

DOSSIER TECHNIQUE

MURS ET ENDUITS

Version 1 / 05 - 08 - 2020



Élaboré dans le cadre des Ateliers Techniques des Métiers
LCA-FFB avec la précieuse contribution des partenaires
LCA-FFB COMMUNICATION : ALKERN - CIMBéton - Le Pôles
Gros Œuvres FFB - KP1 - PAREXLANKO - PRB - RECTOR -
SOPREMA - Fédération Française des Tuiles et Briques - XELLA





INTRO

ATELIERS TECHNIQUES DES MÉTIERS

Les membres de l'Atelier Technique des métiers LCA-FFB, composé de ses adhérents Constructeurs de Maisons et Promoteurs Immobiliers et de ses partenaires, vous proposent une collection de dossiers techniques sur différents thèmes. Classés par typologie d'ouvrage, les dossiers techniques de LCA-FFB et ses partenaires s'attachent à traiter de la manière la plus exhaustive possible les différents points techniques à retenir. Ils s'attachent à traduire les règles de l'art de manière pédagogique et schématique afin que le Constructeur ou le Promoteur qui les liera puisse adapter la conception de son projet au respect des réglementations et des normes en vigueur.



PARTENAIRES

LCA-FFB COMMUNICATION



SOMMAIRE



SECTION 1

GÉNÉRALITÉS

1. Les points transversaux
2. Ouvrages visés par le présent dossier

04

04

06

SECTION 2

LES MURS

3. Maçonnerie de petits éléments
4. Béton banché
5. Les prémurs

08

08

16

19

SECTION 3

REVÊTEMENTS EXTÉRIEURS

6. Enduits de mortier
7. ETICS* dans le neuf
8. Entretien et réparation

24

24

27

30

SECTION 4

L'INNOVATION DANS LE DOMAINE

33

9. Les murs à ossature bois selon le NF DTU 31.4
10. ETICS sur support ossature bois et CLT
11. Les ETICS sous isolant fibre de bois
12. Brique à pose au pistolet
13. Bloc béton avec mousse isolante incorporée
14. Mur en paille
15. Blocs fabriqués à partir de matériaux biosourcés
16. BIS (conforme NF EN 206 et Eurocodes 2 et 8)

33

33

34

34

35

35

36

36

SECTION 1



GÉNÉRALITÉS

1. Les points transversaux

La hiérarchie des textes

Toute prescription technique doit être encadrée par un texte de référence la plupart du temps élaborée par la profession. Ces textes sont toutefois de portée différente et peuvent être classés par ordre de priorité.

La réglementation

Sauf à proposer une solution d'effet équivalent selon l'article 49 de la Loi ESSOC, il est impossible de déroger à la réglementation technique. Établie par l'État, elle couvre notamment les domaines de la thermique, du sismique, de l'acoustique ou de la sécurité incendie. Son non-respect entraîne la responsabilité directe du constructeur.

La norme de mise en œuvre (le NF DTU)

Contrairement aux textes réglementaires, établis par les pouvoirs publics et d'application obligatoire, les normes de mise en œuvre de type NF DTU sont des contrats-types établis par les professionnels avec le consensus de l'ensemble de leurs partenaires.

Les NF DTU sont des textes contractualisables et donc à caractère volontaire. Elles sont cependant considérées par les experts et les tribunaux comme l'expression écrite des Règles de l'Art. Un contrat (en marché privé) peut déroger à une norme ou à certaines de ces clauses si les deux parties du contrat le stipulent explicitement dans ce dernier.

Les normes peuvent être rendues obligatoires dans la réglementation pour appuyer les politiques publiques. Dans tous les cas, la réglementation prime sur la norme et la norme doit respecter la réglementation.

La norme produit

Également d'application volontaire, la norme produit vise à caractériser l'atteinte d'une performance de ce dernier. C'est un cadre de référence qui vise à fournir des lignes directrices, des prescriptions techniques ou qualitatives pour des produits.

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application (DTA)

Formulés par un Comité d'experts représentatif de la profession et attribués à titre individuel pour un produit innovant (donc ne rentrant pas dans le cadre d'une norme) d'un seul fabricant, les Avis Technique et les DTA permettent au metteur en œuvre de la solution d'obtenir l'assurabilité « Technique Courante ». Les notions d'assurabilité sont définies au I.2. Il existe également des Appréciations Techniques Expérimentales (ATEX) d'une durée plus limitée dans le temps voire circonscrites à un seul chantier.



Les règles professionnelles validées par la C2P

Ces règles sont rédigées par une partie de la profession et peuvent concerner une technique de mise en œuvre particulière qui pour différentes raisons ne peut rentrer dans une norme. C'est leur acceptation par la Commission Prévention Produit (C2P) de l'Agence Qualité Construction qui leur donne l'assurabilité « Technique Courante ».

Les techniques non validées par la C2P ou mise en observation

Lorsqu'un produit ou une technique est mis en observation par la C2P, il sort de l'assurabilité « Technique Courante ». Une discussion avec l'assureur doit alors s'engager au cas par cas pour éventuellement obtenir des adaptations de garanties.

Le marquage CE

Permettant la libre circulation des produits sur le marché européen, la certification CE est obligatoire pour tout produit vendu sur le marché français qui relève d'une norme européenne harmonisée ou d'un Agrément technique européen.

