fournies comme guide pour un design préliminaire uniquement. Elles ne peuvent se substituer à une étude par un ingénieur maritime expérimenté. CLI fournit une assistance technique aux maîtres d'œuvres, Développeurs, Concepteurs et Entreprises à toutes les étapes des projets. CLI se réserve le droit d'effectuer des modifications de ses règles de dimensionnement afin d'améliorer ses techniques. La validité de ce document est donc limitée dans le temps, mais CLI maintiendra à jour la version disponible sur son site web.

Adresse email : [cli@concretelayer.com](mailto:cli@concretelayer.com)

Site Web : [www.concretelayer.com](http://www.concretelayer.com)



ACCROPODE™ II et ECOPODE™ sont des marques d'Artelia, France.



# Règles de dimensionnement - table ACCROPODE™ II - ECOPODE™

Graphique 1- Houle de dimensionnement en fonction du volume unitaire du bloc

Ce graphique est applicable en section courante. Pour les musoirs, le volume unitaire doit être augmenté de 30% minimum.

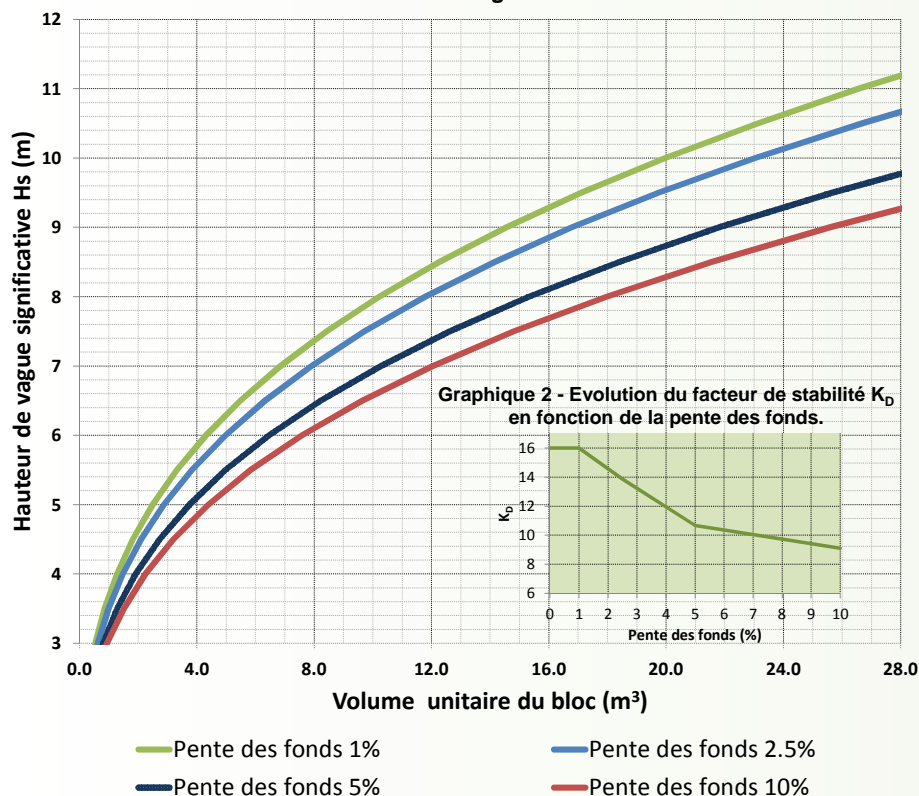
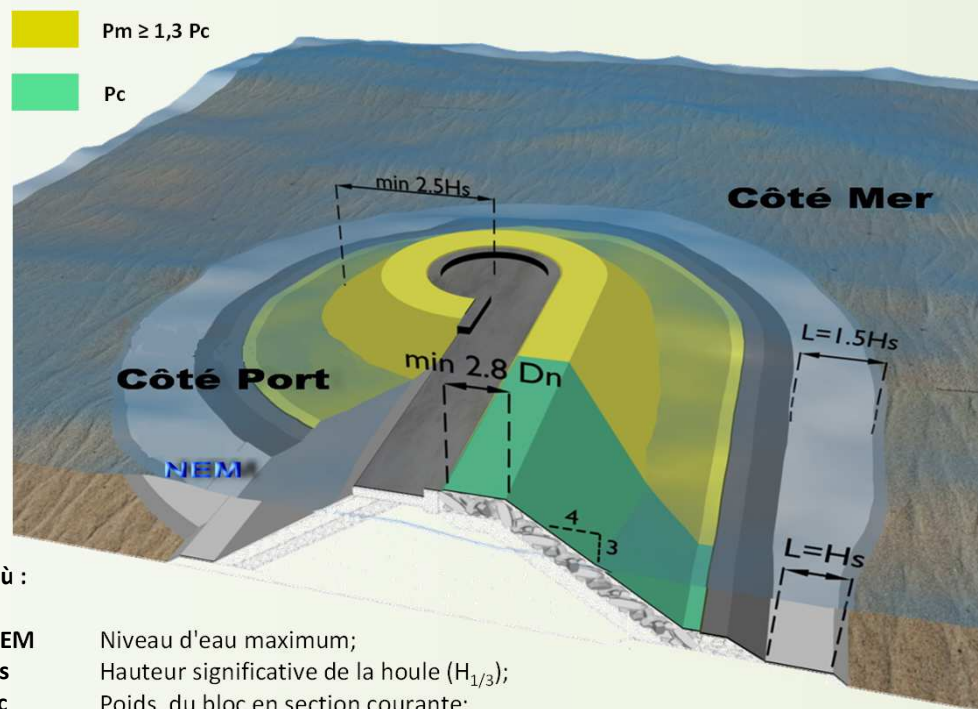


