

GUIDE DE RÉALISATION DES ESSAIS BÉTONS DRAINANTS

MAI 2023





SOMMAIRE

GRUPE D'EXPERTS	04
1 PRÉAMBULE	05
2 CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON DRAINANT	06
3 ESSAIS POUR BÉTON FRAIS : ESSAI À LA BOULE	08
4 ESSAIS POUR BÉTON FRAIS : ESSAI D'APTITUDE À L'ÉCOULEMENT AU CÔNE INVERSÉ	10
5 ESSAIS POUR BÉTON : CONFECTION ET CONSERVATION DES ÉPROUVETTES	12
6 ESSAIS POUR BÉTON FRAIS : MASSE VOLUMIQUE	15
7 ESSAIS POUR BÉTON DURCI : POROSITÉ OUVERTE	16

8	ESSAIS POUR BÉTON DURCI : ESSAI DE PERMÉABILITÉ (À CHARGE VARIABLE) IN SITU OU EN LABORATOIRE	18
9	ESSAIS POUR BÉTON DURCI : ESSAI DE PERMÉABILITÉ (À CHARGE CONSTANTE) EN LABORATOIRE	20
10	ESSAIS POUR BÉTON DURCI : ESSAI DE DRAINABILITÉ (À CHARGE CONSTANTE) IN SITU	23
11	ESSAIS POUR BÉTON DURCI : RÉSISTANCE À LA COMPRESSION DES ÉPROUVETTES	25
12	ESSAIS POUR BÉTON DURCI : RÉSISTANCE À LA TRACTION PAR FENDAGE DES ÉPROUVETTES	26
	ANNEXE	27

Groupe d'experts

Ce guide a été réalisé sous l'animation du SNBPE par les commissions techniques du SNBPE, du SPECBEA et du SYNAD.
Ont participé aux travaux de rédaction :

- Jean-Philippe BIGAS
- Fabrice BONNIN
- Maud CODINA
- Sophie DECREUSE
- Faber FABBRIS
- Yvon FOURMENT
- Samir GUEROUALI
- Jean-Michel LAYE
- Cédric LE GOUIL
- Lucile MARLIN
- William MORISSEAU
- Hai Thong NGO
- Florence PERO
- Jean-Marc POTIER
- Franck POTTIER
- Julien THROM
- Vincent WALLER

1 PRÉAMBULE

Disposer d'un référentiel commun

Les bétons drainants ou poreux présentent un intérêt croissant pour les utilisateurs face aux problématiques d'imperméabilisation des sols et d'ilôts de chaleurs dans le cadre de l'aménagement urbain. Assurer l'évacuation des eaux des chaussées et créer des aires de circulation « douces » contribue également au confort des usagers.

L'ouvrage CIMBETON T69 « Les revêtements drainants en béton » présente l'ensemble des solutions disponibles. Dans cet ouvrage de référence, il est précisé (page 70) que la caractérisation des bétons drainants coulés en place fera l'objet de modes opératoires qui seront publiés ultérieurement : c'est l'objet du présent document.

En effet, des essais fiables reconnus par tous doivent permettre de caractériser ces bétons pour disposer d'un « langage » commun entre Maître d'ouvrage, entreprise de mise en œuvre et fournisseur de BPE.

L'objet de ce guide est de proposer de tels essais, pour une validation avant une éventuelle démarche de normalisation.

Ces essais résultent d'un partage des pratiques actuelles, au sein de laboratoires de la profession, afin de les harmoniser, créant ainsi un référentiel commun. Ces essais sont applicables aux bétons drainants de revêtement, mais aussi aux bétons drainants ou poreux de fondation.

NOTE : Dans la suite du texte, le terme "béton drainants" concerne également les bétons poreux.

La commande d'un béton drainant ou poreux doit prendre en compte :

- > La nature de l'ouvrage, son exposition aux agents climatiques.
- > Les caractéristiques mécaniques visées aux échéances souhaitées par le client.
- > La porosité ouverte ou la drainabilité / perméabilité visée.
- > Les conditions de coulage en termes de période, durée, cadencement, volume des toupies et moyen(s) de vidange.
- > Les moyens de mise en œuvre, et de serrage/compactage du béton.

2 CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON DRAINANT

Le béton drainant présente des caractéristiques spécifiques, qui le différencient des bétons structuraux classiques. La principale particularité est son réseau de vides connectés, ce qui conduit à une masse volumique typiquement, comprise entre 1 800 et 2 100 kg/m³.

Ces caractéristiques particulières conduisent à une adaptation des méthodes d'essais normalisées pour les bétons classiques. A titre d'information, voici un exemple (parmi d'autres) de formule de ce type de béton.

Composants	Dosage	Masse en kg pour 1 m ³	Masse volumique en kg/l	Volume en l
Gravillons (masse sèche)	1 500 kg/m ³	1 500	2,68	560
Ciment	350 kg/m ³	350	3,04	115
Adjuvant 1 (plastifiant)	1%	3,5	1,07	3,3
Adjuvant 2 (retardateur)	0,3 %	1,05	1,05	1,00
Eau efficace	100 L/m ³	100	1	100
Vide théorique / porosité théorique	22%	-	-	220
Eau d'absorption	15 L	15	-	-
Densité théorique	-	1 970 kg/m ³	-	-
Volume	-	-	-	~1 000

NOTE 1 : L'éventail de compositions de ce type de béton est très large.

Les essais suivants, objets de ce guide, sont détaillés ci-après.

