

# DTU

**document technique unifié**

**n° 14.1**

**octobre 1987**

(référence AFNOR DTU P 11.221)

---

**travaux  
de cuvelage**

---

**cahier des clauses techniques\***

---

établi par  
le groupe de coordination  
des textes techniques

Secrétariat du groupe DTU :  
34, av. du recteur-poincaré, paris 16

cahiers du centre scientifique  
et technique du bâtiment  
livraison 283 cahier 2187

ce document définit les conditions techniques auxquelles doivent  
satisfaire les travaux de cuvelage

\* correspond à l'ancienne dénomination cahier des charges

## travaux de cuvelage

## sommaire

<b>chapitre 1</b> <b>généralités</b>	<b>1,1</b> <b>Objet</b> ..... 2 <b>1,2</b> <b>Terminologie</b> ..... 2 <b>1,3</b> <b>Critères de choix</b> ..... 2 <b>1,4</b> <b>Action de l'eau</b> ..... 3	2 2 2 3
<b>chapitre 2</b> <b>cuvelage avec revêtement</b> <b>d'imperméabilisation</b>	<b>2,1</b> <b>Généralités</b> ..... 3 2,11 Partie immergée du bâtiment ..... 3 2,12 Revêtements d'imperméabilisation ..... 4 2,13 Conditions de service ..... 4 <b>2,2</b> <b>Gros œuvre</b> ..... 4 2,21 Prescriptions générales concernant l'enveloppe et ses retours ..... 4 2,22 Joints ..... 5 2,23 Points singuliers ..... 5 2,24 Etat du support livré par le gros œuvre ..... 6 <b>2,3</b> <b>Revêtement d'imperméabilisation</b> ..... 6 2,31 Définition du procédé ..... 6 2,32 Préparation du support par l'entreprise d'imperméabilisation ..... 6 2,33 Revêtement mince à base de mortier ..... 7 2,34 Revêtement épais à base de mortier ..... 7 2,35 Revêtement à base de résine ..... 7 2,36 Revêtement mixte ..... 8 <b>2,4</b> <b>Parois moulées ou préfabriquées</b> ..... 8 2,41 Etat du support en zone courante ..... 8 2,42 Joints ..... 8 2,43 Points particuliers ..... 8 <b>2,5</b> <b>Autres parois</b> ..... 8	3 3 4 4 4 4 5 5 6 6 6 6 7 7 7 8 8 8 8 8 8
<b>chapitre 3</b> <b>cuvelage à structure</b> <b>relativement étanche</b>	<b>3,1</b> <b>Généralités</b> ..... 9 3,11 Partie immergée du bâtiment ..... 9 3,12 Conditions de service ..... 9 <b>3,2</b> <b>Gros œuvre</b> ..... 9 3,21 Prescriptions générales concernant l'enveloppe ..... 9 3,22 Joints ..... 9 3,23 Points singuliers ..... 10 3,24 Etat du parement livré par le gros œuvre ..... 10 <b>3,3</b> <b>Parois moulées ou préfabriquées</b> ..... 10	9 9 9 9 9 10 10 10
<b>chapitre 4</b> <b>cuvelage avec revêtement</b> <b>d'étanchéité</b>	<b>4,1</b> <b>Généralités</b> ..... 11 4,11 Définitions ..... 11 4,12 Limites d'emploi ..... 11 4,13 Conception et exécution ..... 12 <b>4,2</b> <b>Gros œuvre</b> ..... 12 4,21 Prescriptions générales ..... 12 4,22 Joints ..... 12 4,23 Points singuliers ..... 12 4,24 Ouvrages recevant le revêtement d'étanchéité ..... 12 4,25 Ouvrages réalisés après le revêtement d'étanchéité ..... 13 <b>4,3</b> <b>Revêtement d'étanchéité</b> ..... 13 4,31 Revêtements d'étanchéité traditionnels ..... 13 4,32 Revêtements d'étanchéité spéciaux ..... 14	11 11 11 12 12 12 12 12 13 13 13 14
<b>chapitre 5</b> <b>règles techniques</b> <b>de conception</b> <b>et de calcul</b> <b>des ouvrages de gros œuvre</b>	<b>5,1</b> <b>Actions de l'eau</b> ..... 14 <b>5,2</b> <b>Sollicitations de calcul</b> ..... 14 5,21 Etat limite ultime de résistance ..... 14 5,22 Etat limite d'équilibre statique ..... 15 5,23 Phases de construction ..... 15 <b>5,3</b> <b>Prescriptions particulières concernant les cuvelages avec revêtement</b> <b>d'imperméabilisation</b> ..... 15 5,31 Etat limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures ..... 15 5,32 Dispositions constructives ..... 15 <b>5,4</b> <b>Prescriptions particulières concernant les cuvelages à structure relative-</b> <b>ment étanche</b> ..... 16 5,41 Etat limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures ..... 16 5,42 Dispositions constructives ..... 16 <b>5,5</b> <b>Prescriptions particulières concernant les cuvelages avec revêtement</b> <b>d'étanchéité</b> ..... 17 5,51 Etat limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures ..... 17 5,52 Dispositions constructives ..... 17 <b>5,6</b> <b>Ouvrages en béton précontraint</b> ..... 17	14 14 14 15 15 15 15 16 16 16 17 17 17 17
annexe	<b>Documents cités en référence</b> ..... 17	17

## chapitre 1 généralités

### 1,1 objet

Le présent Cahier des Clauses Techniques a pour objet de définir les conditions d'exécution des travaux de cuvelage de la partie immergée des bâtiments, l'enveloppe et les retours de celle-ci étant réalisés en béton.

Le présent Cahier des Clauses Techniques fixe les vérifications techniques minimales qui incombent aux entreprises concernées par les travaux de cuvelage.

Commentaire

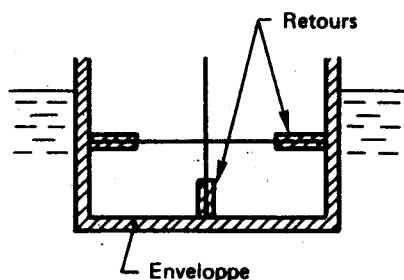


Figure 1 Partie immergée du bâtiment

La partie en béton relève :

- des textes spécifiques concernant ce matériau (béton banché, béton armé, béton précontraint) ;
- plus des règles particulières données dans le présent DTU.

Le présent Cahier des Clauses Techniques ne traite donc pas de l'enveloppe et des retours des parties immergées en maçonnerie d'éléments.

Le cas particulier des parois moulées ou préfabriquées fait l'objet d'un chapitre à part.

### 1,2 terminologie

- **Partie immergée du bâtiment** : c'est la partie réputée située sous le niveau de l'eau, celle-ci pouvant résulter d'une nappe phréatique, d'une crue, de ruissellement ou d'infiltration. Cette partie comprend la périphérie soumise directement à l'action de l'eau, dite **enveloppe**, les parties intérieures adjacentes à cette périphérie et liées avec elle, dites **retours**, pour lesquelles des dispositions particulières doivent être prises et, enfin, les autres parties intérieures (fig. 1).
- **Cuvelage** : le cuvelage comprend l'enveloppe et les retours de la partie immergée du bâtiment et, le plus souvent, un revêtement de cuvelage qui peut être d'imperméabilisation ou d'étanchéité.
- **Cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation** : le revêtement d'imperméabilisation constitue un écran intérieur, adhérent à son support, pouvant assurer seul l'étanchéité mais ne résistant pas à une fissuration appréciable du support. Ce revêtement est constitué d'enduits hydrofuges ou d'enduits pelliculaires à base de résine.
- **Cuvelage à structure relativement étanche** : ce cuvelage ne comporte pas de revêtement de cuvelage et il est, de ce fait, admis un léger passage d'eau éventuellement récupérée, défini par les chiffres suivants :
  - pour l'enveloppe dans son ensemble :
    - moyenne annuelle : 0,5 l/m<sup>2</sup>/jour,
    - moyenne hebdomadaire : 1,0 l/m<sup>2</sup>/jour ;
  - pour toute portion d'enveloppe de 10 m<sup>2</sup> constituant un rectangle dont le rapport des côtés est compris entre 0,4 et 2,5 :
    - moyenne hebdomadaire : 2 l/m<sup>2</sup>/jour.
- **Cuvelage avec revêtement d'étanchéité** : l'étanchéité est réalisée par un revêtement plastique, élasto-plastique ou élastique appliqué à l'extérieur de la structure résistante aux poussées de l'eau. On peut noter que ce revêtement n'est pas nécessairement adhérent à la structure résistante et que c'est alors la pression de l'eau qui l'applique sur celle-ci. Ce revêtement doit pouvoir s'adapter aux légères déformations ou fissurations des ouvrages qui lui sont accolés ou qui l'enserrent.
- **Support** : partie de l'ouvrage destinée à recevoir le revêtement.

