



La pierre naturelle: Les enjeux de la réglementation

24 juin 2008

Maçonnerie: Le nouveau DTU 20.1

-Olivier LEROY Responsable commercial C.B.P

-Alain BOUINEAU Consultant au CTMNC



Un peu d'histoire.....

- Juste après la deuxième guerre mondiale, la pierre naturelle a largement contribué à l'effort de reconstruction .
- Il a été construit de nombreux immeubles de 6 à 8 niveaux en pierres porteuses avec des matériaux de résistance à la compression comprise entre 5 et 40 MPa.



- On peut citer, à titre d'exemple, les nombreux immeubles de l'architecte Fernand POUILLON à Marseille, Aix en Provence, Algérie, Montrouge, Boulogne-Billancourt, Meudon, etc....



- A cette époque, on construisait avec des règles empiriques, mais déjà la règle du **dix centièmes** pour le calcul de la contrainte admissible, se généralise.

$$C=R/N$$

- C= Contrainte de compression admissible du mur
- R= Résistance à la compression de la pierre naturelle selon la norme
- N= Coefficient global de réduction

SUPPLÉMENT AUX
ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

JANVIER 1959

Douzième Année, N° 133

Série : MATÉRIAUX (17)

RÉSISTANCE A LA COMPRESSION
DE PILIERS EN PIERRE DE TAILLE

par

MM. L. VIRONNAUD, Chef de service, et **R. CHASSAING**, Ingénieur
au Centre Expérimental de Recherches et d'Études
du Bâtiment et des Travaux Publics

RÉSUMÉ

Le but de ces essais est la détermination de l'influence de différents types de joints et de cales sur les résistances à la compression de piliers en pierre de taille.

Les essais de compression sont réalisés sur des piliers de 1.50 m de hauteur, 0.15 × 0.70 m de base, appareillés

SUMMARY

The purpose of these tests is to determine the influence of different types of joints and wedges on the compressive strength of ashlar pillars.

The tests were carried out on pillars 5 ft. in height with a section of 1 ft. 6 in. × 2 ft. 4 in., drafted in three courses

I. — PROGRAMME DE L'ÉTUDE

La *Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Maçonnerie* a demandé au *Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics* de réaliser des essais en vue de déterminer l'influence de différents types de joints et de cales sur les résistances à la compression de piliers en pierre de taille, de plusieurs provenances.

Le programme des essais a été arrêté en novembre 1955. Il comporte essentiellement :

— des essais de compression sur piliers de 1,50 m de hauteur, de 0,35 m × 0,70 m de base, appareillés en trois assises de 0,50 m de hauteur, comme on le voit sur la figure 1;

— des essais de compression normalisés sur cubes de pierre, extraits des piliers;

— des déterminations des principales caractéristiques des pierres et joints utilisés.

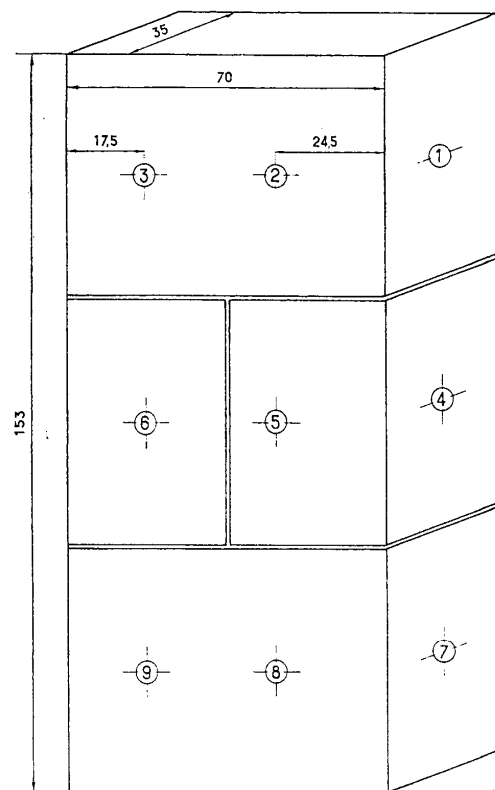


FIG. 1. — Schéma du pilier avec emplacements des points de mesures.