Les modes opératoires de ces essais ont été rédigés dans un esprit « pré-normatif ».

> Essais pour béton frais

- > Consistance (voir note 1 ci-dessous)
 - Essai à la boule
 - Essai d'aptitude à l'écoulement au cône inversé
- > Masse volumique
- > Confection des éprouvettes

NOTE 2 : Les essais classiques de consistance ne sont pas adaptés au béton drainant.

Cela étant, les deux essais (essai à la boule et cône inversé), bien que dépendants fortement du savoir-faire de l'opérateur, peuvent donner des indications sur la qualité du béton et permettent d'apprécier la stabilité de la consistance au fil du temps.

> Essais pour béton durci

- > Confection des éprouvettes.
- > Porosité ouverte.
- > Perméabilité et drainabilité.
 - Essai de perméabilité (à charge variable) in situ ou en laboratoire.
 - Essai de drainabilité (à charge constante) en laboratoire.
 - Essai de drainabilité (à charge constante) in situ.
- > Résistance (voir note 2 ci-dessous).
 - Résistance à la compression des éprouvettes.
 - Résistance à la traction par fendage des éprouvettes.

NOTE 3 : Pour réaliser les essais de résistance, il est recommandé de confectionner 3 éprouvettes par type d'essai de résistance :

> pour la mesure de la résistance en compression à 28j (optionnel).

> pour la mesure de la résistance en traction par fendage à 28j.

Avant démoulage, les éprouvettes destinées aux essais de résistance pourront être utilisées pour mesurer la porosité ouverte et la drainabilité après s'être assuré de la prise du béton (cf. modes opératoires ci-dessous).

NOTE 4 : Les essais réalisés sur des carottes prélevées sur chantier sont souvent non représentatives car dégradées par les opérations de carottage.

3 ESSAIS POUR LE BÉTON FRAIS : ESSAI À LA BOULE

3.1 Domaine d'application

Le contrôle de la consistance d'un béton drainant par l'essai à la boule consiste à prendre la quantité de béton nécessaire dans les mains gantées afin de pouvoir évaluer son comportement, sa consistance.

Cet essai simple et rapide reste un essai subjectif (il dépend de l'opérateur, de la matière des gants, ...). Il peut être utilisé en suivi de production pour vérifier la constance des caractéristiques du béton livré. Il ne peut être considéré comme un essai de caractérisation.

3.2 Appareillage

Pas d'appareillage spécifique.

3.3 Echantillon soumis à essai

L'échantillon de béton doit être obtenu conformément à la norme NF EN 12350-1.

3.4 Mode opératoire

Pour réaliser cet essai, l'opérateur :

- Prend dans ses mains une quantité de béton qui lui permet, en serrant légèrement, de former une boule.
- Observe sur la main à plat l'éboulement du béton drainant ainsi que l'aspect de la pâte qui enrobe le granulats.
- Observe la quantité de pâte sur le gant de l'autre main.

Lorsque le béton est trop sec, les gravillons ne sont pas totalement enrobés par la pâte et il est impossible de former une boule en serrant le matériau dans les mains. Lorsque le béton est trop humide, la laitance peut recouvrir la totalité du gant et la boule ne se tient pas.

Pour évaluer si la consistance est adaptée, les critères (subjectifs) suivants sont utilisés (voir aussi Figure 1) :

- La laitance recouvre la surface de contact de la boule avec le gant ;
- Les gravillons ne se détachent pas trop de la boule (boule cohésive) ;
- La surface de la boule est légèrement brillante.



Consistance faible, béton drainant trop sec, échec de l'essai à la boule.

Consistance optimale, succès de l'essai à la boule.

Consistance élevée, béton drainant trop humide, échec de l'essai à la boule.

Figure 1. Illustration de l'essai à la boule (extrait guide CIMbéton T69).

3.5 Résultat de l'essai

Si les critères précédents sont remplis, le résultat de l'essai à la boule est : « positif ». Dans le cas contraire, le résultat de l'essai à la boule est : « négatif ».

3.6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comprendre les informations habituelles pour un essai sur béton.

4 ESSAIS POUR BÉTON FRAIS-ESSAI D'APTITUDE À L'ÉCOULEMENT AU CÔNE INVERSÉ

4.1 Domaine d'application

Cet essai peut être utilisé pour apprécier l'aptitude du béton à sa mise en place. La reproduction du même comportement d'écoulement vis à vis de cet essai est un indice utilisable pour le suivi du béton.

NOTE : Cet essai ne doit pas être confondu avec l'essai XP P18-469 Essai pour béton frais - Temps d'écoulement au cône même si cet essai s'en inspire.

4.2 Appareillage

- Cône d'Abrams.
- Base du cône ou table d'étalement.
- Seau.
- Règle d'arasement.

4.3 Echantillon soumis à essai

L'échantillon de béton doit être obtenu conformément à la norme NF EN 12350-1.

4.4 Mode opératoire

La mesure est réalisée de la manière suivante :

- Humidification du cône.
- Egouttage.
- Placement du cône sur la plaque d'étalement ou sur la base avec la section plus petite en bas.
- Remplissage du cône avec le béton à caractériser, à l'aide du seau, en une seule couche, sans piquer le béton ni le tasser.
- Arasement du béton.
- Levée du cône à environ 30 cm du sol (durée de la levée : 4-5s).



Figure 2. Illustration de l'essai d'aptitude à l'écoulement au cône inversé

4.5 Résultat de l'essai

Le résultat de la mesure est binaire :

- Si le béton descend de manière continue, sans présenter d'à-coups ni de blocage : le résultat de l'essai est réputé positif ;
- Dans le cas contraire (à-coups ou blocage) : le résultat de l'essai est réputé négatif.