### 1,3 critères de choix

Les trois types de cuvelage n'ont pas exactement le même domaine d'application et les critères de choix doivent porter sur les points suivants :

- destination des locaux ainsi que leur aménagement ;
- conditions d'exploitation de ces locaux (ventilation, climatisation) ;
- conditions d'accessibilité et d'entretien du revêtement de cuvelage ;

- possibilité de modification ultérieure et/ou de réparation du revêtement de cuvelage ;
- action de l'eau (action permanente, cyclique et accidentelle, agressivité, inondation éventuelle) ;
- comportement de l'ouvrage et de ses fondations (tassements, ...) ;
- adaptation au site (mitoyens, phases de travaux, ...) ;
- limites d'emploi des divers procédés de revêtement de cuvelage ;
- risques engendrés par la phase de construction (éboulements lors des fouilles, venues d'eau, intoxications et incendie avec l'utilisation de certaines résines ou solvants).

## 1.4 action de l'eau

L'action de l'eau dépend de son niveau. On distingue :

- le niveau des plus basses eaux « EB » qui donne les actions permanentes ;
- le niveau des hautes eaux « EH » qui correspond à la crue pouvant se produire au moins une fois tous les 10 ans. La différence avec le niveau EB donne les actions variables ;
- le niveau exceptionnel et conventionnel de l'eau « EE » qui correspond au niveau des plus hautes eaux prévisibles plus 50 cm. La différence avec le niveau « EB » donne les actions accidentelles.

Dans le cas où l'inondation des locaux est admise et est réalisée par des orifices (ou par tout autre dispositif équivalent), ceux-ci doivent être convenablement dimensionnés pour que le niveau « EE » et éventuellement le niveau « EH » soient plafonnés par le niveau des orifices plus 50 cm.

Les eaux de ruissellement et d'infiltration correspondent à des actions permanentes (niveau EB).

Ce niveau EB correspond :

- au fil d'eau du réseau de drainage extérieur ou sous-jacent lorsqu'il existe ;
- au niveau de l'exutoire naturel des couches perméables environnant l'ouvrage plus 50 cm lorsqu'il n'existe pas de drainage ou de barbacanes ; ce niveau ne saurait dépasser le niveau du sol fini extérieur.

### Commentaire

Les niveaux sont exprimés en cote NGF.

Les documents particuliers du marché (DPM) doivent préciser, dans le cas d'une nappe, les niveaux EB, EH et EE, et, dans le cas des eaux de ruissellement et d'infiltration, le niveau EB.

Sauf justifications spéciales, le niveau d'eau retenu pour le projet doit être EE dans le cas d'une nappe et EB dans le cas des eaux de ruissellement et d'infiltration. Par convention, le niveau ainsi retenu est désigné par « E ».

## chapitre 2 cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation

### 2.1 généralités

#### 2.11 partie immergée du bâtiment

La partie immergée du bâtiment doit être conçue et calculée selon les règles de calculs du présent DTU.

Le revêtement d'imperméabilisation est appliqué sur l'enveloppe jusqu'au niveau E ou, lorsque l'inondation des locaux est admise et réalisée par des orifices, jusqu'au niveau du fil d'eau des orifices.

Le revêtement d'imperméabilisation est également appliqué sur les retours tels que défini de la façon suivante :

#### planchers intermédiaires

Si H représente la hauteur d'eau située au-dessus de la surface du plancher concerné pour atteindre le niveau E, les zones de plancher (face et sous-face) à revêtir sont délimitées par la longueur de cheminement :

$$H_1 = 0,15 H$$

avec un minimum de 1 m. La même règle s'applique dans le cas des voiles (et autres éléments) de béton constituant des retours sur enveloppe.

#### poteaux et murs porteurs

Si H représente la hauteur d'eau située au-dessus de la surface du radier pour atteindre le niveau E, la zone à revêtir est délimitée par la longueur de cheminement  $H_2$  donnée dans le tableau suivant :

$H \leq 1 \text{ m}$	$H_2 = H$
$1 \text{ m} < H < \frac{10 \text{ m}}{1,5}$	$H_2 = 1 \text{ m}$
$\frac{10 \text{ m}}{1,5} \leq H$	$H_2 = 0,15 H$

## ouvrages solidaires des retours

(escaliers, rampes, ...)

Les ouvrages solidaires des retours (planchers, voiles, poteaux et murs) sont à revêtir sur des zones telles que la longueur de cheminement concernée (soit  $H_1$ , soit  $H_2$ ) soit respectée. Pour les zones ainsi concernées, ces ouvrages solidaires sont assimilés aux retours et les prescriptions correspondantes leur sont applicables.

### 2,12 revêtements d'imperméabilisation

On distingue trois types principaux :

- revêtement mince à base de mortier ;
- revêtement épais à base de mortier ;
- revêtement à base de résine.

Ces revêtements sont appliqués sur le gros œuvre en épaisseur sensiblement constante et, à ce titre, n'ont pas pour objet, sauf spécification particulière des DPM de réaliser des qualités de planéité différentes de celles fixées pour le gros œuvre.

### 2,13 conditions de service

On tiendra compte du contrôle, de l'entretien et de la réparation éventuelle du revêtement d'imperméabilisation dans le choix de l'aménagement des locaux et de l'habillage des parois revêtues.

Le revêtement d'imperméabilisation ne doit pas être soumis à des températures excessives compte tenu du procédé utilisé.

#### Commentaire

La température maximale communément admise est 50 °C.

## 2,2 gros œuvre

### 2,21 prescriptions générales concernant l'enveloppe et ses retours

#### caractéristiques minimales du béton et de ses constituants

Se reporter au DTU n° 21.

Ces ouvrages relèvent de la catégorie E (art. 3,1), étant entendu qu'en ce qui concerne l'article 4,2 du DTU n° 21, les vérifications sont celles de la catégorie D.

#### mise en œuvre

Se reporter au DTU n° 21 et en particulier à l'article 2.2. Le béton doit présenter, in fine, une bonne compacité dans la

masse et peu de ragréages, ce qui suppose un soin particulier dans la mise en œuvre, notamment en présence d'eau.

Les démolants et produits de cure doivent être compatibles avec le procédé d'imperméabilisation prévu.

### liaisons entre enveloppe et retours (fig. 2 et 3)

Cette liaison est réalisée :

- soit par continuité de coulage (amorce de voile sur enveloppe, ...);
- soit par reprise de bétonnage avec aciers en attente (planchers, ...);
- soit par simple contact dans le cas d'une compression permanente (pied de poteau ou voiles porteurs sur radier, ...).

Le repos (ou contact) par l'intermédiaire d'appuis déformables de la structure intérieure sur (avec) le cuvelage ne constitue pas une liaison.

Dans ces divers cas, la jonction entre l'enveloppe et son retour assure le monolithisme et, de ce fait, peut ne pas donner lieu à traitement particulier.

Lorsqu'il n'y a pas de liaison (amorce de voile coulée en joint sec contre l'enveloppe, ...), la jonction entre l'enveloppe et son retour est à traiter :

- soit comme un joint inerte ;
- soit par continuité de l'imperméabilisation exécutée avant le voile.

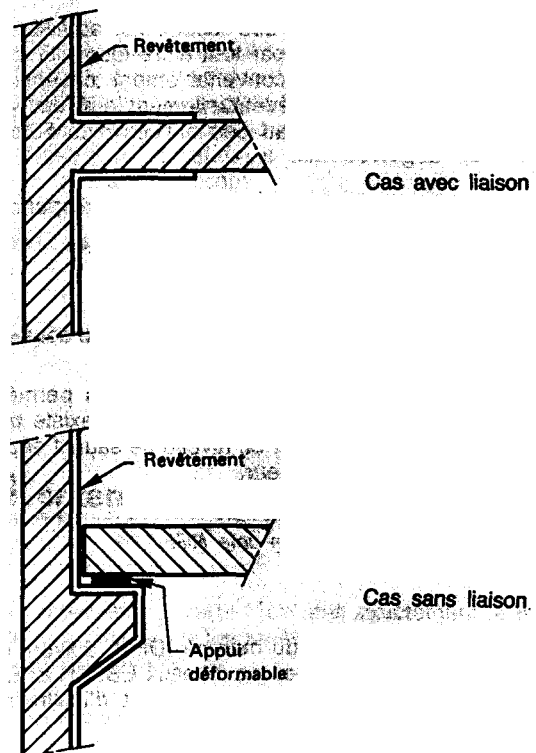


Figure 2 Exemples de disposition avec ou sans liaison

## 2,22 joints

Il existe deux types de joints :

a) d'une part, ceux dits de construction, ou joints inertes, comprenant éventuellement les reprises de bétonnage.

Un relevé contradictoire doit préciser les joints inertes à la réception du support avant tous travaux d'imperméabilisation.

