

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 : DISPOSITIONS COMMUNES

**VALEURS
REPRESENTATIVES DES
RESISTANCES**

[Sommaire : pages 2 et 3](#)

[Chapitre 5 : pages 29 et 30](#)

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

VALEURS REPRESENTATIVES DES RESISTANCES

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| 1. OBJET | 4 |
| 2. PIEUX ET ELEMENTS DE FONDATION PROFONDE | 5 |
| 2.1 DEFINITIONS | 5 |
| 2.2 VALEUR CARACTERISTIQUE | 6 |
| 2.2.1 A PARTIR DES PROPRIETES DE BASE DES SOLS EN PLACE | 6 |
| 2.2.2 A PARTIR D'ESSAIS DE PIEUX | 7 |
| 2.2.2.1 Quelques normes applicables | 7 |
| 2.2.2.2 Approche du fascicule 62 titre V | 8 |
| 2.2.2.3 Approche de l'ENV 1997-1 | 8 |
| 2.3 AUTRES VALEURS REPRESENTATIVES | 9 |
| 2.3.1 Principe | 9 |
| 2.3.2 Approche du fascicule 62 titre V | 9 |
| 2.3.3 Approche de l'ENV 1997-1 | 9 |
| 3. TIRANTS ET ELEMENTS DE RENFORCEMENT | 10 |
| 3.1 DEFINITIONS | 10 |
| 3.2 LES ESSAIS DE TRACTION | 11 |
| 3.2.1 DESCRIPTION GENERALE | 11 |
| 3.2.2 APPROCHE DES TA 95 | 12 |
| 3.2.2.1 Les essais préalables et de conformité | 12 |
| 3.2.2.2 Les essais de contrôle | 13 |
| 3.2.2.3 Les essais de réception | 13 |
| 3.2.3 APPROCHE DE CLOUTERRE 91 | 14 |
| 3.2.3.1 Principe | 14 |
| 3.2.3.2 Les essais préalables | 14 |
| 3.2.3.3 Les essais de conformité | 14 |
| 3.2.3.4 Les essais de contrôle | 14 |
| 3.2.4 APPROCHE DE L'ENV 1997-1 | 15 |
| 3.2.4.1 Les essais de convenance | 15 |
| 3.2.4.2 Les essais de réception | 15 |
| 3.3 VALEUR CARACTERISTIQUE ET VALEUR DE SERVICE (D'APRES LES TEXTES EXISTANTS) | 15 |
| 3.3.1 A PARTIR D'ESSAIS DE TRACTION | 15 |
| 3.3.1.1 Approche des TA 95 | 15 |
| 3.3.1.2 Approche inspirée de CLOUTERRE 91 | 16 |
| 3.3.1.3 Approche de l'ENV 1997-1 | 16 |
| 3.3.2 A PARTIR DES PROPRIETES DE BASE DU SOL EN PLACE (TIRANTS INJECTES) | 17 |
| 3.4 VALEUR DE CALCUL ET VALEUR ACCIDENTELLE (D'APRES LES TEXTES EXISTANTS) | 18 |
| 3.4.1 Non approche des TA 95 | 18 |
| 3.4.2 Approche de CLOUTERRE 91 | 18 |
| 3.4.3 Approche de l'ENV 1997-1 | 18 |
| 3.5 VALEURS REPRESENTATIVES (APPROCHE DE SYNTHESE) | 19 |
| 3.5.1 AVERTISSEMENT IMPORTANT | 19 |
| 3.5.2 VALEUR CARACTERISTIQUE | 19 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.5.2.1 | Tirants et renforcements scellés | 19 |
| 3.5.2.2 | Tirants ancrés | 20 |
| 3.5.2.3 | Traction de rupture interne des armatures métalliques | 20 |
| 3.5.3 | <i>VALEUR DE SERVICE</i> | 21 |
| 3.5.4 | <i>VALEUR DE CALCUL</i> | 22 |
| 3.5.5 | <i>VALEUR ACCIDENTELLE</i> | 22 |
| 4. | CAPACITE PORTANTE DES FONDATIONS SUPERFICIELLES | 23 |
| 4.1 | DEFINITIONS | 23 |
| 4.2 | VALEUR CARACTERISTIQUE (SOL HOMOGENE) | 23 |
| 4.2.1 | <i>A PARTIR D'ESSAIS EN PLACE</i> | 23 |
| 4.2.2 | <i>A PARTIR D'ESSAIS DE LABORATOIRE</i> | 25 |
| 4.2.3 | <i>A PARTIR D'ESSAIS DE CHARGEMENT</i> | 27 |
| 4.3 | VALEUR CARACTERISTIQUE (SOL NON HOMOGENE) | 27 |
| 4.4 | VALEUR DE CALCUL, VALEUR DE SERVICE | 28 |
| 4.5 | VALEUR ACCIDENTELLE | 29 |
| 4.6 | CAS DES FONDATIONS AU ROCHER | 29 |
| 5. | RESISTANCE EN BUTEE DES SOLS | 29 |
| 5.1 | DESCRIPTION | 29 |
| 5.2 | VALEURS REPRESENTATIVES | 30 |
| 6. | PARAMETRES DE RESISTANCE STRUCTURALE | 31 |
| 6.1 | GENERALITES | 31 |
| 6.2 | PIEUX METALLIQUES REMPLIS DE BETON | 32 |
| 6.3 | SERRURES DES PALPLANCHES PLATES | 32 |
| 7. | RESISTANCE DES ENROCHEMENTS SOUMIS A L'ACTION DES ECOULEMENTS HYDRAULIQUES (GENERALITES) | 33 |
| 8. | TEXTES DE REFERENCE | 34 |