Trois origines de pierre cette étude :

— *Roche ferme de Saint-Maximin* de Ouachée et Cor

— *Roche douce de Noyant* Charentes et du Poitou

— *Pierre de Chauvigny* Charentes et du Poitou

Dix-huit piliers ont été du tableau I ci-après :

TABLEAU I
PILIER

N° DES piliers	NATURE DE LA PIERRE
1	Chauvigny
2	
3	
4	
5	Saint-Maximin
6	
7	
8	
9	Noyant
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	

Par suite des difficultés piliers par une main-d'œuvre restées entreposées dans au moins seize mois avant

II. — CONDITIONS

2.1 — Essais sur pilier

Les dix-huit piliers posés par des ouvriers d'une entreprise dans la pose de la pierre

Les matériaux utilisés :

— *Cales :* pin ou orme,

— *Mortier de ciment :*

ciment de fer 250/31;

sable de Seine écrêté

mélange en volume

VUE DES PILIERS APRÈS RUPTURE



FIG. 9. — Pilier n° 4.

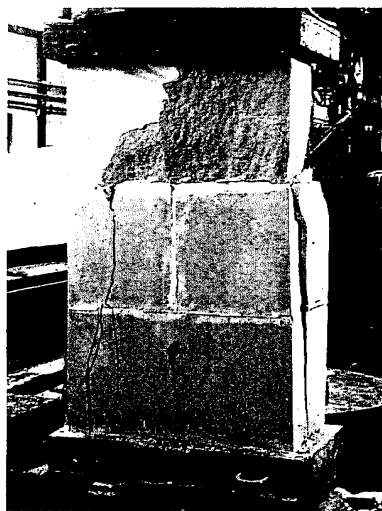


FIG. 10. — Pilier n° 4.



FIG. 11. — Pilier n° 5.

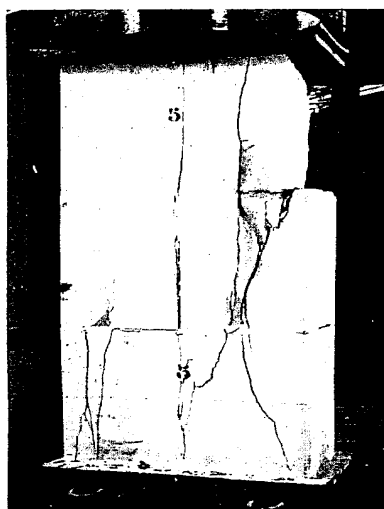


FIG. 12. — Pilier n° 5.



FIG. 13. — Pilier n° 5.



Création du DTU 20.1

- Il faut attendre 1961 et le DTU 20.1 pour officialiser cette règle du dixième pour la pierre naturelle, c'est-à-dire $N=10$ pour un chargement excentré



- Depuis cette période jusqu'à nos jours, de nombreux bâtiments ont été construits selon les règles du DTU 20.1 sans pathologie structurale.
- Cette longue et exceptionnelle expérience est la garantie que les coefficients globaux de réduction du DTU 20.1 sont parfaitement appropriés à la pierre naturelle.



le nouveau DTU 20.1 - 2008

Ouvrages en maçonnerie de petits éléments parois et murs

- Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types
- Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux
- Partie 2 : cahier des clauses spéciales
- Partie 3 : guide de choix des types des types de murs
de façades en fonction du site
- Partie 4 : règles de calcul et disposition constructives
minimales



DTU 20.1

Une norme qui traite de *la conception* et de *l'exécution* des parois et murs de bâtiment en maçonnerie **traditionnelle** de petits éléments.

Un DTU pluriel qui regroupe différents matériaux.

Il doit être un outil de prescriptions.

● Le vocabulaire de la pierre a été modernisé pour mieux définir notre matériau.

● Dans les schémas de principe, **la pierre naturelle** apparaît clairement à côté des autres matériaux.

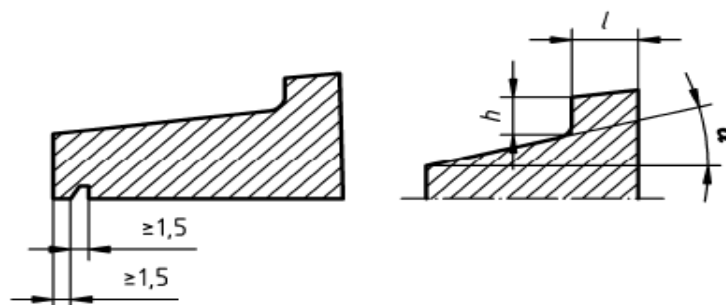
Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE

Un rapide tour d'horizon sur ce que nous avons proposé

● APPUIS DE BAIE

6.4.5.1 Caractéristiques géométriques des appuis de baie

Ils doivent présenter un profil en pente vers l'extérieur, complété, côté intérieur, par un rejingot selon la description de la figure 27, faisant partie intégrante de l'appui, et non rapporté après coup, satisfaisant les exigences du tableau 1.



