



Le 24 février 2014

**Commission  
de Normalisation  
Justification  
des Ouvrages  
Géotechniques**

**Destinataires :**

Membres de la CNJOG

PRESIDENT

*Jean-Paul VOLCKE*

SECRETARIAT

*Sébastien Burlon*

☎ 01 81 66 81 07

✉ [Sebastien.Burlon@ifsttar.fr](mailto:Sebastien.Burlon@ifsttar.fr)

**Objet : Prise en compte des niveaux selon l'Eurocode 7**

**Introduction**

Cette note informative rédigée au sein de la Commission de Normalisation des Ouvrages Géotechniques (CNJOG – Groupe Miroir de l'Eurocode 7) a pour objectif :

- de définir les niveaux d'eau à utiliser lors de la réalisation d'un projet géotechnique ;
- d'indiquer comment ces niveaux d'eau sont associés aux différents cas de charge et situations de calcul.

Les éléments présentés s'appuient en premier lieu sur l'Eurocode 0 et l'Eurocode 7. Des commentaires sont ensuite émis pour faciliter, dans les études, la définition de ces niveaux d'eau et leurs associations aux différents cas de charge.

<b>1</b>	<b>APPLICATION DE L'EUROCODE 0 ET DE SON ANNEXE NATIONALE .....</b>	<b>2</b>
1.1	PRINCIPES .....	2
1.2	CAS DES SITUATIONS DE CALCUL DURABLES ET TRANSITOIRES .....	2
1.3	CAS DE SITUATIONS DE CALCUL ACCIDENTELLES .....	3
<b>2</b>	<b>RECOMMANDATIONS POUR LA JUSTIFICATION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES.....</b>	<b>3</b>
2.1	DEFINITION DE NIVEAUX D'EAU COMPLEMENTAIRES .....	3
2.2	LIEN ENTRE LES NIVEAUX D'EAU ET LES DIFFERENTS CAS DE CHARGE.....	4
2.3	OCCURRENCE DES NIVEAUX D'EAU .....	5

Le Président de la CNJOG

*Signé*

J.P. VOLCKE

IFSTTAR – 14-20 Bvd Newton Cité Descartes, Champs sur Marne F-77447 Marne La Vallée Cedex 2



**BUREAU DE NORMALISATION DES TRANSPORTS, DES ROUTES ET DE LEURS AMENAGEMENTS**

(Bureau de normalisation sectoriel agréé par décision du délégué interministériel aux normes du 21 février 2012)

## 1 Application de l'Eurocode 0 et de son Annexe Nationale

### 1.1 Principes

La définition des niveaux d'eau pour le calcul des ouvrages géotechniques s'appuie sur les principes de l'Eurocode 0 et de son Annexe Nationale, en complément de textes réglementaires, de rang supérieur, tels des PPRI, qui existeraient.

Les niveaux d'eau correspondent à des données géométriques qui sont uniquement définies par leur valeur de calcul. Par conséquent, les coefficients partiels relatifs aux niveaux d'eau ne s'appliquent pas aux hauteurs d'eau mais s'appliquent aux actions ou aux effets des actions induits par la présence d'eau.

Selon l'Annexe Nationale française de l'Eurocode 0 (NF EN 1990/NA classement P 06-100-1/NA), les différents niveaux d'eau sont définis par les notations suivantes :

- EH qui représente la valeur caractéristique du niveau d'eau et correspond en général à une période de retour de 50 ans. Cette période de retour doit être adaptée selon la durée de vie de l'ouvrage (elle peut donc être plus importante pour les ponts) et selon le caractère permanent ou transitoire de la situation considérée. Pour des situations transitoires correspondant par exemple, à des travaux, elle peut être fixée pour des périodes de référence, par exemple de 5 ans (crue de chantier). Dans le cas où des cotes d'inondabilité seraient définies dans un PPRI, EH peut être supérieur au niveau EE défini par la cote d'inondabilité exigée dans le PPRI et de ce fait physiquement sans signification.
- EF et EB qui sont déduits du niveau EH et répondent aux définitions de la Figure 1.
- EE correspond au niveau des plus hautes eaux connues et/ou prévisibles ou au niveau retenu pour l'inondation des locaux lorsqu'elle est admise, pour lequel il doit alors être prévu, un dispositif d'écoulement empêchant l'eau d'exercer une action plus haut.