Les joints inertes sont traités par tout procédé de pontage ou de calfeutrement assurant la continuité de l'imperméabilisation ;

b) d'autre part, ceux de fonctionnement de l'ouvrage, ou joints actifs, prévus pour permettre des déplacements relatifs.

L'emplacement et le tracé des reprises de bétonnages sont à étudier de façon à limiter leur influence ultérieure.

Tous les joints actifs doivent être précisés dans les DPM. Parmi ces joints, on distingue en outre ceux pour lesquels un déplacement théorique relatif peut être supérieur à 1 cm tous azimuts.

**Commentaire**

*Les déplacements relatifs constatés en période d'exploitation de l'ouvrage sont, la plupart du temps, inférieurs à cette limite de 1 cm.*

Les joints actifs à déplacement relatif théorique supérieur à  $\pm 1$  cm font l'objet d'études particulières.

Les joints actifs à déplacement relatif théorique inférieur à  $\pm 1$  cm doivent être de largeur suffisante ou être équipés de feuillure de largeur suffisante pour permettre la mise en place et le fonctionnement normal du système de calfeutrement du joint.

On étudie l'emplacement et le tracé des joints actifs de façon à en limiter le linéaire et les rendre les plus simples et les plus accessibles possible, notamment en écartant les poteaux des joints et en prévoyant des trémies là où le joint traverse les retours. Ces trémies peuvent être ensuite obturées par des éléments amovibles ou facilement démolissables.

Les DPM peuvent préciser certaines précautions préalables complémentaires.

**Commentaire**

*Par exemple, les bandes d'arrêt d'eau incorporées au gros œuvre apportent un complément qualitatif appréciable dans la mise en œuvre et l'entretien du système de calfeutrement du joint.*

## 2,23 points singuliers

Lorsque l'utilisation des locaux conduit à prévoir un système de pentes, rigoles, puisards et fosses de relevage, celui-ci est incorporé de façon monolithique à la structure, sauf précision contraire des DPM.

Dans tous les cas, il doit être réalisé au moins une fosse de relevage.

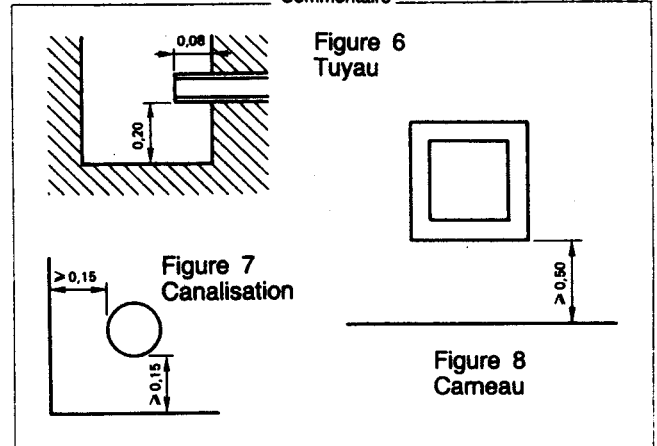
**Commentaire**

*Les dimensions minimales finies des fosses sont habituellement de 50 x 50 x 50 cm.*

*La largeur minimale finie des caniveaux est habituellement de 50 cm.*

Les canalisations, tuyaux et autres ouvrages rapportés ou saillants doivent permettre l'exécution du revêtement d'imperméabilisation, ce qui implique le respect de cotes minimales (fig. 3 à 8).

**Commentaire**



**Commentaire**

On rencontre souvent les dispositions des croquis suivants (fig. 3, 4 et 5).

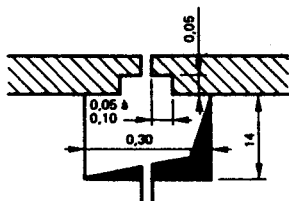


Figure 3 Vue en plan

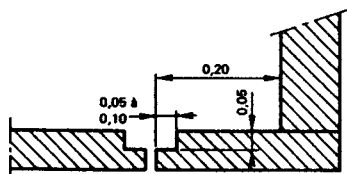
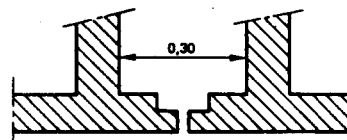


Figure 4 Coupe verticale



Coupe verticale

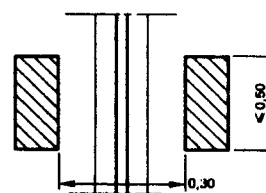


Figure 5

Coupe horizontale

Les incorporés divers (canalisation, filerie, ...) doivent être positionnés avant bétonnage de la structure et le tout faire l'objet d'études particulières (fragilité, étanchéité des raccords éventuels, aptitude à la réparation, ...).

Ils sont proscrits dans l'épaisseur du revêtement d'imperméabilisation ou à l'interface de celui-ci avec la structure.

Les scellements ne doivent pas nuire à l'intégrité de l'imperméabilisation du cuvelage.

Commentaire

*On peut soit envisager des empochements d'au moins 20 x 20 x 20 cm comportant le revêtement d'imperméabilisation, soit envisager tout scellement direct compatible avec le procédé.*

## 2,24 état du support livré par le gros œuvre

Le support livré par le gros œuvre est conforme aux prescriptions concernant les parements courants du DTU n° 21, paragraphe 5.2.

S'il est nécessaire de procéder à des ragréages pour obtenir les caractéristiques précédentes, l'entreprise de gros œuvre doit utiliser des matériaux et méthodes compatibles avec le procédé d'imperméabilisation prévu. Le support doit être considéré comme suffisamment stabilisé pour être apte à recevoir le procédé d'imperméabilisation retenu.

### 2,241 relevé contradictoire du support

Il doit être procédé à un relevé contradictoire du support entre les parties concernées de façon à :

- vérifier la conformité au présent DTU ;
- vérifier la compatibilité du procédé d'imperméabilisation retenu avec le support ;
- relever les joints inertes et les joints actifs ;
- relever les fissures inertes ou actives et préciser celles qui doivent être traitées.

Le relevé contradictoire du support doit également porter sur la présence d'eau et sa compatibilité avec le procédé d'imperméabilisation retenu, en particulier sa mise en œuvre.

Ce relevé sert de base aux travaux de revêtement d'imperméabilisation à effectuer.

Commentaire

*Si les travaux de traitement des fissures et ceux de traitement des joints inertes sont plus importants que ceux qui peuvent normalement être prévus pour une exécution du gros œuvre conforme au DTU n° 14.1, le supplément correspondant fera alors l'objet d'un règlement indépendant dont l'imputation sera liée à l'origine des fissures et joints inertes concernés.*

### 2,242 mise hors d'eau

Il peut être nécessaire de procéder à des opérations de rabattement, ou de les poursuivre. Les DPM doivent définir les conditions de rabattement et préciser à qui incombe cette tâche.

Ce rabattement est nécessaire jusqu'à ce que le revêtement ait acquis ses caractéristiques spécifiques et que l'ouvrage équilibrant la sous-pressure ait acquis une résistance et une masse suffisantes.

## 2,3 revêtements d'imperméabilisation

### 2,31 définition du procédé

Dans l'attente d'une normalisation, chaque procédé est décrit par un Cahier des Charges qui doit traiter en particulier des points suivants :

- domaine d'application et restrictions d'emploi ;
- matériaux utilisés (caractéristiques physiques et chimiques) ;
- supports compatibles (caractéristiques physiques et chimiques) ;
- agressivité des milieux ambiants ;
- technique d'exécution :
  - travaux préparatoires,
  - matériel de mise en œuvre,
  - exécution du revêtement y compris points singuliers,
  - traitement des joints et fissures (actifs ou inertes),
  - travaux de parachèvement ;
- protections complémentaires, revêtements, habillages, compatibles ;
- contrôles, essais et réception ;
- entretien et possibilité de réparation.

Le procédé doit avoir fait l'objet d'une enquête technique d'aptitude à l'emploi par un contrôleur technique agréé.

Commentaire

*Les conclusions de cette enquête doivent faire ressortir la technicité minimale nécessitée par le procédé et permettre de définir les conditions d'assurabilité du procédé.*

### 2,32 préparation du support par l'entreprise d'imperméabilisation

La surface du support doit être préparée dans sa totalité pour mettre à vif le béton de façon à obtenir la rugosité et la propreté nécessaires à la bonne adhérence du revêtement d'imperméabilisation.

Commentaire

*La préparation vise également le chanfreinage des arêtes, le traitement des cueillies et autres points singuliers.*

Les procédés chimiques ou thermiques de préparation ne sont pas admis lorsqu'ils ont des conséquences sur le comportement ultérieur du support et du revêtement.

Commentaire

*On peut, en particulier, procéder par repiquage, sablage, décapage à l'eau sous pression, emploi de retardateur de prise de surface, bouchardage, ...*

La présence d'eau en surface du support ainsi préparé doit être maîtrisée à un niveau compatible avec la mise en œuvre du procédé.