Légende

l = largeur

h = hauteur du rejingot

a = angle de pente de l'appui

Les dimensions réelles pour l , h et la pente minimale doivent être supérieures aux valeurs données dans le tableau 1.

Figure 27 — Coupe type d'un appui de baie

Tableau 1 — Caractéristiques géométriques des appuis de baies

Appui (cotes en mm)	Rejingot		
	Largeur minimale (l)	Hauteur minimale (h)	Pente minimale (%)
Coulé en place avant la pose de la menuiserie	40	25	10
Appui en pierre naturelle massive, mise en place avant la pose de la menuiserie		30	
Appui réalisé à l'aide de petits éléments de maçonnerie en briques		25	

Les appuis préfabriqués industriellement en béton doivent répondre aux exigences de la norme NF P 98-052.

Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE

● APPUIS DE BAIES

6.4.5.2 Débord du larmier par rapport à la maçonnerie

Côté extérieur, la partie débordante doit être munie d'un larmier longitudinal en sous-face (goutte d'eau) dimensionné comme indiqué sur la figure 27.

Le débord du larmier par rapport au nu brut du mur non encore enduit sera supérieur ou égal à 3 cm, soit au total un débord supérieur à 6 cm entre le nez de l'appui et le nu fini de la maçonnerie de l'allège (figure 28).

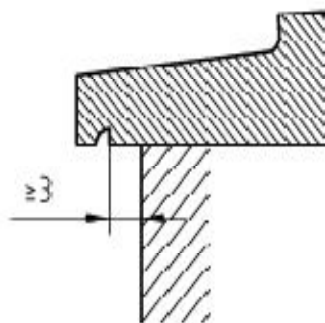


Figure 28 — Distance entre le nu brut du mur non encore enduit de l'allège et le débord du larmier

Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE



● Mur composite : un mur traditionnel sous haute surveillance

Figure 52 - Murs composites – Associations interdites

NOTE 1 Les éléments en pierre calcaire et de terres cuites sont particulièrement sensibles aux effets de la migration par capillarité de l'eau et des sels du béton banché. Les galets ne sont pas des pierres au sens du présent document.



NOTE 3 Cette disposition ne vise pas les chaînages, linteaux, entourages de baies, poteaux en béton armé dont la protection extérieure peut être assurée par des produits de terre cuite, des plaques de béton cellulaire ou des pierres naturelles.

Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE

● Mur composite : un mur traditionnel sous haute surveillance

7.1.4.1 Prescriptions générales

Les seules associations traditionnelles admissibles, utilisables en partie courante d'un mur sans autres précautions particulières que celles qui sont indiquées ci-après, sont les associations suivantes :

le bloc de béton destiné à rester apparent avec le bloc creux en béton ou la pierre naturelle ,

le béton banché avec la pierre naturelle ,





Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE

● Description plus détaillée de la pose au plâtre et apparition du montage à joint mince

8.4.2.2 Montage à joints épais de plâtre coulé

Dans le cas de pierres dimensionnées en calcaire tendre (tolérances D1 ou D2), la pose peut être effectuée au plâtre, suivant les habitudes locales. L'épaisseur des joints varie de 8 à 12 mm.

Le plâtre est coulé après obturation des contours extérieurs des lits et des joints, suivant la méthode dite "au godet". Après la prise, les joints vus sont ragrés, dégarnis et rejointoyés.

NOTE Le jointoiment après coup ne doit pas être réalisé à l'aide d'un mortier contenant du ciment.