Les marques NF et QB

Les certifications volontaires de type NF ou QB ne sont pas obligatoires pour le fabricant mais apporte un gage de qualité supplémentaire en attestant par exemple, sans vérification supplémentaire par l'utilisateur, de la conformité aux normes de mise en œuvre ou de caractéristiques complémentaires.



Les Fiches de Données Sanitaires et Environnementales (FDES)



Qu'elles soient propres à un produit ou collectives pour une famille de produits, ces fiches permettent de connaître l'impact environnemental du produit. Elles sont téléchargeables sur la [base INIES](#) et seront indispensables dans le cadre de la RE2020.

Pour un produit, une donnée environnementale établie par défaut sera plus pénalisante qu'une donnée établie collectivement par la famille du produit. Cette donnée collective sera elle-même plus pénalisante qu'une donnée établie spécifiquement pour le produit. Parfois, lorsqu'il n'y a pas de FDES, des configurateurs spécifiques à la famille de produit permettent d'obtenir une donnée environnementale précise. C'est le cas par exemple de BETie pour le béton (voir §4 Section 2).

Assurances

La notion de travaux de « Technique Courante »

Il s'agit d'une notion contractuelle expressément définie aux conditions générales du contrat et ne justifiant donc pas de démarches particulières pour être garantie.

Elle s'applique aux travaux présentant un risque considéré comme normal.

Plus étendue que la notion de « travaux traditionnels », elle recouvre généralement les travaux conformes aux Documents Techniques Unifiés (D.T.U.), aux normes, règles professionnelles ou avis techniques acceptés par les assureurs.

La notion de travaux de « Technique Non Courante » (TNC)

Il s'agit des procédés et techniques qui n'entrent pas dans le cadre contractuel de la technique courante défini ci-dessus.

Pour bénéficier des garanties de son contrat, il incombe à l'entreprise de vérifier, lors de la remise de son offre, que les travaux qu'il envisage de réaliser ou de sous-traiter, sont conformes aux règles ou documents définis par les assureurs comme étant de la technique courante.

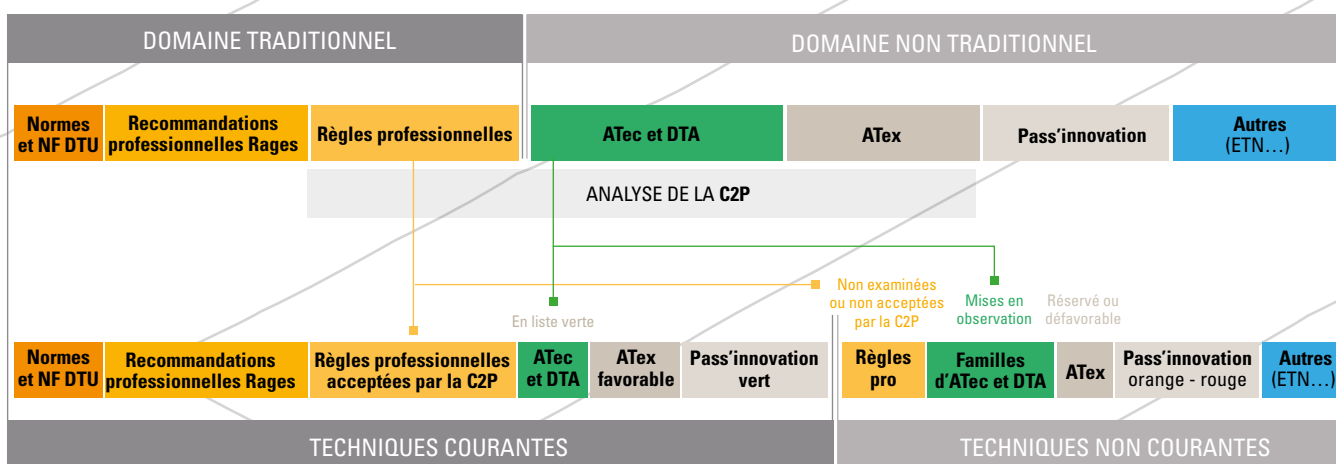
Si l'entreprise a un doute quant à la nature des techniques qu'il va employer (TNC ou non), il peut s'adresser à son assureur, et exiger une réponse écrite de sa part.

Dès lors que des TNC sont mises en œuvre, l'entreprise doit obtenir l'accord préalable de son assureur. La déclaration des travaux de technique non courante, dans le cadre d'une opération déterminée, doit être accomplie le plus tôt possible :

- avant la remise définitive des prix (afin de tenir compte de l'incidence d'une éventuelle surprime) ;
- en tout état de cause avant le début des travaux.

Les différentes conditions d'assurabilité en fonction des textes de référence cités ci-dessous sont résumées grâce au schéma suivant.

