



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

Secrétariat
d'État
au Logement

Secrétariat
d'État
aux Transports

BULLETIN

Officiel

CAHIER DES CLAUSES
TECHNIQUES GÉNÉRALES

Fascicule n° 67 - Titre III

Étanchéité des ouvrages souterrains

[Document annexé à l'arrêté du 30 mai 2012](#)

réimpression

FASCICULE SPECIAL N° 92-5

Page laissée intentionnellement blanche

TABLE DES MATIÈRES

Extraits du décret n° 92-72 du 16 janvier 1992	V
Titre III du fascicule n° 67. Textes et commentaires	1
Annexes	43
Rapport de présentation	98
Composition du groupe de travail	101

Page laissée intentionnellement blanche

**EXTRAIT DU DÉCRET N° 92-72 DU 16 JANVIER 1992
RELATIF À LA COMPOSITION DU CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GÉNÉRALES
APPLICABLES AUX MARCHÉS PUBLICS DE TRAVAUX ET APPROUVANT OU MODIFIANT CERTAINS FASCICULES**

(Journal officiel du 22 janvier 1992.)

Article premier. - Sont approuvés, en tant que fascicules du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux, les fascicules suivants :

Fascicule applicable au génie civil.

Fascicule n° 67 - Titre III « Etanchéité des ouvrages souterrains ».

Page laissée intentionnellement blanche

**MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT,
DU LOGEMENT
ET DES TRANSPORTS**

**Direction des Affaires Économiques
et Internationales**

**MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
ET DES FINANCES**

**Commission Centrale des Marchés
Groupe Permanent d'Étude
des Marchés de Travaux**

Marchés publics de travaux

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GÉNÉRALES

FASCICULE N° 67

TITRE III

ÉTANCHÉITÉ DES OUVRAGES SOUTERRAINS

Page laissée intentionnellement blanche

SOMMAIRE

	Pages
CHAPITRE I : DESCRIPTION DES OUVRAGES	
Article premier : Champ d'application	9
Article 2 : Définitions	10
2.1 Etanchéité	10
2.2 Etanchement et système d'étanchéité	10
2.3 Localisation de l'étanchéité	10
2.4 Support d'étanchéité	10
2.5 Etancheur	11
Article 3 : Dispositions communes	11
3.1 Caractéristiques du support	11
3.1.1 Fonctionnement mécanique	11
3.1.2 Géométrie	11
3.1.3 Nature	12
3.2 Les conditions de service	12
3.2.1 Conditions climatiques	12
3.2.2 Conditions d'exploitation	12
3.3 Nature des couches recouvrant l'étanchéité	12
3.4 Circulation de chantier	13
3.5 Conditions climatiques	13
3.6 Conditions hydrauliques	13
CHAPITRE II : SPÉCIFICATIONS DES MATÉRIAUX ET PRODUITS	
Article 4 : Produits utilisés	14
Article 5 : Stipulations générales	15
Article 6 : Propriétés intrinsèques exigées pour les complexes d'étanchéité	15

	Pages
6.1 Imperméabilité	15
Résistance aux agents agressifs	15
Résistance à la fissuration	15
6.4 Liaison avec le support	15
6.5 Adaptabilité à l'état de surface du support	16
6.6 Résistance aux chocs	16
6.7 Résistance au poinçonnement et à la déchirure	16
6.8 Tenue à la température	16
6.9 Tenue dans les conditions d'exploitation	16
6.10 Résistance au rayonnement ultra-violet	17
Article 7 : Spécifications et essais des matériaux et produits	17
7.1 Asphalte coulé	17
7.2 Produits coulés ou projetés, polymérisés ou polymérisables en place	17
7.2.1 Constitution du film	17
7.2.2 Critères d'appréciation du produit	17
7.2.2.1 Spécifications	17
7.2.2.1.1 Fissuration provoquée	18
7.2.2.1.2 Traction longitudinale	18
7.2.2.1.3 Adhérence au support	18
7.2.2.1.4 Dureté	18
7.2.2.1.5 Caractérisation chimique simplifiée	18
7.2.2.1.6 Résistance à la sous-pression	19
7.2.2.1.7 Résistance au rayonnement ultra-violet	19
7.2.2.2 Liaison avec le revêtement de circulation susjacent	19
7.3 Membranes d'étanchéité à base de bitumes polymères	19
7.3.1 Système monocouche	19
7.3.2 Système bicouche	19
7.3.3 Couches d'accrochage	20
7.4 Membranes synthétiques en étanchéité extrados	20
7.4.1 Composition du complexe	20
7.4.2 Spécifications de la membrane d'étanchéité	20
7.4.2.1 Spécifications générales	20
7.4.2.2 Spécifications complémentaires concernant les membranes thermoplastiques à base de P.V.C.	21
7.4.2.3 Stipulations concernant la protection	22
7.4.2.4 Compartimentage de l'étanchéité	23
7.5 Enduits hydrauliques hydrofugés en intrados	23
7.5.1 Composition du complexe	23

	Pages
7.5.2 Critères d'appréciation du produit	23
7.5.2.1 Ciment	23
7.5.2.2 Sable	23
7.5.2.3 Eau de gâchage	24
7.5.2.4 Adjuvants pour bétons	24
7.5.2.5 Produits thermoplastiques	24
7.6 Produits d'étanchéité des joints et fissures	24
7.6.1 Nécessité de traitement des joints et fissures	24
7.6.2 Différents types de joints	24
7.6.3 Description de l'étanchéité	24
7.6.3.1 Discontinuité active	25
7.6.3.1.1 Cas général	25
7.6.3.1.2 Cas des bandes manufacturées	25
7.6.3.2 Discontinuité passive	25
7.6.4 Variations dimensionnelles	25
7.6.5 Spécifications particulières aux produits de joints	25
7.6.5.1 Cohésion et résistance à la traction	26
7.6.5.2 Résistance à la pression	26
7.6.5.3 Adhérence	26
7.6.5.4 Compatibilité avec les produits du complexe	26
Article 8 : Livraison et contrôle des produits	26
8.1 Contrôle de la qualité de la fabrication	26
8.1.1 Plan d'organisation de la qualité	26
8.1.2 Genre du plan d'organisation de la qualité	27
8.2 Livraison et stockage	27
8.2.1 Matériel de transport de l'asphalte	27
8.2.2 Livraison et stockage des autres produits	27
8.3 Epreuves de contrôle	28
8.3.1 Asphalte coulé	28
8.3.2 Produits polymérisables, produits de joints et adjuvants des enduits hydrofuges	28
8.3.2.1 Prélèvements d'échantillons conservatoires	28
8.3.2.2 Essais sur prélèvements conservatoires	28
8.3.3 Membranes d'étanchéité à base de bitumes polymères et membranes synthétiques	28
8.3.3.1 Prélèvements d'échantillons conservatoires	29
8.3.3.2 Essais	29
8.3.4 Essais sur prélèvements conservatoires	29

CHAPITRE III : MODALITÉS D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

Article 9 : Support	30
9.1 Qualité du support préalable à l'intervention de l'étancheur	30
9.1.1 Stipulation générale	30
9.1.2 Stipulation particulière aux différents types de support	30
9.1.2.1 Support en béton	30
9.1.2.2 Support en béton projeté	30
9.1.2.3 Support métallique	30
9.1.2.4 Réservations pour joints	31
9.1.3 Acceptation du support	31
9.1.4 Age minimum du béton	31
9.2 Préparation du support	31
9.2.1 Conditions d'humidité du support	32
9.2.2 Préparation d'un support en béton coffré	32
9.2.3 Préparation des autres supports	32
9.2.4 Préparation spécifique des supports en tranchée couverte	32
9.3 Cas particulier des réfections d'étanchéité d'intrados	33
Article 10 : Prescriptions générales à la mise en œuvre	34
10.1 Notice technique descriptive	34
10.2 Epreuves de convenance	35
Article 11 : Mise en œuvre	35
11.1 Asphalte	35
11.2 Produits coulés ou projetés, polymérisés ou polymérisables en place	35
11.2.1 Réalisation du mélange des constituants	36
11.2.2 Application	36
11.2.3 Epaisseur du film	36
11.2.4 Bullage	37
11.2.5 Liaison avec le revêtement de chaussée	37
11.2.6 Contrôle et essais	37
11.3 Membranes d'étanchéité à base de bitume polymère	37
11.3.1 Couche d'accrochage	37
11.3.2 Mise en œuvre de la membrane	37
11.3.2.1 Première couche d'étanchéité	38
11.3.2.2 Deuxième couche d'étanchéité	38
11.3.2.3 Cloques, gonfles	38

	Pages
11.3.3 Protection thermique	39
11.3.4 Contrôle et essais	39
11.4 Membranes synthétiques en étanchéité d'extrados	39
11.4.1 Préparation de la membrane	39
11.4.2 Fixation des membranes	39
11.4.3 Soudure des lès	39
11.4.4 Raccordement entre phases	39
11.4.5 Points singuliers	40
11.4.6 Contrôles et essais	40
11.5 Enduits hydrofugés en intrados	41
11.5.1 Composition et mise en œuvre	41
11.5.2 Contrôles et essais	41
11.6 Réalisation des joints	41
Article 12 : Epreuves de réception	42
12.1 Constatation provisoire de conformité	42
12.2 Travaux ultérieurs sur étanchéité	42
ANNEXES	43
Annexe 1 : Clauses complémentaires ou modifications au C.C.A.P. Type de la Commission Centrale des Marchés	45
Annexe 2 : Clauses complémentaires ou modifications au R.P.A.O. Type de la Commission Centrale des Marchés	47
Annexe 3 : C.C.T.P. Type. Tunnels creusés en souterrain. Etanchéité par membranes synthétiques en extrados	51
Annexe 4 : C.C.T.P. Type. Tranchées couvertes. Etanchéité par membranes synthétiques en extrados	56
Annexe 5 : C.C.T.P. Type. Tranchées couvertes. Etanchéité par produits coulés ou projetés, polymérisés ou polymérisables en place	63
Annexe 6 : Essai de poinçonnement statique d'écrans de protection de membranes synthétiques	68
Annexe 7 : Essai de poinçonnement dynamique sur complexes d'étanchéité à base de membranes synthétiques. Classement des systèmes de protection	71
Annexe 8 : Essai de comportement dans l'eau des membranes synthétiques	78
Annexe 9 : Essais de résistance à la sous-pression d'un film d'étanchéité adhérent en produits polymérisables en place	81
Annexe 10 : Modalités de préparation et de conditionnement des matériaux d'étanchéité en films et en membranes pour essais physico-mécaniques	83
Annexe 11 : Liste des normes et modes opératoires cités en texte et en commentaire	86
Annexe 12 : Bordereau de prix types pour les différents types d'étanchéité	88
Annexe 13 : Lexique des mots techniques	93
RAPPORT DE PRÉSENTATION	98
COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL	101

Page laissée intentionnellement blanche

CHAPITRE I

DESCRIPTION DES OUVRAGES

Article 1 : Champ d'application

1.1 * L'application à d'autres ouvrages (fondations et cuvelages de bâtiments ...) est partiellement possible dans la mesure où les techniques et matériaux utilisés sont effectivement les mêmes. Les D.T.U. existants traitent du problème d'étanchéité de ce type d'ouvrage.

** Les travaux de réparation d'étanchéité (essentiellement injection d'étanchéité) sont exclus du présent titre, sauf qu'ils consistent en la mise en œuvre d'un nouveau système d'étanchéité et s'apparentent alors à des travaux neufs.

*** Sont donc exclus les travaux d'étanchéité visant à empêcher les fuites de l'intérieur vers l'extérieur.

*** * Pour ceux-ci les problèmes de potabilité conduisent à des exigences particulières.

1.2

1.3 * Dans certains cas, la barrière étanche constituée par le revêtement en béton, peut comporter, au niveau des discontinuités, des produits d'étanchéité.

** Cela signifie que l'eau ne peut en aucun cas passer derrière l'étanchéité. Il y a lieu, ensuite d'éviter son cheminement vers les zones non traitées.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DES OUVRAGES

Article 1 : Champ d'application

1.1 Le titre III du fascicule 67 concerne l'exécution dans les tunnels et ouvrages souterrains* des travaux d'étanchéité neufs** par la mise en œuvre de produits d'étanchéité. Ces travaux ont pour but d'empêcher la pénétration de l'eau à partir du terrain à l'intérieur de l'ouvrage souterrain***.

Il ne concerne ni les réservoirs d'eau potable*** *, ni les revêtement préfabriqués.

1.2. L'étanchéité peut être apparente ou recouverte d'un revêtement (béton ou autre).

1.3 Sont considérés comme travaux d'étanchéité les travaux participant* à la réalisation d'une barrière étanche, stable, continue et non contournable** par la mise en œuvre de produits d'étanchéité.

Article 2 : Définitions

2.1 * Le titre III s'applique uniquement à l'étanchéité à l'eau.

2.2 * Le maître d'ouvrage définit en fonction de l'utilisation de l'ouvrage souterrain les zones dans lesquelles toute venue d'eau est interdite et pour les autres zones un débit de fuite éventuellement acceptable.

** Les autres moyens de réaliser un ouvrage étanche ne sont pas concernés par le titre III du fascicule 67. Il s'agit essentiellement soit des systèmes de drainage, soit des bétons étanches (complétés éventuellement par des injections derrière le revêtement).

*** Le complexe d'étanchéité est parfois appelé « revêtement d'étanchéité » ou « étanchéité ».

2.3 * En général en tunnel, une étanchéité d'extrados est à long terme indépendante du support et du revêtement. Le liaisonnement au support est provisoire.

** L'étanchéité d'intrados est toujours adhérente au revêtement. Elle peut être recouverte d'un revêtement intérieur.

2.4 * Dans le cas d'une étanchéité d'extrados, après mise en œuvre du revêtement, le complexe d'étanchéité sera en fait « supporté » par ce revêtement, généralement appelé soutien de l'étanchéité.

Article 2 : Définitions

2.1 ÉTANCHÉITÉ*.

C'est la fonction qui fait qu'un produit ou un ensemble de produits s'oppose au franchissement par un liquide tel que l'eau.

2.2 ÉTANCHEMENT ET SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ

Un ouvrage est réputé **étanche** si les débits de fuite qui le traversent et leurs localisations, résurgences et cheminements sont conformes aux spécifications* du C.C.T.P. On peut rendre un ouvrage étanche en mettant en œuvre au contact ou à l'intérieur de sa structure un ensemble de produits d'étanchéité** : cet ensemble est appelé **système d'étanchéité**. Il peut comprendre une étanchéité de surface que l'on appelle **complexe d'étanchéité***** et une étanchéité des discontinuités que l'on appelle **joints d'étanchéité**.

Dans certains cas, les joints d'étanchéité sont suffisants pour assurer à eux seuls l'étanchéité de l'ouvrage.

2.3 LOCALISATION DE L'ÉTANCHÉITÉ

Le système d'étanchéité peut être mise en œuvre :

- entre le terrain et le revêtement définitif de l'ouvrage. Sauf pour les ouvrages remblayés, il est alors appliqué sur le terrain et/ou son soutènement provisoire. Il est recouvert ultérieurement par le revêtement définitif de l'ouvrage. Il s'agit alors d'une étanchéité **d'extrados** *.

- sur le revêtement définitif de l'ouvrage. Il s'agit alors d'une **étanchéité d'intrados** **.

2.4 SUPPORT D'ÉTANCHÉITÉ*

C'est la surface sur laquelle après traitement ou non, est appliqué le complexe d'étanchéité. Il peut être constitué, soit par le terrain lui-même, soit par le soutènement de l'excavation, soit par le béton du revêtement coffré.

- 2.5 * Le marché peut être confié, selon les articulations du chantier :
- à l'entrepreneur chargé de la construction de l'ouvrage souterrain, que l'on appellera **entrepreneur de gros-œuvre**,
 - à l'étancheur directement.

Dans le premier cas, qui est le cas général, l'étancheur intervient comme sous-traitant accepté (cf. C.C.A.G. art. 2.5).

** La préparation du support à la charge de l'étancheur est à distinguer de la mise en conformité éventuellement à réaliser aux frais et à la charge de l'entrepreneur après la visite contradictoire du support visée à l'article 9.1.3. ci-après.

Article 3 : Dispositions communes

* Si certains renseignements ne figurent pas dans le C.C.T.P., l'entrepreneur indique dans son offre les hypothèses sur la base desquelles elle a été établie. Dans ce cas la qualité des offres dépendant de la qualité des informations fournies à l'étancheur pour qu'il établisse son offre technique et financière, le R.P.A.O. pourra imposer que l'entrepreneur titulaire fournisse ces spécifications à l'étancheur. Au cours de la mise au point du marché, le maître d'œuvre doit s'assurer que les dispositions tiennent compte de ces spécifications.

3.1.1 * Le revêtement définitif en béton coffré, armé ou non, peut être soit le support d'une étanchéité d'intrados ou d'extrados, soit le soutien d'une étanchéité d'extrados. C'est la densité prévisible de la fissuration qui aura amené le maître d'œuvre à prévoir un complexe d'étanchéité ou seulement un traitement des joints en fonction du degré d'étanchement requis.

3.1.2 * Le profil en travers permet à l'étancheur de déterminer le type de portique de pose à utiliser pour ses travaux.

2.5 ETANCHEUR.

Les travaux d'étanchéité sont effectués* par un spécialiste.

Ce spécialiste est désigné, dans le présent fascicule, par l'**Etancheur**.

La mission de l'étancheur consiste à mettre en œuvre l'étanchéité après avoir effectué éventuellement une préparation complémentaire de la surface du support**.

Article 3 : Dispositions communes

Le maître d'œuvre fournit les renseignements* qui se rapportent à l'état de l'ouvrage au moment de la mise en œuvre de l'étanchéité, aux conditions dans lesquelles elle sera effectuée et aux conditions de service.

3.1 CARACTÉRISTIQUES DU SUPPORT

3.1.1 FONCTIONNEMENT MÉCANIQUE

- Béton non armé ou béton armé. Définition de l'état de fissuration à prendre en compte. Définition des joints de construction et des réservations prévues*.
- Béton projeté et/ou soutènements provisoires divers.
- Éventuellement, terrain encaissant.

3.1.2 GÉOMÉTRIE

- a) Surface courante : profil en travers*.

** Il s'agit des fixations de dispositifs d'équipements ou de pénétration.

3.1.3 * En cas de support en béton, il convient d'éviter toute incompatibilité entre le ciment, les adjuvants éventuels du béton, les mortiers ou microbétons de ragréage et les composants de l'étanchéité.

** Le fascicule 65, art. 36.6.3 stipule : « Des essais de convenance peuvent être nécessaires pour vérifier la facilité d'élimination du produit et sa compatibilité avec les revêtements définitifs (éventuels) prévus pour le béton. » En effet, le produit de cure et/ou les produits de décoffrage peuvent intervenir par leur nature chimique, et des difficultés peuvent être rencontrées pour leur élimination.

3.2. LES CONDITIONS DE SERVICE

3.2.1 CONDITIONS CLIMATIQUES

3.2.2 * Les conditions d'exploitation peuvent amener des agressions vis-à-vis de l'étanchéité (essentiellement pour l'étanchéité d'intrados) : circulation de véhicules ou trains, sels de déverglaçage, nettoyage des piédroits...

3.3. Les différents cas de figure sont les suivants :

a) * Etanchéité d'extrados : un revêtement en béton coffré est généralement mis en place à l'intérieur de l'étanchéité. Si ce revêtement est armé, l'étanchéité comportera une protection contre les agressions dues à la mise en œuvre des armatures. Dans le cas des étanchéités sur dalle supérieure, remblayées, une protection contre le remblaiement est mise en œuvre sur l'étanchéité.

b) Etanchéité d'intrados : il peut y avoir ou non mise en œuvre d'une couche mince à l'intérieur de l'étanchéité (protection, esthétique, entretien,...).

b) Points singuliers : traversées de l'étanchéité**.

3.1.3 NATURE

a) Composition du matériau*.

b) Produits de cure et/ou produits de décoffrage**.

c) Etat de surface géométrique.

3.2. LES CONDITIONS DE SERVICE

3.2.1 CONDITIONS CLIMATIQUES

Sauf dispositions contraires du C.C.T.P., les produits habituellement utilisés sont conçus pour les conditions météorologiques du climat métropolitain.

3.2.2 CONDITIONS D'EXPLOITATION*

3.3 NATURE DES COUCHES RECOUVRANT L'ÉTANCHÉITÉ*

3.4.* La bonne définition de ce gabarit est importante pour la mise au point du portique de pose de l'étanchéité.

3.5. CONDITIONS CLIMATIQUES À LA MISE EN ŒUVRE

3.5.1* Cf. Article 10.1.

3.6. CONDITIONS HYDRAULIQUES

* Cette pression d'eau est généralement calculée à partir de la hauteur de la nappe au point bas de l'étanchéité. Elle peut être inférieure à la valeur calculée si un dispositif de drainage efficace et permanent est mis en œuvre à l'extérieur de l'étanchéité, et si les circulations d'eau sont effectivement maintenues hors gel. Pour les tunnels, la pression prise en compte n'est jamais inférieure à 0,3 MPa.

** Les conditions hydrauliques à la mise en œuvre seront généralement différentes de celles en service :

- soit qu'un rabattement ait été réalisé pour la construction de l'ouvrage,
- soit que des dispositifs provisoires de drainage soient mis en place par l'étancheur dans le cadre de sa prestation.

3.4 CIRCULATION DE CHANTIER

La nature de la circulation de chantier est précisée en distinguant :

- Le problème du gabarit des véhicules dont la circulation doit être maintenue pendant la mise en œuvre de l'étanchéité (hors radier)*.
- Le problème de la protection de l'étanchéité contre les circulations éventuelles sur radier après mise en œuvre du complexe d'étanchéité.
- Le problème de la poussière occasionnée par les circulations de chantiers pendant la pose de l'étanchéité.
- Le problème de la sécurité (personnel de l'étancheur, personnel circulant).

3.5 CONDITIONS CLIMATIQUES À LA MISE EN ŒUVRE

3.5.1 L'application de l'étanchéité n'est permise que dans les conditions définies par la notice technique (*).

3.5.2 Dans le cas où ces conditions ne peuvent pas être respectées et si les délais le rendent nécessaire, l'étanchéité pourra être mise en œuvre, en se ramenant aux conditions de la notice technique moyennant des dispositifs spéciaux (abri, réchauffage localisé, changement de produits...) qui seront proposés à l'agrément du maître d'œuvre par l'étancheur en accord avec le fabricant de produits.

3.6 CONDITIONS HYDRAULIQUES

Sont à prendre en compte :

- la pression d'eau à laquelle devra résister l'étanchéité *,
- le caractère éventuellement agressif de l'eau,
- les dispositifs éventuels modifiant les conditions hydrauliques au moment de la mise en œuvre de l'étanchéité **.