NOTE : un résultat négatif ne signifie pas nécessairement une inaptitude à la mise en œuvre. Il peut par contre illustrer une perte de maniabilité dans le cas où le test a été précédemment positif pour le même béton. Un test négatif manifeste alors un risque lors de la mise en œuvre.

4.6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comprendre les informations habituelles pour un essai sur béton.

5 ESSAIS POUR BÉTON : CONFECTION ET CONSERVATION DES ÉPROUVETTES

5.1 Domaine d'application

Il s'agit de méthodes de confection et de conservation des éprouvettes, qui traitent de la préparation et du remplissage des moules, du serrage du béton et de l'arasement de la surface.

5.2 Appareillage

- Moules conformes à la norme NF EN 12390-1.
- Réhausse de remplissage (exemple en Figure 4).
- Contre-moule (optionnel ; exemple en Figure 4).
- Dame de compactage conforme à la Figure 3 avec masse tombante en acier de $(2\,500 \pm 25)$ g.
- Règle d'arasement (ex. celle utilisée pour le bol de l'aéromètre).

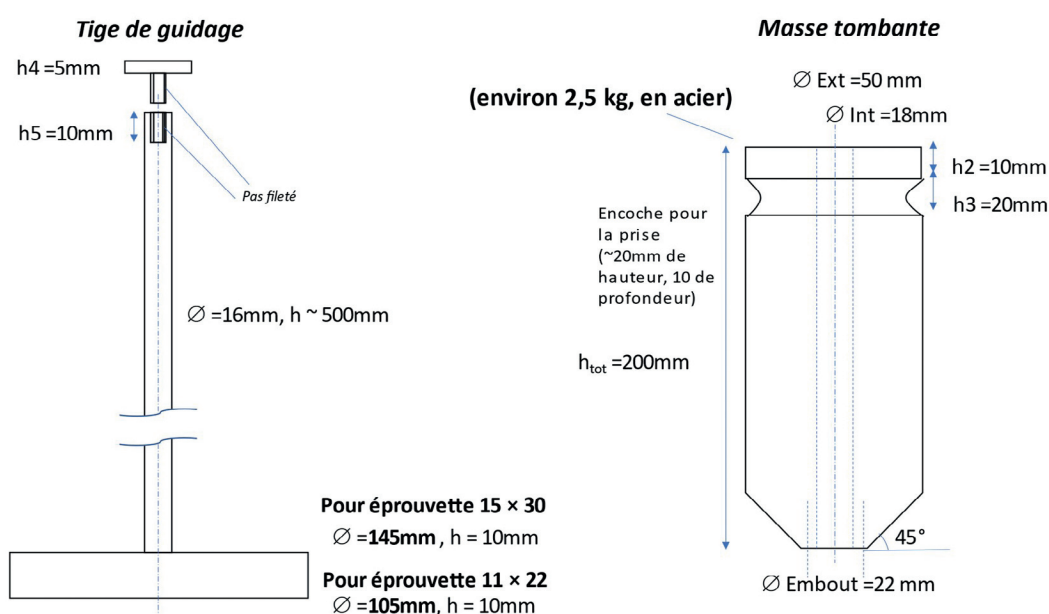


Figure 3. Dame de compactage (tige de guidage et masse tombante).



Figure 4. a) Exemple de contre-moule - b) exemple de contre-moule avec réhausse.

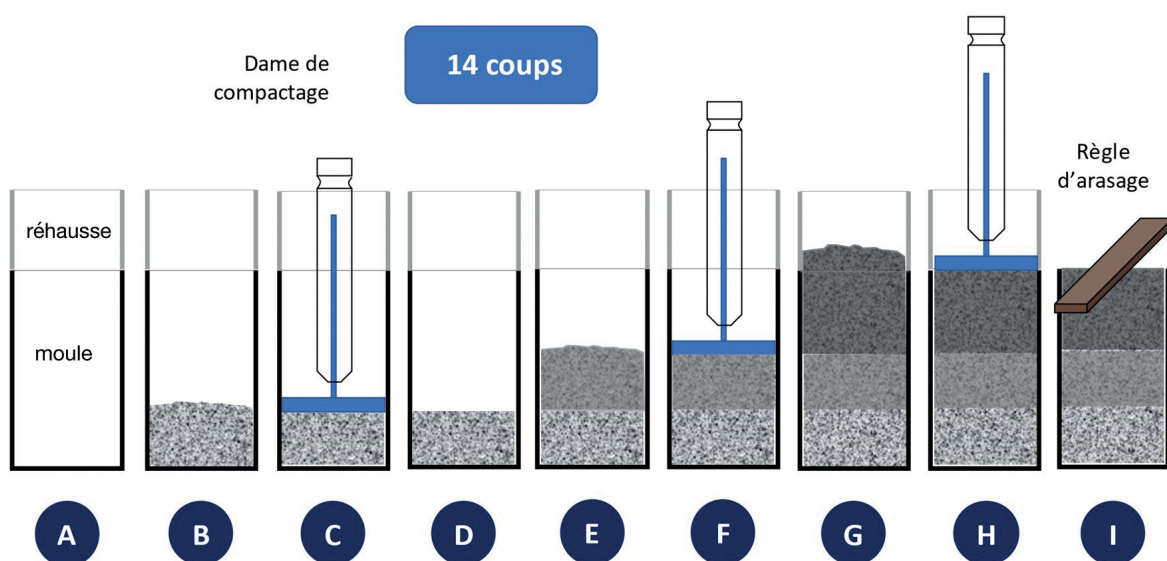
5.3 Prélèvement

L'échantillon de béton doit être obtenu conformément à la norme NF EN 12350-1.