Un lien entre domaine traditionnel ou non et techniques courantes ou non

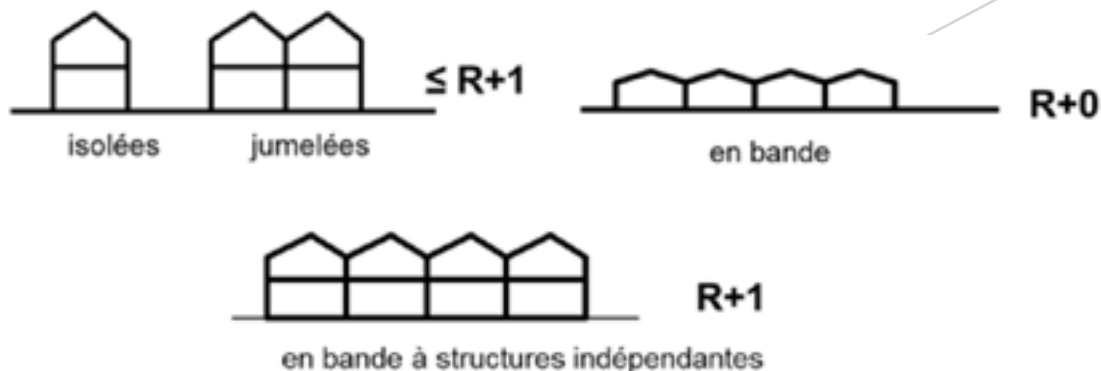


Source : Commission Prévention Produit AQC

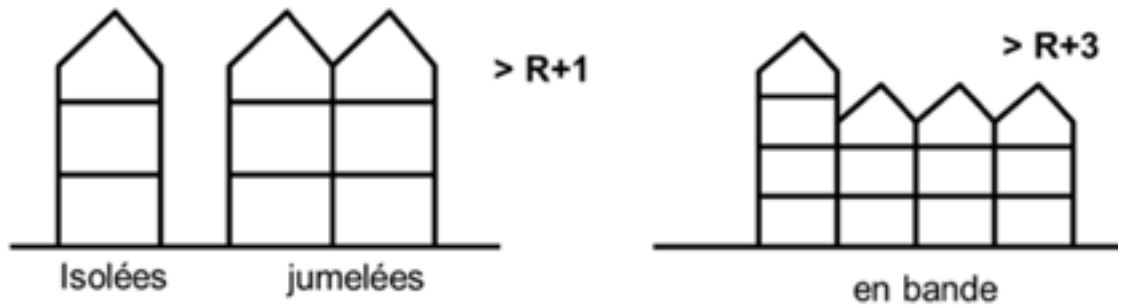
2. Ouvrages visés par le présent dossier

Sont visées par le présent document les maisons individuelles neuves et immeubles neufs d'habitations collectives jusqu'à la troisième famille (selon l'Arrêté du 31 Janvier 1986) en France métropolitaine.

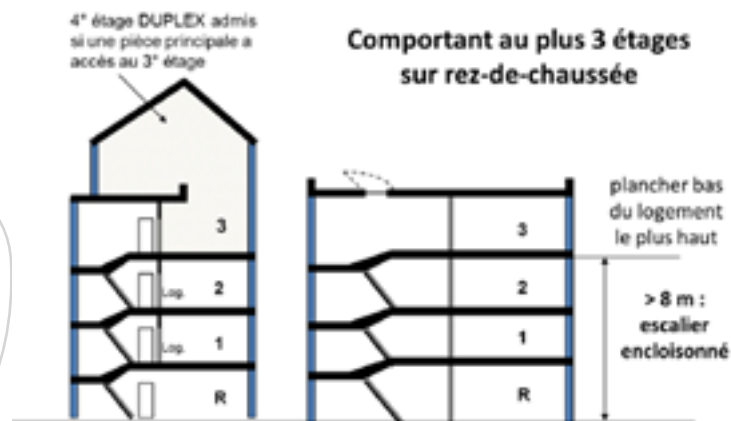
1^{ère} Famille (habitations individuelles)



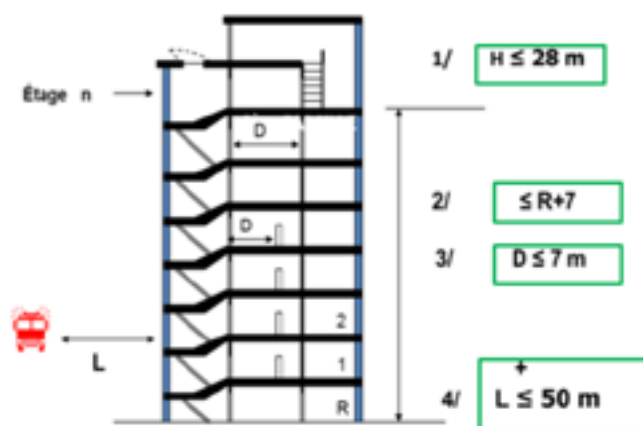
2^{ème} Famille (habitations individuelles)



2^{ème} Famille (habitations collectives)



3^{ème} Famille



Les ouvrages de la quatrième famille et supérieure ne sont pas visés par le présent document.



SECTION 2

LES MURS

La conception des murs dépend de plusieurs paramètres extérieurs (qualité du sol, zone sismique, zone de vent ...) qu'il conviendra de prendre en plus des préconisations ci-dessous.

Tous les produits ou techniques présentés ci-dessous sont titulaires de la marque NF et leur FDES est disponible (comme décrit en partie I).

Les murs sont soumis à plusieurs normes d'application volontaire ou obligatoire (arrêtés de loi) réglementations qui leur permettent de répondre à plusieurs fonctions :

- mécanique (Eurocode, DTU) ;
- acoustique (NRA) ;
- thermique (RT2012) et environnementale (future RE2020) ;
- sismique (arrêté du 22 octobre 2010) ;
- incendie (arrêté de 1986).