CHAPITRE II

SPÉCIFICATION DES MATÉRIAUX ET PRODUITS

Les produits de base constitutifs du système d'étanchéité ne font pas l'objet de spécifications dans le présent titre. Il sera fait renvoi en tant que de besoin aux normes, avis techniques et fiches techniques.

Article 4 : Produits utilisés

* A la date de rédaction de ce texte, ce sont ces produits qui ont donné au vu de l'expérience acquise les meilleurs résultats dans les conditions d'application citées. L'entrepreneur peut proposer l'emploi d'une de ces quatre familles dans d'autres conditions d'application en se référant à des chantiers comparables.

Il peut également proposer d'autres matériaux, procédés ou familles, sous réserve qu'ils satisfassent aux prescriptions du présent titre ; en particulier les articles 1 à 6.

L'étanchéité est une technique en constante évolution ; aussi est-il indispensable de laisser la possibilité à de nouvelles solutions d'être essayées. Actuellement, deux types de produits tendent à se développer :

- les panneaux et joints d'argile gonflante,
- les minéralisants et cristallisants de surface (intrados).

Il faut cependant s'entourer d'un minimum de garanties et les maîtres-d'œuvre sont invités à consulter leurs conseillers techniques.

Le R.P.A.O. Type précise les conditions dans lesquelles ces propositions peuvent être présentées.

** Les spécifications particulières pour les matériaux et produits utilisés pour les joints sont données à l'article 7.6.

CHAPITRE II

SPÉCIFICATIONS DES MATÉRIAUX ET PRODUITS

Article 4 : Produits utilisés

Sauf stipulation contraire du C.C.T.P., l'entrepreneur soumet à l'acceptation du maître d'œuvre les caractéristiques et la provenance des produits utilisés.

Quatre familles de produits sont principalement * utilisées pour l'étanchéité des ouvrages souterrains. Ce sont :

- les produits coulés ou projetés, polymérisés ou polymérisables en place, en intrados,
- les membranes d'étanchéité à base de bitumes polymères en extrados sur structures à remblayer,
- les membranes synthétiques en étanchéité d'extrados,
- les enduits hydrofuges en intrados.

Les complexes d'étanchéité utilisés en intrados nécessitent un traitement préalable des joints***.

Article 5 : Stipulations générales

Article 6 : Propriétés intrinsèques exigées pour les systèmes d'étanchéité *

*Elles sont appréciées par les essais de spécifications donnés à l'article 7.

6.1 * Cette notion est délicate à cerner faute d'échelle de référence : cette propriété s'apprécie en fait par la mesure de son inverse, la perméabilité. A la date de rédaction de ce texte, il n'existe aucune norme d'essais de perméabilité relative aux systèmes d'étanchéité utilisés.

6.2 * Pour une étanchéité d'extrados, les agressions viendront selon le cas du terrain encaissant, du béton coffré de soutien, des armatures ou du remblaiement. Pour une étanchéité d'intrados, elles viendront du béton coffré du support et de l'utilisation de l'ouvrage. Pour les deux types d'étanchéité, elles viendront de la nature des eaux de contact.

6.3 * Le problème de la fissuration ne se pose que pour les complexes d'étanchéité d'intrados adhérents.

** cf. 7.2.2.1.1.

6.4 * Il est généralement indépendant du support et de la structure sauf pour les feuilles d'étanchéité à base de bitumes polymères en extrados sur structures à remblayer.

Des applications de produits adhérents en extrados (sur béton projeté par exemple) font partie des nouvelles solutions visées au commentaire de l'article 4.

Article 5 : Stipulations générales

Les matériaux et produits doivent satisfaire aux stipulations des articles 6 à 8 ci-après.

Article 6 : Propriétés intrinsèques exigées pour les systèmes d'étanchéité *

6.1 IMPERMÉABILITÉ

La performance d'imperméabilité est assurée par le respect des stipulations données aux articles suivants.

6.2 RÉSISTANCE AUX AGENTS AGRESSIFS *

Les produits et tous les constituants du système d'étanchéité doivent assurer leur fonction malgré le vieillissement et l'action des agents biologiques et physicochimiques dans les conditions normales de service.

6.3 RÉSISTANCE A LA FISSURATION

Le complexe d'étanchéité doit assurer sa fonction lors de l'apparition d'une fissure et/ou son battement dans les conditions normalement prévisibles sur le type de support considéré.

Les fissures ou discontinuités ayant des battements et service plus élevés que 0,2 mm devront être traités comme des joints **.

6.4 LIAISON AVEC LE SUPPORT

Le complexe d'étanchéité doit :

- s'il est d'extrados, * supporter sans dommage les efforts dus au terrain encaissant et à la charge d'eau sur les structures de l'ouvrage.
- s'il est d'intrados, être adhérent au support et résister à la charge d'eau.

6.5* Voir commentaires ** article 2.5.

** Voir article 9.2.1.

*** Ou rendu sec à la mise en œuvre du complexe.

*** * Un support est dit " humide " lorsqu'il est chargé sans être totalement saturé.

6.6 RÉSISTANCE AUX CHOCS

* Dans le cas de mise en œuvre d'un complexe d'étanchéité d'extrados, il est souhaitable d'exécuter le plus rapidement possible la structure de soutien.

6.7 * Cette sujétion s'applique essentiellement pour les étanchéités de radier qui peuvent faire type de système différent (ou avec une protection spéciale).

6.8 * Voir l'article 6.8. du titre I du présent fascicule pour le cas particulier des étanchéités de radier recevant directement les bétons bitumeux.

6.9 * Voir le commentaire de l'article 3.2.2.

6.5 ADAPTABILITÉ A L'ÉTAT DE SURFACE DU SUPPORT

a) Le système d'étanchéité doit pouvoir être mis en œuvre sans que ses qualités principales en soient altérées, sur le support tel qu'il est livré et défini par ailleurs *.

b) Suivant la famille des produits utilisés **, le système d'étanchéité pourra être appliqué sur support sec ***, sur support humide *** * ou sur support ruisselant.

6.6 RÉSISTANCE AUX CHOCS

Le système d'étanchéité doit résister aux chocs divers dans les conditions susceptibles de régner sur un chantier après la mise en œuvre de l'étanchéité et avant et pendant la mise en place de la structure de soutien (pour les complexes d'extrados *).

6.7 RÉSISTANCE AU POINÇONNAGE ET A LA DÉCHIRURE

La continuité de l'étanchéité ne doit pas être détruite par la circulation du chantier * et pour un système d'étanchéité d'extrados :

- par le chantier de mise en œuvre du béton de la structure de soutien (parfois armé),
- par les efforts ayant pour origine les irrégularités du support (lors de la montée du béton frais dans les coffrages).
- par le remblaiement pour les étanchéités de tranchée couverte.

6.8 TENUE A LA TEMPÉRATURE *

Le système d'étanchéité doit conserver ses performances dans la fourchette de température de service de l'ouvrage.

6.9 TENUE DANS LES CONDITIONS D'EXPLOITATION

Le système d'étanchéité doit supporter les efforts et agressions provenant des conditions d'exploitations de l'ouvrage *.

6.10 * Cette spécification n'est applicable qu'aux étanchéités d'intrados en tête d'ouvrage soumise effectivement à l'action des ultraviolets.

Article 7 : Spécifications et essais des matériaux et produits

7.1 * L'asphalte coulé n'est pas couramment utilisé pour l'étanchéité des ouvrages souterrains. Pour certains cas d'utilisation (continuité du radier avec un ouvrage accolé,...etc.), on se reportera à l'article 7.1. du titre I du présent fascicule.

Cf. Article 11.2.3

7.2 ** Actuellement, le film peut être constitué par une résine époxydique, polyuréthane, acrylique, époxyuréthane ou méthacrylate.

7.2.1 * Un bouchage des bulles et petits trous du béton peut s'avérer nécessaire avant et/ou après mise en œuvre du primaire suivant l'humidité du support.

** La dernière couche de résine synthétique peut recevoir un traitement spécifique assurant une protection de l'étanchéité.

7.2.2 * « Caractéristiques mécaniques de matériaux en films ou en feuilles ». Projet de mode opératoire L.C.P.C..de décembre 1979.

7.2.2.1 * Les modes de préparation de conditionnement des éprouvettes sont décrites à l'annexe n° 10.

6.10 RÉSISTANCE AU RAYONNEMENT ULTRA VIOLET *

Le système d'étanchéité doit conserver ses propriétés mécaniques et sa couleur dans le cas d'exposition directe aux ultra-violets.

Article 7: Spécifications et essais des matériaux et produits

7.1 ASPHALTE COULÉ*

7.2 PRODUITS COULÉS OU PROJETÉS, POLYMÉRISÉS OU POLYMÉRISABLES EN PLACE

L'étanchéité est assurée par un film mince*, à base de résine synthétique**, appliqué en place et adhérent au support.

7.2.1 CONSTITUTION DU FILM

Le film mince est un complexe constitué :

- d'une couche primaire d'accrochage, sauf stipulation contraire du C.C.T.P.*;
- d'une ou plusieurs couches de résines synthétiques**.

7.2.2 CRITÈRES D'APPRÉCIATION DU PRODUIT

Les essais d'appréciation sont faits suivant les modes opératoires définis par les normes françaises ou, à défaut, par le L.C.P.C.* et le C.E.B.T.P.

7.2.2.1 SPÉCIFICATIONS*

7.2.2.1.1 * On utilisera l'essai L.C.P.C. de fissuration provoquée (critères du S.T.E.R 81), la vitesse d'étirage étant de un (1) millimètre par minute.

** Ces valeurs de 1,3 mm et 0,7 mm sont différentes de la valeur 0,2 mm indiquée à l'article 6.3 qui intègre les phénomènes de fatigue.

7.2.2.1.2 * On utilisera la norme NFT 51 034 (adaptée pour les vitesses et les températures). Les éprouvettes sont les haltères type 2, ISO 1.

7.2.2.1.1 FISSURATION PROVOQUÉE

Le film d'une épaisseur d'un millimètre et demi (1,5 mm) doit supporter, sans rupture, une fissuration du support maintenue ouverte cinq (5) minutes, supérieure ou égale à** :

- un virgule trois (1,3) mm pour une température d'essai de + 23 °C à ± 1 °C,
- zéro virgule sept (0,7) mm pour une température d'essai de - 10 °C à ± 1 °C.

7.2.2.1.2 TRACTION LONGITUDINALE*

Les caractéristiques mécaniques doivent être les suivantes :

Température	Vitesse d'étirage en mm/mn	Allongement à la rupture	Résistance à la rupture
23 °C	10	≥ 60 %	≥ 4 MPa
50 °C	10	Sans objet	≥ 1 MPa
- 10 °C	1	≥ 8 %	Sans objet

7.2.2.1.3 * Modalités d'essai selon norme NFP 18852.

7.2.2.1.3 ADHÉRENCE AU SUPPORT*

L'adhérence au béton même humide doit être supérieure à 1,5 MPa à 23 °C ± 2 °C.

7.2.2.1.4

7.2.2.1.4 DURETÉ

Pour les produits polymérisables en place, la dureté Shore A, mesurée (selon la norme NF T 51 109) à la température de 23 °C devra être supérieure ou égale à soixante (60) à 48 heures.

7.2.2.1.5 * Cette caractérisation sert de base de référence pour les contrôles de conformité chimique des produits approvisionnés sur le chantier.

7.2.2.1.5 CARACTÉRISATION CHIMIQUE SIMPLIFIÉE*

Il est procédé à la détermination sur les constituants des indices fonctionnels caractéristiques et des teneurs en charge : il est procédé à l'établisse-

7.2.2.1.6 * Modalité d'essai en annexe 9.

7.2.2.2 * En cas d'application sur radier circulé, on se reportera à l'article 7.2.2.2 du titre I du présent fascicule.

7.3* Les membranes d'étanchéité à base de bitumes sans polymères ne sont généralement pas utilisées en travaux souterrains. Pour ces étanchéités se reporter aux spécifications du titre I du présent fascicule.

7.3.1 * La protection peut aussi être réalisée par une couche d'asphalte gravillonné.

7.3.2

ment d'un spectre infrarouge des constituants séparés avant et après extraction des charges éventuelles.

7.2.2.1.6 RÉSISTANCE A LA SOUS-PRESSION*

Un film de résine de 2 mm devra résister sans fuite, cloque ou décollement à une pression de 1 MPa pendant 24 h.

7.2.2.1.7 RÉSISTANCE AU RAYONNEMENT ULTRA-VIOLET

Les caractéristiques exigées en 7.2.2.1.1 et en 7.2.2.1.2 doivent être obtenues après un cycle de vieillissement artificiel selon la norme NF T 30049 pendant 6 semaines. La couleur devra ne pas subir d'altération pendant cet essai.

7.2.2.2 LIAISON AVEC LE REVÊTEMENT DE CIRCULATION SUSJACENT*

7.3 MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ A BASE DE BITUMES POLYMÈRES*

Les systèmes de membranes d'étanchéité à base de bitume polymère peuvent être utilisés pour l'étanchéité d'extrados des dalles supérieures uniquement.

7.3.1 SYSTÈME MONOCOUCHE

Le complexe d'étanchéité comprend :

- une couche d'accrochage au béton de ciment,
- une couche d'étanchéité en bitume polymère armé,
- une couche de protection constituée par un géotextile (fibres synthétiques)*.

7.3.2 SYSTÈME BICOUCHE

Le complexe d'étanchéité comprend :

- une couche d'accrochage au béton de ciment,
- une première couche d'étanchéité en bitume polymère armé,

* Cette deuxième couche pourra être remplacée par une couche d'asphalte gravillonné, à condition que la première couche soit compatible avec celui-ci.

** Le maître d'œuvre se reportera à l'article 7.3.1 du titre I pour étudier la conformité des composants proposés. Il lui est conseillé de consulter les services techniques (L.C.P.C., S.E.T.R.A,...).

7.4.1 * Les deux membranes de protection extérieure et intérieure ne sont pas forcément nécessaires :

- dans le cas de tunnels creusés où le support est irrégulier (béton projeté), le rôle essentiel est joué par la protection sous la membrane,
- dans le cas de tunnel cadre où la structure de soutient intérieure est généralement armée, le rôle essentiel est joué par la protection sur la membrane.

- une deuxième couche d'étanchéité en bitume polymère armé, autoprotégée par des granulats minéraux, collés à chaud sur la première chape*.

L'entrepreneur devra soumettre à l'acceptation du maître d'œuvre le complexe exact qu'il se propose d'utiliser en indiquant la composition exacte de chacune des deux couches, avec la nature des composants**.

7.3.3 COUCHES D'ACCROCHAGE

La couche d'accrochage au béton est constituée par un enduit d'imprégnation à froid (bitumes fluidifiés par des solvants légers pour limiter le risque d'apparition de gonfles, avec ou sans polymère) appliqué à raison de deux cent (200) à trois cent cinquante (350) g/m² suivant les préconisations des fabricants. Ce produit est livré prêt à l'emploi et ne doit pas être dilué pour son application. L'extrait sec en poids doit être de 50 % ± 3 %.

7.4 MEMBRANES SYNTHÉTIQUES EN ÉTANCHÉITÉ D'EXTRADOS

L'étanchéité est assurée par une membrane thermoplastique (PVC ou ECB) ou élastomère manufacturée puis assemblée sur chantier.

7.4.1 COMPOSITION DU COMPLEXE*

Le complexe est constitué :

- sous la membrane, par une première couche de protection,
- par la membrane d'étanchéité proprement dite,
- sur la membrane, par une deuxième couche de protection.

7.4.2 SPÉCIFICATIONS DE LA MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ

7.4.2.1 SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES

7.4.2.1.1 L'allongement à la rupture doit être au moins égal à deux cent soixante-dix pour cent (270 %) et la contrainte à la rupture dans les deux sens à douze (12) MPa pour le PVC et à sept (7) MPa pour l'E.C.B. L'essai sera conduit suivant les modalités de la norme NFP 84501.

7.4.2.1.3 * On vérifiera notamment que la diminution des propriétés initiales en traction allongement reste inférieure à 20 %. En cas d'absence de référence, un essai de comportement dans l'eau pourra être pris en considération (voir aussi commentaire 7.4.2.2.4).

7.4.2.1.4 * Cette propriété sera vérifiée au niveau des essais de convenance (voir article 10.2).

7.4.2.1.6 * Essais adaptés de la norme NFT 54 12.

7.4.2.2.1 * Dans l'état actuel de la technique, les membranes translucides sont vivement conseillées. Dans le cas d'utilisation de membranes non translucides, des moyens de contrôle spécifiques de la continuité des soudures devront être mis en œuvre.

** Avec utilisation d'une source CIE/D65 et mesure par intégration spectrale, hémisphérique (projet de norme ISO, DIS 9050).

7.4.2.1.2 La membrane d'étanchéité doit satisfaire à un essai de souplesse à - 20 °C, suivant la norme NFP 84 350 (mandrins de 5 cm et 2 cm de diamètre).

7.4.2.1.3 La membrane d'étanchéité doit présenter une garantie au vieillissement et à l'évolution du matériau et de la soudure pendant 10 ans dans des conditions analogues d'utilisation*.

7.4.2.1.4 La membrane d'étanchéité doit être apte à la soudure* dans les conditions de température et d'hygrométrie du chantier.

7.4.2.1.5 Le matériau doit résister aux micro-organismes.

Suivant la norme NFX 41 514 (4 semaines d'essai sur des produits ayant subi une immersion préalable de 2 mois) où :

- au test de croissance, il devra répondre à la cotation 0 (zéro) sans tolérance,
- au test d'effet fongistatique, il devra répondre au niveau 0.0 (double zéro) avec une tolérance au niveau 1 (un).

7.4.2.1.6 Le matériau ne doit présenter aucun défaut apparent de surface ou de structure.

Dans le cas de matériau fabriqué par calandrages successifs de plusieurs membranes, la cohésion doit être telle qu'à l'essai de pelage*, la force enregistrée soit supérieure à 2,5 kN/m.

7.4.2.2 SPÉCIFICATIONS COMPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES MEMBRANES THERMOPLASTIQUES A BASE DE PVC

7.4.2.2.1 Si la membrane est translucide*, le facteur de transmission dans le domaine visible mesuré selon la norme NFT 54111** doit être supérieur à 70 % pour des éprouvettes de 2 mm d'épaisseur.

7.4.2.2.2. * L'épaisseur considérée est l'épaisseur nominale, les tolérances étant de + 0,2 à - 0,1 mm.

7.4.2.2.3 * Conformément aux directives générales U.E.A.T.C. de juin 1982 « Agrément des systèmes d'étanchéité en membrane PVC pour toitures », à savoir, en planéité, pas plus de un (1) cm par rapport au plan de la feuille, et pas plus de 5 cm sur 10 m en rectitude.

7.4.2.2.4 * Pour l'essai de comportement dans l'eau chaude à 60 ° pendant dix jours, il ne devra pas y avoir de perte de poids supérieure à 1 % (Modalités en annexe 8). Pour l'essai à long terme, la perte de poids devra être inférieure à 1,5 %.

7.4.2.3 * RÔLE PRINCIPAL DE LA PROTECTION.

Il s'agit de la protection mécanique de la membrane d'étanchéité lors de la mise en œuvre du revêtement intérieur ou lors du remblaiement (dalles et piédroits en tranchée couverte.)

Autres rôles éventuels de la protection.

Suivant les conditions particulières de l'ouvrage et du chantier, les couches de protection intérieure ou extérieure peuvent être amenées à jouer d'autres rôles de drainage (provisoire ou définitif), de désolidarisation...,etc. De ces rôles dépendent les autres stipulations qui peuvent lui être imposées dans le C.C.T.P. Ils conditionnent alors la composition des couches de protection.

** Le C.C.T.P. pourra prescrire le mode opératoire de l'essai actuellement utilisé et décrit à l'annexe 7 ou à la norme NFP 84506.

Au terme de cet essai, la membrane doit avoir un comportement correspondant au minimum à celui de la classe deux (2) défini par ce mode opératoire.

7.4.2.2.2 L'épaisseur minimale mesurée selon la norme NFT 54101 est de 20/10 de mm pour les applications en tunnel cadre et de 15/10 pour les applications en tunnels creusés*.

7.4.2.2.3 La planéité et la rectitude des bords doivent être vérifiées*.

7.4.2.2.4 Le plastifiant utilisé doit présenter des caractéristiques connues vis-à-vis de la migration dans l'eau*.

7.4.2.3 STIPULATIONS CONCERNANT LA PROTECTION*.

En tranchées couvertes, la membrane de protection mécanique est mise en œuvre sur l'étanchéité. Sa qualité est alors appréciée au moyen d'un essai de poinçonnement dynamique** sur l'ensemble du complexe.

En tunnel creusé, dans le cas général où le revêtement intérieur n'est pas armé, le système de protection mécanique est mis en œuvre sous l'étanchéité. Sa qualité est alors appréciée au moyen d'un essai de poinçonnement statique*** et de ses caractéristiques mécaniques.

*** Le C.C.T.P. pourra prescrire le mode opératoire de l'essai actuellement utilisé et décrit à l'annexe 6. Au terme de cet essai, l'écran de protection doit avoir une résistance au poinçonnement de 0,6 kN ; les géotextiles pourront être testés soit selon ces modalités soit selon la norme NFG 38019 ; dans ce dernier cas ils doivent avoir une résistance supérieure à 1,7 kN.

**** Pour les géotextiles seuls, NFG 07001 ou NFG 38014.

7.4.2.4 * Les stipulations relatives au compartimentage sont données au C.C.T.P. (un tel exemple est donné en annexe 4).

** Le compartimentage est moins employé dans les tunnels creusés où l'irrégularité du support rend son emploi difficile.

7.5 * Ce procédé est actuellement peu utilisé sur un ouvrage neuf. Il est employé sur support ancien non fissuré, surtout dans le domaine des cuvelages, voir à ce sujet les DTU 14.1 et 26.1.

Dans les zones où un revêtement armé est utilisé on mettra en œuvre une deuxième couche de protection mécanique, du type de celle utilisée pour les tranchées couvertes, qui sera située sur la feuille d'étanchéité.

Les systèmes de protection pour les tunnels creusés devront présenter des allongements à la rupture supérieures à 70 %, suivant norme NFP 84501 pour les membranes synthétiques et pour les membranes associées à un géotextile***.

7.4.2.4 COMPARTIMENTAGE DE L'ÉTANCHÉITÉ*

La mise en œuvre d'un compartimentage de l'étanchéité est obligatoire en tranchée couverte**.

7.5 ENDUITS HYDRAULIQUES HYDROFUGÉS EN INTRADOS*

L'étanchéité est assurée par plusieurs couches de mortier de ciment hydrofugé.