Figure 1 : Vue 3D du musoir et de sa transition avec la section courante



Où :

- NEM** Niveau d'eau maximum;
- Hs** Hauteur significative de la houle ( $H_{1/3}$ );
- Pc** Poids du bloc en section courante;
- Pm** Poids du bloc au musoir;
- L** Largeur minimum recommandée pour le tapis de pied;

La transition entre deux tailles de blocs de carapace, dans ce cas présent entre le musoir et la partie courante, doit être construite selon un angle de 45° dans le plan de la sous-couche.

Ces règles de dimensionnement doivent être adaptées au cas par cas pour les projets. Nous recommandons de contacter CLI pour bénéficier de l'expertise acquise au cours de nombreux projets à travers le monde et des dernières évolutions actualisées du savoir-faire de CLI. Veuillez-vous référer à la note « informations complémentaires sur les tables » disponible ci-joint. Un calculateur est également disponible sur le site de CLI.

Adresse email : [cli@concretelayer.com](mailto:cli@concretelayer.com)

Site Web : [www.concretelayer.com](http://www.concretelayer.com)



ACCROPODE™ II et ECOPODE™ sont des marques d'Artelia, France.

Les informations confidentielles présentées dans ce document ne viennent pas en remplacement des calculs réalisés par un ingénieur professionnel dans la conception d'une digue. Ces informations sont données à titre indicatif uniquement pour aider l'ingénieur d'étude à réaliser les calculs préliminaires.

Le projet final d'une digue peut tenir compte de nombreux éléments, y compris les conditions géotechniques des fonds marins, la bathymétrie des fonds marins, les conditions de houle de projet, la qualité du béton des blocs de carapace, la disponibilité des carrières de roche, les performances requises de la digue (comme le franchissement), et peut comprendre un modèle physique de la digue soumise à l'action de la houle.

Ce document a pour objet de fournir des informations complémentaires et des recommandations préliminaires concernant les paramètres du tableau des instructions de conception.

## Première page

Les informations suivantes sont présentées dans chaque tableau :

### Volume unitaire

Les tableaux de CLI indiquent les valeurs standard de volume unitaire. Cependant, d'autres valeurs peuvent être utilisées, notamment les dimensions unitaires utilisées par le passé et pour lesquelles des moules sont déjà disponibles.

La plupart du temps, les volumes unitaires des carapaces inférieurs à 1,0 m<sup>3</sup> ne sont pas rentables.

Noter qu'aucun bloc ECOPODE™ ne doit dépasser 10 mètres cubes (pour des raisons de coffrage). Les blocs ACCROPODE™ de plus de 28 mètres cubes ne doivent pas être utilisés sans études spécifiques.

### Hauteur du bloc de carapace

La hauteur unitaire du bloc de carapace est calculée en utilisant le coefficient de forme, à partir de l'expression suivante :

$$H = \left( \frac{V}{K_S} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Avec les valeurs de coefficient suivantes :

- ACCROPODE™ II  $K_S = 0,2926$
- ECOPODE™\*  $K_S$  proche de 0,2926

### Diamètre nominal du bloc

Ce paramètre est obtenu à partir de la formule suivante :

$$Dn = V^{\frac{1}{3}}$$

### Épaisseur de la couche de carapace

L'épaisseur de la couche de carapace est une valeur théorique obtenue en multipliant Dn par le coefficient d'épaisseur (K<sub>t</sub>). Les valeurs K<sub>t</sub> suivantes sont applicables aux différents blocs en béton de CLI :

- ACCROPODE™ II/ ECOPODE™  $K_t = 1,36$

### Caractéristiques de la carapace

Densité de pose : un paramètre non dimensionnel qui caractérise la densité de pose et permet la comparaison des différents types de blocs de carapace.

Ce paramètre est dérivé de la formule suivante :

$$N/A = \phi V^{-\frac{2}{3}}$$

Consommation : volume de béton par m<sup>2</sup> de carapace.

Nombre de blocs : nombre de blocs par m<sup>2</sup> de carapace.

Porosité : pourcentage de vides dans la carapace en tenant compte de l'épaisseur théorique de la carapace.