3. Maçonnerie de petits éléments

Texte de référence DTU 20.1 *Le NF DTU 20.1, texte de référence pour la mise en œuvre des ouvrages en maçonnerie, a été révisé en 2020. La nouvelle version du DTU introduit plusieurs dispositions notables qui sont détaillées dans les paragraphes suivants.*

On distingue les maçonneries chaînées des maçonneries de remplissage. Sont traitées dans le présent document les maçonneries chaînées ou confinées au sens du NF DTU 20.1. C'est-à-dire les maçonneries intégrant des éléments en béton armé dans les directions verticales et horizontales (raidisseurs et/ou chaînages), permettant, conjointement avec la maçonnerie, de participer à la stabilité de l'ouvrage.

Les murs en maçonnerie sont les types de murs les plus traditionnels (en particulier en maison individuelle). Leur montage est facilité par leur caractère manuable et leur disponibilité sur tout le territoire.

La classification des éléments de maçonnerie selon le NF DTU 20.1

Les éléments de maçonnerie sont classés par groupes en fonction de leur caractéristiques géométriques (pourcentage de vides et dimensions de leurs alvéoles). L'appartenance au groupe est déclarée par le fabricant du produit.

GRUPE 1	GRUPE 2	GRUPE 3	GRUPE 4
Éléments pleins ou perforés	Éléments creux d'alvéoles verticales. La distinction de groupe est en fonction de la section des alvéoles		Éléments constitués d'alvéoles horizontales



On distingue le montage à joint épais et le montage à joints minces en fonction de l'épaisseur du joint suivant le type de maçonnerie. Le type de montage conditionne également le choix du mortier.

FAMILLE	TYPE DE MONTAGE	ÉPAISSEUR DE JOINT DURCI	DÉCALAGE DES JOINTS VERTICAUX DE DEUX ASSISES SUCCESSIVES
Briques	Joint épais	Entre 1 et 2 cm	Au moins 1/3 de la longueur de l'élément (1/4 pour les éléments de petits formats destinés à rester apparents)
	Joint mince*	Entre 1 et 3 mm	
Blocs de granulats	Joint épais	Entre 1 et 2 cm	Compris entre le tiers et la moitié de la longueur du bloc
	Joint mince*	Entre 1 et 3 mm	
Blocs en béton cellulaire	Joint épais	Entre 8 et 15 mm	Compris entre l'épaisseur du bloc et la moitié de la longueur du bloc
	Joint mince*	Entre 1 et 3 mm	

* la vérification de la compatibilité « Élément de maçonnerie-Mortier de joint mince-Outil d'application » étant renvoyée à des certifications de type NF 554, QB 07 ou équivalent.

Lors de la fabrication du mortier colle, il est important de respecter les points suivants :

- dosages et temps de malaxage indiqués par le fabricant de mortier ;
- durée pratique d'utilisation (temps pendant lequel on peut utiliser la colle une fois malaxée) ;
- temps ouvert (temps pendant lequel on peut monter les éléments après étalement de la colle) ;
- températures d'application de la colle (généralement entre 5° C et 35° C) ;
- outillage adapté à la pose : rouleau ou pelle crantée adaptée à l'élément.

NOTE : *Le remplissage au mortier ou le collage du joint vertical est nécessaire pour les trumeaux inférieurs à 1,20 m ainsi que lorsque des dispositions parasismiques s'appliquent.*

Classe de résistance des mortiers de montage

La résistance à la compression de mortier de montage de maçonnerie doit être égale à :

- 10 MPa (M10) pour briques de terre cuite, les blocs de granulats courants et les pierres naturelles dures ;
- 5 MPa (M5) pour le béton cellulaire et la pierre ferme ;
- 2,5 MPa (M2,5) pour les pierres tendres.

Classe de résistance des mortiers de montage

La résistance à la compression de mortier de montage de maçonnerie doit être égale à :

- 10 MPa (M10) pour briques de terre cuite, les blocs de granulats courants et les pierres naturelles dures ;
- 5 MPa (M5) pour le béton cellulaire et la pierre ferme ;
- 2,5 MPa (M2,5) pour les pierres tendres.

Dispositions concernant les chaînages

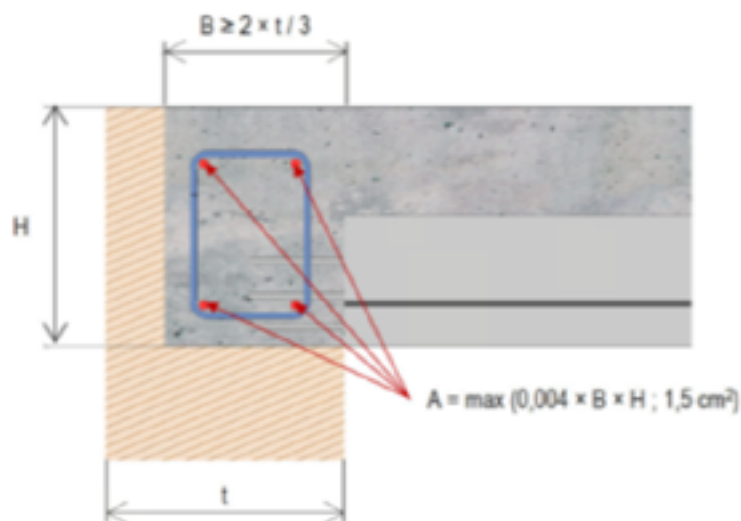
Position et espacement des chaînages horizontaux

Les murs en maçonnerie porteuse doivent être ceinturés au niveau du plancher bas du rez-de-chaussée ou du dallage (solidaire ou non des murs), à chaque étage, au niveau des planchers, ainsi qu'en couronnement des murs libres en tête, et au maximum tous les 4 m, par un chaînage horizontal en béton armé, continu, fermé. Ce chaînage ceinture les façades et les relie au droit de chaque refend.

