

2. MURS EN BÉTON BANCHÉ

2.1. DÉFINITION

Les murs en béton banché sont des ouvrages en béton verticaux, coulés dans des coffrages appelés «banches » à leur emplacement définitif dans la construction.

Ces murs comprennent habituellement des armatures de comportement ; ils ne sont toutefois considérés comme armés que s'ils contiennent, en plus, des armatures calculées pour contribuer à leur stabilité.

2.2. CONCEPTION

La conception d'un mur en béton banché doit lui permettre d'assurer les fonctions définies au titre 1.3,1. et en particulier, l'étanchéité pour les murs qui sont exposés à la pluie (titre 1.3,2.).

Les DTU applicables à ce type de mur sont notamment les DTU n^{os} 20.1, 21 et 23-1 (voir [4.1], [4.2] et [4.3])ainsi que les textes suivants :

- Règles BAEL 91 modifiées 99 [4.4].
- Règles FB (DTU-Feu) [4.5].
- Règles relatives aux charges climatiques (Règles NV 65 modifiées 1999 et NV 84 modifiées 2000 [4.7])
- Règles de construction parasismique : Règles PS applicables aux bâtiments, dites Règles PS 92 [4.8] et Recommandations AFPS 90 [4.9].

2.3.MISE EN ŒUVRE

2.3,1. généralités

Les dispositions indiquées ci-dessous ont pour origine les DTU n^{os} 20-1, 21 et 23-1 (voir [4.1]. [4.2] et [4.3]). Elles complètent éventuellement celles données dans le chapitre 1 «Généralités».

2.3,2. béton

En général, le dosage en ciment du béton ne doit pas être inférieur à 300 kg/m³.

Cette disposition devient impérative pour les murs extérieurs placés dans des conditions normales d'exposition ou protégés par un revêtement rapporté.

Le dosage doit être de 350 kg/m³ si les murs sont exposés aux embruns ou aux brouillards salins.

L'affaissement du béton mesuré au cône d'Abrams conformément à la norme NF P 18-451 [4.10] doit être compris entre 8 et 16 cm.

2.3,3. banches de coffrage

1) Principales fonctions

• Obtention des parements désirés. Ces parements sont classés par le DTU 23.1 [4.3] (Cahier des charges) en :

- parement élémentaire,
- parement ordinaire,
- parement courant,
- parement soigné.

Les caractéristiques des divers parements sont groupées dans le tableau ci-après, extrait du DTU :

Tableau 4.2

Parements	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m	Planéité locale rapportée à un réglet de 0,20 m (creux maximal sous ce réglet) hors joints	Caractéristiques de l'épiderme et tolérances d'aspect
Élémentaire	Pas de spécification particulière.	Pas de spécification particulière.	Pas de spécification particulière
Ordinaire	15 mm	6 mm	Uniforme et homogène. Nids de cailloux ou zones sableuses ragrées. Balèvres affleurées par meulage. Surface individuelle des bulles inférieure à 3 cm ² . Profondeur inférieure à 5 mm. Étendue maximale des nuages de bulles 25 %. Arêtes et cueillies rectifiées et dressées.
Courant	7 mm	2 mm	
Soigné	5 mm	2 mm	Identiques au parement courant, l'étendue des nuages de bulles étant ramenée à 10%.

• Résistance mécanique

Les coffrages et étaielements doivent présenter une rigidité suffisante pour résister, sans tassement ni déformation nuisible, aux charges et efforts de toute nature qu'ils sont exposés à subir pendant l'exécution des travaux et notamment aux efforts engendrés par la mise en place et le serrage du béton.

2) Pression latérale exercée par le béton frais

La méthode de calcul ci-après a été mise au point par la CIRIA (Grande-Bretagne). Des mesures effectuées aux Pays-Bas sur des ouvrages en cours d'exécution en ont confirmé la validité. Elle est exposée dans le Manuel de technologie «Coffrage» du Conseil International du Bâtiment [4.11].

Cette méthode est applicable à des bétons à base de ciment CPA, sans adjuvants ou autres ajouts susceptibles d'influer sur la vitesse de durcissement.