5.4 Mode opératoire

5.4.1 Confection des éprouvettes 15x30

Pour favoriser la mise en place du béton, une réhausse est placée sur le sommet du moule en carton (qui peut, de plus, être renforcé par un système de contention extérieur, ou contre-moule).



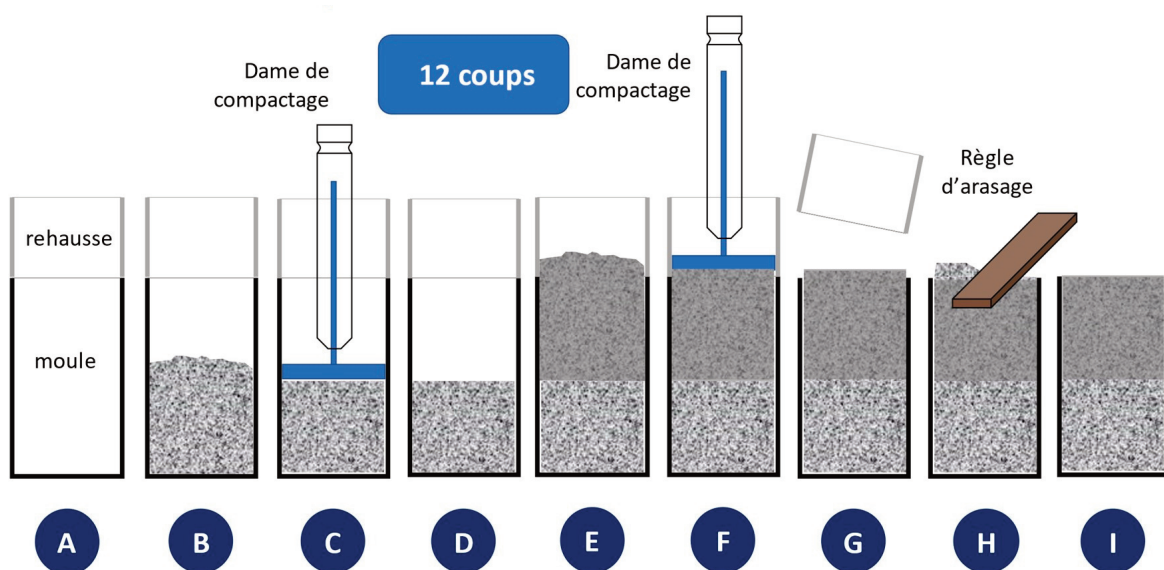
NOTE : Si l'éprouvette est destinée à l'essai de masse volumique du béton frais, faire la tare du moule (pesée du moule vide) préalablement à la mise en place du béton.

Procéder ensuite comme suit (ce mode opératoire est schématisé sur la Figure 5) :

- A** > Le moule et la réhausse sont mis en place (avec système de contention si disponible).
- B** > La première couche de béton est déversée dans le moule (Nota : les couches doivent être d'égales importances).
- C** > On place la dame de compactage sur la couche de béton, et on soulève la masse tombante jusqu'à fin de la course. On laisse tomber la masse, en veillant à la verticalité de la tige. Cette opération est réalisée 14 fois de suite (14 « coups »).
- D** > La couche est légèrement scarifiée avec la tige de piquage pour améliorer l'accrochage avec la couche suivante.
- E** > La deuxième couche de béton est déversée dans le moule.
- F** > Elle est compactée selon (C) et (D)
- G** > La troisième couche de béton est déversée dans le moule (son volume déborde du moule et remplit partiellement la réhausse).
- H** > Elle est compactée selon (C). On retire la réhausse (et le système de contention le cas échéant) et on arase l'éprouvette. L'éprouvette est prête.

5.4.2 Confection des éprouvettes 11x22

Procéder comme précédemment, mais en deux couches et avec 12 coups par couche (ce mode opératoire est schématisé sur la Figure 6).



5.4.3 Conservation des éprouvettes

Les éprouvettes sont conservées conformément à la norme NF EN 12390-2.

NOTE : Avant démoulage, et après durcissement du béton, les éprouvettes pourront être utilisées pour mesurer la masse volumique (voir § 6), la porosité ouverte (voir § 7) ou la drainabilité (voir § 9).

Une attention particulière doit être apportée à la protection contre la dessiccation des éprouvettes avant mise en eau ou en chambre humide.

Lors du transport, éviter tout choc, en particulier sur les arêtes.

6 ESSAIS POUR BÉTON FRAIS : MASSE VOLUMIQUE

6.1 Domaine d'application

Il s'agit d'une méthode de détermination de la masse volumique sur une éprouvette moulée, sur la base de ses dimensions nominales.

6.2 Appareillage

- Balance avec résolution de 1g.

6.3 Epreuves

L'essai est réalisé sur au moins 3 éprouvettes moulées de béton drainant, préalablement confectionnées conformément au mode opératoire du § 5 et non encore démoulées.

NOTE : Il est possible d'utiliser des éprouvettes parmi celles destinées à la mesure de la résistance mécanique.

6.4 Mode opératoire

La masse volumique est calculée à l'état frais comme le ratio de la masse de béton compactée dans une éprouvette moulée au volume nominal de l'éprouvette.