L'Annexe Nationale de l'Eurocode 0 indique que les actions dues à l'eau, malgré leur caractère variable évident, doivent être considérées comme des charges permanentes. Dans les calculs, les niveaux d'eau se combinent au poids des terrains selon le principe de Terzaghi. Un niveau d'eau ne peut donc pas, selon l'annexe nationale de l'EC0, être considéré comme la somme d'un niveau permanent générant une action permanente et d'un niveau variable générant une action variable.

Les niveaux d'eau définis précédemment sont associés aux cas de charge suivants :

- A l'ELU accidentel : le niveau EE (voir ci-dessous) ;
- A l'ELU pour les situations durables et transitoires : le niveau EH ;
- A l'ELS caractéristique : le niveau EH ;
- A l'ELS fréquent : le niveau EF ;
- A l'ELS quasi-permanent : le niveau EF ou EB

Chaque niveau d'eau choisi est associé à un ou deux états limites et est combiné aux coefficients partiels définis par cet état limite.

Dans le cadre du DTU 14.1, on doit justifier les ouvertures de fissures avec les niveau EE, EH et EB.

### 1.2 Cas des situations de calcul durables et transitoires

Dans l'Eurocode 7, le coefficient partiel égal à 1.2 et appliqué sur l'action de l'eau à l'ELU pour les situations durables et transitoires est souvent considéré comme égal à 1.35. Il s'agit ici de considérer un coefficient identique à celui utilisé pour les actions permanentes du terrain (par exemple, la poussée des terres). Il est d'ailleurs important de noter que la différence entre les valeurs 1.2 et 1.35 est extrêmement faible en comparaison de celle induite par l'incertitude du niveau d'eau considéré.

En géotechnique, le coefficient appliqué sur l'action de l'eau n'est pas seulement lié à l'incertitude du niveau d'eau et intègre aussi les incertitudes du modèle de calcul des poussées. Une valeur de 1.35 combinée à un coefficient partiel de 1.4 sur la butée permet d'atteindre un coefficient de sécurité global identique à celui utilisé avant la mise en place des Eurocodes.

De plus, les coefficients sur le béton et/ou l'acier des structures des soutènements sont « faibles » car ils supposent que les valeurs des actions permanentes défavorables sont multipliées par 1.35.

### 1.3 Cas de situations de calcul accidentelles

Le niveau d'eau EE est à prendre en compte dans les combinaisons à l'ELU pour les situations accidentelles. Ce niveau permet de définir une cote qui ne peut pas être physiquement dépassée.

Selon le formalisme des ELU, il n'y a pas lieu de comparer les dimensionnements obtenus pour les situations durables et transitoires et pour les situations accidentelles.