La pression latérale p à prendre en compte au point considéré du coffrage est limitée à **la plus faible** des trois valeurs suivantes :

p_1 : pression hydrostatique fonction de la hauteur des levées de béton,

p_2 : effet d'arc sur les parois,

p_3 : limite imposée par le durcissement du béton.

La limite de poussée pratique peut être prise égale à 150 kN/m². Il en résulte donc que :

$$p = \text{Min} [p_1 ; p_2 ; p_3] \leq 150 \text{ kN/m}^2$$

Les tableaux ci-après donnent les valeurs limites p_1 , p_2 , p_3 arrondies à 5 kN/m² près (une plus grande précision serait illusoire).

a) Effet de la hauteur H (en m) de la levée de béton : p_1

La pression hydrostatique admise est prise égale à 25 kN/m² par mètre de hauteur, ce qui conduit aux valeurs ci-après :

H (m)	1	2	3	4	5	≥ 6
P_1 (kN/m ²)	25	50	75	100	125	150

b) Effet d'arc : p_2

Cet effet ne se manifeste que lorsque les trois conditions suivantes sont **simultanément** vérifiées :

- l'épaisseur minimale d de la paroi est au plus égale à 50 cm ;
- l'affaissement du béton est au plus égal à 80 mm ;
- il n'y a pas de vibration externe (par le coffrage).

La valeur de p_2 dépend de la vitesse R de remplissage du coffrage, exprimée en mètre vertical par heure.

Dans le cas d'une mise en place du béton au moyen d'une benne effectuant des rotations successives, la vitesse R s'évalue comme suit :

Soit V (m³) volume de béton à couler

v (m³) volume de la benne

n nombre de bennes nécessaires (c'est-à-dire le nombre entier immédiatement

supérieur à $\frac{V}{v}$)

t durée d'un cycle complet en minutes et

h hauteur **verticale** à bétonner en m

$$R = \frac{60 h}{t(n-1)} \quad (\text{m/h})$$

Le tableau ci-après donne les valeurs de p_2 en kN/m² en fonction de l'épaisseur d de la paroi et de la vitesse R :

d (cm)	R (m/h)											
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	30	≥40
15	$p_2= 35$	35	40	45	45	50	55	60	75	90	120	150
20	40	40	45	50	50	55	60	65	80	95	125	150
30	50	50	55	60	60	65	70	75	90	105	135	150
40	60	60	65	70	70	75	80	85	100	115	145	150
50	70	70	75	80	80	85	90	95	110	125	150	150

c) Effet du durcissement du béton : p_3

Le tableau ci-après donne les valeurs de p_3 en kN/m^2 en fonction de l'affaissement du béton, de la température interne de ce dernier, et de la vitesse de remplissage R :

Affaissement (mm) (1)	Température du béton (°C)	R(m/h)									
		1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	≥8
50	5	50	70	95	115	135	150	150	150	150	150
	10	40	55	70	85	100	135	150	150	150	150
	15	40	45	55	65	75	100	125	150	150	150
	20	35	40	45	50	55	70	90	105	125	150
75	5	60	85	110	140	150	150	150	150	150	150
	10	50	65	85	105	125	150	150	150	150	150
	15	40	50	65	80	95	125	150	150	150	150
	20	35	40	50	60	70	90	115	135	150	150
100 à 150	5	70	100	130	150	150	150	150	150	150	150
	10	55	75	100	120	150	150	150	150	150	150
	15	45	60	75	90	110	150	150	150	150	150
	20	35	45	55	70	80	110	130	150	150	150

(1) selon norme NF P 18-451 [4.10].

Remarques :

1. Il n'est pas normalement nécessaire de prendre une marge complémentaire pour tenir compte d'un effet d'impact à la mise en place du béton.
2. Pour certains adjuvants (à base de résines mélanines ou de cendres volantes pulvérisées) il convient de prendre $p = p_1$, quels que soient d, R ou H.
3. Les bétons pompés donnent lieu à de grandes vitesses R, dont il faut tenir compte.
De même, si le béton est mis en place par un tube plongeur dont l'extrémité est immergée dans le béton frais, il y a accroissement des pressions sur les coffrages.
Pour les poteaux, l'introduction du béton sous pression par la base entraîne une augmentation de 50 % par rapport à la pression hydrostatique.
4. La poussée est d'autant plus grande que le délai qui s'écoule entre la fabrication et la mise en œuvre du béton (transport plus temps d'attente) est lui-même plus court.