Cette prescription s'applique également aux murs de combles, dont la hauteur est supérieure à 0,60 m.

En général, la hauteur d'un chaînage de façade est celle du plancher qui lui est associé. Dans le cas de planchers autres que les planchers en béton armé (par exemple, planchers à solivages en bois ou en métal, certains planchers en béton précontraint ne comportant pas d'armatures dépassant en about, etc.), des chaînages plats peuvent être réalisés.

une planelle est en général utilisée pour faciliter la mise en œuvre.



Il existe également des solutions de planelles isolées ou de rupteurs de ponts thermiques sous avis technique pour les traiter les ponts thermiques au niveau des planchers. Ces solutions ne seront pas décrites dans le présent document.

Position et espacement des chaînages verticaux

Des chaînages verticaux doivent être établis lorsque les deux conditions ci-après sont réunies :

- les murs en maçonnerie sont porteurs ;
- ces murs sont réalisés avec l'un des matériaux ci-après (référencés dans le NF DTU 20.1 P1-2) :
 - briques de terre cuite ;
 - blocs creux de granulats courants ;
 - blocs pleins ou creux de granulats légers ;
 - blocs de béton cellulaire autoclavé ;
 - blocs de coffrage en béton de granulats courants.

Le positionnement des chaînages verticaux doit être prévu dans les cas suivants :

Cas a) : Chaînages verticaux de ceinturage : ils concernent les chaînages de liaison avec les chaînages horizontaux.

En situation sismique, les dispositions réglementaires s'appliquent. Elles sont détaillées dans le paragraphe suivant.

Un chaînage vertical doit être continu entre deux chaînages horizontaux y compris ceux des fondations ; il est ancré dans le chaînage horizontal ou dans le chaînage vertical sous-jacent ou dans un élément structural (poutre, poteau, etc.).

Cas b) : Chaînages verticaux de liaison de la maçonnerie : ils concernent notamment les chaînages au niveau des linteaux.

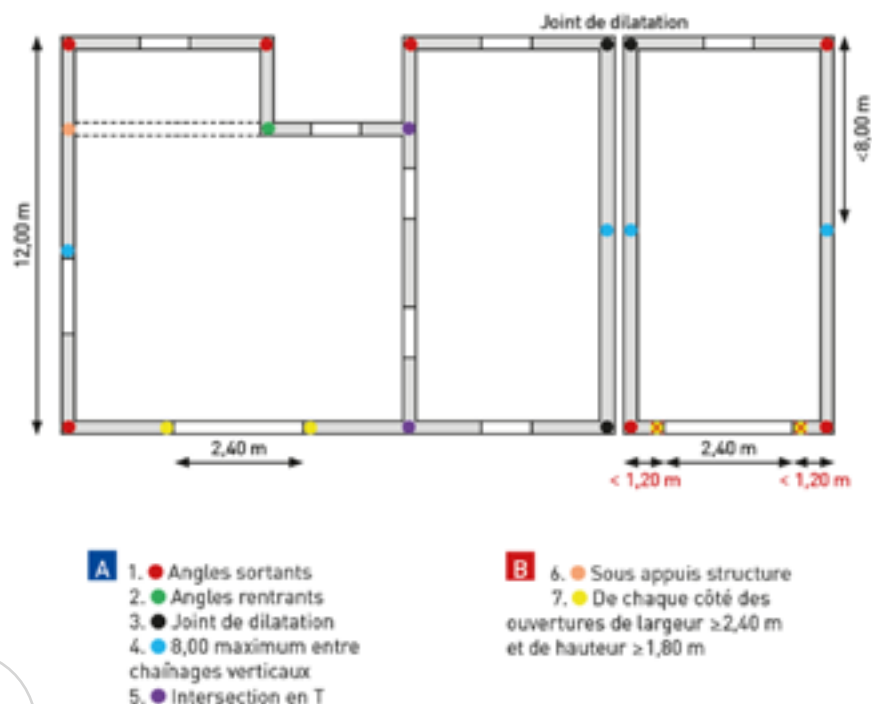
Sauf justification par le calcul, ils doivent être positionnés :

- sous les appuis d'éléments structuraux ;
- de chaque côté d'une ouverture de largeur supérieure ou égale à 2,40 m et dont la hauteur est supérieure ou égale au minimum de 2/3 de la hauteur libre du mur et de 1,80 m.

Cas c) : Priorité entres chaînages verticaux

Lorsque le positionnement résultant de l'application des cas a) et b) conduit à une distance en plan inférieure ou égale à 1,20 m entre les axes de deux chaînages verticaux, il est possible de ne conserver qu'un seul de ces deux chaînages, suivant l'ordre de priorité du cas a).