Les lèvres des fissures et joints sont préparées en vue de leur traitement spécifique ultérieur.

## 2,33 revêtement mince à base de mortier

Ce type de revêtement est constitué par un mortier *hydrofugé*, conditionné en usine, dont les constituants le rendent apte à être appliqué en couches minces.

### Commentaire

*Les traitements modifiant le comportement du béton et agissant par pénétration ne sont pas visés par le présent article.*

### constitution minimale

L'épaisseur minimale totale du revêtement doit être supérieure ou égale à trois fois le diamètre du plus gros granulats avec un minimum de 4 mm, y compris la couche d'accrochage.

### Commentaire

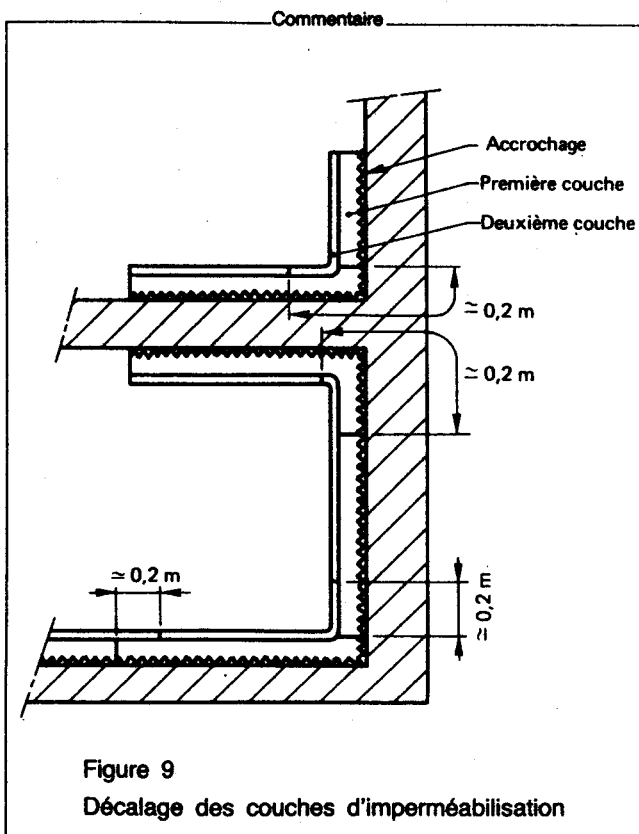
*Cette épaisseur ne comprend pas celle des protections complémentaires éventuelles (mentionnées dans le Cahier des Charges du procédé).*

Le revêtement doit comprendre au minimum une couche d'accrochage et une couche continue d'imperméabilisation. La constitution minimale du revêtement doit lui permettre d'assurer l'imperméabilisation sous une pression d'eau de 8 m. La pression maximale pour laquelle le revêtement assure l'imperméabilisation est précisée dans le Cahier des Charges.

### application du revêtement

Les malaxages sont effectués par unités d'emballage non fractionnées.

Lorsqu'il est prévu plusieurs couches d'imperméabilisation, les reprises d'application de chaque couche sont décalées d'environ 0,20 m (fig. 9).



## 2,34 revêtement épais à base de mortier

Ce type de revêtement est constitué par un mortier hydrofugé, préparé in situ, en vue de son application immédiate en couches épaisses.

### constitution minimale

Le dosage en ciment doit être d'au moins 500 kg par mètre cube de sable sec.

L'épaisseur minimale totale du revêtement doit être de 30 mm pour les parties horizontales et de 24 mm pour les parties verticales, couche d'accrochage comprise.

Le revêtement doit comprendre au minimum une couche d'accrochage et deux couches continues d'imperméabilisation.

La constitution minimale doit permettre au revêtement d'assurer l'imperméabilisation sous une pression d'eau de 8 m. Pour des pressions d'eau supérieures à 8 m, il doit être prévu des couches supplémentaires et au besoin des dispositions particulières.

### application du revêtement

Les reprises d'application de chaque couche d'imperméabilisation sont décalées d'environ 0,20 m d'une couche sur l'autre.

### Commentaire

*Voir la figure 9, ci-contre.*

## 2,35 revêtement à base de résine

Ce type de revêtement est constitué par des résines polymérisables à température ambiante, conditionnées en usine avec ou sans solvant et mélangées in situ, en vue de leur application immédiate en couches minces.

### prescriptions générales

Le conditionnement d'usine doit comporter le prédosage d'emploi des constituants dans le cas de résines à plusieurs composants.

Le Cahier des Charges ne doit pas envisager des conditions d'utilisation des produits ne respectant pas les prescriptions d'emploi du fabricant de ces produits.

### constitutions minimales

Tout revêtement doit comprendre :

- un primaire d'imprégnation ;
- le film d'imperméabilisation ;
- une protection.

Le film d'imperméabilisation doit être exempt de solvants.

Le choix de la couche de protection est défini dans les DPM en fonction des conditions d'utilisation et d'entretien des locaux.

La constitution minimale doit permettre au revêtement d'assurer l'imperméabilisation sous une pression d'eau de 8 m. La pression maximale pour laquelle le revêtement assure l'imperméabilisation est précisée dans le Cahier des Charges.



## Application du revêtement

Les mélanges sont effectués mécaniquement par unités d'emballage non fractionnées.

Les reprises d'application de chaque couche sont décalées d'une couche sur l'autre suivant les indications du Cahier des Charges.

### 2,36 revêtement mixte

Ce type de revêtement fait appel, suivant les zones, aux procédés déjà définis aux articles 2,33, 2,34 et 2,35.

Sauf justifications spéciales, c'est le recouvrement du revêtement à base de mortier par les diverses couches du revêtement à base de résine, sur une bande d'au moins 10 cm de large, qui assure le raccordement dans le cas d'un revêtement mixte mortier-résine.

On doit s'assurer de la *compatibilité*, tant physique que thermique, en phase d'application et en phase finale, des divers produits constituant les revêtements à raccorder.

## 2,4 parois moulées ou préfabriquées

Les prescriptions des articles du présent DTU s'appliquent, compte tenu des aménagements et/ou des compléments suivants.

#### Commentaire

*Il s'agit en particulier du chapitre 1 et des articles 2,1, 2,2 et 2,3. Il est rappelé que le DTU n° 13.2 traite des parois moulées ou préfabriquées en tant que fondations profondes.*

### 2,41 état du support en zone courante

Il est nécessaire d'exécuter un décapage du parement en vue d'arriver à la paroi de béton sain.

#### Commentaire

*Cela suppose habituellement l'élimination des traces de sol et/ou de boue et la suppression, le cas échéant, de la couche de béton contaminée.*

Le relevé contradictoire du support, mentionné à l'article 2,241, doit en particulier permettre de vérifier que le décapage a été convenablement et complètement réalisé.

#### Commentaire

*Ces travaux sont en principe à la charge de l'entreprise de paroi. Ces travaux peuvent être confiés soit à l'entreprise de gros œuvre lorsqu'elle est distincte, soit à l'entreprise d'imperméabilisation.*

Dans le cas de parois moulées, et sauf prescriptions particulières des DPM, la qualité du parement de la paroi livrée par le gros œuvre est du type élémentaire au sens du DTU n° 21.

### 2,42 joints

Les joints existant par construction entre éléments adjacents de la paroi moulée ou préfabriquée constituant l'enveloppe doivent être traités comme des joints actifs sauf disposition contraire des DPM.

Les joints existant par construction entre la paroi et soit le reste de l'enveloppe (radier), soit les retours doivent être traités comme des joints actifs, sauf disposition contraire des DPM.

Les DPM doivent préciser, d'une part, le linéaire de joints à traiter et, d'autre part, les types de parois auxquels correspondent ces joints (moulées, préfabriquées, ...).

### 2,43 points particuliers

La technique de traitement d'imperméabilisation des têtes d'ancrage, si elle n'est pas prévue dans le Cahier des Charges du procédé, doit faire l'objet d'une étude particulière.

Les DPM doivent préciser les détails constructifs retenus pour ces têtes d'ancrage ainsi que leur nombre.

## 2,5 autres parois

Divers procédés de réalisation de paroi (paroi parisienne, mur épinglé, ...) peuvent éventuellement entraîner des travaux de traitement de joints inertes, plus importants que ceux normalement prévisibles pour une exécution traditionnelle.

#### Commentaire

*A moins que le procédé n'ait été indiqué dans les DPM, le supplément correspondant fera l'objet d'un règlement indépendant.*

### chapitre 3 cuvelage à structure relativement étanche

## 3,1 généralités

### 3,11 partie immergée du bâtiment

La partie immergée du bâtiment est constituée par la seule enveloppe à l'exclusion des retours située sous le niveau E. Elle doit être conçue et calculée selon les règles de calcul du présent DTU.