7.5.1 COMPOSITION DU COMPLEXE

Le complexe est constitué de plusieurs couches de mortier de ciment hydrofugé comprenant au minimum :

- une couche d'accrochage,
- une ou plusieurs couches d'étanchéité proprement dite. Dans le cas d'utilisation de revêtement mince à base de mortier, une seule couche d'étanchéité sera suffisante pour des hauteurs d'eau inférieures à 8 m. Dans le cas de revêtement épais à base de mortier, le minimum sera de 2 couches,
- une couche de finition et de protection contre les agressions mécaniques.

7.5.2 * Dans le cas d'utilisation de revêtement mince à base de mortier, le DTU 14.1 impose le conditionnement du mortier en usine.

*La norme en vigueur est NFP 15 301.

7.5.2.3 * La norme en vigueur est la NFP 18 303.

** L'analyse comporte, en règle générale, la détermination du pH des teneurs en substances dissoutes et en suspension, en chlorures, en sulfates et en matières organiques.

7.5.2.4 * La norme en vigueur est NFP 18.03.

7.5.25 * Produits de la chimie macromoléculaire, ce sont des copolymères en émulsion dans l'eau ou sous forme de poudres pouvant être dispersées dans l'eau. Ils confèrent aux enduits hydrauliques une certaine élasticité. Ils sont incorporés dans l'eau de gâchage du ciment.

7.6 * Ces produits sont les produits spéciaux mis en place au droit des discontinuités de la structure dont ils remplacent ou complètent le complexe d'étanchéité.

7.6.1 * Il a été indiqué précédemment (alinéa 6.3) que les complexes d'intrados ne pouvaient accepter au mieux que des battements de 0,2 mm.

7.6.2 * On ne considère ici que les discontinuités suintantes ou débitantes (en permanence ou non), le traitement des discontinuités sèches étant du domaine de la conformation d'ouvrage.

7.5.2 CRITÈRES D'APPRÉCIATION DU PRODUIT*

7.5.2.1 CIMENT*

La nature du ciment à utiliser est choisie en fonction des ambiances agressives prévisibles.

7.5.2.2 SABLE

Les sables employés sont des sables naturels alluvionnaires.

Le diamètre maximal du plus gros élément doit être au plus le quart de l'épaisseur totale prévue du revêtement.

7.5.2.3 EAU DE GÂCHAGE*

L'entrepreneur propose à l'acceptation du maître d'œuvre la provenance de l'eau de gâchage ; pour fonder son acceptation, le maître d'œuvre peut demander à l'entrepreneur de lui fournir un certificat d'analyse**.

7.5.2.4 ADJUVANTS POUR BÉTONS*

Les adjuvants utilisés doivent être admis à la marque NF.

7.5.2.5 PRODUITS THERMOPLASTIQUES*

7.6 PRODUITS D'ÉTANCHÉITÉ DES JOINTS ET FISSURES

7.6.1 NÉCESSITÉ DE TRAITEMENT DES JOINTS ET FISSURES

Les discontinuités de la structure doivent être traitées dès que le complexe mis en service ne peut pas remplir son rôle à cause de l'importance de l'ouverture ou du battement de la discontinuité*.

7.6.2 DIFFÉRENTS TYPES DE JOINTS

Le traitement des discontinuités doit être différent suivant qu'elles sont actives ou passives*.

7.6.3 DESCRIPTION DE L'ÉTANCHÉITÉ

7.6.3.1 DISCONTINUITÉ ACTIVE

7.6.3.1.1 * La réservation au bétonnage est fortement conseillée pour des raisons économiques.

** Ce dispositif comprend généralement une demi-coquille et un produit de blocage de celle-ci. Le drainage ainsi assuré est en général provisoire.

*** Les principaux produits utilisables sont les époxy-uréthanes, les polysulfures et les polyuréthanes mono ou bicomposants.

**** Il peut avoir plusieurs fonctions : protection du produit de joint, maintien de celui-ci à l'intérieur de la saignée, réalisation d'une étanchéité complémentaire.

7.6.3.1.2 * La difficulté de ce système réside dans la bonne fixation (étanche) sur le béton, en particulier en présence de contrepression, ce qui amène parfois à compléter cette bande souple par des dispositifs métalliques de support et de serrage.

7.6.3.2 DISCONTINUITÉ PASSIVE

7.6.5.4 * Les fissures ont généralement une ouverture supérieure à 1 mm et un battement compris entre 0,2 mm et 3 mm. Les joints entre anneaux ont un battement compris entre 3 mm et 10 mm. Des valeurs supérieures nécessitent une étude spéciale.

** Voir le 9.1.2.4 pour les dimensions de la réservation.

7.6.5 Spécifications particulières aux produits de joints.

COMMENTAIRES

7.6.3 DESCRIPTION DE L'ÉTANCHÉITÉ

7.6.3.1 DISCONTINUITÉ ACTIVE

7.6.3.1.1 CAS GÉNÉRAL

La réservation au bétonnage* ou la saignée doivent permettre la mise en œuvre des différents constituants de l'étanchéité du joint.

- un dispositif de captage des eaux** qui doit permettre l'application hors d'eau des autres constituants du joint,
- un produit souple d'étanchéité de joint*** qui doit adhérer aux lèvres et accepter les variations dimensionnelles.
- un dispositif de recouvrement du joint**** *.

7.6.3.1.2 CAS DES BANDES MANUFACTURÉES

Sous réserve de l'acceptation par le maître d'œuvre, une bande manufacturée souple posée à cheval sur la discontinuité assure le rôle d'étanchéité du joint.

7.6.3.2 DISCONTINUITÉ PASSIVE

Le produit de joint doit simplement assurer la continuité de l'étanchéité entre les deux lèvres des fissures.

7.6.4 VARIATIONS DIMENSIONNELLES

L'état de fissuration prévu et les joints de construction* déterminent les variations dimensionnelles, les dimensions de la saignée (ou réservation**) et en grande partie le choix du produit à utiliser.

7.6.5 SPÉCIFICATIONS PARTICULIÈRES AUX PRODUITS DE JOINTS

TEXTE

7.6.5.1 COHÉSION ET RÉSISTANCE A LA TRACTION

* Normalement - 10 ° C.

** Ces normes concernent les produits utilisés pour l'étanchéité des façades dans l'industrie du bâtiment. On les utilise en l'absence de modes opératoires d'essais spécifiques au génie civil.

7.6.5.3 * Les stipulations imposées aux deux alinéas ci-dessus entraînent la nécessité d'une bonne adhérence sur les lèvres du joint.

* Pour la vérification de ces compatibilités, cet essai est généralement un essai d'adhérence.

Article 8 : livraison et contrôle des produits.

8.1 * Voir « Recommandation n ° T 1.87 du groupe permanent d'études de marchés de travaux (GPEM/T) adoptée le 15 octobre 1987 par la section technique de la commission centrale des marchés.

8.1.1 * Cf. texte cité ci-dessus.

Voir le R.P.A.O. sur les conditions de présentation de ce plan d'organisation de la qualité.

7.6.5.1 COHÉSION ET RÉSISTANCE A LA TRACTION

Le produit de joint doit pouvoir résister à l'allongement qui résulte du battement de la discontinuité et du dimensionnement du joint, et ce même à basse température*.

La valeur minimale de l'allongement comprend un coefficient majorateur de l'ordre de 2 pour tenir compte des effets de fatigue.

On utilisera les normes NF P 85-507/508/517/518**.

Dans le cas où la fonction de joint est assurée par une bande manufacturée on utilisera la norme NFT 54102.

7.6.5.2 RÉSISTANCE A LA PRESSION

Le produit du joint (avec ou sans protection extérieure) doit pouvoir résister à la même pression que le complexe dans la condition d'élongation maximale.

7.6.5.3 ADHÉRENCE*

7.6.5.4 COMPATIBILITÉ AVEC LES PRODUITS DU COMPLEXE

Les produits utilisés pour la réalisation du joint doivent être compatibles avec ceux utilisés pour le complexe d'étanchéité.

Il s'agit des deux compatibilités mécanique et chimique qui doivent être vérifiées par un essai de convenance*.

Article 8 : Livraison et contrôle des produits

8.1 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DE FABRICATION*

8.1.1 PLAND'ORGANISATION DE LA QUALITÉ*

L'entrepreneur s'assure que les matériaux employés** ont fait l'objet d'une gestion de la qualité dans l'usine du fabricant.

** Cf. Article 10.1.

8.1.2 * Cf. texte cité ci-dessus.

Le genre B comprend un plan d'organisation simplifié et limité aux dispositions générales et aux réglages courants et un contrôle intérieur de la chaîne de production. Le genre C comprend en outre un contrôle externe à la chaîne de production.

8.2 LIVRAISON ET STOCKAGE

8.2.1 En cas d'utilisation de ce produit, on se reportera à l'alinéa 8.2.1 du titre I.

8.2.2 * Les produits visés sont les constituants des étanchéités par produits polymérisables, les adjuvants des enduits hydrofuges et, éventuellement, les enduits d'imprégnation.

** Les gammes de température et d'humidité acceptables pendant la mise en œuvre et pendant la polymérisation ainsi que les conditions d'hygiène et de sécurité pour l'emploi du produit sont généralement difficiles à porter sur l'étiquetage. Ces indications devront toutefois être à disposition du chantier en permanence.

*** Cf. Article 10.1.

**** Sauf indications spéciales, les produits doivent être stockés à l'abri des intempéries et du gel. Avant d'être utilisés, il doivent être soumis à une température de 15° à 20° afin de diminuer leur viscosité et d'obtenir un mélange correct.

***** Pour les adjuvants des enduits hydrofuges, sauf indications spéciales, les produits en poudre seront stockés à l'abri de l'humidité et les produits liquides ou en pâte à l'abri du gel.

***** Sauf indications spéciales, les rouleaux sont stockés verticalement pour éviter les déformations sur les faces comprimées. Dans tous les

8.1.2 GENRE DU PLAN D'ORGANISATION DE LA QUALITÉ

Le plan est du genre B* ou du genre C* pour les produits à base d'asphalte.

Il est du genre C* pour les fournitures des produits pour étanchéité des autres familles que celles définies à l'article 4.

8.2 LIVRAISON ET STOCKAGE

8.2.1 MATÉRIEL DE TRANSPORT DE L'ASPHALTE*

8.2.2 LIVRAISON ET STOCKAGE DES AUTRES PRODUITS

Les composants ou les matériaux sont approvisionnés sur les chantiers dans des emballages d'origine. Dans le cas de produits livrés en bidons ou en fûts*, l'intégrité est garantie, selon les cas, par une capsule sertie ou par un plomb à chaque orifice.

L'étiquetage porte en caractères bien apparents :

a) pour les produits polymérisables et les produits d'étanchéité de joints** :

- l'indication précise du contenu conforme à la fiche technique***,
- la contenance pondérale ou volumétrique,
- la fiche d'hygiène et de sécurité,
- les conditions de stockage,*** *
- la date de péremption,
- le numéro du lot et la date de fabrication,

b) pour les enduits d'imprégnation et les adjuvants des enduits hydrofuges :

- l'indication précise du contenu,
- la contenance pondérale,
- la fiche d'hygiène et de sécurité,
- le numéro du lot, la date et le lieu de fabrication,

cas, les produits devront être mis à l'abri des intempéries et du soleil, et le stockage prolongé devra être évité.

8.3 ÉPREUVES DE CONTRÔLE

8.3.1 * En cas d'utilisation de ce produit, on se reportera à l'alinéa 8.3.1 du titre I.

8.3.2 PRODUITS POLYMÉRISABLES, PRODUITS DE JOINTS ET ADJUVANTS DES ENDUITS HYDROFUGES

8.3.2.1 * On applique aux échantillons les conditions de stockage des produits concernés.

** La norme NF 30.048 précise le nombre d'échantillons à prélever en fonction du nombre de récipients constituant un lot de fabrication.

8.3.2.2 ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENTS CONSERVATOIRES

* définis aux articles 7.2.2.1.2 et 7.2.2.1.4.

** Cf. Article 7.2.2.1.5.

8.3.3 MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ À BASE DE BITUME POLYMÈRES ET MEMBRANES SYNTHÉTIQUES

- les conditions de stockage,*** **
c) pour les membranes d'étanchéité à base de bitume polymères et les membranes synthétiques :

- l'indication précise du contenu conforme à la fiche technique,***
- les dimensions de la feuille, en mètres, et son épaisseur,
- le numéro du lot, la date et le lieu de fabrication,
- les conditions de stockage,*** **

Dans tous les cas les résultats du contrôle de fabrication devront être joints à toute livraison.

8.3 ÉPREUVES DE CONTROLE

8.3.1 ASPHALTE COULÉ*

8.3.2 PRODUITS POLYMÉRISABLES, PRODUITS DE JOINTS ET ADJUVANTS DES ENDUITS HYDROFUGES

8.3.2.1 PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS* CONSERVATOIRES

Dans le but de vérifier la conformité entre le produit approvisionné sur chantier et le produit qui a été accepté par le maître d'œuvre, il est procédé à des prélèvements conservatoires** d'une masse d'un (1) kilogramme chacun au maximum.

8.3.2.2 ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENTS CONSERVATOIRES

Le maître d'œuvre peut prescrire dans un délai dépendant de la nature du produit des essais mécaniques* ou des essais d'identification chimique simplifiée** sur d'autres échantillons.

8.3.3 MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ À BASE DE BITUME POLYMÈRES ET MEMBRANES SYNTHÉTIQUES

8.3.3.1 PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS CONSERVATOIRES

8.3.3.2

* Mode opératoire L.C.P.C décembre 1979 : « Détermination de la composition d'une feuille d'étanchéité bitumeuse ». Ce mode opératoire peut éventuellement être adapté à la nature du polymère.

** Voir article 7.4.2.2.1.

8.3.4 * Voir article 11.

** Les modalités de règlements de ces essais sont indiquées dans le CCAG Travaux, Article 4.5.

*** Voir article 10.1.

8.3.3.1 PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS CONSERVATOIRES

Dans le but de vérifier la conformité entre le produit du chantier et le produit qui a été accepté par le maître d'œuvre, il est procédé pour chaque lot de fabrication à (3) trois prélèvements unitaires au moins d'un demi-mètre carré.

8.3.3.2 Eventuellement sur d'autres échantillons, le maître d'œuvre peut faire effectuer,

- pour les bitume-polymères :

- un contrôle de la masse surfacique,
- une vérification rapide de la composition*.

- pour les membranes synthétiques :

- un contrôle de l'épaisseur et de la masse surfacique,
- un examen visuel si la membrane est translucide,
- une mesure d'allongement et de contrainte à la rupture**,
- une détermination de la nature et quantité de plastifiant, dans le cas de PVC plastifié.

8.3.4 ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENTS CONSERVATOIRES

En cas de doute sur l'identité des produits ou en cas de résultats défectueux des essais prévus à la mise en œuvre*, le maître d'œuvre adresse des échantillons à un laboratoire aux fins d'indentification et de vérification** des propriétés mécaniques permettant la comparaison avec la fiche technique de référence***.

CHAPITRE III

MODALITÉS D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

Article 9 : Support

9.1 * Dans la majorité des cas, l'étancheur est sous-traitant d'une entreprise qui réalise le support. Cet étancheur a été accepté dans le cadre du choix de l'entreprise principale à partir de la présentation d'une notice technique descriptive partielle (cf. article 10.1) qui comprend en particulier les prescriptions spéciales applicables au support compte tenu du type d'étanchéité mis en œuvre. Ces prescriptions font partie du marché.

9.1.2 STIPULATIONS PARTICULIÈRES AUX DIFFÉRENTS TYPES DE SUPPORT

9.1.2.1* L'article 3.6.2.4 du fascicule 65 du C.C.T.G. s'applique pour les surfaces libres en béton.

** L'essai est actuellement fait par pastilles collées selon le mode opératoire « caractéristiques mécaniques de matériaux en films et en feuilles » de décembre 1979 du L.C.P.C. (détermination de l'adhérence).

*** L'état de surface du béton coffré ne fait pas l'objet de stipulations particulières autres que celles qui concernent les bétons en souterrain.

9.1.2.2 * Dans certains cas, on pourra se passer d'une couche d'égalisation et appliquer le complexe sur le rocher nu.

La protection sera alors spécialement étudiée. Il n'y a en général pas de prescriptions particulières, si le béton projeté n'a pas de rôle de soutènement.

CHAPITRE III

MODALITÉS D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

Article 9 : Support

9.1 QUALITÉ DU SUPPORT PRÉALABLE A L'INTERVENTION DE L'ÉTANCHEUR*

9.1.1 STIPULATION GÉNÉRALE

L'étanchéité ne peut être mise en œuvre si le support n'a pas été exécuté conformément aux stipulations du C.C.T.G. et du C.C.T.P. relatives à la construction du gros œuvre.

9.1.2 STIPULATIONS PARTICULIÈRES AUX DIFFÉRENTS TYPES DE SUPPORT

9.1.2.1 SUPPORT EN BÉTON*

Dans le cas des étanchéités adhérentes, même après ragréage éventuel, la cohésion superficielle moyenne du béton** doit être, sauf spécification contraire, supérieure à un virgule cinq (1,5) MPa. Dans le cas des tranchées couvertes sous remblais, cette valeur sera portée à 2 MPa.

D'une manière générale***, le support ne doit pas présenter d'aspérité supérieure à 3 mm et les formes de pente doivent être correctement dressées.

9.1.2.2 SUPPORT EN BÉTON PROJETÉ*

Il s'agit d'une simple couche d'égalisation qui aura pour objet de diminuer l'agression vis-à-vis de la couche d'étanchéité.

9.1.2.3 SUPPORT MÉTALLIQUE

Toute aspérité importante sera coupée ou atténuée avant réception du support.

9.1.2.4 * Voir article 7.6.4.

9.1.3 * Il est recommandé d'effectuer cette acceptation peu de temps avant l'intervention de l'étancheur.

** La présence de l'étancheur est obligatoire même si, ce qui se produit rarement en travaux neufs, l'étanchéité fait l'objet d'un marché direct.

9.1.4 * Il n'y a pas d'âge minimum pour le béton projeté, l'espacement réduit entre les ateliers béton projeté et étanchéité d'extrados étant imposé par les conditions de chantier. Pour les bitumes polymères, un séchage de 2 semaines paraît souhaitable.

** Ce délai est impératif pour permettre un dégagement suffisant de l'humidité contenue par le béton.

9.2 * Sur un rapport conforme à ce qui est prévu au paragraphe 9.1., l'étancheur doit éventuellement procéder à une préparation complémentaire pour permettre l'application de l'étanchéité dans les meilleures conditions. Cette préparation est variable selon le type d'étanchéité et le support. Elle est définie dans la Notice Technique Descriptive fournie par l'étancheur (voir art. 10).

9.1.2.4 RÉSERVATIONS POUR JOINTS

Sauf stipulations contraires au C.C.T.P., les réservations* prévues à la réalisation du béton coffré auront des dimensions minimales de 2,5 cm (largeur) sur 8 cm (profondeur) pour les joints transversaux dans le cas des bétons en souterrain. Dans le cas des tranchées couvertes, les réservations auront des dimensions minimales de 10 cm (largeur) sur 2 cm (profondeur).

9.1.3 ACCEPTATION DU SUPPORT

Une visite contradictoire du support* est effectuée en présence du maître d'œuvre, de l'entrepreneur du gros œuvre et de l'étancheur**.

A l'issue de cette visite un procès-verbal est dressé qui indique l'état du support, son aptitude à recevoir le complexe d'étanchéité prévu au marché et les interventions préliminaires éventuelles pour rendre le support conforme aux stipulations du marché.

L'étancheur ne peut intervenir qu'après mise en conformité du support.

9.1 AGE MINIMUM DU BÉTON

Au moment de la mise en œuvre d'une étanchéité d'intrados par produits polymérisables sur béton coffré*, le béton a au moins 28 jours d'âge**.

9.2 PRÉPARATION DU SUPPORT*

L'application de l'étanchéité est faite sur autorisation du maître d'œuvre, après examen par ses soins de la préparation du support.

9.2.1 * Voir article 6.5.

** Le captage des venues d'eau importantes reste cependant conseillé.

9.2.2 * Le choix des moyens d'élimination (balayage, aspiration, soufflage à l'air comprimé, lavage à l'eau propre sous pression, ponçage, sablage, etc.) est à faire en fonction de l'étanchéité à mettre en œuvre (adhérente ou non).

* Cet article s'applique aux membranes d'étanchéité d'extrados. Pour les résines les stipulations du 9.2.2. sont suffisantes, les résines n'étant appliquées que sur des bétons coffrés ou parois moulées.

9.2.1 CONDITIONS D'HUMIDITÉ DU SUPPORT*

Les produits polymérisables et les feuilles d'étanchéité à base de bitume polymère doivent s'appliquer sur un support sec ou préalablement asséché. Les enduits hydrofuges s'appliquent sur un support humide.

Le support en béton coffré doit être mis en conformité avec les spécifications de l'étanchéité utilisée : diminution de la condensation par chauffage et/ou ventilation, neutralisation des venues d'eau par drainage ou traitement de fissures.

Les membranes synthétiques peuvent s'accommoder d'un support mouillé, avec utilisation d'une couche de protection jouant un rôle de pré-drainage**.

9.2.2 PRÉPARATION D'UN SUPPORT EN BÉTON COFFRÉ

Le support reçoit une préparation consistant à éliminer* toutes les matières sans cohésion : terre, argile, poussière, laitance, produit de cure, etc.

Pour l'application des enduits hydrofuges le support doit être repiqué jointivement.

9.2.3 PRÉPARATION DES AUTRES SUPPORTS

Pour les supports autres que ceux en béton coffré, toutes les aspérités seront recouvertes d'une protection spéciale (en plus de la protection générale éventuellement prévue, qui pourra être doublée ou triplée localement).

9.2.4 PRÉPARATION SPÉCIFIQUE DES SUPPORTS EN TRANCHÉE COUVERTE*

Selon le type de soutènement utilisé, le support recevra la préparation minimale suivante :

a) Béton coffré et parois ou panneaux préfabriqués.

Les joints entre panneaux doivent être colmatés avec un mortier de ciment et surfacés pour éviter toute aspérité.

** Correspondant à 30 kg/m³.

*** Voir même commentaire que 9.2.2.

**** Le C.C.T.P. peut prévoir selon l'état de surface ou le type de préparation de la paroi un écran de désolidarisation plus résistant sans couche de béton projeté.

9.3 * Dans le cadre de ce titre, il s'agit uniquement des réfections effectuées par l'étancheur dans le cadre de la garantie des travaux.