L'ensemble de ces dispositions est résumé dans les schémas ci-dessous



NOTE : Dans tous les cas, le DTU et la réglementation sismique imposent la mise en œuvre d'une section minimale d'acier dans les chaînages. La section minimale de la réglementation prime sur celle du DTU. Quel que soit le type d'élément de maçonnerie, il existe des accessoires permettant de réaliser les chaînages et les points singuliers (quelle que soit la zone sismique).

Trumeaux porteurs et retours d'angles

Les trumeaux porteurs de moins de 0,75 m de longueur ou de moins 1,5 fois l'élément courant (cette longueur peut être réduite à 0,45 m et deux fois la longueur de l'élément courant dans le cas de trumeaux de pierre dimensionnée, en briques de terre cuite U ou en blocs pleins de béton de petit format destinés à rester apparents) doivent comporter un élément porteur en béton armé, prolongé au moins jusqu'au chaînage inférieur.

Quand les efforts transmis par cet élément porteur conduisent à des contraintes supérieures aux contraintes admissibles dans la maçonnerie, une semelle de répartition ou un poteau en béton armé dimensionné selon l'Eurocode 2 est nécessaire.

La méthode de prescription

L'intégration complète des maçonneries à joints minces dans le DTU 20.1 (fin des Avis techniques prévue fin 2020) et de l'Eurocode 6 entraîne la mise en place d'une nouvelle méthode d'évaluation et de prescription de la compatibilité entre l'élément de maçonnerie et son mortier, en tenant compte de l'outil d'application préconisé.

Les certifications NF554, QB07, QB11 ou leur équivalent répondent aux exigences suivantes.

Définition de la classe d'exposition :

Les maçonneries les plus courantes et leur mortier associé, comme par exemple pour les murs enduits d'une maison, sont classées en catégories MX1 ou MX2 pour lesquelles les prescriptions « classiques » s'appliquent. Les classes d'exposition du NF DTU 20.1 sont détaillées ci-dessous.

Classes d'exposition d'une maçonnerie

CLASSE D'EXPOSITION	DÉFINITION DE LA CLASSE	EXEMPLES DE MAÇONNERIE RÉPONDANT À CETTE CLASSIFICATION
MX1	Maçonneries enduites ou protégées quel que soit l'environnement ou maçonneries non enduites ou non protégées dans un environnement sec	Maçonnerie intérieure des bâtiments bordant des locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie Maçonnerie intérieure des bâtiments bordant des locaux à très forte hygrométrie dans le cas d'une maçonnerie enduite Maçonnerie en façade enduite sur la face extérieure ou protégée des infiltrations d'eau par exemple par un bardage, une vêtture, etc.
MX2	Maçonneries non enduites ou non protégées exposées à l'humidité, à un gel « faible » ou « modéré »	Maçonnerie en façade non enduite ou non-protégée des infiltrations d'eau et située en zone de gel « faible » ou « modéré » Maçonnerie intérieure des bâtiments bordant des locaux à très forte hygrométrie dans le cas d'une maçonnerie non enduite Maçonnerie en contact avec le terrain naturel non visée par les exemples du MX5
MX3	Maçonneries non enduites ou non protégées exposées à l'humidité, à un gel « sévère »	Maçonnerie en façade non enduite ou non protégée des infiltrations d'eau et située en zone de gel « sévère »
MX4	Maçonneries non enduites ou non protégées exposées à l'eau de mer ou aux sels de déverglaçage	Maçonnerie directement exposée aux projections d'agents de déverglaçage et au gel
MX5	Maçonneries dans un environnement chimique agressif	Maçonnerie en contact avec le terrain naturel, le remblai où de l'humidité et des sulfates sont présents Maçonnerie en contact avec des sols très acides, de la terre ou des eaux souterraines contaminés. Maçonnerie à proximité des zones industrielles où des produits chimiques sont présents dans l'air Maçonnerie intérieure ou en façade soumise à des produits chimiques agressifs présents dans l'air

Les zones de gel sont définies par le FD P 18-326.

Prescription sur l'élément de maçonnerie en fonction de la classe d'exposition

Choix de l'élément de maçonnerie en fonction des classes d'exposition

CLASSE D'EXPOSITION	BRIQUE DE TERRE CUITE		BLOC EN BÉTON DE GRANULAT COURANT OU DE GRANULAT LÉGER	BLOC DE BÉTON CELLULAIRE	PIERRE NATURELLE
MX1	Tous		Tous	Tous	Tous
MX2	Tous*		Tous*	≥ 400 kg/m ³ * Enduire dans le cas de maçonnerie enterrée	Tous*
MX3	Brique de type U	Brique de type P	Bloc de parement ou bloc résistant au gel/dégel Bloc de parement ou bloc résistant au gel/dégel	≥ 400 kg/m ³	Tous
	Résistant au gel/dégel suivant Annexe D du CN de la NF EN 771-1	Protéger ou enduire la maçonnerie			
MX4	Résistant au gel/dégel suivant Annexe D du CN de la NF EN 771-1	Protéger ou enduire la maçonnerie	Blocs de parement ou blocs de coefficient d'absorption d'eau par capillarité inférieur à 3 g/(m ² .s) testés selon la NF EN EN 772-11* Ou protéger ou enduire la maçonnerie	Non visé	Tous
MX5	Résistant au gel/dégel suivant Annexe D du CN**	Protéger ou enduire la maçonnerie	Protéger ou enduire la maçonnerie	≥ 450 kg/m ³ et enduit de protection OC1 - CSIII - W2	Non visé

Pour les cas non visés, l'utilisation des éléments de maçonnerie dans ces conditions d'exposition nécessite une étude particulière.

