

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES MARITIMES ET FLUVIALES

**Recommandations
pour le
CALCUL AUX ETATS-LIMITES
DES OUVRAGES EN SITE AQUATIQUE**

Série : DOCUMENTS D'APPLICATION

**GUIDE D'UTILISATION
DANS LES
MARCHES DE TRAVAUX**

Sommaire : pages 2 à 4

Chapitres 3.1 et 3.2 : pages 14 à 16

**RECOMMANDATIONS
POUR LE CALCUL AUX ETATS-LIMITES
DES OUVRAGES EN SITE AQUATIQUE**

**GUIDE D'UTILISATION
DANS LES MARCHES DE TRAVAUX**

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
ELEMENTS A PRECISER AU R.C.	6
ELEMENTS A PRECISER AU C.C.A.P.	7
ELEMENTS A PRECISER AU C.C.T.P.	9
1. REGLES GENERALES APPLICABLES	9
1.1 PRINCIPES	9
1.2 TEXTES GENERAUX	9
1.3 RACCORDEMENTS	10
2. SITUATIONS DE PROJET	10
2.1 ELEMENTS COMMUNS AUX SITUATIONS	11
2.1.1 CORROSION	11
2.1.2 COTES EN PIED D'OUVRAGE	12
2.1.3 COMPORTEMENT DES SOLS	12
2.1.4 NIVEAUX D'EAU	12
2.2 SITUATIONS A CONSIDERER	13
2.2.1 SITUATIONS DURABLES	13
2.2.2 SITUATIONS TRANSITOIRES	13
2.2.3 SITUATIONS ACCIDENTELLES	14
2.3 PHASAGE DES TRAVAUX	14
3. VALEURS REPRESENTATIVES DES PROPRIETES DE BASE DES MATERIAUX	14
3.1 VALEURS CARACTERISTIQUES DES PROPRIETES DE BASE DES SOLS	14
3.2 VALEURS DE CALCUL, ACCIDENTELLES ET DE SERVICE DES PROPRIETES DE BASE DES SOLS	15
3.3 VALEURS REPRESENTATIVES DES PROPRIETES DES BETONS	16
3.4 VALEURS REPRESENTATIVES DES PROPRIETES DES ACIERS	16
3.5 VALEURS REPRESENTATIVES DES PROPRIETES DES MATERIAUX METALLIQUES POUR LES PIECES MECANIQUES	17
4. VALEURS REPRESENTATIVES DES RESISTANCES	18
4.1 MODE DE DETERMINATION	18
4.2 VALEURS CARACTERISTIQUES	18
4.3 VALEURS DE CALCUL, ACCIDENTELLES ET DE SERVICE	19
5. VALEURS REPRESENTATIVES DES LOIS D'INTERACTION SOL-STRUCTURE	20
5.1 CHOIX DES MODELES	20
5.2 VALEURS CARACTERISTIQUES	20
5.3 VALEURS DE CALCUL, ACCIDENTELLES ET DE SERVICE	21
6. VALEURS REPRESENTATIVES DES PARAMETRES GEOMETRIQUES	22
7. VALEURS REPRESENTATIVES DES ACTIONS DU TERRAIN	23
7.1 ACTIONS QUASI-STATIQUES DES NIVEAUX D'EAU	23
7.1.1 PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES	23
7.1.2 NIVEAUX DE L'EAU	23