** Le cas de la reprise de l'étanchéité d'extrados ne pose pas le problème de la reprise du support.

Article 10 : Prescriptions générales à la mise en œuvre

10.1 * Le maître d'ouvrage précise (dans le Règlement Particulier de l'Appel d'Offres) quels chapitres de la notice il exige de recevoir avant ou après la signature du marché, mais de toute façon la notice doit être complète avant le début des travaux du gros œuvre intéressant l'étanchement de l'ouvrage.

** Ces chapitres ou sous-chapitres de la Notice Technique Descriptive sont à fournir au moment de la remise des offres (cf. R.P.A.O. type).

b) Palplanches avec remplissage des ondes en polystyrène.

Le polystyrène doit épouser parfaitement l'onde de la palplanche et être de classe 3** ; son dispositif d'accrochage à la palplanche doit être soumis au visa du maître d'œuvre.

c) Parois moulées.

Après élimination des matières sans cohésion***, un mortier projeté taloché en surface de 3 à 5 cm est appliqué sur les parois sauf prescription contraire du C.C.T.P.*** *

9.3 CAS PARTICULIER DES RÉFECTIONS D'ÉTANCHÉITÉ D'INTRADOS*

Les reprises partielles d'étanchéité d'intrados** se feront par dépose totale du produit utilisé dans la zone non étanche et donc par remise en état du support original.

Article 10 : Prescriptions générales à la mise en œuvre

10.1 NOTICE TECHNIQUE DESCRIPTIVE*

La production d'une notice technique descriptive fait partie de l'organisation de la qualité. Cette notice permet d'apprécier le niveau d'analyse préalable à l'établissement de la proposition de l'étancheur et constitue pour lui un engagement sur les dispositions qu'il envisage de mettre en œuvre.

Cette notice comprend les chapitres suivants :

- Présentation de l'entreprise**.
- Références.
- Moyens en hommes et en matériel.
- Organisation interne de la qualité.

- Hypothèses de base de la proposition**
- Objectifs fixés par le projeteur.

- Informations prises en considération pour la proposition technique et financière.

- Obligations réciproques entre l'entrepreneur, l'étancheur et le maître d'œuvre.

- Constitution du complexe et de l'étanchéité des joints**.

- Description courante et principaux points singuliers.

- Présentation des produits et conditions du stockage.

- Fiches techniques et homologation éventuelles et références.

- Conditions de mise en œuvre.

- Conditions de mise en œuvre (atmosphère, état du support, chantier, etc...).

- Constitution des équipes et qualifications.

- Phasage des travaux d'étanchéité.

- Exécution des travaux.

- Réception et mise en conformité éventuelle du support.

- Préparation des produits à pied d'œuvre.

- Description du procédé de mise en œuvre.

- Précautions à prendre pour les phases d'attente.

- Mesures de sauvegarde en cas d'interruption inopinée des travaux.

- Matériel à utiliser pour assurer la bonne réalisation des travaux (portiques...)**.

- Plan de qualité.

Ce chapitre de la notice technique décrit les contrôles*** qui doivent être effectués aux divers stades :

- Fabrication des produits.

- Réception des produits à pied d'œuvre.

- Mise en œuvre.

Pour vérifier que les produits employés sont bien ceux qui ont été agréés, que leur mise en œuvre a été correctement effectuée et pour demander la réception des travaux d'étanchement :

*** Ces contrôles comprennent au moins les essais prescrits dans le présent titre.

- il indique la forme dans laquelle les contrôles, observations, etc..., seront consignés (directement archivables) quand le maître d'œuvre ne la prescrit pas,

- il précise les modes opératoires, spécifie les fréquences et rappelle les seuils des résultats des mesures admissibles pour chaque contrôle. A titre d'information, il indique les risques encourus pour divers écarts sur la mise en œuvre notamment.

- Hygiène et sécurité.

Dans tous les cas, le titulaire du marché ou du lot dont relève l'étanchéité, précisera :

- les risques pouvant résulter du maniement des produits et matériels, et de leur mise en œuvre, pour les applicateurs comme pour les autres intervenants sur le chantier (dégagement de produits nocifs, risques d'inflammation, rejet des déchets, etc.)

- les dispositions qu'il compte mettre en œuvre pour pallier ces risques et qui devront notamment être conformes à la législation du travail.

10.2 ÉPREUVES DE CONVENANCE

Avant le démarrage des travaux d'étanchéité un chantier d'essais* est réalisé dans les conditions réelles du chantier, avec les produits, les matériels et le personnel dont dispose l'étancheur.

Au vu du résultat des essais de contrôle, le maître d'œuvre autorise le démarrage du chantier réel d'étanchéité**.

10.2 * Le chantier consiste généralement en la réalisation des travaux d'étanchéité dans les premiers mètres à réaliser.

** Le chantier réel devra alors se dérouler avec les mêmes produits, matériels et personnels.

Article 11 : Mise en œuvre

11.1 * L'asphalte n'est pas couramment utilisée pour l'étanchéité des ouvrages souterrains.

Pour certains cas d'utilisation (continuité du radier avec un ouvrage accolé, ...) on se reportera à l'Article 11.1 du titre I du présent fascicule.

11.2 PRODUITS COULÉS, PROJETÉS, POLYMÉRISÉS OU POLYMÉRISABLES EN PLACE

COMMENTAIRES

Article 11 : Mise en œuvre

11.1 ASPHALTE*

11.2 PRODUITS COULÉS, PROJETÉS, POLYMÉRISÉS OU POLYMÉRISABLES EN PLACE

TEXTE

11.2.1. * En cas d'utilisation d'agitateur à hélice ou similaire, le diamètre de l'hélice doit être supérieur au 1/3 du diamètre du fût servant au mélange.

** Les parois des récipients ne seront jamais mises en contact avec la paroi chauffée du bain-marie. La température de chauffage ne doit pas excéder la température indiquée dans la Notice Technique Descriptive.

11.2.2 APPLICATION

* Cf. article 10.1.

11.2.3 ÉPAISSEUR DU FILM

* L'épaisseur minimale peut être contrôlée par des mesures locales d'épaisseur, soit à l'occasion des essais d'adhérence, soit par utilisation d'un appareil d'entaille muni d'un microscope.

**L'épaisseur moyenne peut être obtenue en divisant le volume du matériau mis en œuvre par la surface.

11.2.1 RÉALISATION DU MÉLANGE DES CONSTITUANTS

Si l'étanchéur ne dispose pas de matériel de dosage parfaitement fiable, il sera utilisé des mélanges prédosés.

Le mélange des composants doit être homogénéisé*.

L'agitation doit être assurée mécaniquement, avec un dispositif de minutage.

Le réchauffage du produit à l'intérieur des récipients sur la flamme directe d'un feu est interdit. Il est possible de réchauffer les bidons dans un bain-marie** à une température définie dans la fiche technique du fournisseur.

11.2.2 APPLICATION

Dans le cas d'utilisation de pistolet doseur mélangeur, les premières émissions du produit sont faites obligatoirement sur une zone en dehors de la surface à traiter.

L'application sur un support mouillé est interdite. Les produits ne sont pas appliqués sous un degré hygrométrique ambiant supérieur ou égal à 85 %.

La mise en œuvre en dessous de la température indiquée sur la fiche technique* est interdite.

11.2.3 ÉPAISSEUR DU FILM

L'épaisseur minimale* sera de 1,5 mm et l'épaisseur moyenne** de 2 mm au moins. Dans le cas où la résine serait sous le béton bitumineux de roulement, l'épaisseur moyenne est portée à 2,5 mm au moins.

Les temps d'attente entre couches successives indiqués dans la notice technique descriptive seront scrupuleusement respectés.

11.2.4 BULLAGE

11.2.5 En cas d'application sur radier circulé, on se reportera à l'article 11.2.5 du titre I du présent fascicule.

11.2.6 * Cf. article 7.2.2.1. Les essais d'adhérence seront effectués selon le mode opératoire du L.C.P.C. « Essais d'adhérence » de décembre 1979.

** En général, un essai d'adhérence, de dureté Shore A (sur éprouvettes de 5 mm d'épaisseur coulées sur chantier) et des mesures d'épaisseur pour deux cent cinquante (250) mètres carrés et un essai de traction longitudinale pour cinq cent (500) mètres carrés.

11.3. MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ A BASE DE BITUME POLYMÈRE

11.3.1 * Pour assurer ce mouillage, il est recommandé une application au balai à poils souples ou une pulvérisation.

** L'usage de la « raclette mousse » peut être toléré quand il est complété par un passage de balai à poils souples.

11.3.2 MISE EN ŒUVRE DE LA MEMBRANE

* Cf. article 10.1.

11.2.4 BULLAGE

La surface visible du film ne doit présenter ni bulles ni trous d'épingle. Dans le cas contraire une couche supplémentaire sera mise en œuvre après préparation.

11.2.5 LIAISON AVEC LE REVÊTEMENT DE CHAUSSÉE*

11.2.6 CONTRÔLE ET ESSAIS

Les essais réalisés en cours de chantiers sont choisis parmi les essais d'agrément*. Leur fréquence est indiquée au C.C.T.P.**

Pour l'adhérence, la valeur minimale acceptable est un virgule cinq (1,5) MPa.

11.3 MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ A BASE DE BITUME POLYMÈRE

11.3.1 COUCHE D'ACCROCHAGE

Elle est appliquée sur un support propre et sec. Le produit doit recouvrir toute la surface et assurer un mouillage* uniforme du béton : les manques sont repris. Les accumulations sont éliminées.

L'usage de la raclette en caoutchouc est interdit**.

11.3.2 MISE EN ŒUVRE DE LA MEMBRANE

La mise en œuvre en dessous de la température indiquée sur la fiche technique* est interdite.

Le travail ne doit pas être entrepris avant que le support soit sec et les solvants de la couche d'accrochage évaporés.

11.3.2.1 * Cette opération est couramment connue sous l'expression « soudage en plein » ; en général elle est faite au chalumeau à flamme molle.

** Cette opération exige généralement la présence de deux ouvriers ou l'utilisation d'une machine automatique.

** Les platines métalliques ou les feuilles en élastomère faisant partie de ces dispositifs seront scellées entre deux couches de la première chape d'étanchéité.

11.3.2.1 PREMIÈRE COUCHE D'ÉTANCHÉITÉ

La mise en œuvre se fait par fusion superficielle de la surface de la membrane.

Le soudage en plein devra être immédiatement suivi d'un marouflage*.

Chaque lé devra recouvrir le précédent sur cinq (5) cm minimum, aussi bien longitudinalement que transversalement. Les joints seront repris à la spatule et au chalumeau afin de leur donner un profil biais au droit du recouvrement, de façon à parfaire leur soudure.

Les pénétrations sont traitées selon les principes qui ont présidé à l'établissement du DTU 43.1**.

11.3.2.2 DEUXIÈME COUCHE D'ÉTANCHÉITÉ

La deuxième couche d'étanchéité sera constituée par une contre-chape préfabriquée collée à chaud sur la chape d'étanchéité. Les lés seront placés en recouvrement et décalés par rapport à ceux de la couche inférieure.

S'il n'y a pas de deuxième couche d'étanchéité, un géotextile de protection sera mis en œuvre par collage à l'air chaud ou au bitume chaud sur la première couche.

11.3.2.3 CLOQUES, GONFLES

La surface extérieure, tant de la première chape que de la deuxième ne doit présenter aucun pli, lésion, cloque, gonfle, etc.

La première chape fera l'objet d'une réception par le maître d'œuvre avant application de la deuxième.

Toutes les zones mauvaises seront reprises. Il ne sera pas toléré de reprise par chauffage superficiel sans ouverture du défaut.

11.3.3 * Ces dispositions peuvent consister soit en une couche de grave (ou tout-venant de 10 cm d'épaisseur) sur un géotextile non tissé, soit en une membrane synthétique.

11.3.4 CONTRÔLE ET ESSAIS

* Ces essais seront effectués conformément au projet de mode opératoire du L.C.P.C. de décembre 1979.

11.4 MEMBRANE SYNTHÉTIQUE EN ÉTANCHÉITÉ D'EXTRADOS

11.4.1 * Les soudures réalisées en atelier sont de meilleure qualité.

Une largeur de 2 mètres est souhaitable pour les tunnels creusés ; pour les tranchées couvertes, la largeur minimum livrée sur chantiers ne devrait pas être inférieure à 4 m en cas de soudure manuelle.

11.4.2 * Les fixations doivent résister au poids propre du complexe et au poids de l'eau éventuellement retenue en partie supérieure par l'étanchéité.

** S'il n'y a pas mise en charge, la fixation restera, ce qui n'est pas gênant, car la membrane d'étanchéité est alors très peu sollicitée.

*** Fixation généralement réalisée sur des profilés métalliques enduits de PVC sur une ou deux faces.

11.4.3 * La notice technique descriptive (Cf. article 10.1) donne les précautions à prendre pour des parties d'étanchéité en attente dans des zones particulièrement exposées (pressions mécaniques ou immersion dans l'eau).

11.3.3. PROTECTION THERMIQUE

Dans le cas où l'étanchéité est soumise aux effets du soleil, l'étanchéité soumet au maître d'œuvre, dans le cadre de la notice technique descriptive définie à l'article 10, les dispositions* qu'il propose de prendre.

11.3.4 CONTRÔLE ET ESSAIS

Des essais d'adhérence* seront exécutés à la cadence moyenne d'un tous les deux cents (200) mètres carrés.

L'adhérence obtenue sur le chantier devra correspondre à 0,4 MPa à 20 °C ± 2 °C.

11.4 MEMBRANE SYNTHÉTIQUE EN ÉTANCHÉITÉ D'EXTRADOS

11.4.1 PRÉPARATION DE LA MEMBRANE

La préfabrication en atelier de nappes les plus larges possibles est souhaitable*.

11.4.2 FIXATION DES MEMBRANES

La fixation localisée du complexe d'étanchéité sur le support se fera sans perforation de la membrane synthétique. Les fixations* seront conçues et leur nombre sera déterminé d'une part pour tenir le complexe d'étanchéité jusqu'à mise en œuvre de la structure intérieure et d'autre part pour se rompre en cas de mise en charge totale** afin de désolidariser la membrane du support.

En tranchée couverte la fixation du complexe doit être continue***.

11.4.3 SOUDURE DES LÉS

Dans les zones des soudures, les membranes d'étanchéité seront nettoyées à la brosse à poils durs, et, si nécessaire, à l'eau savonneuse suivie d'un rinçage et d'un séchage efficaces.

** Actuellement, seules les soudures thermiques sont recommandées.

*** Si on réalise une soudure automatique double, la largeur de chaque bande de soudure devrait être d'au moins douze (12) millimètres.

**** Les soudures manuelles ne sont admises que pour le traitement de points singuliers de très faible linéaire.

Dans le cas des membranes en attente* une réception après nettoyage sera faite par le maître d'œuvre.

*** * Les soudures sont réalisées à plat avec une machine automatique et les membranes d'étanchéité sont disposées avec un recouvrement au moins égal à cinq (5) centimètres.

La soudure*** des différentes membranes entre elles ne doit présenter aucun défaut et s'étendre sur au moins trois (3) centimètres pour une soudure simple*** .

Les soudures au solvant sont exclues.

Les zones de « pontage » doivent être chanfreinées pour supprimer les surépaisseurs.

11.4.4 RACCORDEMENT ENTRE PHASES

Lorsque l'étanchéité est mise en place en plusieurs phases, la membrane d'étanchéité doit dépasser au minimum de quarante (40) centimètres les arrêts de bétonnage ou de ferrailage.

L'entrepreneur doit soumettre au visa du maître d'œuvre les moyens de protection de la feuille en attente. Cette protection doit être renouvelée autant de fois que nécessaire, en cas de détérioration.

11.4.5 POINTS SINGULIERS

On appliquera les dispositions prévues par la notice technique descriptive* pour le mode d'application de l'étanchéité au niveau des relevés, retombées, raccords et traversées d'étanchéité.

11.4.6 CONTRÔLES ET ESSAIS

Dans le cas de membranes translucides (P.V.C.), une vérification visuelle des soudures sera effectuée conjointement par l'entrepreneur et le maître d'œuvre. La soudure doit être continue (pas de bulles ou canaux contenant de l'air) et sans résidus calcinés.

11.4.5 * Cf. article 10.1.

11.4.6 * Cela revient à fortement recommander les doubles soudures pour les matériaux non translucides dans le cas des tunnels creusés. Par ailleurs, la double soudure facilite le contrôle avec du matériau translucide.

** Non compris les essais réalisés dans les zones considérées comme douteuses à l'examen visuel.

*** Dans le cas des tunnels creusés on pourrait réaliser la majeure partie des essais destructifs dans les chutes en début ou en fin de soudure.

**** Essais adaptés de la norme NFP 84.502/2.

***** La valeur moyenne pourrait être ramenée à 3,5 KN/m dans le cas de soudures manuelles en tunnel creusé.

11.5 ENDUITS HYDROFUGÉS EN INTRADOS

11.5.2 CONTRÔLES ET ESSAIS

11.6 * Cf. article 10.01. La géométrie et la composition des joints peuvent être très diverses. Dans tous les cas, les points importants, qui sont une bonne qualité de la réservation (lèvres), le dimensionnement, la nature des produits utilisés et le fond de joint, seront étudiés en conformité avec les recommandations de l'A.F.T.E.S.

Pour les matériaux non translucides un contrôle non destructif sera effectué*.

Le maître d'œuvre procédera également à des contrôles destructifs des soudures à raison de un essai par 400 mètres carrés en moyenne pour le P.V.C.** et 200 mètres carrés en moyenne pour les autres produits.

Pour chaque essai on prélèvera un échantillon de 30 centimètres de soudure sur 20 centimètres de large**, sur lequel seront effectués des essais de pelage***. La résistance obtenue devra être supérieure à 4 KN/m en moyenne, et à 2 KN/m pour le plus faible résultat**** **.

11.5 ENDUITS HYDROFUGÉS EN INTRADOS

11.5.1 La composition et la mise en œuvre doivent être faites conformément au D.T.U. 14.1

11.5.2 CONTRÔLES ET ESSAIS

Les contrôles à réaliser au cours de la mise en œuvre portent sur les dosages et l'adhérence au support et entre couches (auscultation au choc).

11.6 RÉALISATION DES JOINTS

La réalisation des joints doit être effectuée conformément aux spécifications de la notice technique descriptive*.

Article 12 : Epreuves de réception

12.1 * Ce constat n'est pas une réception au sens du Chapitre V du C.C.A.G. mais un constat contradictoire (Article 12.2 du C.C.A.G.).

** En particulier dans le cas d'une étanchéité d'extrados, elle permet la mise en œuvre de la structure intérieure.

12.2 * Il s'agit essentiellement pour les étanchéités d'extrados de la mise en œuvre de la structure intérieure et en particulier des injections de remplissage éventuelles pour lesquelles des tubes de réservation devront être prévus. Pour les étanchéités d'intrados il s'agit des scellements éventuels à réaliser sur les pénétrations à travers l'étanchéité et qui doivent utiliser des procédés permettant de conserver la continuité de l'étanchéité (scellements à la résine).

Article 12 : Epreuves de réception

12.1 CONSTATATION PROVISOIRE DE CONFORMITÉ

Elle est réalisée à partir de l'examen visuel de l'étanchéité, du résultat des essais de contrôle de la mise en œuvre et de la réparation des défauts éventuels. Elle permet la continuation des travaux*.

12.2 TRAVAUX ULTÉRIEURS SUR ÉTANCHÉITÉ

Après mise en œuvre de l'étanchéité, les travaux réalisés par l'entreprise de gros œuvre ou certains sous-traitants doivent, s'ils sont de nature à détériorer l'étanchéité*, être exécutés conformément aux spécifications données par le titulaire du marché ou du lot dont relève l'étanchéité dans la notice technique descriptive ou au moment de la définition de ces travaux.

ANNEXES

Les annexes au titre III du fascicule 67 du C.C.T.G., de même que le commentaire du texte de celui-ci, ne sont pas contractuelles. Une partie de leur contenu peut le devenir s'il est repris ou imposé par les documents particuliers du marché.

Page laissée intentionnellement blanche

Le C.C.A.P. devra reprendre les dispositions du C.C.A.P. type (MPT 103), qui figurent dans le recueil des documents types publiés par la commission centrale des marchés en tenant compte des mises à jour intervenues postérieurement et des additions, suppressions et modifications du présent texte.

Article 3 : Prix et mode d'évaluation des ouvrages

* Au niveau des étanchéités, ces sujétions peuvent résulter de :

- circulation d'engins sous les portiques,
- obligation faite à l'étancheur d'intervenir en plusieurs périodes compte tenu de l'avancement du chantier,
- intervention simultanée de plusieurs entreprises, etc.

On indiquera ici toutes les sujétions imposées à l'étancheur et qui peuvent résulter de l'exécution des travaux.

Pour que cette garantie puisse être formulée dans de bonnes conditions, il est nécessaire que l'étancheur, surtout s'il est sous-traitant :

- connaisse les conditions de réalisation du chantier : état du support, délai entre la pose de l'étanchéité et celle du revêtement,.
- et puisse jouer son rôle de conseiller technique auprès de l'entrepreneur principal et du maître d'œuvre.

Ceci suppose la désignation du sous-traitant étancheur très en amont dans le déroulement du chantier (voir « Clauses complémentaires du R.P.A.O. Type » donné en annexe 2).

ANNEXE 1

RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDACTION DU C.C.A.P. (CLAUSES COMPLÉMENTAIRES OU MODIFICATIONS AU C.C.A.P. TYPE DE LA C.C.M.)

Article 3 : Prix et mode d'évaluation des ouvrages

3.3.1 Les prix du marché sont hors T.V.A. et sont établis :

- En tenant compte des sujétions qu'est susceptible d'entraîner l'exécution simultanée des ouvrages ci-après * :

Article 9 : Garanties et réception des travaux

9.7.1 GARANTIES PARTICULIÈRES D'ÉTANCHÉITÉ

L'étancheur pourra, en toute connaissance de cause, préciser les limites de son procédé.

* La garantie en question s'analyse comme une extension de la garantie de parfait achèvement. Elle n'interfère pas avec la responsabilité décennale que l'on peut toujours faire jouer.

** Entrepreneur titulaire du marché.

*** Ce texte n'est à retenir que dans le cas d'ouvrages neufs. Dans le cas d'opérations d'entretien ou de réfection d'un complexe d'étanchéité, la méconnaissance de certains éléments tels que l'état du support après enlèvement des matériaux, etc. ne permettrait pas à l'entrepreneur une juste appréciation du risqué.

* La localisation d'une fuite au travers d'une étanchéité sous le revêtement en béton est quasiment impossible, même en déposant le revêtement.

En effet, cette dépose ne pourrait se faire en général sans détériorer le complexe d'étanchéité et risquer de détruire la preuve du défaut.