* Dans le cas où la maçonnerie est en contact avec le terrain naturel, il faut protéger ou enduire la maçonnerie en fonction de la catégorie de local enterré (voir NF DTU 20.1 P3).

** Dans le cas de maçonnerie intérieure ou en façade soumise à des produits chimiques agressifs présents dans l'air, la protéger ou l'enduire.



Prescription sur le mortier en fonction de l'élément de maçonnerie et de la classe d'exposition

Choix du mortier en fonction de la classe d'exposition

CLASSE D'EXPOSITION	MORTIERS DE RECETTE PRÉPARÉS SUR CHANTIER	MORTIERS PERFORMANCIELS
MX1	Mortiers : M2,5 M5 M10	Tous
MX2	Mortiers : M2,5 M5 M10	Tous
MX3	Mortiers : M5 M10	Absorption capillaire < 0,5 kg/(m ² .min0,5) (NF EN1015-18)
MX4	Mortiers : M5 M10 - Mortiers de liant pur en NHL 3,5 et NHL 2 non admis	Absorption capillaire < 0,5 kg/(m ² .min0,5) (NF EN1015-18)
MX5	Mortiers : M5 M10 - Mortiers de liant pur en HL 2 et 3,5, FL 2 et 3,5 et NHL non admis	Absorption capillaire < 0,5 kg/(m ² .min0,5) (NF EN1015-18)

Précision sur l'étanchéité des murs de soubassement

Le système d'étanchéité de la partie enterrées des murs de soubassement dépend de la catégorie de local et de la nécessité d'un système de drainage.

Murs de catégorie 1

Les murs de catégorie 1 sont ceux limitant des locaux habitables en sous-sol.

Murs de catégorie 2

Les murs de catégorie 2 sont ceux qui bordent des locaux pour lesquels l'étanchéité de la paroi n'est pas obligatoire et où notamment des infiltrations limitées peuvent être acceptées par le Maître d'Ouvrage.

C'est en général le cas de murs bordant des locaux utilisés comme chaufferie, garage ou cave.

Murs de catégorie 3

Les murs de catégorie 3 sont ceux qui délimitent des espaces qui ne sont pas à usage de locaux (par exemple : murs de vides sanitaires ou murs périphériques de terre-plein). Ils n'ont à assurer qu'une fonction de résistance mécanique. La conception et l'épaisseur de ces murs résultent de cette seule exigence.

CATÉGORIE	DRAINAGE NON NÉCESSAIRE	DRAINAGE NÉCESSAIRE
1	Enduit de dressement + revêtement d'étanchéité (ATEC) + nappe à excroissance	idem
2	Enduit d'imperméabilisation sur face extérieure (DTU 26.1)	Idem + drainage vertical (ex : nappe à excroissance)
3	Aucune disposition	Aucune disposition

Pour les trois catégories, lorsque la partie enterrée sur les deux faces est à une profondeur suffisante pour la mettre à l'abri du gel on peut utiliser des éléments creux.

Lorsque ce n'est pas le cas :

- les éléments ne peuvent être utilisés que lorsqu'un drainage est prévu ;
- on doit utiliser des éléments pleins s'il existe un risque d'accumulation d'eau prolongé.

Dans certains cas et notamment en sous-sol, la prise en compte de la poussée des terres peut entraîner la non-adéquation de l'utilisation de l'élément creux. Il convient alors d'utiliser des blocs de coffrage.



La ventilation des vides sanitaires

Une ventilation naturelle doit au minimum être assurée. La surface totale des ouvertures en cm^2 doit être au moins égale à 5 fois la surface du plancher en m^2 , avec un minimum de quatre ouvertures.



Par exemple, pour 100 m^2 de surface de plancher, la surface des orifices de ventilation doit être au moins égale à 500 cm^2 .

Ces ouvertures doivent impérativement déboucher à l'air libre.

D'autres textes normatifs ou réglementaires peuvent donner des sections différentes (gaz, radon, etc.).

La réglementation sismique en maçonnerie

Les blocs porteurs titulaires de la marque NF et de la caractéristique complémentaire sismique NF S sont conformes aux exigences des normes européennes NF EN 771, de leur complément national et de l'Eurocode 8 ou des PSMI.

GRUPE 1	GRUPE 2	GRUPE 3	GRUPE 4
Éléments pleins ou perforés	Éléments creux d'alvéoles verticales. La distinction de groupe est en fonction de la section des alvéoles		Éléments constitués d'alvéoles horizontales
			
15 cm d'épaisseur minimale	20 cm d'épaisseur minimale et cloison interne porteuse		

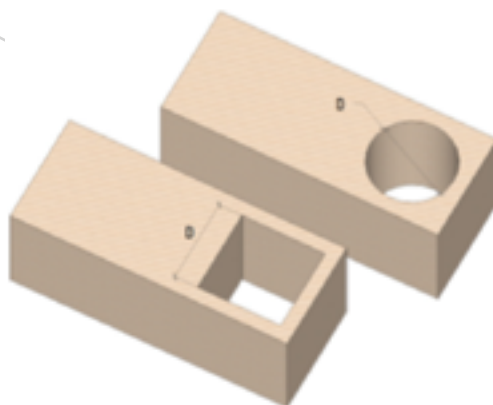
Chaînages horizontaux

Section du chaînage en zone sismique (voir figure p. 12) :

- B et H minimal : 15 cm ;
- section A minimale d'acier : $4 \Phi 10 \text{ HA}$.