8.4.2.3 Montages à joints minces (maçonnerie apparente)

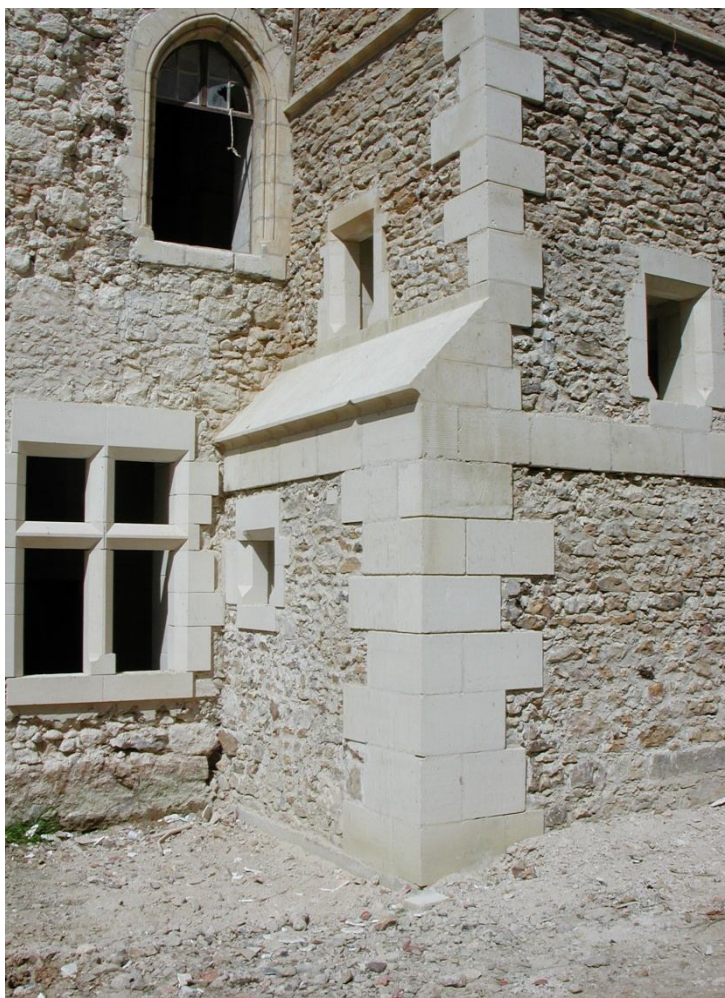
Le mur en pierres dimensionnées sera toujours du type IIa au moins, avec les limitations d'emploi indiquées au FD DTU 20.1 P3 et au NF DTU 20.1 P4.

Le choix d'un mortier (T) pour le montage à joints minces des pierres dimensionnées, données à l'aide d'un outil particulier et dans des épaisseurs admissibles se fera selon un Atec ou un DTA¹⁾ statuant sur la compatibilité satisfaisante de ces divers paramètres, voir NF DTU 20.1 P1-2 (CGM).

NOTE L'outil généralement utilisé pour le montage à joints minces avec la pierre est la pelle crantée.

Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE

Dans le cas de simple entourage harpé de baies ou d'ouverture en pierre naturelle, la plus courte distance pourra être réduite pour être comprise entre 8 et 12 cm ou satisfaire à l'appareillage au tiers.





	Ciments CEM I ou CEM II au calcaire	Ciment Prompt naturel	Chaux hydraulique NHL NHL-Z HL* Classe 3,5 ou 2	Chaux aérienne CL ou DL	Ciment à maçonner MC 12,5 à 22,5	Sable	Mortier G Classe M
Mortier de Liant pur	300 à 400		350 à 450		350 à 450	0/2 ou 0/4 mm ≤ 5% de fines	M 10
Mortier bâtard ** Dosage global 350 à 450 kg/m³	100 à 150		250 à 300				
	150 à 250			150 à 250			
		150 à 250					

* Les chaux HL ne seront pas bâtardees.

** Les dosages bâtards ne pourront être réalisés qu'à partir de Ciments CEM I et CEM II.

Les dosages en liant(s) sont en kg par m³ de sable sec.



	Ciments CEM I ou CEM II au calcaire	Ciment Prompt naturel	Chaux hydraulique NHL NHL-Z HL* Classe 5 ou 3,5	Chaux aérienne CL ou DL	Ciment à maçonner MC 12,5 à 22,5	Sable	Mortier G Classe M
Mortier de Liant pur	250 à 350		250 à 400		250 à 350	0/2 ou 0/4 mm ≤ 5% de fines	M 5
Mortier bâtard **	50 à 100		200 à 250				
Dosage global	150 à 200	50 à 100	200 à 250	100 à 200			
250 à 350 kg/m³		50 à 100		250 à 300			

* Les chaux HL ne seront pas bâtardees.
 ** Les dosages bâtards ne pourront être réalisés qu'à partir de Ciments CEM I et CEM II.
 Les dosages en liant(s) sont en kg par m³ de sable sec.