Commentaire

*Au cas où il serait envisagé de réaliser un cuvelage relativement étanche pouvant recevoir ultérieurement un revêtement d'imperméabilisation, du type de ceux définis en 2,3, ce cuvelage devra également respecter les règles du chapitre 2.*

### 3,12 conditions de service

Les conditions de service tiendront compte de la nature relativement étanche de l'enveloppe et des dispositions complémentaires éventuelles prises de ce fait.

Commentaire

*Contrecloison et espace ventilé, collecte des eaux, ventilation, ...*

## 3,2 gros œuvre

### 3,21 prescriptions générales concernant l'enveloppe

#### caractéristiques minimales du béton et de ses constituants

Se reporter au DTU n° 21.

Ces ouvrages relèvent de la catégorie E (art. 3,1), étant entendu qu'en ce qui concerne l'article 4,2 du DTU n° 21, les vérifications sont celles de la catégorie D.

#### mise en œuvre

Se reporter au DTU n° 21 et en particulier à l'article 2,2. Le béton doit présenter, in fine, une bonne compacité dans la masse et peu de ragréages, ce qui suppose un soin particulier dans la mise en œuvre, notamment en présence d'eau.

### 3,22 joints

Il existe deux types de joints :

- a) d'une part, ceux dits de construction ou joints inertes comprenant éventuellement les reprises de bétonnage ;
- b) d'autre part, ceux de fonctionnement de l'ouvrage ou joints actifs prévus pour permettre des déplacements relatifs.

Les joints inertes ne sont à traiter qu'en cas de dépassement des limites précisées à l'article 1,2.

Commentaire

*Si un traitement s'avère nécessaire, l'entreprise de gros œuvre pourra éventuellement faire appel aux techniques définies au chapitre 2.*

Tous les joints actifs doivent être précisés dans les DPM. Parmi ces joints, on distingue en outre ceux pour lesquels un déplacement théorique relatif peut être supérieur à 1 cm tous azimuts.

Commentaire

*Les déplacements relatifs constatés en période d'exploitation de l'ouvrage sont, la plupart du temps, inférieurs à cette limite de 1 cm.*

Les joints actifs à déplacement relatif théorique supérieur à  $\pm 1$  cm font l'objet d'études particulières.

Les joints actifs à déplacement relatif théorique inférieur à  $\pm 1$  cm doivent être de largeur suffisante ou être équipés de feuillure de largeur suffisante pour permettre la mise en place et le fonctionnement normal du système de calfeutrement du joint.

Commentaire

*Pour le calfeutrement de ces joints, on pourra éventuellement faire appel aux techniques définies au chapitre 2.*

On étudie l'emplacement et le tracé des joints actifs de façon à les rendre les plus simples et les plus accessibles possible, notamment en écartant les poteaux des joints et en prévoyant des trémies là où le joint traverse les retours. Ces trémies peuvent être ensuite obturées par des éléments amovibles ou facilement démolissables.

Commentaire

On rencontre souvent les dispositions des croquis suivants.

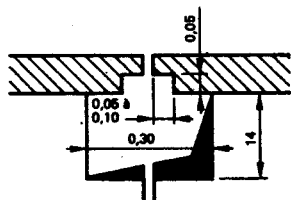


Figure 10 Vue en plan

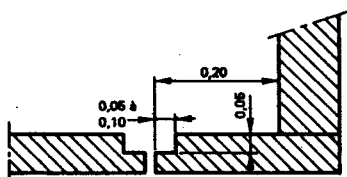
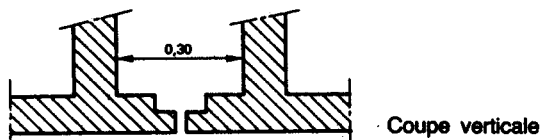
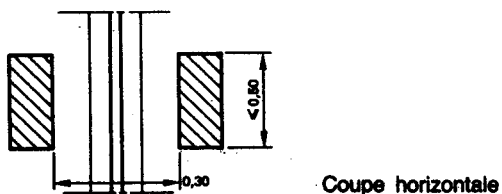


Figure 11 Coupe verticale



Coupe verticale



Coupe horizontale

Figure 12

Une autre solution de traitement des joints actifs consiste à incorporer au gros œuvre des bandes d'arrêt d'eau.

### 3,23 points singuliers

– Il doit être réalisé au moins une fosse de relevage.

Les incorporés divers (canalisation, filerie, ...) noyés dans la structure doivent faire l'objet d'études particulières (réparations, ...).

– Les scellements ne doivent pas nuire à l'intégrité de l'étanchéité relative du cuvelage.

### 3,24 état du parement livré par le gros œuvre

Se reporter au DTU n° 21.

#### mise hors d'eau

Le traitement des joints peut nécessiter de procéder à des opérations de rabattement ou de les poursuivre. Les DPM doivent définir les conditions de rabattement et préciser à qui incombe cette tâche.

Ce rabattement est nécessaire jusqu'à ce que l'ouvrage équilibrant la sous-pression ait acquis une résistance et une masse suffisantes.

### 3,3 Parois moulées ou préfabriquées

Les prescriptions des articles du présent DTU s'appliquent compte tenu des aménagements et/ou des compléments suivants :

Commentaire

Il s'agit en particulier du chapitre 1 et des articles 3,1 et 3,2.

#### état du parement en zone courante

Dans le cas de parois moulées et sauf prescriptions particulières des DPM, la qualité du parement de la paroi est du type élémentaire au sens du DTU n° 21.

## chapitre 4 cuvelage avec revêtement d'étanchéité

### 4,1 Généralités

#### 4,11 définitions

Le cuvelage est toujours complété par un contre-cuvelage qui peut être soit interne, soit externe au revêtement d'étanchéité.

Le contre-cuvelage externe comprend toujours un préradier et :

- soit des voiles périphériques qui sont réalisés avant le cuvelage ;
- soit des ouvrages de protection qui sont réalisés après le cuvelage.

C'est alors l'enveloppe du cuvelage qui reçoit la poussée de l'eau.

Le contre-cuvelage interne est toujours réalisé après le cuvelage et il a pour fonction principale de résister à l'action de l'eau.

Commentaire

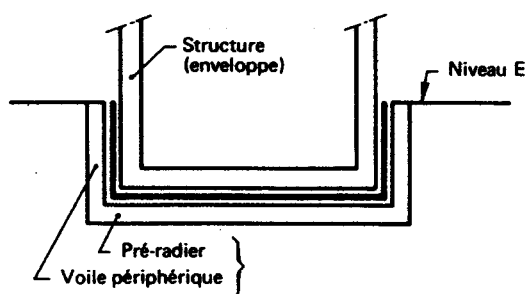


Figure 12 Contre-cuvelage externe

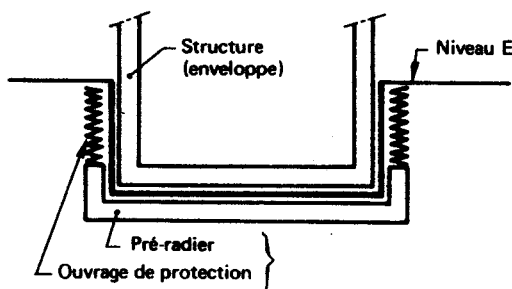


Figure 13 Contre-cuvelage externe

La partie résistante du cuvelage et/ou du contre-cuvelage doit être conçue et calculée selon les règles de calcul du présent DTU, en tenant compte de la capacité de résistance du revêtement d'étanchéité.

Le revêtement d'étanchéité et le contre-cuvelage doivent exister jusqu'au niveau E ou lorsque l'inondation des locaux est admise et réalisée par des orifices, jusqu'au niveau du fil d'eau des orifices.

#### 4,12 limites d'emploi

Les limites d'emploi des cuvelages avec revêtement d'étanchéité résultent principalement des risques de déchirement ou cisaillement de l'enveloppe du fait des déformations relatives entre les cuvelages et contre-cuvelages.

Ces procédés sont exclus :

- chaque fois qu'une disposition de fondation sur un terrain compressible risque d'entraîner un tassement important après la construction des ouvrages extérieurs ;
- chaque fois qu'une disposition de fondation sur un terrain compressible risque d'entraîner des tassements différentiels appréciables entre les différents points porteurs d'un même bloc (on entend par bloc, les parties d'ouvrages entre joints de tassements) ;

Commentaire

*Ceci peut, par exemple, correspondre aux structures en semelles isolées, filantes ou croisées reliées par un radier très souple.*

- chaque fois que l'on peut s'attendre à des variations linéaires importantes de cuvelage et/ou contre-cuvelage après la mise en place du revêtement d'étanchéité ;

Commentaire

*Ce peut être le cas d'une postcontrainte du radier qui risque d'entraîner le cisaillement de l'étanchéité entre le radier et le préradier.*

*De même, la postcontrainte des voiles périphériques et planchers peut entraîner des cisaillements du revêtement entre les voiles et les ouvrages extérieurs.*

- dans le cas d'ouvrages immergés dont le radier ou les voiles périphériques du contre-cuvelage doivent être ancrés dans le sol, pour s'opposer à tout phénomène de soulèvement ou basculement, et ce, à cause des difficultés de contournement des têtes d'ancrages par le revêtement d'étanchéité si des dispositions particulières ne sont pas prises.