S'il apparaît que la fuite est localisée sous le revêtement, la recherche n'est pas à poursuivre. Cependant, si pour une raison ou une autre, le revêtement et/ou l'étanchéité doivent être déposés durant le délai de garantie et qu'il y a présomptions de défaut(s) d'étanchéité, il est conseillé au maître d'ouvrage de demander à l'entrepreneur d'assister à la dépose pour procéder aux constatations éventuelles (l'assistance de spécialistes est conseillée).

Si les désordres sont constatés au niveau du revêtement, l'attention est attirée sur le fait qu'ils peuvent avoir pour origine tant le complexe d'étanchéité que le revêtement lui-même.

9.7.1.1 GARANTIE *

L'entrepreneur ** garantit le maître de l'ouvrage contre les défauts du complexe d'étanchéité se manifestant par une fuite ou une dégradation du revêtement superposé à l'étanchéité pendant un délai de dix (10) ans à partir de la date de réception des travaux correspondants***.

9.7.1.2 RECHERCHE DES ORIGINES DES DÉFAUTS

L'entrepreneur, pendant le délai fixé, dans les conditions définies ci-après, effectue, sur simple demande du maître d'œuvre ou du maître d'ouvrage, toutes les recherches sur l'origine des défauts.

Cette recherche est faite sans déposer le revêtement * par simple examen des parties de l'étanchéité visibles directement ou sans travaux importants (étanchéité d'intrados, étanchéité derrière revêtement préfabriqué, etc.), et/ou en étudiant le dossier d'ouvrage, les plans d'exécution, le cahier de chantier, etc.

Dans la mesure où des prélèvements sont possibles, ils seront analysés en laboratoire pour déterminer les caractéristiques des matériaux et les comparer à ce qui était prévu au marché.

Selon les résultats de la recherche des origines, les frais seront mis ou non à la charge de l'entrepreneur.

Les articles donnés sur la partie droite de la page constituent, pour la partie d'étanchéité des compléments aux clauses du R.P.A.O. type (H.P.T. 101) publié par la commission centrale des marchés.

Article premier : Objet de l'appel d'offres

* Dans le cas de marché direct d'étanchéité, indiquer ici la date approximative de début des travaux d'étanchéité.

Article 2 : Conditions de l'appel d'offres

Retenir a) ou b) et, dans ce dernier cas indiquer quelles propositions techniques l'entrepreneur devra préciser dans le C.C.T.P. Cette clause sera à retenir dans le cas où l'on désire laisser la possibilité d'emploi de nouveaux types de produits et/ou dans celui où aucun choix n'a été effectué dans le Dossier de Consultation.

2.4 * Pour la partie étanchéité, retenir l'alinéa a) si l'on considère que seule la solution retenue dans le Dossier de Consultation est à mettre en œuvre. Cette disposition n'est cependant pas à envisager de façon systématique.

** Cet alinéa ne peut être supprimé, surtout dans le cas de marché direct avec l'entreprise d'étanchéité, car c'est la présentation d'une proposition conforme à la solution de base qui différencie un appel d'offres d'un concours.

*** Cette rédaction est à retenir dans le cas où la solution décrite dans le Dossier de Consultation est une des solutions du fascicule 67

ANNEXE 2

**RECOMMANDATIONS
POUR LA RÉDACTION DU R.P.A.O.
CLAUSES COMPLÉMENTAIRES
OU MODIFICATIONS AU R.P.A.O.
TYPE DE LA C.C.M.**

Article premier : Objet de l'appel d'offres

A titre indicatif, on peut prévoir que les travaux commenceront vers le mois de *...

Article 2 : Conditions de l'appel d'offres

2.3 COMPLÉMENTS À APPORTER AU C.C.T.P.

a) Les candidats n'ont pas à apporter de complément au Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P.).

b) Les candidats doivent compléter le Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P.) par des propositions techniques concernant les points suivants :

2.4 VARIANTES

a) Sans objet *

b) Les concurrents doivent présenter une proposition entièrement conforme au Dossier de Consultation (solution de base) **

c) Mais ils peuvent également présenter des propositions supplémentaires comportant des variantes limitées dérogeant aux dispositions du Cahier des Clauses Techniques Particulières et de ses pièces annexes pour les seuls points suivants :

mais où il est accepté des propositions suivant les autres solutions types décrites dans ce fascicule 67.

Pour apprécier l'intérêt technique et économique de ces solutions variantes, le maître d'œuvre aura intérêt à consulter ses conseillers spécialisés (laboratoires régionaux, laboratoire central des Ponts et Chaussées, C.E.T.E., C.E.T.u., S.E.T.R.A...) ou bien le dossier pilote STER publié par la D.O.A du S.E.T.R.A. ou les recommandations publiées par l'A.F.T.E.S.

*** * Dans un contexte de marché d'ouvrage, une variante sur l'étanchéité ne peut qu'être une variante limitée. Par contre, si le marché est direct, on pourra retenir cette rédaction seulement dans le cas où l'on souhaiterait faire avancer la technique et si le maître d'œuvre s'estime apte à pouvoir juger correctement les propositions.

* Retenir cette rédaction pour compléter l'article 4 du fascicule 67, titre 3, du C.C.T.G., par lequel il est possible à l'entrepreneur de proposer d'autres procédés, matériaux ou familles.

En fonction de la proposition de l'entrepreneur, l'article est à compléter.

La durée de cette garantie ne peut dépasser celle prévue pour l'étanchéité (voir compléments au C.C.A.P. type).

Article 3 : Présentation des offres

* Lorsque l'étanchéité ne fait pas l'objet d'un marché direct, il est recommandé de demander effectivement cette liste à ce stade.

** Cet article précise les chapitres et sous-chapitres de la notice descriptive que l'entrepreneur doit joindre à son offre.

L'étanchéité devra être assurée par l'un des systèmes décrits au C.C.T.G. Fascicule 67, titre 3 ***.

d) Mais ils peuvent également présenter une (ou deux) proposition(s) supplémentaires(s) variante(s) large(s) dérogeant aux dispositions techniques prévues au dossier de consultation, sous la condition de respecter le programme ci-annexé*** *.

2.11 GARANTIE PARTICULIERE POUR MATÉRIAUX DE TYPE NOUVEAU

a) Sans objet.

b) * Si l'entrepreneur propose, dans son offre, d'utiliser des matériaux et fournitures de type nouveau, le maître d'ouvrage se réserve le droit d'introduire dans le C.C.A.P. la clause suivante :

« L'entrepreneur garantit le maître de l'ouvrage contre la mauvaise tenue du(des) matériau(x) et fourniture(s) ci-après, mis en œuvre sur sa proposition, pendant le délai de ans à partir de la date d'effet de la réception des travaux correspondants. »

Cette garantie engage l'entrepreneur dans le cas où, pendant ce délai, la tenue du(des) matériau(x) et fourniture(s) ne serait pas satisfaisante, à le(s) remplacer à ses frais sur simple demande du maître d'œuvre ou maître d'ouvrage, par le(s) matériau(x) et fourniture(s) suivants(s) :

.....

Article 3 : Présentation des offres

A, B. - Sans changements.

C. - Un mémoire justificatif des dispositions que l'entrepreneur se propose d'adopter pour l'exécution des travaux.

A ce document pourront être joints des documents explicatifs notamment :
- des plans d'ensemble et des détails explicitant les offres,

* Le modèle joint au R.P.A.O. est un cadre type général, il est complété lors de la mise au point du marché avec le maître d'œuvre et l'entrepreneur puis annexé au C.C.T.P. Le P.A.Q. devra comprendre les divers plans d'organisation de la qualité (P.O.Q.) relatifs à la fabrication des produits conformément à l'article 8.1.1 du Fascicule 67, titre 3 du C.C.T.G.

*** Choisir une des deux rédactions.

- une liste de sous-traitants que l'entrepreneur envisage de proposer à l'acceptation du maître d'ouvrage après conclusion du marché *,
- des indications concernant la provenance des principales fournitures et éventuellement, les références des fournisseurs correspondants,
- un programme d'exécution des ouvrages indiquant de façon sommaire la durée des différentes phases de chantier,
- la notice technique descriptive, établie par l'entreprise, définie dans l'article 10.1 du fascicule 67, titre III du C.C.T.G. ** dans laquelle elle devra clairement indiquer la politique de maîtrise de la qualité,
- une note indiquant les principales mesures prévues pour assurer la sécurité et l'hygiène sur le chantier.

Dans le cas de variantes ***

1. - Variantes limitées.

Les candidats présenteront un dossier général « variantes » comportant un sous-dossier particulier pour chaque variante limitée qu'ils proposent.

Outre les répercussions de chaque variante sur le montant de leur offre de base, ils indiqueront :

- les adaptations à apporter éventuellement au Cahier des clauses administratives particulières (C.C.A.P.) ;
- les modifications du Cahier des clauses techniques particulières (C.C.T.P.).

2. - Variantes larges.

Pour chaque variante large présentée, les concurrents établiront un dossier particulier en indiquant outre le montant de l'offre correspondant à cette variante :

- les adaptations à apporter éventuellement au Cahier des clauses administratives particulières (C.C.A.P.), notamment en ce qui concerne les index retenus pour l'actualisation ou la révision des prix ;

- la refonte du Cahier des clauses techniques particulières (C.C.T.P.) qui est nécessaire pour l'adapter à la variante large proposée.

Dans ce cas, le maître de l'ouvrage se réserve la possibilité de forfaitiser la partie d'ouvrage concernée par la variante large proposée.

S'agissant de tunnels creusés, ce C.C.T.P. type reprend la numération des articles de l'annexe 3 aux commentaires du Fascicule 67 du C.C.T.G. « Travaux en souterrain », il peut donc lui être intégré directement.

ANNEXE 3

RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDACTION DU C.C.T.P. TUNNELS CREUSÉS EN SOUTERRAIN CLAUSES TYPES POUR ÉTANCHÉITÉ PAR MEMBRANES SYNTHÉTIQUES EN EXTRADOS

CHAPITRE I

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX ET DESCRIPTION DES OUVRAGES

Article 5 : Dispositions générales relatives aux ouvrages souterrains et description du tunnel en sections courantes

5.04 Il y aura éventuellement des sous-paragraphes 5.04.2 si d'autres types d'étanchéité sont prévus dans l'ouvrage.

5.04.1 Le plan indique clairement :

- la localisation de l'étanchéité dans le profil en travers,
- son raccordement sur les dispositifs de drainage s'il s'agit d'une étanchéité limitée à la partie supérieure de la section,
- les réservations prévues au droit des joints de bétonnage.

Ne sont repris dans le texte que les caractéristiques générales pour un tunnel creusé ; pour certains cas particuliers d'autres renseignements peuvent être nécessaires (cf. C.C.T.G.).

5.04 ÉTANCHÉITÉ

5.04.1 L'entrepreneur doit mettre en œuvre une étanchéité par membranes synthétiques à l'extrados du revêtement entre les PM suivants du tunnel :

.....
En fonction des venues d'eau réellement constatées après le creusement de l'ouvrage, le maître d'œuvre pourra prescrire la réalisation de ce type d'étanchéité sur d'autres sections de l'ouvrage.

L'étanchéité fait l'objet du plan

Les renseignements visés à l'article 3 du C.C.T.G. (Fascicule 67, titre 3) sont les suivants :

On indiquera les zones éventuellement armées sur toute la section, en liaison radier-piédroits.

* Sous réserve de précautions particulières, l'application sera autorisée jusqu'à - 3 °C.

** Cette valeur dépend de la hauteur d'eau ; elle est au minimum de 0,3 MPa.

- le support de l'étanchéité est constitué par les soutènements définis à l'article 22 du présent C.C.T.P. et aux plans,
- aucune traversée de l'étanchéité n'est prévue,
- la température aux deux têtes du tunnel varie de..... à..... °C,
- un revêtement en béton est mis en œuvre à l'intérieur de l'étanchéité.

Ce béton n'est pas armé, sauf

Des réservations seront mises en place au moment du bétonnage pour que la réalisation des injections de remplissage n'entraîne pas la perforation de l'étanchéité.

- Les portiques de pose de l'étanchéité doivent dégager un gabarit de x pour la circulation des véhicules de chantier. Par ailleurs, aucun véhicule ne sera autorisé à circuler sur l'étanchéité non protégée mise en œuvre en radier.

- L'application de l'étanchéité n'est pas autorisée par des températures inférieures à 0 °C au lieu d'application*.

- Le complexe d'étanchéité mis en œuvre devra rester étanche sous une pression de MPa**.

CHAPITRE II

PROVENANCE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX ET PRODUITS

Article 13 : Produits d'étanchéité

13.01

13.01 Les produits d'étanchéité mis en œuvre seront soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

13.02 Il y aura éventuellement des sous-paragraphes 13.03, si d'autres types d'étanchéité sont prévus dans l'ouvrage.

13.02 ETANCHEITE D'EXTRADOS

13.02.1 L'étanchéité couramment utilisée est un PCV plastifié. Le maître d'œuvre pourra cependant accepter un autre produit (par exemple ECB) dans la mesure où il répond aux spécifications pour l'épaisseur dans laquelle il est proposé.

Le rôle de la première couche de protection est particulièrement important dans le cas de tunnels creusés où le soutènement n'est pas adapté spécialement en fonction de la mise en œuvre d'une étanchéité.

Les zones où le béton de revêtement est armé en tout ou partie sont données à l'article 5.04 du C.C.T.P.

Si la qualité du support permet l'utilisation comme protection mécanique d'un géotextile seul, une résistance en traction de 4 KN/m et une masse surfacique de 600 g/m² sont souhaitables.

13.02.1 L'étanchéité est assurée par une membrane type thermoplastique (PCV ou ECB) manufacturée puis assemblée sur chantier.

Le complexe d'étanchéité est constitué :

- entre la membrane et le support par une première couche de protection dont le premier rôle est un rôle de protection mécanique de la membrane d'étanchéité contre le poinçonnement statique exercé par le soutènement au moment de la montée du béton de revêtement dans le coffrage ; le deuxième rôle est un rôle de prédrainage permettant de réaliser hors circulation d'eau la mise en œuvre de la membrane d'étanchéité,
- par 1 membrane d'étanchéité proprement dite,
- éventuellement, sur la membrane d'étanchéité, par une deuxième couche de protection ; cette couche de protection est mise en œuvre dans les zones du tunnel où le béton de revêtement est armé.

13.02.2 La membrane d'étanchéité doit être conforme aux spécifications du titre III du fascicule 67 du C.C.T.G. :

- spécifications particulières aux membranes synthétiques en étanchéité d'extrados (art. 7.4). En particulier dans le cas d'emploi d'une membrane PVC, celle-ci devra être translucide.

La couche de protection mécanique mise en place entre le support et la membrane d'étanchéité sera une membrane composée (membrane synthétique sur support géotextile de couleur claire côté intrados du tunnel). A l'essai de poinçonnement statique décrit à l'annexe 6 du titre III du fascicule 67 du C.C.T.G., elle doit avoir une résistance d'au moins 0,6 KN.

Pour le P.V.C., la résistance des plastifiants sera mesurée selon la procédure définie à l'annexe 8 du titre III du C.C.T.G. La perte de poids devra rester inférieure à 1 % à l'essai à court terme et inférieure à 1,5 % à l'essai à long terme.

Dans les zones de venues d'eau particulièrement importantes, une couche de drainage sera mise en œuvre entre la couche de protection mécanique et le support.

* Paragraphe à supprimer lorsqu'il n'y a pas d'armatures dans le béton du revêtement du tunnel.

Dans les zones où des armatures sont mises en œuvre dans le béton de revêtement, une deuxième couche de protection mécanique est mise en place sur la membrane d'étanchéité. Cette protection sera une membrane synthétique associée ou non à un géotextile. Au terme de l'essai de poinçonnement dynamique décrit à l'annexe 7 du titre III du fascicule 67 du C.C.T.G., elle doit avoir un comportement correspondant au minimum à celui de la classe deux*.

Une protection ponctuelle de la feuille devra être mise en place dans les zones de contact avec le masque de coffrage frontal.

13.02.3 Les prescriptions concernant la livraison et le contrôle des produits sont données à l'article 8 du titre III du fascicule 67 du C.C.T.G. ; l'essai visé à l'alinéa 8.3.3.2 est effectué dans le cadre des épreuves de convenue.

CHAPITRE III

MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

Article 27 : Etanchéité

27.01 ÉTANCHÉITÉ D'EXTRADOS

27.01 Il y aura éventuellement des sous-paragraphe 27.02 si d'autres types d'étanchéité sont prévus dans l'ouvrage.

27.01.1 En complément des prescriptions, concernant le support de l'étanchéité, de l'article 9 du titre III du Fascicule 67 du C.C.T.G., il est précisé que la visite d'acceptation du support pourra être effectuée en plusieurs fois compte tenu du planning de réalisation et de l'enchaînement des différents ateliers.

27.01.2 Dans le cadre des épreuves de convenue prévues par l'article 10.2 du Fascicule 67 du titre III du C.C.T.G., les essais de convenue

ce comporteront un essai allongement-résistance à la rupture (cf. art. 7.4.2.1.1 du Fascicule 67) et un essai de pelage sur les soudures (cf. art. 11.4.6).

27.01.3 Lorsqu'il sera réalisé une soudure automatique double, la largeur de chaque bande de soudure sera égale à au moins douze (12) millimètres.

27.01.4 CONTRÔLE *

* En cas de double soudure, on vérifie que les modalités d'essais des soudures sous pression proposées par l'entreprise sont satisfaisantes (pression au minimum 0,15 MPa pendant 5 minutes).

** Un défaut de continuité est une zone qui présente une fusion nulle ou insuffisante.

*** Une altération se caractérise par des zones carbonisées et/ou des inclusions de corps étrangers.

En application de l'article 11.4.6 du Fascicule 67 du titre III, le représentant du maître d'œuvre procédera selon la fréquence indiquée à des essais destructifs sur les soudures. Tout résultat non conforme d'un contrôle destructif entraînera l'exécution de trois essais supplémentaires dans la zone défectueuse. Si l'un de ces trois essais est à nouveau mauvais, le maître d'œuvre pourra prescrire soit le remplacement de toute la zone concernée, soit le recouvrement par une bande soudée de toutes les soudures de la zone concernée.

Sera considérée comme mauvaise toute soudure présentant un défaut de continuité ** ou une altération *** dans la soudure.

En général, les articles de ce C.C.T.P. type seront intégrés dans le C.C.T.P. de l'ouvrage. La numérotation des articles sera donc modifiée, les articles 3 à 10 et 11 à 13 peuvent être regroupés en 2 articles au sein des chapitres II et III.

ANNEXE 4

RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDACTION DU CCTP TRANCHÉES COUVERTES CLAUSES TYPES POUR ÉTANCHÉITÉ PAR MEMBRANES SYNTHÉTIQUES EN INTRADOS

CHAPITRE PREMIER

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX DESCRIPTION DES OUVRAGES

Article premier : Dispositions générales relatives à l'ouvrage et description de la tranchée en section courante

* Il y aura éventuellement des sous-paragraphes si d'autres types d'étanchéité sont prévus dans l'ouvrage.

- Complexe d'étanchéité*.

L'entrepreneur doit mettre en œuvre une étanchéité par membranes synthétiques à l'extrados du cadre entre les PM suivants de l'ouvrage :

* Les plans indiquent clairement :

L'étanchéité fait l'objet des plans n°*.

- la localisation de l'étanchéité et de ses protections dans le profil en travers ;
- les réservations prévues au droit des joints de bétonnage ;

- les phasages éventuels ;
- les points singuliers.

* Ce soutènement peut être :

- contre bajoyers ;
- parois ou panneaux préfabriqués ;
- palplanches ;
- parois moulées ;
- béton projeté ;
- parois au coulis, berlinoise.

** Ces contraintes pourront être modulées en fonction des matériaux des phases de travaux et des moyens prévus par l'étancheur dans la notice technique pour protéger le chantier contre les intempéries. En particulier, sous réserve de précautions particulières l'application sera autorisée jusqu'à - 3 °C., sous réserve que la membrane d'étanchéité ait été stockée à une température positive avant application.

*** Cette valeur dépend de la hauteur d'eau ; elle est au minimum de 0,3 MPa.

Pour les radiers importants il est conseillé de délimiter des surfaces de compartimentage inférieures à 250 m².

Les renseignements visés à l'article 3 du fascicule 67 du C.C.T.G. sont les suivants :

- le support de l'étanchéité est constitué par les soutènements définis aux articles ... du présent C.C.T.P. et aux plans n° ...*.

- L'application de l'étanchéité n'est pas autorisée par des températures inférieures à - 0 ° C ou par forte pluie**.

- Le complexe d'étanchéité mis en œuvre devra rester étanche sous une pression de ... MPa***.

Article 2 : Compartimentage de l'étanchéité

La membrane d'étanchéité sera compartimentée de la façon suivante : compartimentage transversal (radier, piédroits, dalle supérieure) à chaque joint de dilatation, compartimentage longitudinal sur chaque piédroit au niveau de la reprise de béton prédroit dalle supérieure.

Le compartimentage fait l'objet d'un plan qui indiquera la position des profilés ainsi que celui des pièces de raccordement (croix, tés, angles de liaison, etc...) ainsi que la position et le type des pipettes de contrôle et d'injection (5 pipettes minimum par compartiment).

CHAPITRE II

PROVENANCE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX ET PRODUITS

Article 3 : Produits d'étanchéité

Les produits d'étanchéité mis en œuvre seront soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Article 4 : Etanchéité d'extrados

L'étanchéité sera assurée par une membrane du type thermoplastique (PVC ou ECB).

Le complexe d'étanchéité est constitué :

- sous la membrane, par un écran de désolidarisation qui selon le support sera en PVC, en matériau de drainage ou en géotextile (exclusivement constitué de fibres de synthèse) ;
- par la membrane d'étanchéité proprement dite ;
- sur la membrane par un écran de protection soit par un PVC associé ou non à un géotextile soit par une chape en mortier avec interposition d'un film polyéthylène de 200 (deux cents) microns, ou d'un géotextile de 100 g/m².

Article 5

La membrane d'étanchéité doit être conforme aux spécifications du titre III du fascicule 67 du C.C.T.G. :

- spécifications générales de l'article 6 ;
- spécifications particulières aux membranes synthétiques en étanchéité d'extrados (article 7.4). En particulier dans le cas d'emplois d'une membrane PVC, celle-ci devra être translucide.

Pour le PVC, la résistance des plastifiants sera mesurée selon la procédure définie à l'annexe 8 du titre III du fascicule 67 du C.C.T.G. La perte de poids devra rester inférieure à 1 % à l'essai à court terme et inférieure à 1,5 % à l'essai à long terme.

Aucune ondulation ne doit avoir une hauteur supérieur à 1 (un) cm par rapport au plan de la feuille.