3) Sécurité du personnel sur le plan de travail

Les éléments de coffrage doivent être équipés de dispositifs nécessaires à la sécurité de la main-d'œuvre pendant les diverses opérations du cycle de bétonnage (manutention et stockage).

Ces dispositifs (passerelles, béquilles, vérins, etc.) non seulement assurent la sécurité sur le plan de travail mais ils améliorent les rendements.

4) Étanchéité

L'étanchéité doit être suffisante pour ne pas avoir de suintement nuisible de laitance.

Les pertes de laitance provoquent la formation de nids de cailloux et la chute de résistance du béton.

L'étanchéité entre les éléments du coffrage et entre le coffrage et les parties d'ouvrage déjà coulées peut être assurée par des bandes adhésives ou mieux par des cordons compressibles.

5) Mise en place des coffrages

La mise en place des coffrages doit être suffisamment précise pour que l'ouvrage réalisé ait les dimensions prévues avec les tolérances suivantes :

- Tolérance relative à un niveau

La tolérance admise sur la distance entre deux murs est de ± 2 cm.
Cette tolérance est de ± 1 cm pour les épaisseurs des murs.

- Écart d'implantation des parois à parements verticaux ayant même plan axial.

L'écart d'implantation e_1 maximal mesuré horizontalement entre la trace sur leur plancher commun des plans axiaux de deux murs superposés ne doit pas dépasser $1/15$ de l'épaisseur du mur le moins épais, avec un maximum de 3 cm.

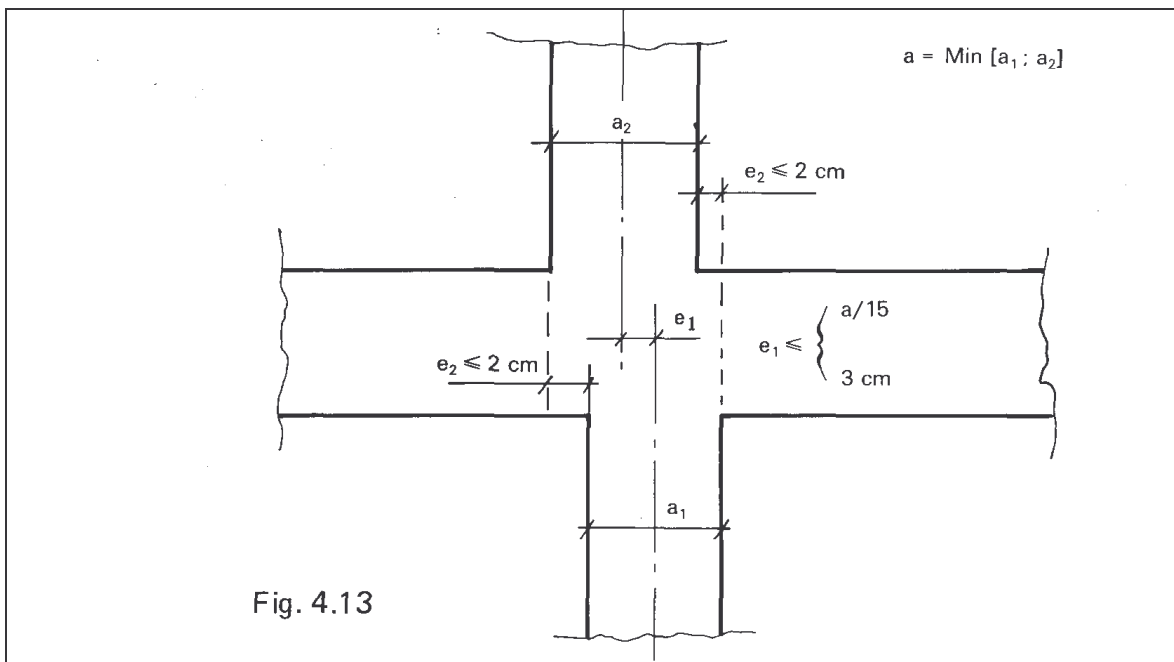


Fig. 4.13

En outre l'écart e_2 maximal mesuré horizontalement entre les traces des plans des parements des murs de part et d'autre d'un plancher ne doit pas dépasser 2 cm (fig. 4.13).