4.5 VALEUR ACCIDENTELLE

Il n'est pas introduit de **coefficient partiel** en **situation accidentelle** $\gamma_{R, acc}$ -

4.6 CAS DES FONDATIONS AU ROCHER

La justification d'une fondation posée sur du rocher fait appel à d'autres considérations que la simple comparaison entre une contrainte appliquée à la fondation et la capacité portante du terrain qui la supporte car généralement la première est très inférieure à la capacité de rupture intrinsèque du rocher.

Les phénomènes à envisager concernent essentiellement les instabilités de dièdres rocheux que la mise en place d'une fondation risquerait de provoquer. On est alors ramené à une justification comparable à celle de la **stabilité globale d'un talus ou d'une pente**.

La justification de capacité portante fait en général appel à une analyse soignée de la stratigraphie et des plans de discontinuité, ainsi qu'à la détermination des paramètres de cisaillement de ces discontinuités, de préférence à celles de la matrice rocheuse. Les schémas de rupture à examiner suivent majoritairement une succession de plans de discontinuité.

 Les propriétés de base des roches sont présentées sommairement dans le fascicule **Valeurs représentatives des propriétés de base des matériaux**.

5. RESISTANCE EN BUTEE DES SOLS

5.1 DESCRIPTION

Les pressions du sol en butée sont considérées comme des résistances géotechniques mobilisées pour assurer l'équilibre statique de certains ouvrages :

- ◆ **soutènements-poids** mobilisant une résistance en butée du massif de sol arrière, lorsqu'ils sont soumis à des efforts horizontaux dirigés vers le terre-plein (**accostage**),
- ◆ **soutènements-poids** mobilisant une résistance en butée d'un massif de sol avant (fondation encastrée), lorsqu'ils sont soumis à des efforts horizontaux dirigés vers le bassin (**amarrage**, ...),
- ◆ **soutènements souples** ancrés ou butonnés,
- ◆ éléments de **fondation profonde** soumis à des efforts horizontaux.

 Les différentes théories permettant de déterminer les pressions du sol en butée sont décrites dans le fascicule **Actions du terrain**.

La résistance en butée s'exprime différemment selon que l'on sollicite un terrain argileux ou granulaire.

Dans les **situations** avant consolidation des sols fins (**situations transitoires**), on adopte un schéma de comportement à court terme, dont la représentativité doit être analysée par le projeteur en fonction de la durée d'application des sollicitations et surtout, du comportement du sol (argilosité, conditions réelles de drainage à l'interface avec d'autres couches...). Les **paramètres de cisaillement sont de type non drainé** ou « purement cohérent » (c_u), le poids volumique à considérer est le **poids volumique γ** et la résistance en butée est directement proportionnelle à la valeur de c_u . Dans ce cas, il convient de s'assurer que la résistance en butée du sol n'est pas compromise par une sous-pression qui s'exercerait sous la couche considérée, par le biais d'une couche plus perméable par exemple.

Dans les **situations** après consolidation des sols fins et pour les terrains granulaires, on adopte un schéma de comportement à long terme qui considère que c'est le seul squelette du sol qui offre une résistance. Les **paramètres de cisaillement sont de type drainé** ou effectif (c', ϕ'), le poids volumique à considérer est le poids volumique déjaugé γ' éventuellement corrigé par l'effet des **écoulements**.

 Pour plus de précisions sur le comportement des sols à court terme et à long terme, il convient de se reporter au fascicule *Situations et combinaisons d'actions* ou au fascicule *Valeurs représentatives des propriétés de base des matériaux*

5.2 VALEURS REPRESENTATIVES

Lorsque le comportement du sol est modélisé par une **loi élasto-plastique**, la sécurité sur la résistance en butée est traitée dans le fascicule *Paramètres d'interaction sol-structure*. On n'introduit donc pas de coefficient de type γ_R .

Lorsque le comportement du sol est modélisé « **à la rupture** », la sécurité sur la résistance en butée est prise en compte par la méthode de la « minoration *a priori* de la butée ». Les valeurs **caractéristique** et de **calcul** du coefficient de butée K_p sont déterminées en suivant les recommandations du fascicule *Actions du terrain*. On introduit alors un coefficient de service $\gamma_{R, serv} = 2,00$ appliqué à la source au coefficient de butée en vue des vérifications des **états-limites de service** de mobilisation du sol sous la **combinaison rare** (voir le fascicule *Rideaux de soutènement*).