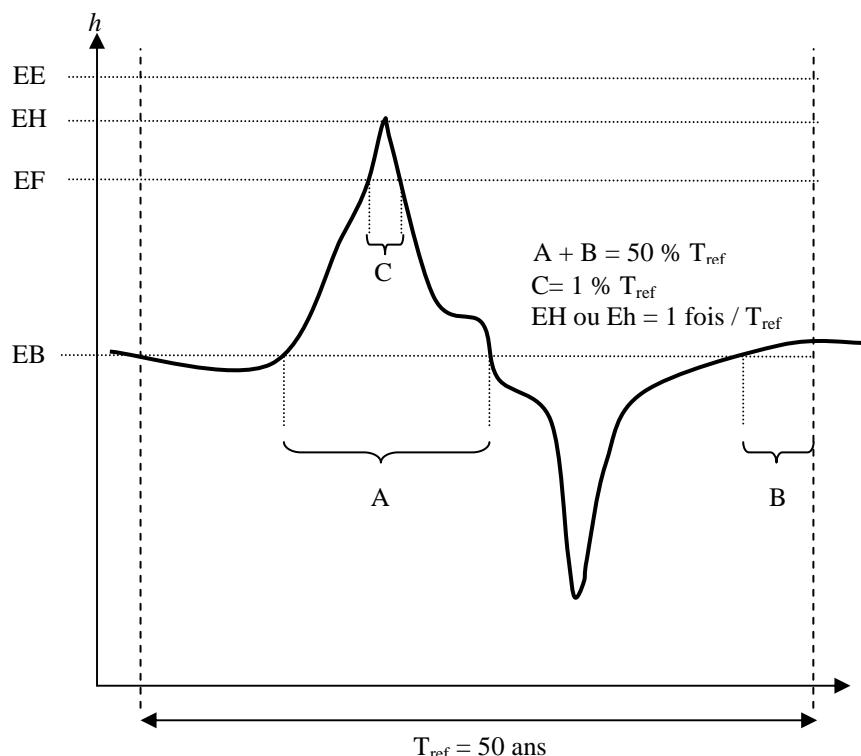


Figure 1 – Représentation schématique des niveaux EH, EF et EB

## 2 Recommandations pour la justification des ouvrages géotechniques

### 2.1 Définition de niveaux d'eau complémentaires

Il est évident que les niveaux d'eau décrits selon les principes de l'Eurocode 0 sont définis en supposant que, plus le niveau d'eau est haut, plus il est défavorable vis à vis dans l'état-limite considéré.

En géotechnique, cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée, par exemple, pour les problèmes de portance ou de soutènement. Il est donc nécessaire, dans ces cas, de définir des niveaux bas car ils sont défavorables. Ainsi pour un problème de portance où la nappe viendrait soulager le poids de la structure ou pour un problème de soutènement où l'eau apporterait une action stabilisatrice sur l'écran, il est nécessaire de définir des niveaux Ee, Eh, Ef qui ont respectivement les mêmes occurrences que les niveaux EE, EH et EF mais qui sont définis en considérant qu'un niveau bas est défavorable (Figure 2).

Lors d'une étude géotechnique, six niveaux doivent donc être pris en compte : EH et Eh, EF et Ef, EB ou Eb. Deux niveaux exceptionnels sont à considérer : EE et Ee. La définition d'un niveau exceptionnellement bas Ee peut éventuellement se traduire par l'absence d'eau.

De manière générale, le choix d'un niveau caractéristique d'eau, soit haut EH, soit bas Eh, doit être effectué selon le mécanisme de déformation ou de rupture considéré. La valeur du niveau d'eau peut donc correspondre, soit à un niveau élevé pour des mécanismes de rupture de type défaut de butée, résistance au soulèvement, renard hydraulique, soit à un niveau bas pour des mécanismes de rupture de type portance ou défaut de butée (cas de certains rideaux avec une différence d'eau amont-aval).