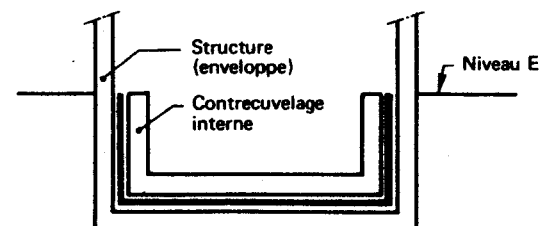


Figure 14 Contre-cuvelage interne

es procédés s'appliquent donc essentiellement aux ouvrages immergés en béton armé fondés soit par un radier général peu déformable, compte tenu des terrains porteurs sous-jacents, soit par des fondations profondes. Il n'est toutefois pas exclu de justifier cas par cas des solutions différentes.

#### 4,13 conception et exécution

Compte tenu des limites d'emploi exposées à l'article 4,12, il est indispensable d'associer les mises au point du gros œuvre et du revêtement d'étanchéité, d'abord au niveau de la conception, ensuite au niveau de l'exécution. On doit retenir des méthodes d'exécution du gros œuvre qui ne compromettent pas l'intégrité du revêtement en phase travaux.

##### Commentaire

*On a intérêt à limiter le nombre de phases de travaux de façon à éviter un fractionnement trop important de l'intervention de l'entreprise de revêtement d'étanchéité.*

*On doit, si besoin est, se préoccuper de la compatibilité du revêtement d'étanchéité avec la température de service de l'ouvrage à son niveau, compte tenu de l'utilisation prévue pour les locaux.*

*On doit éventuellement se préoccuper de la compatibilité du revêtement d'étanchéité et de sa protection avec l'agressivité du milieu ambiant.*

Les DPM doivent préciser comment cette exigence sera appliquée.

## 4,2 gros œuvre

Ce chapitre concerne le gros œuvre du cuvelage, et le contre-cuvelage.

#### 4,21 prescriptions générales

##### caractéristiques minimales du béton et de ses constituants

Se reporter au DTU n° 21.

Ces ouvrages relèvent de la catégorie E (art. 3,1), étant entendu qu'en ce qui concerne l'article 4,2 du DTU n° 21, les vérifications sont celles de la catégorie D.

##### mise en œuvre

Se reporter au DTU n° 21 et en particulier à l'article 2.2.

Les démolants et produits de cure doivent être compatibles avec le revêtement d'étanchéité prévu.

#### 4,22 joints

Il existe deux types de joints :

- d'une part, ceux dits de construction ou joints inertes comprenant éventuellement les reprises de bétonnage ;
- d'autre part, ceux de fonctionnement de l'ouvrage ou joints actifs prévus pour permettre des déplacements relatifs.

Les joints de construction doivent être conçus et réalisés de telle sorte que tout mouvement relatif, dit de pianotage, soit exclu.

Tous les joints actifs ainsi que l'ordre de grandeur des déplacements relatifs les concernant doivent être précisés dans les DPM.

#### 4,23 points singuliers

Le nombre de pénétrations et canalisations traversant le revêtement d'étanchéité doit être réduit au strict minimum.

#### 4,24 ouvrages recevant le revêtement d'étanchéité

##### 4,241 généralités

Le préradier doit soit être lié mécaniquement aux voiles périphériques – ceci concerne notamment le cas des parois moulées – soit comporter un retour vers le haut avec les gorges ou goussets nécessaires au bon épaulement du revêtement d'étanchéité prévu.

Tous les angles rentrants doivent comporter des gorges ou goussets et les angles saillants des arrondis ou chanfreins compatibles avec le revêtement prévu, à l'exclusion des ouvrages recevant un revêtement d'étanchéité du type asphalte coulé (cf. art. 4,313).

##### 4,242 état du support livré par le gros œuvre

Le support livré par le gros œuvre est conforme aux prescriptions concernant les « parements courants » du DTU n° 21, article 5,2.

##### Commentaire

*Cette prescription s'applique également aux parois moulées.*

S'il est nécessaire de procéder à des ragréages pour obtenir les caractéristiques précédentes, l'entreprise de gros œuvre doit utiliser des matériaux et méthodes compatibles avec le procédé d'étanchéité prévu.

##### 4,243 relevé contradictoire du support

Il doit être procédé à un relevé contradictoire du support entre les parties concernées de façon à :

- vérifier la conformité au présent DTU ;
- vérifier la compatibilité du revêtement d'étanchéité retenu avec le support ;
- établir le relevé des joints actifs.

Ce relevé sert de base aux travaux de revêtement d'étanchéité à effectuer.

## 4,244 mise hors d'eau

Le relevé contradictoire du support doit également porter sur la présence d'eau et sa compatibilité avec le procédé d'étanchéité retenu, en particulier sa mise en œuvre.

Il peut alors être nécessaire de procéder à des opérations de rabattement, ou de les poursuivre, et les DPM doivent préciser les conditions de rabattement et à qui incombe cette tâche.

### Commentaire

*Dans ce type de cuvelage, c'est généralement l'entreprise de gros œuvre qui est chargée de cette tâche.*

Dans tous les cas, la nappe phréatique doit être maintenue à 0,5 m en dessous du point le plus bas du support jusqu'à ce que l'ouvrage équilibrant la sous-pression ait acquis une résistance et une masse suffisantes.

## 4,25 ouvrages réalisés après le revêtement d'étanchéité

Il doit être procédé à un relevé contradictoire de l'étanchéité ou de sa protection entre les parties concernées, de façon à relever toutes les anomalies apparentes en regard du risque de défaut d'étanchéité qui pourrait en résulter ultérieurement.

### Commentaire

*Ainsi, une entaille du revêtement d'étanchéité doit conduire à sa reprise pour qu'il soit réceptionné, alors qu'une micro-fissuration d'un enduit grillagé de protection est sans conséquence.*

L'exécution des ouvrages réalisés ensuite ne devra, en aucun cas, endommager le revêtement et sa protection.

### Commentaire

*Cela concerne en particulier les travaux de gros œuvre et ceux de remblaiement.*

## 4,3 revêtements d'étanchéité

### 4,31 revêtements d'étanchéité traditionnels

Les matériaux et leurs conditions de mise en œuvre doivent satisfaire aux dispositions du DTU n° 43,1.

### Commentaire

*La référence au DTU 43.1 qui concerne des ouvrages d'une autre nature a été retenue, compte tenu de l'analogie des matériaux et de leur mise en œuvre.*

### 4,311 limites d'emploi

La contrainte normale de compression de ces revêtements calculée sous sollicitation de service doit être inférieure aux limites suivantes :

- 0,6 MPa dans le cas de fondations par radier général ;
- 0,4 MPa dans le cas de fondations par pieux ou puits.

Ces limites qui s'appliquent aux complexes définis en 4,312 et 4,313 peuvent être dépassées par adjonction de renforts appropriés. Une étude particulière doit alors être effectuée.

### Commentaire

*Par exemple, des renforts métalliques ou plastiques peuvent permettre d'aller jusqu'à 1,5 MPa.*

### 4,312 revêtement type multicouche en partie courante

Le complexe doit comporter au minimum :

- une couche d'EAC (enduit d'application à chaud) ;
- un bitume armé type 40 armature toile ;
- une couche d'EAC ;
- un bitume armé type 50 à double armature, tissu de verre et voile de verre à haute résistance (TV VV HR) ;
- une couche d'EAC.

La largeur de recouvrement entre lés doit être de 0,10 m au minimum.

Ce complexe est précédé d'une couche d'imprégnation à froid sur la totalité des surfaces verticales revêtues dans le cas des contre-cuvelages externes avec ouvrages de protection réalisés après le cuvelage. Dans les autres cas, on doit assurer le maintien en partie haute du revêtement jusqu'à la fin de l'exécution du contre-cuvelage.

### 4,313 revêtement type asphalte en partie courante

Le complexe doit comporter au minimum :

- a) en partie horizontale :
- une feuille de papier kraft,
  - une couche d'asphalte coulé pur, qualité étanchéité, de 8 mm d'épaisseur,
  - une couche d'asphalte coulé sablé, qualité étanchéité, de 20 mm d'épaisseur ;

b) en partie verticale :

- soit :
  - une couche de 8 mm d'asphalte pur, qualité étanchéité, appliquée en plusieurs couches repressées,
  - un bitume armé type 50 à double armature, tissu de verre et voile de verre à haute résistance (TV VV HR) soudé. La largeur de recouvrement entre lés doit être de 0,10 m au minimum ;
- soit le complexe donné en 4,312 pour le revêtement type multicouche et venant en recouvrement du complexe d'asphalte existant en partie horizontale sur 0,10 m au minimum.