Article 6 : Epaisseur des membranes PVC et ECB

L'épaisseur minimale requise pour les membranes thermoplastiques à base de PVC et BCB est de 20/10 de mm mesurée selon la norme NFT 54 101.

* En général, l'épaisseur minimale de cet écran de protection sera de 15/10 de mm.

Article 7 : Protection d'étanchéité

Les écrans de protection mis en place sur la membrane d'étanchéité devront être de classe 2 (deux) à l'essai de résistance au poinçonnement dynamique décrit à l'annexe 7 du titre III du fascicule 67 du C.C.T.G.*.

En cas d'application sur une dalle supérieure, outre l'écran de protection, il sera mis en place un grillage avertisseur placé à 10 cm au-dessus de l'étanchéité sur une couche de sable, dans le cas où la hauteur de remblai sur la dalle supérieure est comprise entre 0,5 et 2 m. Dans le cas où la hauteur de remblais serait inférieure à 0,50 m, une chape béton grillagée de 5 cm d'épaisseur minimum sera exécutée sur l'écran de protection.

Les géotextiles de désolidarisation devront avoir une masse surfacique minimale de 700 g/m², résister aux micro-organismes et avoir une résistance à la traction supérieure à 3 KN/m.

Ces matériaux devront exclusivement être constitués de fibres de synthèse, et ils ne devront pas contenir de bitume ou toute autre substance susceptible d'altérer la feuille d'étanchéité.

Article 8 : Profilés de compartimentage et d'arrêt d'étanchéité

Pour les membranes d'étanchéité PVC, les profilés de compartimentage seront en PCV de préférence translucide et de même nature que la membrane PVC.

Pour les profilés de compartimentage et les profilés métalliques d'arrêt d'étanchéité, un essai de soudabilité de la membrane sur le profilé permettra de confirmer que la résistance au pelage est supérieure à 4 daN/cm en moyenne.

Les parties à souder des profils devront être suffisamment larges* pour permettre un marouflage efficace de la soudure.

* Actuellement, cette largeur est de 5 cm entre ancrage ou entre ancrages et le bord du profilé.

Article 9 : Livraison et contrôle des produits

Les stipulations sont données par l'article 8 du titre III du fascicule 67 du C.C.T.G., l'essai visé à l'alinéa 8.3.3.2 est effectué dans le cadre des épreuves de convenance.

CHAPITRE III

MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

Article 10 : Acceptation du support

En complément des stipulations de l'article 9 du fascicule 67, titre III du C.C.T.G., il est précisé que l'acceptation du support pourra être effectuée en plusieurs fois compte tenu du planning de réalisation et de l'enchaînement des différents ateliers.

Article 11: Raccordement entre phases

Dans le cas où la membrane d'étanchéité en attente risque de séjourner pendant un temps plus ou moins long dans l'eau, l'entrepreneur doit soumettre au visa du maître d'œuvre un dispositif pour éviter l'absorption d'eau par la membrane et préserver son aptitude à la soudure*.

Chaque fois que possible**, les extrémités des membranes d'étanchéité en attente seront relevées hors du fil d'eau.

Si la membrane en attente est située à proximité immédiate d'une partie d'ouvrage en construction (ou en démolition), une protection mécanique soumise à l'agrément du maître d'œuvre doit être obligatoirement prévue.

La protection doit être soudée en continu entre lés, aussi bien en horizontal qu'en vertical. En vertical, elle doit être de plus soudée sur la membrane d'étanchéité au niveau des dispositifs provisoires d'arrêt de l'étanchéité.

* Par exemple : collage de bande de polyéthylène sur les deux faces.

** Par exemple : arrêts longitudinaux des étanchéités de radier.

* Seul le personnel accepté par le maître d'œuvre à l'issue des épreuves de convenance sera autorisé à effectuer les soudures sur le chantier.

Article 12 : Epreuves de convenance*

Dans le cadre des épreuves de convenance prévues par l'article 10.2 du fascicule 67, titre III, du C.C.T.G., les essais de convenance comporteront un essai allongement-résistance à la rupture (7.4.2.1.1 fascicule 67) et un essai de pelage sur les soudures (11.4.6 fascicule 67).

Article 13 : Contrôle

En application de l'article 11.4.6 du fascicule 67 du titre III le représentant du maître d'œuvre procédera selon la fréquence indiquée à des essais destructifs sur les soudures, tout résultat non conforme entraînera l'exécution des trois essais supplémentaires dans la zone défectueuse. Si un des trois essais est à nouveau mauvais, le maître d'œuvre pourra prescrire soit le remplacement de toute la zone concernée, soit le recouvrement par une bande soudée de toutes les soudures de la zone. Sera considérée comme mauvaise toute soudure présentant un défaut de continuité* ou une altération** dans la soudure.

Pour les matériaux opaques, un contrôle de continuité non destructif, électrique, par pression d'air ou dépression sera effectué systématiquement. Dans le cas du contrôle électrique, seule la méthode avec un ruban conducteur sera acceptée. Dans le cas de contrôle sous pression d'air de doubles soudures automatiques, une pression maximale de 0,2 MPa sera maintenue pendant 90 s. Les points triples et les pièces d'angle seront contrôlés par un dispositif de dépression.

* Un défaut de continuité est une zone qui présente une fusion nulle ou insuffisante.

** Une altération se caractérise par des zones carbonisées et/ou des inclusions de corps étrangers.

ANNEXE 5

RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDACTION DU C.C.T.P. TRANCHÉES COUVERTES CLAUSES TYPES POUR ÉTANCHÉITÉ PAR PRODUITS COULÉS OU PROJETÉS, POLYMÉRISÉS OU POLYMÉRISABLES EN PLACE

CHAPITRE I

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX - DESCRIPTION DES OUVRAGES

Article premier : Dispositions générales relatives à l'ouvrage et descriptions de la tranchée en section courante

* Il y aura éventuellement des sous-paragraphes si d'autres types d'étanchéité sont prévus dans l'ouvrage ou si une partie de l'étanchéité subit des agressions particulières (zones exposées au rayonnement ultraviolet par exemple).

* Les plans indiquent clairement :

- la localisation de l'étanchéité et de ses protections dans le profil en travers,
- les réservations prévues au droit des joints de bétonnage,
- les phasages éventuels,
- les points singuliers.

COMMENTAIRES

ANNEXE 5

RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDACTION DU C.C.T.P. TRANCHÉES COUVERTES CLAUSES TYPES POUR ÉTANCHÉITÉ PAR PRODUITS COULÉS OU PROJETÉS, POLYMÉRISÉS OU POLYMÉRISABLES EN PLACE

CHAPITRE I

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX - DESCRIPTION DES OUVRAGES

Article premier : Dispositions générales relatives à l'ouvrage et descriptions de la tranchée en section courante

Complexe d'étanchéité *

L'entrepreneur doit mettre en œuvre une étanchéité par produits coulés ou projetés, polymérisés ou polymérisables en place, en intrados du cadre (radier-piédroits) ou en extrados (dalle supérieure), entre les PM suivants de l'ouvrage :

L'étanchéité fait l'objet des plans n°... **

Les renseignements visés à l'article 3 du C.C.T.G. (Fascicule 67, titre III) sont les suivants :

TEXTE

* Ce soutènement peut être :

- parois ou panneaux préfabriqués,
- parois moulées,
- béton projeté.

Les parties d'ouvrages : piédroits - radier - dalle supérieure.

** Ces contraintes pourront être modulées en fonction des matériaux, des phases de travaux et de moyens prévus par l'étancheur dans la notice technique pour protéger le chantier contre les intempéries.

*** Cette valeur dépend de la hauteur d'eau ; elle est au minimum de 0,3 MPa.

- le support de l'étanchéité est constitué par le soutènement, ou le béton coffré des parties d'ouvrages définis aux articles du présent C.C.T.P. et aux plans n° *

- l'application de l'étanchéité n'est pas autorisée par des températures inférieures à 8 °C et par temps de pluie ****,

- le complexe d'étanchéité mis en œuvre devra rester étanche sous une pression de MPa *****.

CHAPITRE II

PROVENANCE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX ET PRODUITS

Article premier : Produits d'étanchéité

Les produits d'étanchéité mis en œuvre seront soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Article 2 : Etanchéité adhérente intrados et extrados

L'étanchéité est assurée par un film mince, à base de résine synthétique *, appliqué en place et adhérent au support.

Le complexe d'étanchéité est constitué :

- généralement d'une couche primaire d'accrochage,
- d'une ou plusieurs couches de résine synthétique ne contenant pas de solvant.

* Le film peut être constitué par une résine époxydique, polyuréthane, acrylique, époxy-uréthane ou méthacrylate.

Article 3* : Le film d'étanchéité doit être conforme aux spécifications du titre III du Fascicule 67 du C.C.T.G. :

* Pour certaines zones exposées au feu, il peut être demandé un classement M1 ou prévoir un revêtement de protection qui lui confère un classement.

- spécifications générales de l'article 6,
- spécifications particulières aux produits coulés ou projetés, polymérisés ou polymérisés en place (art. 7.2),
 - en cas de ragréage, les matériaux seront choisis dans la liste des produits de réparation des bétons, ayant subi la procédure d'évaluation de qualité mise en place au laboratoire central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C.).

Article 4: Epaisseur du film d'étanchéité

L'épaisseur moyenne du film d'étanchéité est de 2 millimètres, et il ne devra pas y avoir d'épaisseur minimale inférieure à 1,5 millimètre. Dans le cas où la résine synthétique est située sous le béton bitumineux de roulement, l'épaisseur moyenne est de 2,5 millimètres et l'épaisseur minimale de 2 millimètres.

Article 5 : Protection d'étanchéité

En cas d'application sur une dalle supérieure, il est mis en place un grillage avertisseur placé à 10 cm de l'étanchéité sur une couche de sable, dans le cas où la hauteur de remblai sur la dalle supérieure est comprise entre 0,5 et 2 mètres. Dans le cas où la hauteur de remblai est inférieure à 0,50 mètre, une chappe de béton grillagée de 5 centimètres d'épaisseur est exécutée sur l'étanchéité.

Article 6 : Livraison et contrôle des produits

Les stipulations sont données par l'article 8 du titre III du Fascicule 67 du C.C.T.G. ; l'essai visé à l'alinéa 8.3.2.2 est effectué dans le cadre des épreuves de convenance.

* 2 pastilles par 250 m².

CHAPITRE III

MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

Article 7 : Acceptation du support

Une visite d'acceptation du support sera effectuée conjointement par le maître d'œuvre, l'entrepreneur de gros œuvre et l'étancheur. Il sera procédé à des mesures de la cohésion superficielle du béton par essai de tractions sur pastille collée *.

Si la cohésion est supérieure à 2 MPa, le support sera accepté.

Si la cohésion est inférieure à 2 MPa, il sera exigé un décapage de la surface jusqu'à l'obtention de la cohésion requise, et ceci à la charge de l'entreprise de gros œuvre.

Dans le cas de ragréages, leur cohésion superficielle et leur adhérence au support seront également de 2 MPa **.

Il sera également procédé à un contrôle de rugosité et celle-ci devra être plus faible ou égale à celle définie par la plaquette P1 ***, dans le cas où l'étanchéité se trouve juste en dessous de la couche de roulement, et à celle définie par la plaquette P2 dans les autres cas.

En complément des prescriptions concernant le support de l'étanchéité, de l'article 9 du titre III du Fascicule 67 du C.C.T.G., il est précisé que la réception du support pourra être effectuée en plusieurs fois compte tenu du planning de réalisation et de l'enchaînement des différents ateliers.

** Ce qui impose pratiquement l'utilisation de résines thermo-durcissables type époxydique.

*** Se reporter au dossier pilote S.T.E.R. 81, repris partiellement dans l'annexe 6 du titre I du fascicule 67.

Article 8 : Epreuves de convenance

Dans le cadre des épreuves de convenance prévues par l'article 10.2 du Fascicule 67, titre III du C.C.T.G., les essais de convenance comporteront un essai de traction longitudinale (7.2.2.1.2, fascicule 67), un essai d'adhérence au support (7.2.2.1.3, fascicule 67), un essai de dureté (7.2.2.1.4, fascicule 67) et un contrôle de l'épaisseur.

Article 9 : Contrôle

En application de l'article 11.2.6 du Fascicule 67, titre III, le représentant du maître d'œuvre procédera selon la fréquence indiquée à des essais destructifs sur le film d'étanchéité ; tout résultat non conforme entraînera l'exécution de trois essais supplémentaires dans la zone défectueuse. Si un des trois essais est à nouveau mauvais, le maître d'œuvre pourra prescrire le remplacement de toute la zone concernée, à l'examen visuel la surface extérieure du film ne devra pas présenter de défauts.

En particulier, la surface extérieure du film ne devra pas présenter de bulles ni de trous d'épingles ; il ne devra pas présenter de microbullage interne.

ANNEXE 6

ESSAI DE POINÇONNEMENT STATIQUE D'ÉCRANS DE PROTECTION DE MEMBRANES SYNTHÉTIQUES

I. - DOMAINE D'APPLICATION

Ce mode opératoire est en large concordance avec le projet de norme NPF 84-507. Il permet d'évaluer la résistance au poinçonnement statique d'écrans utilisés dans les travaux d'étanchéité en souterrain pour protéger les membranes d'étanchéité ; ces écrans de protection sont généralement disposés entre le support et la membrane d'étanchéité. Ils peuvent également être disposés, dans certains cas, entre la membrane et les matériaux de recouvrement (béton ou remblais).

Les matériaux pouvant être testés selon cet essai sont actuellement des membranes synthétiques, seules ou en association avec des supports mousse ou géotextile. Les géotextiles peuvent être testés soit par cette méthode soit par la norme NGF 38019.

II. - PRINCIPE

La résistance à la perforation est évaluée par la force maximale nécessaire à l'enfoncement d'un poinçon cylindrique jusqu'à la perforation complète du matériau testé ; pendant l'essai, celui-ci est disposé dans un système bride/contrebride et ne repose sur aucun support.

On établit :

- la résistance au poinçonnement ;
- l'enfoncement du poinçon correspondant à la force maximale.

III. - APPAREILLAGE

Il est constitué d'un système bride/contrebride d'ouverture centrale 4,5 cm et d'un diamètre extérieur suffisant pour qu'il n'y ait pas de glissement de l'éprouvette testée pendant l'essai (*voir schéma*).

Le poinçon est un cylindre de diamètre $8 \pm 0,05$ mm ; l'extrémité poinçonnante est plate, perpendiculaire à la génératrice du cylindre et chanfreinée à 45° à 0,8 mm du bord.

Il est installé sur une machine de compression permettant une mesure des forces avec une précision de 1 % de la valeur mesurée et des déplacements du poinçon à 0,5 mm près.

IV. - PROCÉDURE GÉNÉRALE D'ESSAI

L'éprouvette à tester est positionnée sur le porte-éprouvette. Le serrage est effectué en plusieurs fois car les matériaux testés sont généralement compressibles.

Pour les matériaux composites, la face de l'éprouvette en contact avec le poinçon est celle qui, sur chantier, sera en contact avec le support.

Un trait repère est effectué à la périphérie de l'ouverture centrale du système porte-éprouvette pour visualiser tout glissement de l'éprouvette pendant l'essai.

Le porte-éprouvette est disposé de telle façon que le poinçon en position initiale soit au contact de l'éprouvette, en son centre, sans tension ni déformation initiale de celle-ci.

La vitesse d'essai est de 50 mm/mm (± 5).

L'essai est effectué cinq fois pour les membranes seules et dix fois pour les membranes associées à un géotextile et pour les géotextiles seuls.

La résistance au poinçonnement F , relative à chacun des essais élémentaires, est la valeur maximale de la force appliquée.

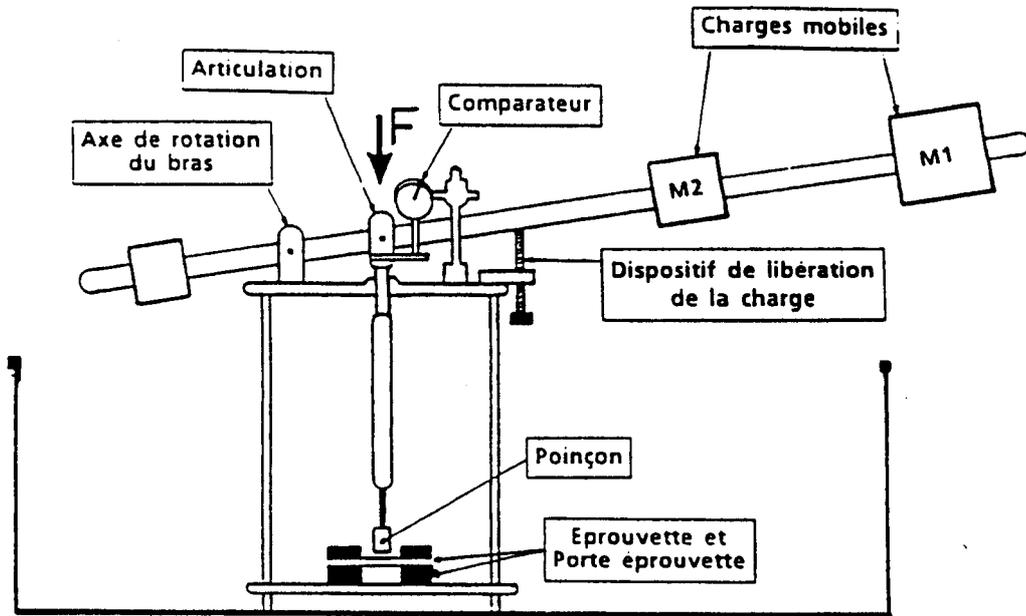
V. - EXPRESSION DES RÉSULTATS

La résistance au poinçonnement F est la moyenne arithmétique exprimée en kN des forces de poinçonnement correspondant à chacun des essais ; si un ou plusieurs des résultats s'écartent de plus de 15 % de la valeur moyenne, ils sont considérés comme nuls et les essais élémentaires correspondants sont recommandés.

On mentionne l'enfoncement moyen (en mm) du poinçon correspondant à la force F .

- INDENTOMETRE -

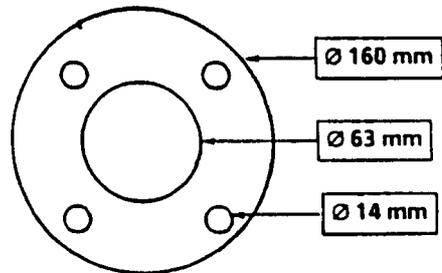
extrait de NFT 66 002



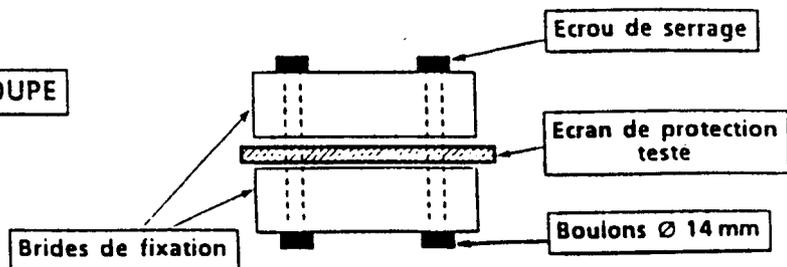
- L'essai peut être effectuée avec ou sans eau dans le bac, à différentes températures.

PORTE - EPROUVETTE

VUE DE DESSUS



COUPE



SCHEMA DE L'APPAREILLAGE

ANNEXE 7

ESSAI DE POINÇONNEMENT DYNAMIQUE SUR COMPLEXES D'ÉTANCHÉITÉ A BASE DE MEMBRANES SYNTHÉTIQUES

CLASSEMENT DES SYSTÈMES DE PROTECTION

AVANT-PROPOS

Deux types d'essais peuvent être pratiqués :

- la méthode « du cylindre » qui a été largement utilisée et qui est discutée en A ;
- la méthode « du pendule » plus reproductible et qui fait l'objet de la norme NFP 84-506 ; la correspondance avec les classes du premier essai est donnée en fin d'annexe (B).

A. Méthode « du cylindre ».

I. - DOMAINE D'APPLICATION

Cet essai permet d'évaluer la résistance au poinçonnement dynamique des complexes d'étanchéité utilisés en travaux souterrains (écran de désolidarisation par rapport au support -feuille d'étanchéité en matériau de synthèse - écran de protection). Il permet de comparer le comportement de différents types de complexes, de manière qualitative, mais il ne permet pas de chiffrer de manière précise ces comparaisons. Il permet cependant de classer les écrans de protection en trois grandes classes d'efficacité. Dans son état actuel, cet essai n'est pas utilisable pour les feuilles d'étanchéité bitumineuses et le classement n'est relatif qu'à la température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

N.B. : le classement d'un écran de protection n'est valable que pour le complexe total testé à l'essai (feuille d'étanchéité, écrans de protection et de désolidarisation) ; **le résultat obtenu n'est donc pas spécifique au seul écran de protection.**

II. - PRINCIPE

L'essai de poinçonnement est effectué au moyen de deux outils de poinçonnement de 2.000 g et 1.600 g, percutant le complexe à tester après une chute oblique, dirigée par un tube guide en PVC.

III. - CONDITIONS D'ESSAI (voir schéma)

- hauteur de chute1 m
- inclinaison37°
- hauteur de l'extrémité du tube de guidage par rapport à la surface de l'éprouvette à tester0,35 m
- dimension des éprouvettes20 x 40 cm

Caractéristiques des corps d'épreuve poinçonnants (projectiles)

Les outils poinçonnants utilisés sont des tuyaux en acier, cylindriques, creux.

- | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------|
| - longueur (mm) | 200 | 160 |
| - diamètre ext. (mm) | 64 | 64 |
| - diamètre int. (mm) | 48 | 48 |
| - poids | 2.000 g
± 50 g | 1.600 g ± 50 g |

L'arête extérieure du tuyau est régulièrement avivée (à la lime).

IV. - MODALITÉS D'ESSAIS

On dispose le complexe à tester sur le sol (béton lisse) et on prend toute disposition pour éviter tout glissement du complexe testé pendant l'essai. On introduit l'outil de poinçonnement dans l'extrémité supérieure du tube guide ; lorsque l'extrémité supérieure de l'outil est au ras de l'extrémité du tube guide, on le libère sans lui communiquer de vitesse initiale.

L'essai est effectué dix fois à la température de 23 °C ± 2 °C sur des emplacements d'impacts différents distants d'au moins deux centimètres ; il peut également être effectué à d'autres températures (à définir avec le demandeur suivant le type de matériau et les conditions de service).

Pour les essais à basse température, les matériaux sont testés immédiatement à la sortie des enceintes climatiques où ils ont été conservés préalablement au moins pendant quatre heures.