7.1.2.1	Du côté « libre » (fleuve, bassin, biefs, sas ...)	23
7.1.2.2	Du côté du terre-plein	24
7.1.3	CHAMP DES PRESSIONS INTERSTITIELLES ET GRADIENTS HYDRAULIQUES	24
7.2	ACTIONS PERMANENTES DU TERRAIN	24
7.2.1	MASSES VOLUMIQUES	24
7.2.2	FORCES D'ÉCOULEMENT	25
7.2.3	PRESSIONS DU SOL EN POUSSÉE ET BUTÉE	25
7.2.3.1	Pression au repos	25
7.2.3.2	Pressions déterminées par les méthodes d'équilibre limite	25
7.2.3.3	Pressions résultant d'une interaction sol-structure	26
7.2.3.4	Pressions dans les massifs confinés	27
7.2.3.5	Prise en compte d'un compactage ou d'une consolidation	27
7.2.4	DEPLACEMENT D'ENSEMBLE DU SOL	27
7.2.5	ACTION GRAVITAIRE DU SOL	27
7.3	PRESSIONS TRANSMISES PAR LE SOL CHARGÉ	28
8.	VALEURS REPRESENTATIVES DES ACTIONS PERMANENTES	29
8.1	POIDS PROPRE DE L'OUVRAGE	29
8.2	DESCENTES DE CHARGE PERMANENTES DE STRUCTURE	29
8.3	PRECONTRAINTÉ	30
9.	VALEURS REPRESENTATIVES DES ACTIONS VARIABLES	30
9.1	GRUPE DES ACTIONS MARINES ET FLUVIALES	30
9.1.1	NIVEAUX D'EAU	30
9.1.2	ACTION DU COURANT	31
9.1.2.1	Paramètres de base	31
9.1.2.2	Action sur les ouvrages	31
9.1.3	ACTION DE LA HOULE – AGITATION PORTUAIRE	32
9.1.3.1	Paramètres de base	32
9.1.3.2	Action sur les ouvrages	32
9.1.4	ÉCOULEMENT DES EAUX	33
9.1.5	ACTION DU VENT	33
9.2	ACTIONS CLIMATIQUES (AUTRES QUE LE VENT)	33
9.3	ACCOSTAGE DES NAVIRES	34
9.3.1	SCÉNARIOS D'ACCOSTAGE	34
9.3.2	TRANSMISSION PAR DES DÉFENSES D'ACCOSTAGE	35
9.3.2.1	Choix des défenses d'accostage	35
9.3.2.2	Valeurs représentatives de la courbe effort-déflexion	36
9.3.3	REPRISE DES EFFORTS PAR L'OUVRAGE	36
9.3.3.1	Ducs d'Albe souples	36
9.3.3.2	Effort normal	36
9.3.3.3	Effort tangentiel	36
9.4	AMARRAGE DES NAVIRES	37
9.5	CHARGES D'EXPLOITATION	38
9.5.1	CHARGES DE STOCKAGE ET CHARGES DE PLATE-FORME	38
9.5.2	CHARGES ROULANTES ORDINAIRES	38
9.5.3	CHARGES ROULANTES PORTUAIRES	39
9.5.4	CHARGES D'OUTILLAGE FIXE OU SUR RAILS	39
9.6	EFFORTS DE MANŒUVRE	41
9.6.1	Efforts commandés par la condition d'équilibre	41
9.6.2	Efforts commandés par les propriétés des organes de manœuvre	41
10.	ACTIONS ET CONFIGURATIONS ACCIDENTELLES	42
11.	COEFFICIENTS DE COMBINAISON ψ_0	42
11.1	GRUPE DES ACTIONS MARINES ET FLUVIALES	42
11.2	AUTRES ACTIONS VARIABLES	43
12.	CAS DE CHARGE	44
13.	ÉTATS-LIMITES À VÉRIFIER	45
13.1	ÉTATS-LIMITES ET COEFFICIENTS DE MODÈLE	45
13.2	CRITÈRES PARTICULIERS D'ÉTAT-LIMITE	46
13.3	FACTEURS DE DIMENSIONNEMENT	46
14.	COMBINAISONS D'ACTIONS À VÉRIFIER ET SIMULATION DES CHARGEMENTS	47
14.1	COMBINAISONS D'ACTIONS À VÉRIFIER	47
14.2	RIDEAUX DE SOUTÈNEMENT EN PAROIS MOULÈES	48
14.3	SIMULATIONS DES CHARGEMENTS	48
15.	PRÉCISIONS ET COMPLÈMENTS APPORTÉS AUX MODÈLES DE CALCUL	49

15.1	QUAIS SUR PIEUX	49
15.2	DUCS D'ALBE SOUPLES	50
15.3	QUAIS-POIDS ET GABIONS DE PALPLANCHES	50
15.4	SOUTÈNEMENTS (PAROIS MOULÈES, RIDEAUX DE PALPIANCHES, MURS MASSIFS, ECLUSES)	50
15.5	TALUS ET PENTES	50
15.6	STRUCTURES METALLIQUES	51
15.7	BETON ARME	51
16.	DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	51
17.	PRÉSENTATION DES NOTES DE CALCUL ET MOYENS À METTRE EN ŒUVRE	51
	ELEMENTS POUR LE BORDEREAU DES PRIX	52

2.2.3 SITUATIONS ACCIDENTELLES

On définit les **situations accidentelles** notées SA1, SA2 ...

- ◆ SA1 : *description*
- ◆ SA2 : *description*
- ◆ *etc.*

2.3 PHASAGE DES TRAVAUX

*La description du phasage des travaux sert à la définition des simulations des chargements de l'ouvrage (voir la [section 14.3](#)) indispensable à la mise en œuvre des **méthodes élasto-plastiques** pour les rideaux de soutènement.*

3. VALEURS REPRESENTATIVES DES PROPRIETES DE BASE DES MATERIAUX

3.1 VALEURS CARACTERISTIQUES DES PROPRIETES DE BASE DES SOLS

 Se reporter au fascicule *Valeurs représentatives des propriétés de base des matériaux*.

Si une campagne de reconnaissance complémentaire est organisée après passation du marché, les nouvelles **valeurs représentatives** des propriétés de base des sols seront arrêtées par le Maître d'Œuvre (ou sur proposition de l'Entreprise).

Option 1 : valeurs caractéristiques données au C.C.T.P.

Les valeurs caractéristiques des propriétés de base des sols (et la stratigraphie du sol à considérer) sont données ci-après, pour la solution de base.

ou : l'Entrepreneur apportera une attention particulière à la détermination de la stratigraphie à prendre en compte pour chaque partie de fondation.