- Cumul des écarts sur la hauteur d'un mur

Aucun point du plan axial d'un mur ne doit s'écarter de plus de 6 cm (distance mesurée horizontalement) de son tracé théorique sur plan.

- Écart sur la verticalité du parement d'un mur sur une hauteur d'étage. Cet écart ne peut dépasser 2 cm (fig. 4.14).

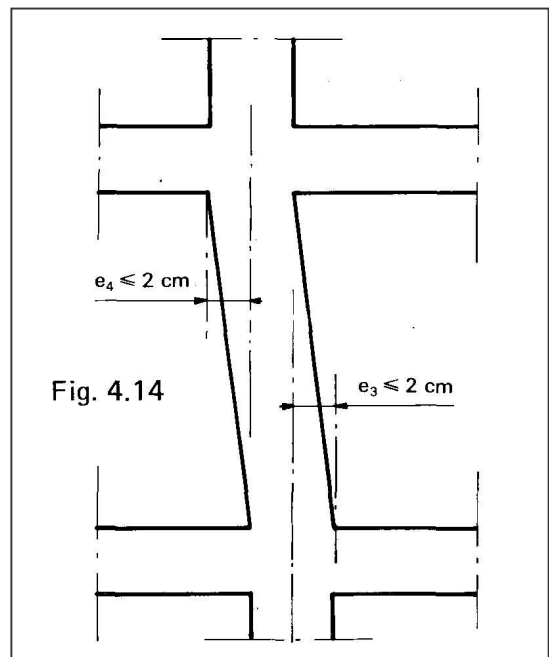


Fig. 4.14

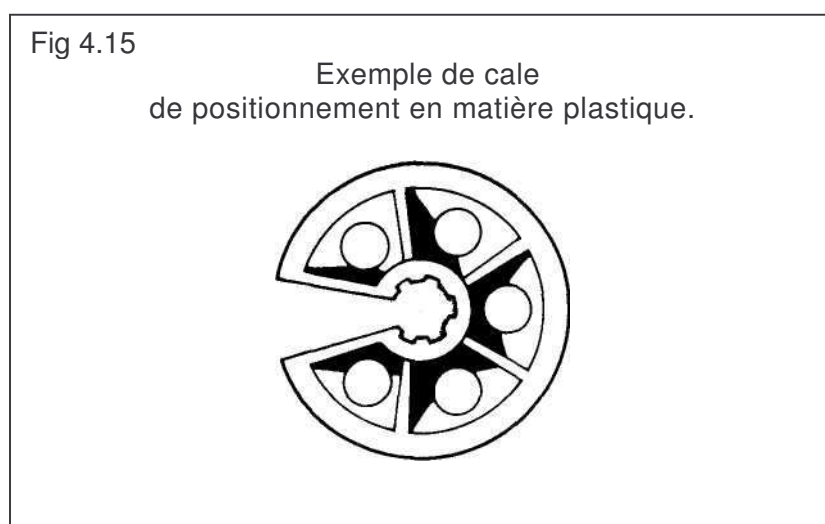
2.3,4. disposition des armatures

Le DTU 23.1 [4.3] demande que le ferrailage d'un mur en béton banché soit convenablement raidi, éventuellement par des barres disposées en diagonale.

Cette condition est automatiquement satisfaite si l'on utilise du treillis soudé.

Pour la détermination des types de panneaux à adopter, voir titre 5. Les panneaux de treillis soudés et les autres armatures doivent se trouver aux emplacements prévus sur les plans et ne pas être déplacés lors du bétonnage.

Pour assurer un positionnement correct, on utilise des cales de positionnement (fig. 4.15) et des raidisseurs ou des distanciers en treillis soudés. (voir chapitre 1 page 16).



Sécurité du personnel :

Le fascicule 65A [1.2] impose de prendre des mesures aptes à assurer la sécurité du personnel vis-à-vis des risques que présentent les armatures libres en attente. On peut, par exemple, s'arranger pour qu'un fil de répartition soit proche de l'extrémité des fils en attente, ou couvrir ceux-ci par un capot.