NOTE 1 : Il convient de déduire la tare du moule précédemment mesurée de la masse totale (moule avec éprouvette de béton drainant).

NOTE 2 : Le volume nominal du moule est pris conventionnellement ici égal à 2,26 L pour les éprouvettes 11x22, et à 5,30 L pour les éprouvettes 15x30.

6.5 Résultat de l'essai

Le résultat est la moyenne des valeurs obtenues sur chacune des éprouvettes testées. Il est exprimé en kg/m^3 , arrondi à 10 kg/m^3 près.

6.6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai comprend les informations habituelles pour un essai sur béton.

7 ESSAIS POUR BÉTON DURCI : POROSITÉ OUVERTE

7.1 Domaine d'application

Il s'agit d'une méthode pour déterminer le pourcentage volumique de vides communicants d'un béton drainant. Elle reprend le protocole de la norme NF P 98-254-2 mais sans démoulage (c'est le moule qui assure l'étanchéité latérale et de la base).

7.2 Références normatives

- NF P 98-254-2 Essais relatifs aux chaussées - Mesure de propriétés liées à la perméabilité des matériaux des mélanges hydrocarbonés - Partie 2 : détermination du pourcentage de vides communicants des matériaux liés.

7.3 Appareillage

- Balance avec résolution de 1g.

7.4 Eprouvettes

L'essai est réalisé sur au moins 3 éprouvettes moulées de béton drainant, préalablement confectionnées conformément au mode opératoire du § 5 et **non encore démoulées**.

NOTE : Il est possible d'utiliser des éprouvettes parmi celles destinées à la mesure de la résistance mécanique.

7.5 Mode opératoire

Placer l'échantillon dans son moule sur la balance, tarer et verser de l'eau dessus jusqu'à ce que le niveau de l'eau atteigne la surface supérieure de l'échantillon.

Tapoter légèrement sur le côté de l'éprouvette pour faire remonter les bulles d'air.

Compléter de nouveau avec de l'eau si nécessaire jusqu'à ce que son niveau atteigne la surface supérieure de l'échantillon.

Noter la masse M_e d'eau totale introduite à 0.001 kg près.

Ce mode opératoire est schématisé sur la Figure 7.

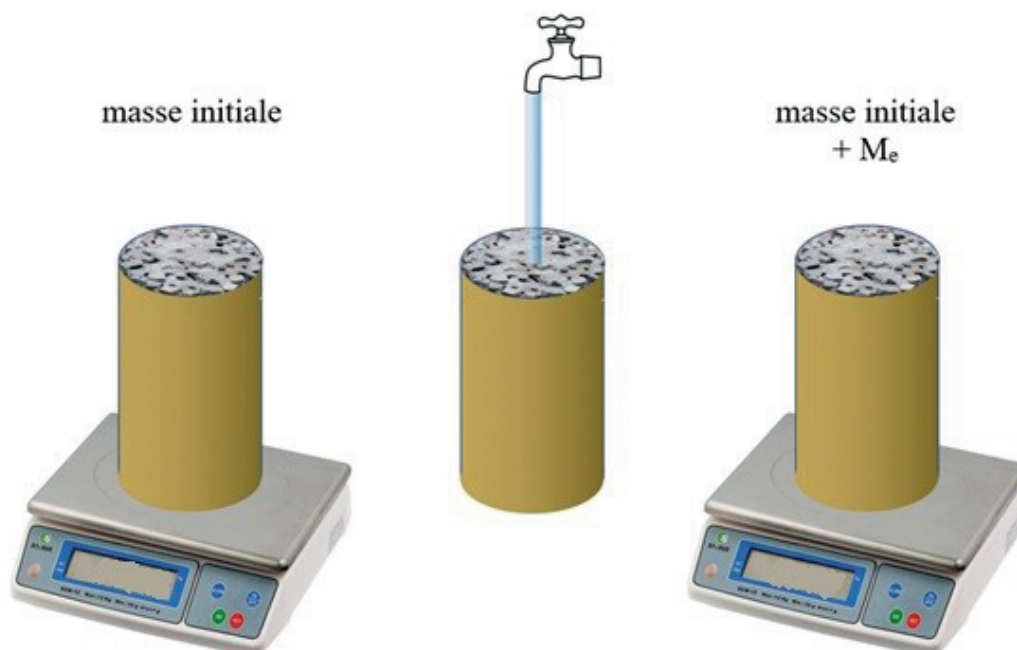


Figure 7. Schéma de l'essai de porosité ouverte.

7.6 Résultat de l'essai

Calculer la porosité ouverte par la formule suivante :

$$P\% = 100 \frac{M_e}{\rho_e V}$$

Où :

P%	est	la porosité ouverte, en % ;
M_e	est	la masse d'eau totale introduite, en kg ;
ρ_e	est	la masse volumique de l'eau, prise égale à 1 kg/L ;
V	est	le volume nominal du moule, en L.

NOTE : Le volume nominal V du moule est pris conventionnellement ici égal à 2,26 L pour les éprouvettes 11x22, et à 5,30 L pour les éprouvettes 15x30.

Le résultat est la moyenne des valeurs obtenues sur chacune des éprouvettes testées. Il est exprimé en %, arrondi à l'unité près.

7.7 L'essai

Le rapport d'essai comprend les informations habituelles pour un essai sur béton.

8 ESSAIS POUR BÉTON DURCI : ESSAI DE PERMÉABILITÉ (À CHARGE VARIABLE) IN SITU OU EN LABORATOIRE

8.1 Domaine d'application

Il s'agit d'une méthode pour déterminer la perméabilité à charge variable d'un béton drainant. Elle reprend le principe et le matériel de la norme NF EN 12697-40.