### 4,314 renforcement de l'étanchéité

Pour les deux types de revêtement donnés en 4,312 et 4,313, il est prévu une équerre de renfort de 0,5 m de développé en bitume armé type 50 TV VV HR soudée et mise en œuvre en complément du revêtement d'étanchéité dans les angles, gorges et gousset de raccordement entre les parties horizontales et verticales.

### 3,15 joints actifs

L'étanchéité des joints est assurée par des bandes continues élastiques ou élastoplastiques permettant les déplacements relatifs attendus et raccordées directement au revêtement d'étanchéité.

Une étude spéciale doit être faite dans tous les cas.

Les soufflets métalliques sont interdits.

### 4,316 points singuliers

Les traversées de cuvelage peuvent être réalisées soit en métal, soit en matériaux du type élastique ou élastoplastique.

Une étude spéciale doit être faite dans tous les cas.

### 1,317 protection

Sauf prescription contraire des DPM, l'entreprise d'étanchéité doit assurer la protection du revêtement d'étanchéité par un procédé ou un produit réputé durable.

#### Commentaire

*Par exemple, les parties courantes horizontales du revêtement sont le plus souvent protégées immédiatement après exécution à l'aide d'une chape en mortier de ciment de 3 cm d'épaisseur.*

*Les parties courantes verticales peuvent être protégées par un enduit grillagé d'au moins 3 cm d'épaisseur (dans le cas d'un contre-cuvelage en béton coulé sur place) ou par un voile en béton projeté d'au moins 4 cm d'épaisseur (en procédant au remblaiement du terrain à l'avancement), ou à l'aide de maçonnerie de petits éléments d'au moins 10 cm d'épaisseur avec mortier de bourrage.*

### 4,32 revêtements d'étanchéité spéciaux

Dans l'attente d'une normalisation, chaque procédé est décrit par un Cahier des Charges qui doit traiter en particulier des points suivants :

- domaine d'application et restrictions d'emploi ;
- matériaux utilisés (caractéristiques physiques et chimiques compatibles avec le milieu ambiant) ;
- supports compatibles (caractéristiques physiques et chimiques) ;
- agressivité des milieux ambiants ;
- technique d'exécution :
  - travaux préparatoires,
  - matériel de mise en œuvre,
  - exécution du revêtement, y compris points singuliers,
  - traitement des joints,
  - travaux de parachèvement ;
- ouvrages de protection compatibles ;
- contrôle, essais, réception ;
- possibilités de réparation.

Le procédé doit avoir fait l'objet d'une enquête technique d'aptitude à l'emploi par un contrôleur technique agréé.

#### Commentaire

*Les conclusions de cette enquête doivent faire ressortir la technicité minimale nécessitée par le procédé et permettre de définir les conditions d'assurabilité du procédé.*

## chapitre 5 règles techniques de conception et de calcul des ouvrages de gros œuvre

Les prescriptions des règles de calcul du béton armé s'appliquent, compte tenu des aménagements et/ou compléments suivants.

#### Commentaire

*Il s'agit pour l'instant des Règles BAEL 83.*

### 5,1

#### 5,1 Actions de l'eau .....

L'action de l'eau est définie à l'article 1,4.

#### Commentaire

*Les niveaux d'eau intervenant sur la valeur des actions latérales du sol, on ne peut dissocier ces deux phénomènes dans les combinaisons d'actions, par exemple en considérant que l'un donne l'action variable de base pendant que l'autre donne une action d'accompagnement.*

### 5,2

#### 5,2 Sollicitations de calcul ..

### 5,21 état limite ultime de résistance

#### combinaison fondamentale

Lorsque l'eau est l'action variable de base, le coefficient de pondération est égal à 1,5 pour sa partie variable, et on prend 1,35 pour sa partie permanente.

Lorsque l'eau est l'une des actions d'accompagnement, le coefficient  $\Psi_0$  associé est pris égal à 0,77.

#### combinaison accidentelle

Lorsque l'eau est l'action accidentelle, on se réfère au niveau E.

Lorsque l'eau n'est pas l'action accidentelle, on retient comme valeur fréquente et comme valeur quasi permanente sa partie variable (différence des niveaux EH - EB).

## 5,22 état limite d'équilibre statique

Pour chaque point porteur, les charges verticales descendantes nominales limitées aux actions permanentes doivent être au moins égales à 1,05 fois les charges ascendantes résultant de l'action de l'eau supposée au niveau E.

Commentaire

On pourra à cet effet prendre en compte des reports de charges réalisés par des structures de reprise.

## 5,23 phases de construction

On doit justifier de l'état limite ultime de résistance et de l'état limite d'équilibre statique durant les phases de construction, l'action de l'eau se rapportant aux niveaux environnants de la nappe durant ces phases, compte tenu des rabattements éventuels.

Dans le cas de la justification de la combinaison fondamentale de l'état limite ultime de résistance, les actions de l'eau et de la terre sont alors affectées du coefficient 1,2 ou 1 (au lieu de 1,5 ou 1,35).

## 5,3 prescriptions particulières concernant les cuvelages avec revêtement d'imperméabilisation

### 5,31 état limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures

Les règles de calcul du béton armé sont modifiées comme suit :

Commentaire

Les articles A.1.1 et A.4.5,34 des Règles BAEL 83 précisent que celles-ci ne sont pas directement applicables aux cuvelages.

Les sollicitations de calcul résultent des combinaisons d'actions suivantes :

- charges permanentes affectées du coefficient 1 ;
- action de l'eau affectée du coefficient 1 ;
- action latérale des terres affectée du coefficient 1 ;
- autres actions variables affectées du coefficient  $\Psi_0$ .

Commentaire

En général  $\Psi_0 = 0,77$ .

L'état limite d'ouverture des fissures est défini par une double vérification concernant l'enveloppe située sous le niveau de l'eau envisagé :

- la première concerne la limitation de la contrainte de l'acier tendu ;
- la deuxième concerne la limitation de la contrainte de traction du béton en section homogénéisée.

### 5,311 limite de la contrainte de l'acier tendu

Dans le cas des sections droites tendues du côté recevant le revêtement d'imperméabilisation, l'action de l'eau est définie par son niveau E et la contrainte de traction de l'acier tendu est limitée à la valeur suivante :

$$\text{minimum de } \begin{cases} 2/3 f_e \\ \bar{\sigma}_s = \alpha \sqrt{\frac{\eta f_{t28}}{\phi}} + 30 \eta \end{cases}$$

Commentaire

Pour les définitions de  $\eta$ ,  $f_{t28}$  et  $\phi$ , se reporter aux Règles du béton armé.

$\eta$ ,  $f_{t28}$  en MPa,  $\phi$  en mm,  $\bar{\sigma}_s$  en MPa.

Le coefficient  $\alpha$  est donné à l'article 24.2.2.3.2.1.1 du CCTG fascicule 74 concernant la construction des réservoirs et châteaux d'eau. Les valeurs sont rappelées à la fin du présent DTU.

La majoration de  $30 \eta$  ne peut être appliquée dans le cas d'eaux saumâtres ou agressives.

Dans le cas des sections droites tendues du côté en contact avec l'eau, on doit distinguer trois cas :

- eau définie par son niveau EB : on effectue le calcul comme ci-dessus avec  $\alpha$  ;
- eau définie par son niveau EH : on effectue le calcul comme ci-dessus en substituant au coefficient  $\alpha$  un coefficient égal à  $\alpha \sqrt{2}$  ;
- eau définie par son niveau EE : on effectue le calcul comme ci-dessus en substituant au coefficient  $\alpha$  un coefficient égal à  $\alpha \sqrt{3}$ .

### 5,312 limite de la contrainte de traction du béton

Cette vérification n'est à effectuer que pour les sections droites tendues du côté recevant le revêtement d'imperméabilisation, l'eau étant définie par son niveau E.

La contrainte de traction du béton calculée en section homogénéisée ne peut excéder la valeur :

$$1,1 \theta f_{t28}$$

avec :

$\theta = 1$  dans le cas de la traction simple

$\theta = 1 + \frac{4 e_0}{3 h_0}$  dans le cas de la flexion plane composée avec traction, la force de traction ayant une excentricité  $e_0$  inférieure à la demi-épaisseur  $h_0/2$  de la paroi.

$\theta = 5/3$  dans tous les autres cas.

### 5,32 dispositions constructives

#### enrobage des armatures

On se réfère aux valeurs définies par les règles de béton armé, en les augmentant cependant de 3 cm dans le cas des parois moulées.

Commentaire

Dans le cas des parois moulées, compte tenu des difficultés de calage des cages d'armatures dans la tranchée, le respect de l'enrobage minimal exigé peut être obtenu par la mise en place de centreurs non métalliques à raison d'au moins un par  $5 \text{ m}^2$ .