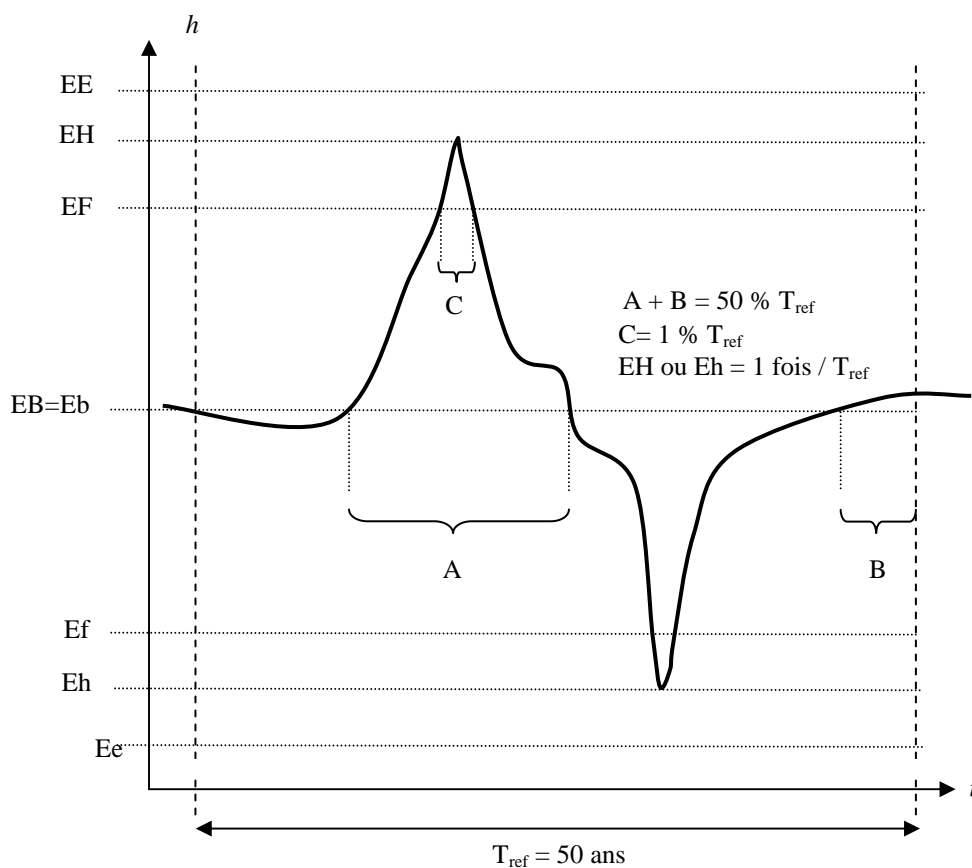


Figure 2 – Représentation schématique des niveaux EE, EH, EF, EB, Ee, Ef et Eh

## 2.2 Lien entre les niveaux d'eau et les différents cas de charge

Le tableau I présente la correspondance entre les états limites et les niveaux d'eau.

Tableau I – Correspondance entre les états limites et les niveaux d'eau

	Niveau d'eau (haut/bas)
ELU fondamental et transitoire	EH / Eh
ELU accidentel	EE / Ee
ELS caractéristique	EH / Eh
ELS fréquent	EF / Ef
ELS quasi-permanent	EB / Eb ou EF / Ef selon les conditions de fonctionnement des fondations de la structure

Le tableau II présente les niveaux d'eau à considérer pour différents mécanismes de rupture et différents états-limites et est à adapter selon la situation durable ou transitoire examinée.

Tableau II – Niveaux d'eau à considérer pour différents mécanismes de rupture et différents états-limites\*\* \*\*\*

	Défaut de butée GEO et STR (haut/bas*)	Portance GEO et STR	Soulèvement GEO et STR	Soulèvement UPL	Renard hydraulique HYD
ELU fondamental et transitoire	EH ou Eh	Eh	EH	EH	EH
ELU accidentel	EE ou Ee	Ee	EE	EE	EE
ELS caractéristique	EH ou Eh	Eh	EH	—	—
ELS fréquent	EF ou Ef	Ef	EF	—	—
ELS quasi- permanent	EB d'une part ou EF ou Ef d'autre part suivant les conditions de fonctionnement des fondations de la structure	EB ou Ef suivant les conditions de fonctionnement des fondations de la structure	EB ou EF suivant les conditions de fonctionnement des fondations de la structure	—	—

\*Pour le défaut de butée, l'eau en aval de l'écran peut avoir un rôle stabilisateur et des niveaux d'eau hauts et bas sont à considérer.  
\*\*Pour les écrans servant d'enveloppes à des bâtiments, les niveaux d'eau à prendre en compte associés aux critères de fissuration permettant d'assurer l'étanchéité totale ou relative sont ceux spécifiés dans le DTU 14-1.  
\*\*\*Il n'est pas utile de réaliser des calculs « en fourchette » entre les niveaux EH et Eh ainsi que EF et Ef.

### 2.3 Occurrence des niveaux d'eau

Au cours d'un projet géotechnique, la définition des niveaux EE, EH, EF, EB, Ef, Eh et Ee doit, en théorie, être réalisée pour une période de référence de 50 ans.

En pratique, il n'est pas possible de déterminer, de manière statistique, les valeurs des différents niveaux pour une période de 50 ans puisqu'en général les données piézométriques disponibles ne couvrent une période ne comprenant que quelques années dans les meilleurs cas. Il convient donc de déterminer les niveaux d'eau de manière prudente en fonction des données piézométriques disponibles et de l'état limite considéré.

Il peut aussi être envisagé de modifier lors de l'étude du projet cette valeur du temps de référence afin de satisfaire des exigences spécifiques de l'ouvrage. De plus, pour des ouvrages exceptionnels, des temps de référence beaucoup plus importants peuvent être définis.