NOTE : le résultat de cet essai n'est pas directement corréléable avec l'essai de drainabilité (à charge constante) des § 9 et 10.

8.2 Références normatives

- NF EN 12697-40 Mélanges bitumineux - Méthodes d'essai - Partie 40 : drainabilité in situ.

8.3 Appareillage

- Drainomètre conforme à la norme NF EN 12697-40.
- Pour un essai en laboratoire, le dispositif doit être adapté pour que l'appareil s'applique de façon stable pendant l'essai sur la surface supérieure de l'éprouvette à tester, en garantissant un contact adéquat entre le joint de l'appareil et l'éprouvette (absence de fuite) (voir Figure 8).



Figure 4.
a) Exemple de contre-moule
b) exemple de contre-moule avec réhausse.

8.4 Eprouvettes

Le test peut être réalisé in situ.

En laboratoire, l'essai est réalisé sur au moins 3 éprouvettes moulées de béton drainant, préalablement confectionnées conformément au mode opératoire du § 5 et non encore démoulées.

NOTE : Il est possible d'utiliser des éprouvettes parmi celles destinées à la mesure de la résistance mécanique, avant démoulage.

8.5 Mode opératoire

In situ, l'essai de perméabilité à charge variable est réalisé selon le mode opératoire de la norme NF EN 12697-40.

En laboratoire :

1. Retirer le fond du moule et découper le bord inférieur de la paroi verticale du moule sur 1 cm environ, pour faciliter l'écoulement libre de l'eau.
2. Placer l'éprouvette sur une grille ou sur une rehausse (là-encore pour faciliter l'écoulement libre de l'eau).
3. Disposer l'appareil pour qu'il s'applique de façon stable pendant l'essai sur la surface supérieure de l'éprouvette.
4. Boucher le réservoir et le remplir d'eau jusqu'à son bord supérieur.
5. Ouvrir la bonde du réservoir et, à l'aide d'un tuyau relié à un robinet avec un débit suffisant, maintenir le niveau d'eau dans le réservoir proche de son bord supérieur pendant au moins 10 s et jusqu'à ce que plus aucune bulle ne remonte.
6. Fermer le robinet et suivre la descente du niveau d'eau dans le réservoir.
7. Lancer le chronomètre lorsque le niveau d'eau passe le repère supérieur (5 L).
8. Arrêter le chronomètre lorsque le niveau d'eau passe le repère inférieur (1 L).
9. Noter le temps t , à 1 s près.

8.6 Résultat de l'essai

Calculer la perméabilité à charge variable par la formule suivante :

$$p_e = \frac{509,3}{t - r}$$

Où :

P_e	est	la perméabilité à charge variable, en mm/s ;
509,3	est	la constante, en mm ;
r	est	le temps de résistance série à l'écoulement de l'appareil en s ; (voir NF EN 12697-40) ;
t	est	le temps de passage, en s.

NOTE : Le numérateur de la formule est obtenu en divisant le volume de 4 L (4 000 000 mm³) par la surface (7 854 mm²) de l'ouverture circulaire de diamètre 100 mm.

Le résultat est la moyenne des valeurs obtenues sur chacune des éprouvettes testées. Il est arrondi à 1 mm/s près.

8.7 Rapport d'essai

Le rapport d'essai comprend les informations habituelles pour un essai sur béton.

9 ESSAIS POUR BÉTON DURCI : ESSAI DE PERMÉABILITÉ (À CHARGE CONSTANTE) EN LABORATOIRE

9.1 Domaine d'application

Il s'agit d'une méthode pour déterminer, en laboratoire, la drainabilité ou capacité drainante du béton. Cette méthode est adaptée de celle pratiquée in situ (voir § 10).

NOTE 1 : L'ordre de grandeur de la drainabilité se situe entre 1,5 et 10 L/m²/s.

NOTE 2 : Cet essai n'est pas directement corrélable à l'essai de perméabilité (à charge variable) du § 8.

9.2 Appareillage

- Anneau rigide en PVC ou manchette souple de raccordement avec le niveau à 5 ± 1 cm de la surface repéré par un ou deux traits (Figure 9)
- Ruban adhésif (imperméable) ou chaînette
- Récipient (seau ou cylindre gradué de contenance supérieure à 1 L)
- Chronomètre
- Cutter ou équivalent



Figure 9. a) Exemple manchette souple, bridage avec chaînette - b) Exemple marquage du niveau à l'intérieur de la manchette (ici repéré par deux traits).

9.3 Eprouvettes

L'essai est réalisé sur au moins 3 éprouvettes moulées de béton drainant, préalablement confectionnées conformément au mode opératoire du § 5 et non encore démoulées.

NOTE : Il est possible d'utiliser des éprouvettes parmi celles destinées à la mesure de la résistance mécanique, avant démoulage.