Les feuilles et écrans doivent être très plans au moment de l'essai (pas d'ondulation).

V. - EXAMEN DES ALTÉRATIONS

On estime qualitativement l'altération observable sur chacune des faces de la membrane d'étanchéité testée ainsi que sur celles de l'écran de protection.

Les niveaux ci-après correspondant à l'examen de la feuille après un délai de cinq minutes.

Niveau 0 : aucune altération n'est visible.

Niveau 1 : empreinte légère ; noter si l'empreinte est visible sur une face ou sur les deux faces de la feuille.

Niveau 2 : empreinte profonde (1 face ou 2 faces).

Niveau 3 : coupure superficielle de la feuille sur une face ou les deux faces.

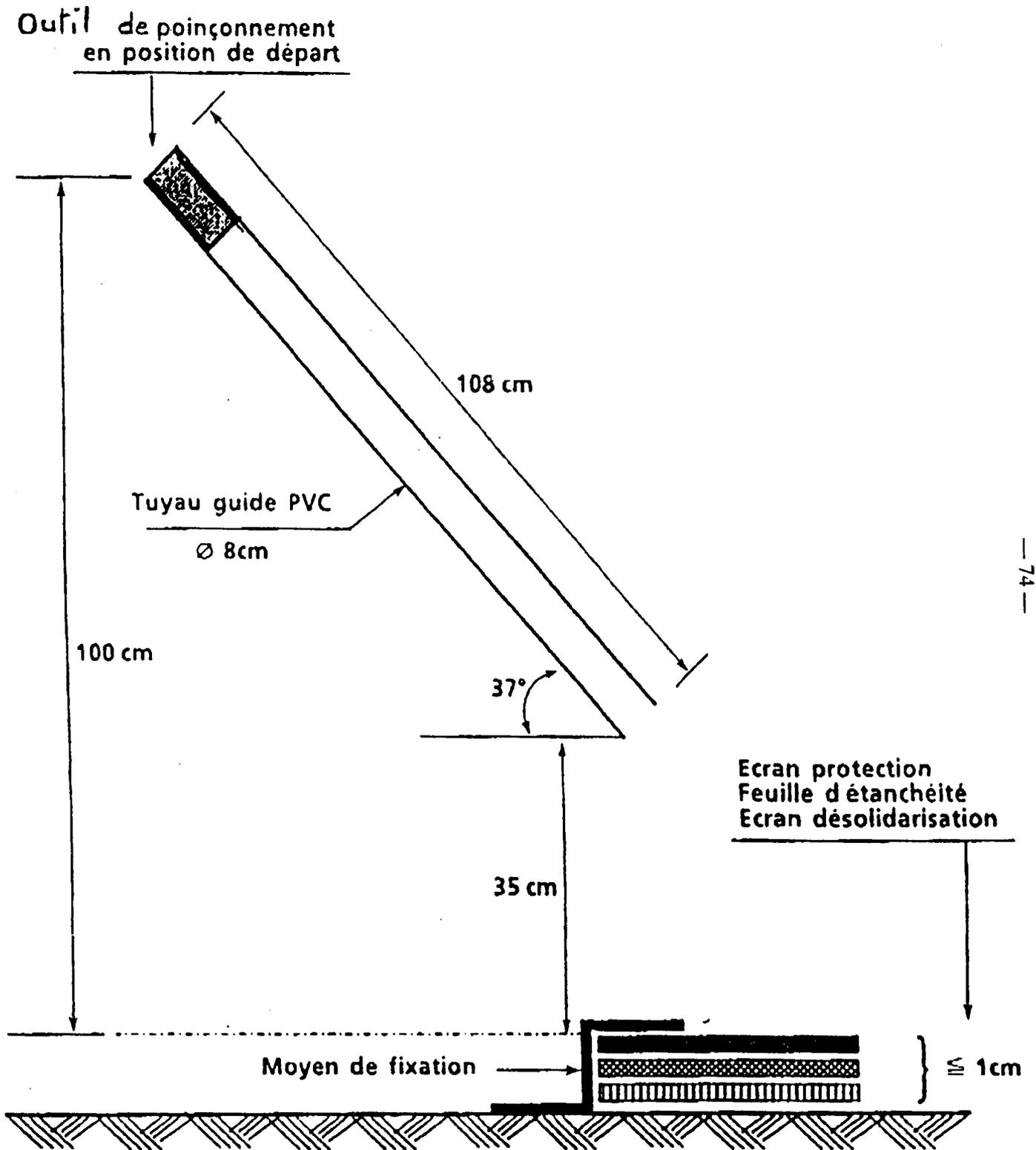
Niveau 4 : coupure profonde (évaluer la profondeur).

Niveau 5 : perforation totale.

On détermine le **nombre de cas** (sur 10 essais successifs) où on a une altération de **niveau 3** ; celle-ci se repère à l'ongle au besoin en pliant la feuille à 180° au droit de l'impact, ou par tout moyen optique approprié (loupe de grossissement six).

On effectue deux séries de dix essais et on prend la moyenne arithmétique des résultats correspondant à chaque niveau d'altération

SCHEMA DE PRINCIPE DU DISPOSITIF D'ESSAI



VI. - EXPRESSION DES RÉSULTATS

6.1 DÉTERMINATION DE LA CLASSE D'EFFICACITÉ DU SYSTEME DE PROTECTION.

Cette détermination se fait uniquement à partir de l'examen de la membrane d'étanchéité, pratiqué selon les modalités décrites au paragraphe 5 ; l'examen de l'écran n'est mentionné dans le compte rendu d'essais qu'à titre informatif.

n = nombre d'essais correspondant à une altération de niveau n.

par exemple : pour dix essais pratiqués :

n₃ = nombre d'essais correspondant à un niveau d'altération 3 (coupure superficielle).

n₄ = nombre d'essais correspondant à une altération de niveau 4.

Poids Projectiles	2 000 g	1 600 g
Classe d'efficacité du système de protection		
Classe I	$\frac{n_3 = n_4 = n_5 = 0}{\text{Tolérance : } n_4 = n_5 = 0 \text{ et } n_3 \leq 2^*}$	
Classe II		$\frac{n_3 = n_4 = n_5 = 0}{\text{Tolérance : } n_4 = n_5 = n_0 \text{ et } n_3 \leq 2^*}$
Classe III		$2 < n_3 \leq 6^{**} \text{ et } n_4 = n_5 = 0$

* Tolérance jusqu'à $n_3 \leq 2$. Si $n_3 = 2$, on refait une troisième série d'essais et on prend la moyenne arithmétique des 3 résultats

** Si $n_3 > 6$: matériau non CLASSABLE.

COMMENTAIRES

Quand la classe d'efficacité du système de protection est déterminée, on procédera aux mêmes essais avec un écran connu et de classe connue (étalonnage) ; à titre d'exemple un système de protection comportant un écran constitué d'une armature de PCV plastifié continue, (sans armature ni feutre support) de 1,7 mm d'épaisseur et de dureté SHOREA de 75 à 80, SHORE D 30 à 35 (à dix secondes) protégeant une feuille d'étanchéité en PCV plastifié d'épaisseur 20 (1/10 de mm) sous la quelle a été placé un écran de désolidarisation en géotextile de 700 g/m² appartient en général à la classe II, le même écran en 1,5 mm confère au système un classement III, le même en 2,1 mm un classement de I.

6.2 IDENTIFICATION DES MATÉRIAUX TESTÉS

Sur le procès verbal d'essai, on mentionnera les critères d'identification suivants :

Ecran de protection :

- appellation commerciale,
- nature chimique ; type de structure,
- dureté SHORE A (mesurée sur 4 mm d'épaisseur),
- résistance et élongation à la rupture en traction à 23 °C ± 2 °C, (NFG 84501),
- épaisseur (en 1/10 mm),
- masse surfacique (en g/m²),
- densité.

Géotextile de désolidarisation :

- appellation commerciale,
- nature chimique ; type de structure,
- masse surfacique,
- épaisseur,
- résistance en traction à 23 °C ± 2 °C (NFG 07001 ou NFG 38014).

B. Méthode « du pendule ».

A l'issue de l'essai effectué suivant la norme NFP 84-506, le classement des complexes testés au poinçonnement dynamique s'effectue sur les bases suivantes :

Classe I	Energie \geq 10,75 joules.
Classe II	Energie \geq 8,75 joules.
Classe III	Energie \geq 8 joules.
Non classable	Energie $<$ 8 joules.

L'identification des matériaux est effectuée suivant le § 6.2 du A.

ANNEXE 8

ESSAI DE COMPORTEMENT DANS L'EAU DES MEMBRANES SYNTHÉTIQUES

I. - DOMAINE D'UTILISATION

Cet essai permet de juger du comportement dans l'eau des membranes d'étanchéité en matériau de synthèse. Le comportement du matériau dans l'eau est évalué par l'évolution de sa masse après une période d'immersion ; cette évolution correspond ,par exemple dans le cas d'un PVC plastifié, principalement à la perte de plastifiant.

Cet essai n'est pas adapté au cas des matériaux à forte absorption d'eau (supérieure à 3 %).

II. - PRINCIPE

Il comprend un **essai accéléré** dans l'eau chaude et un **essai à long terme** à température ambiante. Conventionnellement, l'eau utilisée est de l'eau désionisée pour l'essai accéléré et de l'eau du réseau pour l'essai à long terme.

III. - MATÉRIEL

3.1 ESSAI ACCÉLÉRÉ

- Bain d'immersion : cuve transparente, par exemple en matière plastique, d'environ 25 cm x 20 cm et 20 cm de hauteur, munie d'un bloc amovible de chauffage/régulation/agitation (hélice) ; ce bain ne peut contenir plus de six éprouvettes 10 x 10 cm.
- Couvercle sur lequel sont accrochées les éprouvettes testées (par élastiques et/ou fils d'acier inoxydables) ; celles-ci ne doivent pas se toucher.
- Eau permutée (résistivité supérieure à 7 Mohm) à la température de $60\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.
- Le niveau d'eau est ajusté à 2 cm au-dessus du sommet des éprouvettes; cette eau est changée tous les jours.

3.2 ESSAI A LONG TERME

- Eau du réseau (dureté totale entre 10 et 30 °F).
- Vidange de l'eau tous les 15 jours (rinçage des parois du bac mais pas des éprouvettes).
- Volume d'eau minimum par éprouvette ; le même que pour l'essai accéléré (soit environ 1,5 litre pour une surface d'éprouvette de 100 cm²).
- Température 20 °C ± 3.

IV. - MODE OPÉRATOIRE

Pour chaque matériau testé on découpe 5 éprouvettes d'environ 10 cm x 10 cm.

Le poids P_0 de chacune de ces éprouvettes est déterminé après nettoyage très léger des surfaces avec un chiffon imbibé d'alcool éthylique, passage à l'étuve à 50 °C pendant 24 heures et refroidissement au dessiccateur (au silica-gel) pendant quelques heures.

Deux éprouvettes témoins, qui ne seront pas immergées sont alors remises à l'étuve 48 heures à 50 °C et refroidies au dessiccateur quelques heures nettoyées, puis légèrement à l'alcool et pesées (Poids P_3).

Les trois autres éprouvettes sont immergées **10 jours** dans l'eau (ou 1 an pour l'essai à long terme).

On sort alors les éprouvettes, on laisse égoutter en position suspendue pendant 1 heure, on nettoie avec un chiffon imbibé d'alcool le dépôt (gluant) qui éventuellement a pu se former et on détermine leur poids P_1 .

Après séchage de 48 heures en étuve à 50 °C et refroidissement au dessiccateur comme précédemment, on détermine le poids P_2 .

Toutes les pesées sont effectuées au 1/10 de mg.

V. - EXPRESSION DES RÉSULTATS

a) Terme correctif correspond à la perte de masse éventuelle occasionnée par le **séchage** des éprouvettes après la phase d'immersion.

$$C (\%) = \frac{P_0 - P_3}{P_3} \times 100 \text{ (moyenne de 2 résultats)}$$

Seules les valeurs positives de C sont prises en compte comme terme correctif au paragraphe 5b.

b) Perte de poids après immersion : (en %)

$$\text{Perte de poids en \% : } \frac{P_0 - P_2}{P_0} \times 100 - C$$

Chaque résultat de perte de poids après immersion est la moyenne arithmétique de trois résultats élémentaires, la dispersion des résultats est en général de 0,1, à 0,2 % ; (en valeur absolue) pour une gamme de mesure de 0 à 2 %.

REMARQUES :

(1) On peut observer quelquefois après immersion un gain de poids (au lieu d'une perte du poids) pour certains matériaux à forte absorption d'eau (cas par exemple des polyéthylènes chlorés) : dans ce cas l'essai n'est pas significatif.

(2) A titre indicatif on peut conventionnellement et approximativement évaluer le pourcentage d'eau absorbée au cours de l'essai, par l'expression :

$$\frac{P_1 - P_0}{P_0} \text{ (en \%)}$$

ANNEXE 9

ESSAIS DE RÉSISTANCE A LA SOUS-PRESSION D'UN FILM D'ÉTANCHÉITÉ ADHÉRENT EN PRODUITS POLYMÉRISABLES EN PLACE

I. - DOMAINE D'UTILISATION

Ce mode opératoire a pour but de tester le comportement à la sous-pression de films de résine polymérisables en place et adhérents au support béton, utilisés dans les étanchéités d'ouvrages souterrains, pour lesquels la pression d'eau extérieure tend à faire décoller le film de son support.

Les conditions opératoires utilisées ont un caractère très conventionnel qui ne reflètent pas forcément les conditions réelles de service ; ainsi l'épaisseur moyenne du film testé est conventionnellement de 2 mm ; d'autres épaisseurs peuvent être utilisées si le marché le précise.

II. - PRINCIPE

Le produit à tester est appliqué sur une des faces planes d'une éprouvette cylindrique en mortier poreux. Une pression d'eau est appliquée sur l'autre face suivant un programme défini ; on observe le comportement du film et on mesure la quantité d'eau écoulée pendant la durée de l'essai.

III. - APPAREILLAGE ET ÉPROUVETTES PRÉPARATION DES ÉPROUVETTES

L'appareillage, les matériaux (support en mortier poreux) et la préparation des surfaces avant application sont conformes à la norme NFP 18-855 (paragraphe 4, 5.1, 5.2).

IV. - APPLICATION DES RÉSINES

Le film est appliqué sur une épaisseur de 2 mm suivant les modalités précisées par le fabricant (application préalable d'un primaire éventuellement).

L'application des résines se fait sur une des deux faces planes des disques en mortier. On prépare 3 éprouvettes revêtues de film pour chacune des modalités de préparation des éprouvettes suivantes (décrites dans l'annexe 10) :

- support sec et humide,
- pour le support humide, conditionnement normal et conditionnement spécial.

V. - MODALITÉS D'ESSAIS

Les éprouvettes sont disposées dans les cellules d'essais, la face mortier poreux non revêtue de film, en contact avec l'eau.

Une mise en eau préalable de 16 heures à la pression de 0,1 MPa est effectuée, puis la montée en pression est effectuée à raison de 0,1 MPa toutes les heures jusqu'à 0,5 MPa ; cette pression est maintenue constante pendant 24 heures. Elle est ensuite augmentée de 0,1 MPa toutes les heures jusqu'à 1 MPa, pression qui est maintenue pendant 24 heures.

Pour chacun des trois modes de préparation/conditionnement l'essai est réalisé sur trois éprouvettes revêtues de film ; deux éprouvettes témoins non revêtues de film de résine sont également testées.

Si une fuite se manifeste entre les éprouvettes et la cellule d'essai, l'essai est à recommencer.

VI. - EXPRESSION DES RÉSULTATS

Le comportement du film en sous-pression est jugé satisfaisant si pendant la durée de l'essai, on n'observe sur aucune des éprouvettes testées ni écoulement d'eau à travers le film, ni modification physique du film tels que décollements, cloquage, pelage entre couches.

Le cas échéant, on mentionne sur le procès-verbal le moment et la pression auxquels se produit l'altération du film et éventuellement le volume d'eau qui percole à travers le film (volume que l'on pourra comparer avec celui mesuré sur l'éprouvette témoin non revêtue).

ANNEXE 10

MODALITÉS DE PRÉPARATION ET DE CONDITIONNEMENT DES MATÉRIAUX D'ÉTANCHÉITÉ EN FILMS ET EN MEMBRANES POUR ESSAIS PHYSICO-MÉCANIQUES

1. **Cas des films minces adhérents** (par produits polymérisé ou polymérisables en place).

1.1. PRÉPARATION EN LABORATOIRE

Chaque composant est homogénéisé dans son emballage d'origine à l'aide d'un système adapté (agitateur mécanique par exemple) pendant 5 minutes.

Les constituants (base et durcisseur) sont pesés dans un récipient adapté puis mélangés pour homogénéisation à l'aide d'un système efficace (agitateur mécanique par exemple) pendant 3 minutes dans les proportions et à la température précisées dans la fiche technique.

La préparation des éprouvettes d'essai et leur mise en température pour l'essai sont décrites dans le mode opératoire de chaque essai.

Les modalités de conditionnement avant l'essai sont décrites ci-après.

Pour certains produits monocomposants, et/ou contenant des solvants les éprouvettes doivent être effectuées par couches minces successives pour permettre un durcissement à cœur des films ; dans ce cas, l'épaisseur maximum de chaque couche et les délais minimum et maximum entre couches seront ceux indiqués par le fabricant.

1.2. PRÉPARATION SUR LE SITE

Lors des opérations de répandage sur le chantier du système d'étanchéité, des prélèvements sont coulés sur une épaisseur de $4 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ sur des plaques d'acier de 20 par 30 cm préalablement traitées par un agent démoulant (alcool polyvinylique ou agent démoulant en bombe aérosol).

Ces plaques sont maintenues, horizontalement, sur le chantier, à l'abri des dégradations éventuelles (vent, pluie, poussière, vandalisme) jusqu'à ce que leur durcissement permette leur transport au laboratoire (24 ou 48 heures).

1.3. PRÉPARATION DES SURFACES D'APPLICATION - CONDITIONS D'APPLICATION - CONDITIONS DE CONSERVATION

En fonction des essais pratiqués le mode de conditionnement des éprouvettes est indiqué ci-après.

A noter qu'en fin de conditionnement les éprouvettes doivent être mises au moins 4 heures à la température de l'essai.

1.3.1 FISSURATION PROVOQUÉE, TRACTION

- 2 jours à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et 50 % d'hygrométrie $\pm 5\%$
- 2 jours à 50 °C (étuve avec ventilation naturelle)
- 7 jours à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et 50 % hygrométrie $\pm 5\%$
- le douzième jour, on effectue un choc thermique ; on porte une étuve ventilée à $140\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant deux heures et on y introduit les éprouvettes. La température est maintenue 10 minutes. On coupe alors le chauffage en maintenant la ventilation de façon à ramener la température à 40 °C en 6 heures environ.

REMARQUE : le choc thermique à 140 °C n'est en fait nécessaire que pour une utilisation des films placés directement sous chaussées bitumineuses.

1.3.2 ADHÉRENCE SUR SUPPORT BÉTON SEC OU HUMIDE, DURETÉ, RÉSISTANCE A LA SOUS-PRESSION D'EAU

1.3.2.1 PRÉPARATION DES SURFACES D'APPLICATION

1.3.2.1.1 CAS D'UN SUPPORT SEC

Elle est effectuée selon la norme NFP 18-852 (paragraphe 5.3 et 5.3.1).

1.3.2.1.2 CAS D'UN SUPPORT HUMIDE

Elle est effectuée selon la norme NFP 18.852 (paragraphe 5.3 et 5.3.2).

1.3.2.2 CONDITIONS D'APPLICATION DES PRODUITS :

Selon la norme NFP 18852 paragraphe 6-1

1.3.2.3 CONSERVATION APRES APPLICATION DU FILM

1.3.2.3.1 Cas des applications du film sur support sec

Sept jours à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$; hygrométrie $50\% \pm 5\%$ puis dans l'eau jusqu'à 28 jours d'âge (selon NFP 18.852 paragraphe 6-2).

1.3.2.3.2 Cas des applications sur supports humides.

Deux modes de conservation sont pratiqués :

a) Modalités normales (idem paragraphe 1.3.2.3.1).

b) Modalités spéciales :

- 1 heure à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ hygrométrie relative de $50\% \pm 5\%$
- 48 heures à $10\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ hygrométrie relative de $95\% \pm 5\%$
- 6 jours à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ hygrométrie relative de $50\% \pm 5\%$

1.3.3 TRACTION APRÈS VIEILLISSEMENT ARTIFICIEL

Même conditionnement qu'en 1.3.1 puis pendant 6 semaines vieillissement artificiel suivant norme NFI 30049.

2. Cas des membranes d'étanchéité préfabriquées

Contrairement aux systèmes de type film mince de résine, les membranes préfabriquées ne nécessitent pas de préparation ; elles sont conservées en laboratoire à température et humidité ambiantes soit $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et hygrométrie relative de $50\% \pm 5\%$, pendant au moins un jour avant essai.

ANNEXE 11

NORMES FRANÇAISES

NF 41514	Protection des matières plastiques, deuxième partie - Détermination du comportement sous l'action des champignons et des bactéries. Evaluation par estimation visuelle ou par le mesurage des variations de masse ou de caractéristiques physiques.
NF T 51034	Plastiques - Détermination des caractéristiques en traction.
NF T 30049	Peintures - Revêtement à usage extérieur - Essais de vieillissement artificiel.
NF T 51109	Détermination de la dureté SHORE A ou D.
NF P 84350	Feutres bitumés et chapes souples de bitume armé - Méthodes d'essais.
NF T 54111	Matières plastiques - feuilles transparentes en polyéthylène - Détermination du « trouble » par évaluation des lumières diffusées et transmises.
NF T 54101	Matières plastiques - feuilles - Présentation et dimensions - méthodes de contrôle.
NF G 38014	Textiles - Articles à usages techniques - essais des géotextiles - Détermination de la résistance à la traction.
NF G 07001	Textiles - Détermination de la force et de l'allongement à la rupture par traction.
NF P 18334	Adjuvants pour bétons - Hydrofuges de masse.
NF P 18855	Produits ou systèmes de produits destinés aux applications superficielles sur béton durci. - Essais de perméabilité aux liquides.
NF P 18852	Produits ou systèmes de produits destinés aux applications superficielles sur béton durci. - Essais d'adhérence par traction sur éprouvette sciée.
NF G 38019	Géotextiles. - Résistance au poinçonnement.
NF P 84501	Géomembranes. - Détermination des caractéristiques en traction.