 Voir le fascicule *Recommandations pour assurer la qualité de l'étude géotechnique*.

Les rapports de reconnaissance et d'études géotechniques en possession du Maître d'Œuvre sont donnés à titre informatif au bordereau 2 du Dossier de Consultation des Entreprises.

Si l'Entrepreneur propose une variante susceptible de modifier l'étendue du volume de sol concerné par les **états-limites**, il lui revient de proposer, en le justifiant soigneusement, de nouvelles **valeurs caractéristiques**.

La validation par le Maître d'Œuvre des nouvelles valeurs caractéristiques proposées par l'Entreprise constitue un élément important pour le jugement de la variante.

Option 2 : valeurs caractéristiques tirées du rapport géotechnique annexé au DCE

La stratigraphie du sol est donnée dans le dossier géotechnique annexé au Dossier de Consultation des Entreprises.

Les valeurs moyennes inférieures, basses et caractéristiques (éventuellement caractéristiques hautes et caractéristiques basses) des propriétés de base des sols sont données, pour la solution de base, dans le dossier géotechnique annexé au Dossier de Consultation des Entreprises.

Si l'Entrepreneur propose une variante susceptible de modifier l'étendue du volume de sol concerné par les états-limites, il lui revient de proposer, en le justifiant soigneusement, de nouvelles valeurs caractéristiques.

La validation par le Maître d'Œuvre des nouvelles valeurs caractéristiques proposées par l'Entreprise constitue un élément important pour le jugement de la variante.

Option 3 : valeurs caractéristiques proposées par l'Entreprise

Sur la base du dossier géotechnique annexé au Dossier de Consultation des Entreprises, l'Entrepreneur fera établir par un spécialiste en géotechnique, en les justifiant, un rapport géotechnique qui comprendra notamment la stratigraphie du sol et les valeurs moyennes inférieures, basses et caractéristiques proposées pour les propriétés de base des sols intervenant dans les justifications des ouvrages.

La validation de ce rapport constitue un point d'arrêt dans le PAQ.

☞ Voir le fascicule *Recommandations pour assurer la qualité de l'étude géotechnique*.

3.2 VALEURS DE CALCUL, ACCIDENTELLES ET DE SERVICE DES PROPRIETES DE BASE DES SOLS

☞ Se reporter au fascicule *Valeurs représentatives des propriétés de base des matériaux*.

☞ Voir aussi le fascicule *Présentation d'ensemble*.

Option 1 : coefficients à la source

Par dérogation au fascicule 62 titre V, les valeurs de calcul, accidentelles et de service des propriétés de base des sols sont déduites des valeurs caractéristiques en appliquant les coefficients partiels suivants :

Paramètres	$\gamma_{M, \text{fond}}$		$\gamma_{M, \text{acc}}$		$\gamma_{M, \text{serv}}$	
	favorable	défavorable	favorable	défavorable	favorable	défavorable

Option 2 : détermination directe

Les valeurs de calcul, accidentelles et de service des propriétés de base des sols sont déterminées dans les mêmes conditions que les valeurs caractéristiques (voir la section 3.1).

3.3 VALEURS REPRESENTATIVES DES PROPRIETES DES BETONS

 Se reporter au fascicule *Valeurs représentatives des propriétés de base des matériaux*.

Les valeurs caractéristiques des propriétés des bétons seront proposées par l'Entrepreneur.

En ce qui concerne les bétons prêts-à-l'emploi, elles seront contrôlées selon les prescriptions de la norme NF P 18-305.

En ce qui concerne les bétons de centrale de chantier, ils seront contrôlés selon les prescriptions du fascicule 65 A (et ses additifs) du C.C.T.G..

Les valeurs de calcul, accidentelles et de service des propriétés des bétons sont déduites des valeurs caractéristiques en appliquant les coefficients partiels suivants :

Paramètre	$\gamma_{M, \text{fond}}$		$\gamma_{M, \text{acc}}$		$\gamma_{M, \text{serv}}$	
	favorable	défavorable	favorable	défavorable	favorable	défavorable
f_c						

3.4 VALEURS REPRESENTATIVES DES PROPRIETES DES ACIERS

 Se reporter au fascicule *Valeurs représentatives des propriétés de base des matériaux*.

Les valeurs représentatives des propriétés des aciers pour les armatures, les pieux, les palplanches et les tirants métalliques seront proposées par l'Entrepreneur en conformité avec les normes (à compléter).

Par dérogation au fascicule 62 titre V et aux CM 66, les valeurs de calcul, accidentelles et de service des propriétés des aciers sont déduites des valeurs caractéristiques en appliquant les coefficients partiels suivants :

Paramètre	$\gamma_{M, \text{fond}}$		$\gamma_{M, \text{acc}}$		$\gamma_{M, \text{serv}}$	
	favorable	défavorable	favorable	défavorable	favorable	défavorable
f_y						