	Ciments CEM I ou CEM II au calcaire	Ciment Prompt naturel	Chaux hydraulique NHL NHL 7 HL* Classe 5 ou 3,5	Chaux aérienne CL ou DL	Sable	Mortier G Classe M
Mortier de Liant pur	200 à 250		200 à 300		0/2 ou 0/4 mm ≤ 5% de fines	M 2,5
Mortier bâtard **	100 à 125			100 à 200		
Dosage global 200 à 300 kg/m ³		50 à 100	100 à 200			

* Les chaux HL ne seront pas bâtardees.

** Les dosages bâtards ne pourront être réalisés qu'à partir de Ciments CEM I et CEM II.

Les dosages en liant(s) sont en kg par m³ de sable sec.

Partie 1-2 CRITERES GENERAUX DE CHOIX DES MATERIAUX

● Mortier performantiel ou mortier de recette

3.6.6.1 Mortiers de recette

Tableau 9 — Dosage des mortiers pour le jointoiement après coup de maçonnerie apparente (rejointoiement).

	Ciments CEM I CEM II ou CEM III/A ou CEM V/A	Ciment Prompt naturel	Chaux hydraulique NHL, NHL-Z, HL*	Chaux aérienne CL ou DL	Ciment à maçonner MC 12,5 à 22,5	Sable
Mortier de liant pur			250 à 350		300 à 350	0/2 ou 0/4 mm ≤ 5% de fines
Mortier bâtard** Dosage global 300 à 450 kg/m ³	50 à 100		250 à 300			
		50 à 100	100 à 250			
		50 à 150		100 à 250		
	150 à 250			100 à 200		

* Les chaux HL ne seront pas bâtardees.

** Les dosages bâtards ne pourront être réalisés qu'à partir de Ciments CEM I et CEM II.

Les dosages en liant(s) sont en kg par m³ de sable sec.

Partie 1-2 CRITERES GENERAUX DE CHOIX DES MATERIAUX

● Tableau des épaisseurs de mur en fonction du type de mur et de sa capillarité

L'épaisseur des murs en élévation en partie courante sans possibilité de rejaillissement dépend de l'absorption d'eau par capillarité. Cette épaisseur est donnée dans le tableau 10.

Tableau 10 — Epaisseur des murs en pierres naturelles en élévation

$C_{2w,s}$ parallèle au sens du lit NF EN 772-11 en $g/m^2.s^{0.5}$	Mur de type I (cm)	Murs de type IIa et IIb (cm)
≤ 260	30	20
520	30	22,5
780	30	25
1040	35	30
> 1300	40	30
Pour les murs de type I, IIa et IIb, lorsque les pierres naturelles utilisées ont des coefficients de capillarité $C_{2w,s}$ intermédiaires entre deux valeurs du tableau, l'épaisseur de la paroi s'obtient par interpolation linéaire. L'épaisseur des murs de type III est au minimum de 20 cm quelque soit le coefficient de capillarité de la pierre naturelle, avec jointoiement après coup obligatoire. Le jointoiement après coup est obligatoire seulement pour les murs de type IIb.		

Partie 4 RÈGLES DE CALCUL ET DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES MINIMALES

● Tableau des épaisseurs de mur en fonction du type de mur et de sa capillarité sur les murs en moellons

Tableau 2 — Epaisseurs minimales des parois extérieures en moellons

C2 w,s parallèle au sens du lit NF EN 772-11 en $\text{g/m}^2 \cdot \text{s}^{0,5}$	Mur de type I (cm)	Murs de type IIa et IIb (cm)
≤ 260	35	35
520	35	35
780	35	35
1040	40	35
> 1300	45	35





CONCLUSION

- La remise en conformité du DTU avec les nouvelles références normatives était indispensable pour la bonne compréhension des différents acteurs de la construction.
- Le partage en 5 fascicules en fait un réel outil de prescription, en présentant un gage de respect des « règles de l'art ».
- Il s'adresse aussi bien aux maîtres d'ouvrage, aux maîtres d'œuvre, aux entreprises, qu'aux experts en cas de litige.
- Une meilleure visibilité de la pierre naturelle avec ce nouveau découpage.