NF P 84502/2	Géomembranes. - Essais des joints. - Résistance en traction/palage.
NF P 84507	Géomembranes. - Résistance au poinçonnement statique (projet).
NF P 84506	Géomembranes. - Résistance au poinçonnement dynamique.
DTU 14 1 (NF P 11 221)	Travaux de cuvelage
DTU 26.1 (NF P 15 201)	Enduits aux mortiers de liants hydrauliques.
NF P 15301	Liants hydrauliques - Définition, classification des ciments.
NF P 18301	Adjuvants pour béton - Définition, classification.
NF P 85 507	Produits pour joints - Essai d'adhésivité cohésion sous traction jusqu'à rupture (EQV ISO 8339).
NF P 85 508	Produits pour joints - Essai d'adhésivité cohésion sous traction maintenue (EQV ISO 8340).
NF P 85 517	Produits pour joints - Essai d'adhésivité cohésion sous traction maintenue après immersion et après traitement thermique.
NF P 85518	Produits pour joints - Essai d'adhésivité cohésion sous traction jusqu'à rupture après immersion et après traitement thermique.
NF P 18303	Béton - Mise en œuvre - Eau de gâchage.

MODES OPÉRATOIRES LCPC

Caractéristiques mécaniques de matériaux en film et en feuilles. - Projet de mode opératoire LCPC décembre 1979.

Détermination de la composition d'une feuille d'étanchéité bitumineuse. - Projet de mode opératoire - LCPC - Décembre 1979.

ANNEXE 12

**RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDACTION DU BORDEREAU DE PRIX
CLAUSES TYPES POUR LES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉTANCHÉITÉ**

BORDEREAU TYPE - TUNNELS CREUSÉS

N° PRIX DU MARCHE	DÉSIGNATION DES MATÉRIAUX ET OUVRAGES	UNITÉ
1	<p>ÉTANCHÉITÉ D'EXTRADOS EN SOUTERRAIN</p> <p>Ce prix rémunère au mètre carré de surface théorique mesurée suivant la ligne E (cf. Fascicule 69), la fourniture et la mise en œuvre d'une étanchéité d'extrados conforme aux spécifications du marché.</p> <p>Ce prix comprend notamment :</p> <ul style="list-style-type: none">— L'utilisation d'un portique mécanisé s'il y a lieu.— La fourniture et la mise en place par spitage ou chevillage d'une protection mécanique constituée d'une membrane synthétique sur géotextile et d'une façon générale des protections prévues à la notice technique.— La fourniture et la mise en place de la membrane d'étanchéité proprement dite, les soudures entre lès, y compris notamment entre la membrane d'étanchéité inférieure en arrière de la banquette et la membrane d'étanchéité supérieure en arrière du béton de voûte.— Les contrôles non destructifs.— Toutes réparations effectuées sur l'étanchéité avant bétonnage. <p>Le mètre carré</p>	m2
2	<p>PORTIQUE MÉCANISÉ DE POSE</p> <p>Ce prix rémunère forfaitairement la mise à disposition et le repliement d'un portique mécanisé de pose du complexe d'étanchéité d'extrados.</p> <p>Le forfait :</p>	

N° PRIX DU MARCHE	DÉSIGNATION DES MATÉRIAUX ET OUVRAGES	UNITÉ
3	<p>ÉTANCHÉITÉ D'EXTRADOS A L' AIR LIBRE</p> <p>Ce prix rémunère au mètre carré de surface théorique mesurée à l'extrados des ouvrages de tête bétonnés à l'air libre, la fourniture et la mise en œuvre d'une étanchéité d'extrados conforme aux spécifications du CCTP.</p> <p>Ce prix comprend :</p> <ul style="list-style-type: none">— La préparation du support.— La fourniture et la mise en place des protections mécaniques amont et aval.— La fourniture et la mise en place de la membrane d'étanchéité proprement dite, les soudures entre lès, ainsi que toute sujétion de raccordement avec l'étanchéité d'extrados en souterrain. <p>Le mètre carré :</p>	m2
4	<p>ARRÊT D'ÉTANCHÉITÉ D'EXTRADOS SUR CASQUETTE</p> <p>Ce prix rémunère au mètre linéaire théorique la fourniture et la mise en œuvre du dispositif d'arrêt sur casquette de l'étanchéité d'extrados suivant le dispositif prévu au marché.</p> <p>Ce prix comprend :</p> <ul style="list-style-type: none">— La fourniture et la mise en œuvre du profilé spécial de raccordement.— La soudure de l'étanchéité d'extrados sur ce profilé. <p>Le mètre linéaire</p>	ml

BORDEREAU TYPE - TRANCHÉES COUVERTES

N° PRIX DU MARCHE	DÉSIGNATION DES MATÉRIAUX ET OUVRAGES	UNITÉ
1	<p>ÉTANCHÉITÉ DES DALLES, RADIERS ET PIEDROITS EN MEMBRANE PVC : épaisseur 2 mm translucide</p> <p>Ce prix s'applique à l'étanchéité des diverses parties et rémunère la fourniture et la mise en œuvre, y compris toutes protections et écrans de désolidarisation définis au marché ainsi que la soudure continue de la protection et le contrôle continu. La surface à prendre en compte est la surface nécessaire après achèvement de l'ouvrage, sans majoration pour recouvrement des différentes bandes mises en œuvre.</p> <p>a) Dalle supérieure : Le mètre carré :</p> <p>b) Piedroits : Le mètre carré :</p> <p>c) Radier : Le mètre carré :</p>	<p>m2</p> <p>m2</p> <p>m2</p>
2	<p>RACCORDEMENT DE L'ÉTANCHÉITÉ SUR FOURREAU permettant le passage des pénétrations (eau, prise de terre, téléphone, autres fluides) quel que soit le diamètre.</p> <p>L'unité :</p>	<p>u</p>
3	<p>RACCORDEMENT AUX PARTIES EXISTANTES</p> <p>Ce prix s'applique à toutes les opérations de préparation et de collage pour raccordement de l'étanchéité définie dans le marché sur les étanchéités existantes.</p> <p>Le mètre linéaire :</p>	<p>ml</p>

N° PRIX DU MARCHE	DÉSIGNATION DES MATÉRIAUX ET OUVRAGES	UNITÉ
4	<p>GRILLAGE AVERTISSEUR</p> <p>Ce prix s'applique à la fourniture et à la mise en place d'un grillage avertisseur et d'une couche de sable de 10 cm d'épaisseur entre l'étanchéité et le grillage. Le mètre carré :</p>	m2
5	<p>COMPARTIMENTAGE TRANSVERSAL ET LONGITUDINAL SUPÉRIEUR DE L'ÉTANCHÉITÉ PVC</p> <p>Ces prix rémunèrent au mètre linéaire ou à l'unité la fourniture et la pose sur la membrane d'étanchéité de profilés PVC tels que définis au marché.</p> <p>Les quantités à prendre en compte seront celles portées sur les plans.</p> <p>a) Compartimentage longitudinal Le mètre linéaire :</p> <p>b) Compartimentage transversal (radier et piédroit) Le mètre linéaire :</p> <p>c) Compartimentage transversal (dalle supérieure) Le mètre linéaire :</p> <p>d) Croix préfabriquée type L'unité :</p> <p>e) Angle L'unité :</p> <p>f) Té L'unité :</p>	<p>ml</p> <p>ml</p> <p>ml</p> <p>u</p> <p>u</p> <p>u</p>

N° PRIX DU MARCHE	DÉSIGNATION DES MATÉRIAUX ET OUVRAGES	UNITÉ
6	<p>g) Canule de contrôle et d'injection L'unité :</p> <p>ÉTANCHÉITÉ ADHÉRENTE INTÉRIEURE</p> <p>Ce prix s'applique à toutes les opérations de préparation de support (sauf mise en conformité à la charge de l'entrepreneur) et à la fourniture et à la mise en place d'un film mince, à base de résine synthétique, suivant les spécifications du marché :</p> <p>a) Dalle supérieure (intradoss) : Le mètre carré:</p> <p>b) Piedroits : Le mètre carré :</p> <p>c) Radier et dalle supérieure (extrados) Le mètre carré</p>	<p>u</p> <p>m2</p> <p>m2</p> <p>m2</p>
7	<p>TRAITEMENT DES FISSURES DE LARGEUR SUPÉRIEURE A 1 MILLIMÈTRE</p> <p>Ce prix s'applique dans le cas de fissures inhérentes au mode de construction et reconnues comme telles et uniquement si le C.C.T.P. prévoit leur mode de traitement. Les longueurs à traiter seront au préalable soumises à l'agrément du maître d'œuvre.</p> <p>Le mètre linéaire :</p>	<p>ml</p>
8	<p>TRAITEMENT DE JOINT DE DILATATION DANS ENGRAVURE 0,02 x 0,10</p> <p>Ce prix comprend, conformément au marché, la fourniture et mise en œuvre pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> — le remplissage de la feuillure par un produit élastomère, — le pontage de l'engravure par une toile armée imprégnée de résine. — la mise en place d'une protection métallique. <p>Le mètre linéaire :</p>	<p>ml</p>

ANNEXE 13

LEXIQUE DES MOTS TECHNIQUES

TERMINOLOGIE

ACTIVE

Une discontinuité est dite active lorsque sa largeur présente des variations mesurables.

BATTEMENT

Variation de la largeur de la fissure autour de sa valeur initiale, c'est-à-dire au moment de la mise en œuvre du traitement d'étanchéité.

COMPARTIMENTAGE

Division du complexe d'étanchéité d'extrados non adhérent en surfaces élémentaires à l'intérieur de chacune desquelles toute venue d'eau traversant le complexe reste cantonnée.

COMPLEXE D'ÉTANCHÉITÉ

Un des deux composants du système d'étanchéité. Il s'agit d'une couche continue mise en œuvre à l'intrados ou à l'extrados de la structure porteuse de l'ouvrage.

CONTRÔLE EXTÉRIEUR DE LA QUALITÉ

Contrôle indépendant de l'entreprise, effectué par le maître d'œuvre ou par un organigramme agissant pour son compte dans le cadre contractuel.

CONTRÔLE EXTERNE DE LA QUALITÉ

Contrôle effectué par des responsables indépendants de l'exécution, mandatés par la direction de l'entreprise et relevant directement d'elle.

CONTRÔLE INTÉRIEUR DE LA QUALITÉ

Ensemble des contrôles internes et externes de la qualité réalisés par l'entreprise (communément appelé autocontrôle).

CONTRÔLE INTERNE DE LA QUALITÉ

Contrôle effectué à tous les stades de l'exécution des travaux par les responsables de l'exécution eux-mêmes.

DISCONTINUITÉS

Lignes apparentes à l'intrados d'un revêtement le long desquelles la continuité de celui-ci est interrompue. Elles comprennent :

- les arrêts de bétonnage prévus à la construction (transversaux ou longitudinaux),
- les fissures du béton apparues après sa mise en œuvre.

ÉTANCHE

Qualificatif d'un ouvrage dans lequel les débits de fuite qui le traversent et leurs localisations, résurgences et cheminements sont limités et conformes aux spécifications du maître d'ouvrage.

ÉTANCHÉITÉ

Fonction qui fait qu'un produit ou un ensemble de produits s'oppose au franchissement par un liquide tel que l'eau.

ÉTANCHEUR OU ENTREPRISE D'ÉTANCHÉITÉ

Entreprise spécialisée mettant en œuvre les produits pour la réalisation du système d'étanchéité.

EXTRADOS

L'extrados d'une structure est la surface limitant celle-ci la plus proche du terrain.

INTERCALAIRE

Un complexe d'étanchéité peut être appelé intercalaire lorsqu'il se situe entre deux structures. Dans le cadre du titre III où l'eau est à l'extérieur de l'ouvrage, il est équivalent à un complexe d'extrados.

INTRADOS

L'intrados d'une structure est la surface limitant celle-ci vers l'intérieur de la cavité.

JOINTS DE DRAINAGE

Joint d'étanchéité qui canalise l'eau vers un organe d'évacuation généralement situé en bas de pénétrations. Ces joints n'ont donc pas, au moins en première phase, à supporter de pression importante.

JOINTS D'ÉTANCHÉITÉ

Traitement des discontinuités de la structure au niveau desquels le complexe d'étanchéité ne pourrait à lui seul assurer l'étanchéité de l'ouvrage.

JOINTS DE REPRISE LONGITUDINAUX

Joint d'étanchéité au niveau des discontinuités entre phases de bétonnage (joints voûte - pénétrations, joints pénétrations - radier...). Ces joints n'ont pas, en principe, à supporter de variations dimensionnelles.

JOINTS ENTRE ANNEAUX

Joint d'étanchéité au niveau des discontinuités entre anneaux successifs de bétonnage. Il s'agit généralement de joints transversaux, qui ont à supporter des variations dimensionnelles.

MAROUFLAGE

Opération consistant à appliquer une pression continue sur une soudure en cours d'exécution pour une membrane PVC, peut être réalisée manuellement (à l'aide d'un petit rouleau) ou automatiquement (mécanisée ou dispositif de soudure automatique).

S'applique également en pleine surface pour les bitumes polymères.

PASSIVE

Une discontinuité est dite passive lorsque sa largeur ne présente pas des variations mesurables.

PARAPLUIE

Dispositif non solidaire de la structure (ou du rocher en cas de tunnel non revêtu) localisant la circulation des eaux entre lui-même et la structure ou le rocher.

RAGRÉAGE

Opération destinée à rétablir la continuité géométrique de l'intrados du béton par apport d'un matériau complémentaire (mortier, mortier de résine, résine).

RÉSERVATION AU BÉTONNAGE

Désigne l'opération consistant à mettre en œuvre sur le masque du coffrage (joints transversaux) ou sur le coffrage lui-même (joints longitudinaux) un élément destiné à effectuer une empreinte dans le béton intrados d'un joint de bétonnage. Désigne également l'empreinte en résultant.

SOUTIEN

Surface sur laquelle vient s'appliquer le complexe d'étanchéité au cours de l'exploitation de l'ouvrage. Le soutien peut être la structure de l'ouvrage.

STIPULATIONS

Les stipulations contractuelles comprennent des spécifications et des prescriptions. Les **spécifications** explicitent les résultats à obtenir en s'appuyant sur des grandeurs mesurables définies pour chaque partie d'ouvrage et à tous les stades (matériaux, produits, composants, tolérances, etc...); la spécification d'un caractère fixe les proportions admises de mesures défectueuses (borne ou fractile). Les **prescriptions**, qui doivent être compatibles avec les spécifications, visent à obtenir que les processus d'exécution ou de fabrication et les moyens utilisés par l'entrepreneur soient bien adaptés aux buts fixés.

SUPPORT

Surface sur laquelle est appliquée le complexe d'étanchéité. Le support peut être la structure même de l'ouvrage.

SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ

Ensemble de produits mis en œuvre au contact ou à l'intérieur de la structure d'un ouvrage pour le rendre étanche en s'opposant au passage de l'eau à travers cette structure. Cet ensemble comporte d'une part le complexe d'étanchéité, d'autre part les joints d'étanchéité.

TRAVERSÉES DE L'ÉTANCHÉITÉ

Éléments de toutes natures qui traversent le complexe d'étanchéité : par exemple ancrages ou fixations de matériels d'exploitation, communication avec du matériel d'instrumentation, etc... Le terme **pénétration** est aussi employé.

RAPPORT DE PRÉSENTATION

Le titre III du fascicule 67 concerne l'étanchéité des ouvrages souterrains. Son champ d'application est défini à l'article 1.

1. Le marché des travaux d'étanchéité.

Sont considérés comme travaux d'étanchéité les travaux participant à la réalisation d'une barrière étanche, stable, continue et non contournable, par la mise en œuvre de produits d'étanchéité.

1.1 TECHNIQUES UTILISÉES

Quatre familles de produits sont principalement utilisées pour l'étanchéité des ouvrages souterrains. Ce sont :

- les produits coulés ou projetés, polymérisés ou polymérisables en place, en intrados (film adhérent d'une résine) ;
- les membranes d'étanchéité à base de bitumes polymères en extrados sur structure à remblayer ;
- les membranes synthétiques en étanchéité d'extrados (membranes thermoplastiques manufacturées puis assemblées sur chantier) ;
- les enduits hydrofuges en intrados (plusieurs couches de mortier de ciment hydrofugé).

L'utilisation d'autres produits ne fait pas l'objet de spécifications dans le titre III, car il s'agit de produits d'application trop récente en France. On a conservé l'asphalte coulé pour certaines applications particulières, en renvoyant aux spécifications du titre I.

1.2 Les travaux d'étanchéité des ouvrages souterrains représentent entre 5 et 10 % du coût du génie civil d'un ouvrage et sont donc d'un poids significatif par rapport aux autres postes. En outre, les conséquences d'un mauvais choix du type d'étanchéité, de défauts d'application, d'usage de produits inadéquats, etc. peuvent être graves pour la tenue et l'exploitation des ouvrages ; le coût des réparations et de leurs conséquences peut dépasser le coût de l'investissement initial aussi bien du fait des travaux que des conséquences de l'interruption de l'exploitation.

1.3 Les travaux sont généralement exécutés en sous-traitance, par des entreprises spécialisées. Une exécution dans le cadre d'un marché séparé n'est en général par adaptée compte tenu de l'étroite imbrication en conception et en planning avec les travaux du gros œuvre. Elle n'est envisageable que dans le cas d'une étanchéité d'intrados si le délai de réalisation est assez long.

2. Situation de la réglementation.

2.1 Par décision du 2 novembre 1981, M. le président du Groupe permanent d'études des marchés de travaux (G.P.E.M.-T.) a créé un groupe de travail afin de préparer une rédaction du fascicule « Revêtements et étanchéité des ouvrages d'art » du C.C.T.G.- Travaux. Celui-ci comportera plusieurs titres.

2.2 Le titre I concernant les ponts-routes dont le support est en béton de ciment a été approuvé par le décret n° 85-404 du 3 avril 1985 ; il a été publié dans le fascicule spécial n° 85-32 *bis*.

2.3 Par décision du 5 mai 1986, M. le président du Groupe permanent d'études des marchés de travaux (G.P.E.M.-T.) a constitué un groupe de travail chargé de la préparation du titre III du fascicule 67 consacré à l'étanchéité des ouvrages souterrains.

3. Le fascicule 67 - Titre III et ses annexes.

3.1 Le groupe de travail pour la mise au point du titre III a largement utilisé :

- les recommandations de l'Association française des travaux en souterrain (A.F.T.E.S.) ;
- le titre I du fascicule 67 dont il a strictement conservé le plan, et, lorsqu'ils étaient applicables aux ouvrages souterrains, les textes et commentaires.

Une première version du texte et des commentaires du titre III a été examinée le 19 avril 1988 par la section « Affaires scientifiques et techniques » du conseil général des Ponts et Chaussées, en commun avec le G.P.E.M.-T.

Après modifications et examen par le bureau de la réglementation de la Commission centrale des marchés, le texte définitif a été approuvé par la section technique de la Commission centrale des marchés le 23 avril 1990.

3.2 Le plus souvent, les travaux d'étanchéité sont exécutés en sous-traitance par une entreprise spécialisée (étancheur). Il y a alors trois intervenants principaux qui sont concernés par les stipulations du marché :

- le fournisseur ou fabricant du produit pour l'aspect des spécifications de produits ;
- l'étancheur pour la réalisation des travaux d'étanchéité ;
- l'entrepreneur principal pour le respect des contraintes apportées au gros œuvre pour une mise en œuvre correcte de l'étanchéité en raison de la responsabilité globale qu'il assume.

Le texte du titre III s'est attaché à bien définir les interfaces entre ces trois intervenants.

Un point essentiel pour l'obtention d'un résultat satisfaisant est la production et le respect de la notice explicative descriptive (article 10-1).

Le texte reste applicable lorsque l'étanchéité fait l'objet d'un marché séparé ; la coordination entre l'étancheur et l'entrepreneur principal est alors du domaine de la maîtrise d'œuvre.

3.3 Conformément aux directives de la C.C.M., le G.P.E.M.-T. a éliminé systématiquement du texte les prescriptions non contractuelles.

L'usage systématique dans le texte de la formule « sauf prescriptions contraires au C.C.T.P. » et autres formules analogues a le double avantage de supprimer dans le texte tout conseil au maître d'œuvre et, en même temps, de le dispenser de récapituler à l'article 10 du C.C.A.P. les articles du C.C.T.P. où il est fait usage de cette latitude.

Les conseils aux maîtres d'œuvre, lorsqu'ils paraissaient utiles, sont placés en commentaire.

3.4 LE TEXTE PROPOSÉ COMPORTE 13 ANNEXES :

- 1 - Clauses complémentaires ou modificatives au C.C.A.P. Type de la Commission des marchés.
- 2 - Clauses complémentaires ou modificatives au R.P.A.O. Type de la Commission des marchés.
- 3 - Clauses types du C.C.T.P. pour les étanchéités des tunnels creusés à base de membranes synthétiques.
- 4 - Clauses types du C.C.T.P. pour les étanchéités des tranchées couvertes à base de membranes synthétiques.
- 5 - Clauses types du C.C.T.P. pour les étanchéités des ouvrages souterrains à base de produits polymérisables en place.
- 6 - Essai de poinçonnement statique des membranes synthétiques.
- 7 - Essai de poinçonnement dynamique des membranes synthétiques.
- 8 - Essai de comportement dans l'eau des membranes synthétiques.
- 9 - Essai de résistance à la sous-pression d'un film d'étanchéité adhérente en produits polymérisables en place.
- 10 - Modalités de préparation et de conditionnement des matériaux d'étanchéité en films et en membranes pour essais physico-mécaniques.
- 11 - Liste des normes, modes opératoires et documents cités en texte et en commentaire.
- 12 - Bordereau de prix types pour les différents types d'étanchéité.
- 13 - Lexique des mots techniques.

Les annexes au titre III du fascicule 67 du C.C.T.G., de même que le commentaire du texte de celui-ci, ne sont pas contractuelles. Une partie de leur contenu peut le devenir s'il est repris ou imposé par les documents particuliers du marché.

COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

M. BEAU	Ingénieur général des Ponts et Chaussées, <i>président</i> .
M. REITH	Centre d'études des tunnels, <i>rapporteur</i> .
M. BAUDOIN	Electricité de France - E.D.F. - C.E.M.E.T.E.
M. BENNETON	Laboratoire régional de Lyon.
M. CONSTANTIN	Centre d'études des tunnels.
M. GESTA	S.O.G.E.A.
M. LESAGE	Laboratoire central des Ponts et Chaussées - L.C.P.C.
M. MAHUET	Société d'économie mixte du métropolitain de l'agglomération lyonnaise - S.E.M.A.L.Y.
M. TAILLEBOIS	Régie autonome des transports parisiens R.A.T.P.
M. TRUFANDIER	S.N.C.F. - Département V.O.
Mme DE VINZELLES	Syndicat national F.O.R.E.S.

Page laissée intentionnellement blanche

459920050 - 000199 Direction des Journaux officiels, PARIS