### Sous-couche

Les catégories d'enrochements de la sous-couche présentées dans les tableaux donnent la limite inférieure nominale (LIN) et la limite supérieure nominale (LSN) standard (respectivement 7% et 14% de la masse unitaire de la carapace) des filtres en enrochements de la sous-couche. Ces valeurs ont été calculées en supposant une gravité spécifique du béton de 2,4 t/m<sup>3</sup> et une gravité spécifique des enrochements de 2,6 t/m<sup>3</sup>.

Un écart de 30% en dessous de (LIN) et au-dessus de (LSN) a été utilisé avec succès dans certains projets : il est acceptable dans la plupart des cas standard et les valeurs Min/Max indiquent l'écart possible maximal par rapport à LIN et LSN si LIN/LSN reste inférieur à 3,0.



Il incombe à l'ingénieur de projet de déterminer les catégories d'enrochements de la sous-couche les plus appropriées à son projet spécifique. Le respect des limites de calibrage des enrochements de la sous-couche sous les blocs de carapaces CLI constitue seulement une partie des questions qui se posent. La stabilité du profil de la sous-couche pendant les travaux doit être attentivement surveillée.

L'épaisseur de la sous-couche présentée dans les tableaux est calculée à partir des coefficients d'épaisseur ( $K_f$ ) de 1,15 et 0,9. La valeur 1,15 est considérée par CLI comme appropriée quelles que soient les conditions pour les calculs préliminaires. Il faut noter que le manuel sur les enrochements CIRIA (CIRIA 2007) recommande un coefficient d'épaisseur de 0,9 environ, qui varie en fonction de la forme des enrochements. Un coefficient d'épaisseur aussi faible ne doit être utilisé que sous surveillance pendant les travaux.

## Seconde page

Les notes suivantes décrivent les informations qui peuvent être obtenues à partir des graphiques.

Les Graphiques 1 et 2 illustrent l'impact possible de la pente des fonds marins sur la stabilité de la carapace.

### Graphique 1

Le Graphique 1 présente le volume unitaire de la carapace ( $V$ ) en fonction de la hauteur de houle ( $H_s = H_{1/3}$ ) pour différentes pentes de fonds marins (1, 2,5, 5 et 10%). Le calcul est basé sur la formule de Hudson :

$$V = \frac{H_s^3}{K_D \times \Delta^3 \times \cot \alpha}$$

- $K_D$  est le coefficient de stabilité (se référer au § Graphique 2 et Figure 1).
- $\Delta$  est la densité du bloc.
- $\cot \alpha$  est la pente de la carapace. Il faut noter que, avec les blocs monocouches CLI, la gravité a une influence significative sur l'imbrication des blocs et la stabilité de la couche de carapace. Les pentes plus plates ne donnent pas lieu à l'augmentation de la stabilité. Dans la phase d'avant-projet sommaire, CLI recommande d'utiliser des pentes de 4/3 ou 3/2. CLI ne recommande pas de pente plus plate que 3/2.

Ces graphiques sont valables uniquement pour le noyau perméable et la sous-couche perméable.

### Graphique 2

Le Graphique 2 présente la valeur du coefficient de stabilité  $K_D$  en fonction de la pente des fonds marins. Cette courbe est appropriée aux ouvrages situés dans la zone de déferlement. Pour des conditions de houle non déferlante, la valeur  $K_D$  de pente des fonds marins de 1% peut être utilisée.

### Figure 1

La Figure 1 illustre plusieurs aspects du projet et fournit des informations préliminaires pour aider le projeteur.

Le musoir de la digue nécessite une protection supplémentaire. CLI recommande que les dimensions du bloc de carapace au niveau du musoir soient augmentées de 30% par rapport aux dimensions calculées pour la section courante.

CLI recommande également une distance minimale de 2,5  $H_s$  entre le point central du musoir et le niveau des hautes eaux sur la couche de carapace. Cette distance est équivalente à un rayon de 2,5  $H_s$ , comme l'illustre la figure. Ce rayon minimal est recommandé pour parvenir à l'imbrication requise entre les blocs de carapace.

La transition entre des blocs de carapace CLI de dimensions différentes ou entre des blocs ACCROPODE™ II et une carapace en enrochements doit être conçue avec une pente de 45° dans le plan de la sous-couche.

## Références et outils

M. Denechere, M. Thomson, I. (1999). "Expérience de la carapace monocouche". Compte rendu de COPEDEC'99, Le Cap, Afrique du Sud.

CIRIA, CUR, CETMEF (2007). "Le manuel des enrochements. L'utilisation des enrochements en génie hydraulique (2<sup>nde</sup> édition)". C683, CIRIA, Londres.

[CLI ACCROPODE™, ACCROPODE™ II / ECOPODE™ et CORE-LOC™ brochures et tables](#)

[Calculateur CLI](#)

## Contact

Pour plus de détails, n'hésitez pas à contacter CLI. Une assistance est disponible par téléphone, par courrier électronique ou sur Internet.

Tél. : +33 (0)4 76 04 47 74  
[Formulaire de demande spécifique CLI](#)  
[cli@concretelayer.com](mailto:cli@concretelayer.com)  
[www.concretelayer.com/fr](http://www.concretelayer.com/fr)