## espacement des aciers et diamètre minimal

Dans les zones où la paroi est armée et pour la face concernée, la distance libre entre les aciers ne peut excéder pour chaque lit la plus petite des deux valeurs suivantes :  
0,33 m et 1,5 fois l'épaisseur de la paroi dans le sens principal porteur ;  
0,45 m et 1,5 fois l'épaisseur de la paroi dans le sens de la répartition.

### Commentaire

*Toutefois, dans le cas de parois moulées, la distance libre entre les barres ne doit pas être inférieure à 10 cm.*

Le diamètre minimal des aciers doit être au moins égal à :  
6 mm dans le cas des armatures à haute adhérence ;  
8 mm dans le cas des ronds lisses.

## pourcentage minimal

La vérification de la condition de non-fragilité est remplacée par le respect d'un ferrailage minimal sur toute la face de la paroi recevant le revêtement d'imperméabilisation et sur les zones tendues de la face opposée :

- radiers ou murs coulés soit avec des zones de clavetage, soit en alternance :  
0,5 pour mille de la section droite, plafonnée à 2 cm<sup>2</sup>/m ;
- autres radiers ou murs :  
1 pour mille de la section droite, plafonnée à 4 cm<sup>2</sup>/m.

## 5,4 prescriptions particulières concernant les cuvelages à structure relativement étanche

### 5,41 état limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures

Les règles de calcul du béton armé sont modifiées comme suit :

### Commentaire

*Les articles A.1.1 et A.4.5,34 des Règles BAEL 83 précisent que celles-ci ne sont pas directement applicables aux cuvelages.*

Les sollicitations de calcul résultent des combinaisons d'actions suivantes :

- charges permanentes affectées du coefficient 1 ;
- action de l'eau affectée du coefficient 1 ;
- action latérale des terres affectée du coefficient 1 ;
- autres actions variables affectées du coefficient  $\Psi_0$ .

### Commentaire

*En général  $\Psi_0 = 0,77$ .*

L'état limite d'ouverture des fissures est défini par une double vérification concernant l'enveloppe située sous le niveau de l'eau envisagé :

- la première concerne la limitation de la contrainte de l'acier tendu ;
- la deuxième concerne la limitation de la contrainte de traction du béton en section homogénéisée.

### 5,411 limite de la contrainte de l'acier tendu

La vérification demandée à l'article 5,311 est à faire pour les deux faces de la paroi.

### 5,412 limite de la contrainte de traction du béton

La vérification demandée à l'article 5,312 doit être faite pour les sections droites tendues sur la face opposée à celle en contact avec l'eau, et uniquement dans le cas de traction simple ou de flexion composée avec traction, lorsque l'excentricité est au plus égale à la demi-épaisseur.

## 5,42 dispositions constructives

### enrobage des armatures

On se réfère aux valeurs définies par les règles de béton armé en les augmentant cependant de 3 cm dans le cas des parois moulées.

### Commentaire

*Dans le cas des parois moulées, compte tenu des difficultés de calage des cages d'armatures dans la tranchée, le respect de l'enrobage minimal exigé peut être obtenu par la mise en place de centreurs non métalliques à raison d'au moins un par 5 m<sup>2</sup>.*

## espacement des aciers et diamètre minimal

Dans les zones où la paroi est armée et pour la face concernée, la distance libre entre les aciers ne peut excéder pour chaque lit la plus petite des deux valeurs suivantes :  
0,33 m et 1,5 fois l'épaisseur de la paroi dans le sens principal porteur ;  
0,45 m et 1,5 fois l'épaisseur de la paroi dans le sens de la répartition.

### Commentaire

*Toutefois, dans le cas de parois moulées, la distance libre entre les barres ne doit pas être inférieure à 10 cm.*

Le diamètre minimal des aciers doit être au moins égal à :  
6 mm dans le cas des armatures à haute adhérence ;  
8 mm dans le cas des ronds lisses.

## pourcentage minimal

La vérification de la condition de non-fragilité est remplacée par le respect d'un ferrailage minimal sur toute la face de la paroi recevant le revêtement d'imperméabilisation et sur les zones tendues de la face opposée :

- radiers ou murs coulés soit avec des zones de clavetage, soit en alternance :  
0,5 pour mille de la section droite, plafonnée à 2 cm<sup>2</sup>/m ;
- autres radiers ou murs :  
1 pour mille de la section droite, plafonnée à 4 cm<sup>2</sup>/m.

## 5,5 prescriptions particulières concernant les cuvelages avec revêtement d'étanchéité

### 5,51 état limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures

L'application des règles de calcul du béton armé vis-à-vis de la durabilité de la structure est limitée aux ouvrages situés à l'extérieur du revêtement d'étanchéité, l'eau étant définie par son niveau E.

#### Commentaire

*Cette prescription s'applique normalement au contre-cuvelage externe non compris les ouvrages de protection. Dans le cas d'un cuvelage interne, elle s'applique à la structure (enveloppe) extérieure au revêtement.*

*On applique ainsi, pour ces ouvrages, les prescriptions de l'article A.4.5 des Règles BAEL 83 en supposant la fissuration préjudiciable dans le cas courant, et la fissuration très préjudiciable dans le cas d'un milieu agressif.*

### 5,52 dispositions constructives

Pour les ouvrages visés à l'article 5,51 et lorsqu'il faut des armatures pour l'équilibrage des sollicitations, il est nécessaire, pour la face concernée et pour les armatures principales ainsi que pour les armatures de répartition, d'appliquer les dispositions constructives minimales et les conditions de non-fragilité des règles de calcul du béton armé.

#### Commentaire

*On applique donc les dispositions constructives de l'article A.4.5 et les conditions de non-fragilité de l'article A.4.2 des Règles BAEL 83.*

## 5,6 ouvrages en béton précontraint

Les prescriptions des règles de calcul des ouvrages en béton précontraint s'appliquent, compte tenu des aménagements et/ou compléments suivants :

#### Commentaire

*Il s'agit pour l'instant des Règles BPEL 83.*

Les prescriptions indiquées aux chapitres 5,1 à 5,5 du présent DTU sont applicables partout où subsistent des tractions.

#### Commentaire

*En effet, la précontrainte ne peut pratiquement jamais être totale dans les cuvelages.*

Lorsqu'il y a précontrainte dans une certaine direction, l'effort de précontrainte correspondant, pris avec sa valeur caractéristique minimale, doit être au moins égal à l'effort de traction simple développé par les actions autres que la précontrainte.

Dans toutes les sections soumises à flexion composée, la partie tendue de la section ne doit pas être supérieure aux 6/10 de sa hauteur totale, le calcul étant fait en négligeant le béton tendu.

annexe

## documents cités en référence

DTU 13.2	Fondations profondes (juin 1978)
DTU 21	Exécution des travaux en béton (septembre 1984)
DTU 43.1	Travaux d'étanchéité des toitures-terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie (octobre 1981)

Règles BAEL 83	Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et construction en béton armé, suivant la méthode des états limites
Règles BPEL 83	Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton précontraint selon les méthodes des états limites

marchés publics de travaux  
**extrait du cahier des clauses techniques  
générales**

fascicule n° 74

**construction des réservoirs et châteaux  
d'eau en béton armé, en béton précon-  
traint ou en maçonnerie et des ouvrages  
annexes**

(voir article 5,311 du présent DTU)

**24.2.2.3.2.1.1. limite de la contrainte de l'acier tendu**

La contrainte de traction de l'acier ne peut excéder la valeur :

$$\bar{\sigma}_s = \alpha \sqrt{\frac{\eta f_{t28}}{\varnothing}} \text{ (en MPa)}$$

avec :

- $f_{t28}$  résistance à la traction du béton en MPa
- $\varnothing$  diamètre en millimètres de la plus grosse des barres tendues prises en compte dans ce calcul
- $\eta$  coefficient de fissuration de l'armature :
  - $\eta = 1$  pour les ronds lisses
  - $\eta = 1,6$  pour les barres à haute adhérence courantes
- $\alpha$  coefficient sans dimensions qui dépend de la fonction dévolue à la paroi en béton, de la nature du revêtement intérieur éventuel de la cuve, notamment de son comportement vis-à-vis de la largeur des fissures de la paroi béton (tableau ci-après).

FUNCTION de la paroi en béton	NATURE du revêtement intérieur	VALEUR limite supérieure de $\alpha$	OUVERTURE moyenne probable des fissures en mm (à titre indicatif)
I. Structure mécanique étanche par elle-même		240	Inférieure à 0,1 mm
II. Structure mécanique support d'étanchéité	Rigide adhérent (mortier de ciment)	245	
	Souple non armé. Souple armé, ou adhérent, aux résines, ou multicouches	320 400	Entre 0,1 et 0,15 mm
	Rigide semi-adhérent armé, ou indépendant élastoplastique	450	Supérieure à 0,15 mm