9.4 Mode opératoire

Il est préférable de réaliser cet essai à deux personnes (le chronométrage nécessite une personne dédiée) :

1. Retirer le fond du moule et découper le bord inférieur de la paroi verticale du moule sur 1 cm environ, pour permettre l'écoulement libre de l'eau.
2. Placer l'anneau en PVC (ou la manchette) sur le moule existant en partie haute, et en assurer la solidité au moule de l'éprouvette avec du ruban adhésif ou la chaînette de manière étanche.
3. Placer l'éprouvette sur une grille ou sur une rehausse (afin de permettre l'évacuation libre de l'eau).
4. Faire couler de l'eau sur l'éprouvette depuis un robinet, en réglant le débit de manière à maintenir le niveau de l'eau constant au-dessus de l'éprouvette, à 5 ± 1 cm, hauteur repérée avec un (ou deux) trait(s) préalablement apposé(s) à l'intérieur de l'anneau ou de la manchette.
5. Une fois le débit stabilisé (l'eau s'écoule à travers l'éprouvette et le niveau ne varie pas), et sans modifier l'ouverture du robinet, déplacer l'éprouvette et placer le récipient en dessous du jet d'eau, en déclenchant simultanément le chronomètre.
6. Mesurer le temps t nécessaire à remplir un volume de 1 L au minimum dans le récipient, à 1 s près.
7. Retirer le récipient de sous le robinet en arrêtant le chronomètre.
8. Mesurer (par lecture sur l'éprouvette graduée ou par pesage) le volume d'eau V contenu dans le récipient, à 0,01 L près.

Ce mode opératoire est schématisé sur la Figure 10.

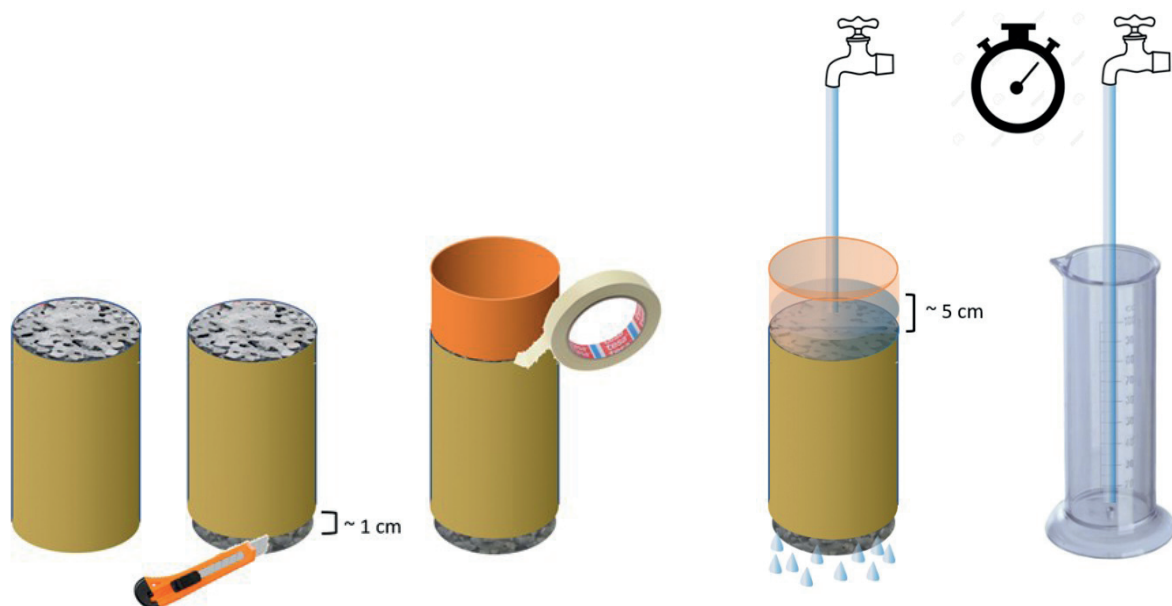


Figure 10. Schéma de l'essai de drainabilité à charge constante.

9.5 Résultat de l'essai

Calculer la drainabilité par la formule suivante :

$$D_r = \frac{V}{tA}$$

Où :

D_r	est	la drainabilité, en L/m ² /s ;
V	est	le volume d'eau rempli dans le récipient, en L ;
t	est	le temps de remplissage en s ;
A	est	la surface de la section horizontale de l'éprouvette, en m ² .

NOTE : La surface A de la section horizontale de l'éprouvette est prise conventionnellement ici égale à 10^{-2} m² (100 cm²) pour les éprouvettes 11x22, et à $1,767 \cdot 10^{-2}$ m² (176,7 cm²) pour les éprouvettes 15x30.

Le résultat est la moyenne des valeurs obtenues sur chacune des éprouvettes testées. Il est arrondi à 0,1 L/m²/s près.

9.6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai comprend les informations habituelles pour un essai sur béton.

▶ 10 ESSAIS POUR BÉTON DURCI : ESSAI DE DRAINABILITÉ (À CHARGE CONSTANTE) IN SITU

10.1 Domaine d'application

Il s'agit d'une méthode pour déterminer, in situ, la drainabilité ou capacité drainante du béton.

Un anneau est temporairement scellé à la surface d'un sol perméable. Après un pré-mouillage de la zone de test, une certaine quantité d'eau est introduite dans l'anneau et le temps pour que l'eau soit évacuée est enregistré. Il s'agit ensuite de calculer la drainabilité du sol en place.

NOTE 1 : L'ordre de grandeur de la drainabilité se situe entre 1,5 et 10 L/m²/s

NOTE 2 : Cet essai n'est pas directement corrélé à l'essai de perméabilité (à charge variable) du § 8

NOTE 3 : Un essai de même principe peut être réalisé en laboratoire, mais avec un protocole adapté (voir § 9)

10.2 Appareillage

- 1 anneau cylindrique, ouvert aux deux extrémités, étanche et suffisamment rigide pour ne pas se déformer quand rempli d'eau, de 300 ± 10 mm de diamètre intérieur (Figure 11) et d'une hauteur minimale de 50 mm. La base de l'anneau doit être lisse et plane. La surface intérieure de l'anneau doit être marquée de deux lignes parallèles située à 10 et 15 mm de la base de l'anneau.
- 1 chronomètre avec une précision de 0,1 seconde.
- 1 balance avec une précision de 50 g.
- 1 récipient de contenance minimale 20 L.
- Pâte à modeler pour réaliser l'étanchéité à la base de l'anneau (Figure 12 et Figure 13).
- Eau potable.



Figure 11. anneau de drainabilité.



Figure 12. anneau de drainabilité étanché avec de la pâte à modeler.



Figure 13. détail de l'étanchéité.

10.3 Corps d'épreuve

Le test est réalisé In Situ.

10.4 Mode opératoire

L'essai de drainabilité est réalisé selon le mode opératoire de la norme ASTM C1701 " Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete ".

1. Nettoyer à sec et avec précaution la surface d'essai
2. Poser l'anneau sur la surface à tester, les traits intérieurs en bas, puis appliquer la pâte à modeler sur le bord intérieur de l'anneau pour réaliser une étanchéité (Figure 12 et Figure 13)
3. Etape de pré-mouillage : verser 3,6 L d'eau dans l'anneau en maintenant le niveau entre les 2 traits inférieurs. Déclencher le chronomètre au moment où l'eau touche la surface à tester, arrêter le chronomètre au moment où il n'y a plus d'eau en surface.
4. Test: le test est réalisé 2 min après le pré-mouillage :
 - a. Si le temps de pré-mouillage est inférieur à 30 s, réaliser l'essai comme ci-dessus mais avec 18 L d'eau.
 - b. Si le temps de pré-mouillage est supérieur à 30 s, réaliser l'essai comme ci-dessus avec 3,6 L d'eau.
5. Répéter l'essai au minimum trois fois à des emplacements séparés d'au moins 1 mètre.

10.5 Résultat d'essai

Calculer la drainabilité sur chaque point avec la formule suivante :

$$I = \frac{14,1 M}{t}$$

Où :

I	est	la drainabilité, en L/m ² /s ;
M	est	la masse d'eau utilisée pour le test, en Kg ou en L ;
t	est	le temps de vidange, en s.

Le résultat est la valeur moyenne des différents essais, Il est arrondi à 0,1 L/m²/s près.

10.6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai comprend les informations habituelles pour un essai sur béton.

11 ESSAIS POUR BÉTON DURCI : RÉSISTANCE À LA COMPRESSION DES ÉPROUVETTES

11.1 Domaine d'application

Réalisation d'un essai de compression selon la norme NF EN 12390-3.

Il s'agit de donner ici les points auxquels il faut porter attention lors de l'application de la méthode normalisée.

11.2 Epreuves

L'essai est réalisé sur au moins 3 éprouvettes confectionnées conformément au mode opératoire du § 5, de format 15x30 ou 11x22.

11.3 Mode opératoire

L'essai de résistance en compression est réalisé selon le mode opératoire de la norme NF EN 12390-3.

Il est possible d'utiliser un élément de contact entre l'éprouvette et les plateaux de la presse en néoprène rigide adapté.

La rectification et le surfacage au soufre peuvent également être utilisés. Une attention particulière sera portée lors de la rectification (sensibilité accrue au déchaussement de granulats), en particulier au jeune âge.

12 ESSAIS POUR BÉTON DURCI : RÉSISTANCE À LA TRACTION PAR FENDAGE DES ÉPROUVETTES

12.1 Domaine d'application

Réalisation d'un essai de traction selon la norme NF EN 12390-6.
Il s'agit de donner ici les points auxquels il faut porter attention lors de l'application de la méthode normalisée.

12.2 Epreuves

L'essai est réalisé sur au moins 3 éprouvettes confectionnées conformément au mode opératoire du § 5, de format 15x30 ou 11x22.

NOTE : Les éprouvettes 11x22 ou 15x30 peuvent être utilisées pour l'essai ; l'utilisation des 15x30 est préférable pour les plus faibles classes de résistances, en raison du moindre risque de casse anormale de l'éprouvette.

12.3 Mode opératoire

L'essai de résistance en traction par fendage est réalisé selon le mode opératoire de la norme NF EN 12390-6.

Annexe

Calcul - Béton drainant - Estimation teneur en air totale

Domaine d'application

Il est possible d'estimer la teneur en air totale (porosité ouverte + porosité fermée) à partir de la mesure de masse volumique réelle du béton frais, des sommes des masses des constituants (solides et liquides) de la formule nominale et des densités indiquées dans les Fiches Techniques Produits. Il faut cependant partir de l'hypothèse que l'échantillon de béton drainant prélevé est homogène et représentatif de la formule nominale.

Méthode de calcul

Nous disposons des informations suivantes :

- Somme des masses des constituants (liquide et solides) de la formule nominale pour 1m³.
- Grâce aux FTP indiquant les différentes densités, nous pouvons calculer la somme des volumes des constituants (liquide et solides) de la formule nominale en l pour 1m³.
- La masse volumique réelle mesurée sur béton frais en kg/m³.

Le volume en air total (en l) pour 1m³ de béton drainant peut donc se calculer comme suit :

$$V_{\text{air total}} = 1000 - \frac{MV_{\text{réelle}} \times \sum \text{Volumes}_{\text{constituants (liquides + solides)}}}{\sum \text{Masses}_{\text{constituants (liquides + solides)}}$$