Chainages verticaux

Quand ils sont réalisés à l'aide de blocs chaînage, la dimension de la section (de forme carrée ou circulaire) est au minimum de 15 cm de côté ou de diamètre en zone sismique.



$D \geq 10 \text{ cm}$ hors zone sismique
En zone sismique : $D \geq 15 \text{ cm}$
(conformité à l'Eurocode 8)

Concernant les conditions sur la résistance, les éléments de maçonnerie respectent les caractéristiques mécaniques minimales suivantes :

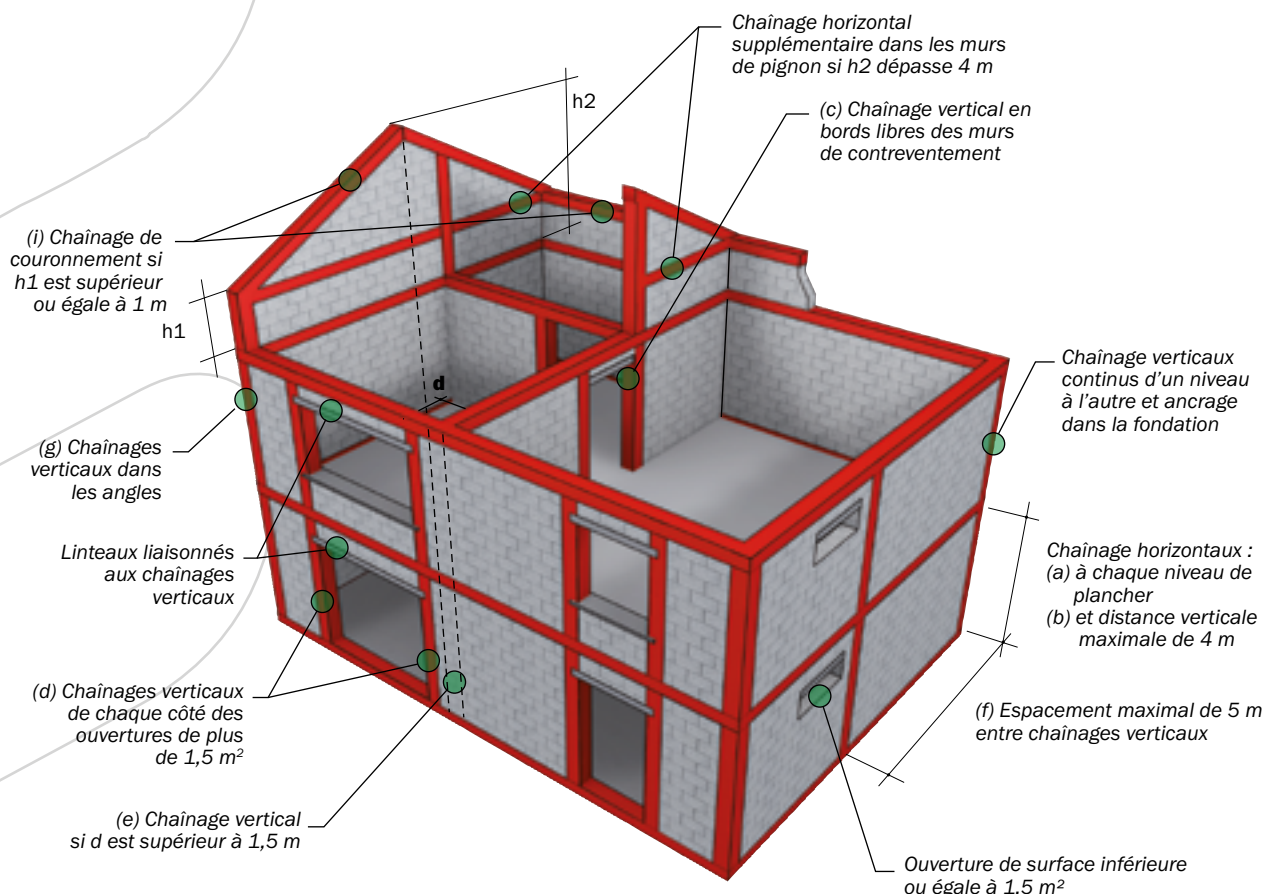
- résistance moyenne normalisée perpendiculaire à la face de pose de $f_{b,\min} = 4 \text{ MPa}$. Ce qui correspond à une résistance caractéristique R_c ou une résistance moyenne R_m de 3 MPa ;

Dans la nouvelle version du DTU 20.1, il est préconisé la déclaration du f_b pour être en conformité avec les Eurocodes.

- résistance moyenne normalisée parallèle à la face de pose de $f_{bh, \min} = 1,5 \text{ MPa}$.

NOTE : pour le béton cellulaire : $f_{bh, \min} = 2,83 \text{ MPa}$ et l'épaisseur minimal du bloc est de 25cm

En zone sismique, les chaînages sont disposés comme suit :



Dans le cas des ouvertures décalées, il y a lieu de souligner que seuls les murs chaînés et continus sur toute la hauteur de l'ouvrage contribuent efficacement au contreventement.

La conception suivant les PSMI

La norme NF P06-014 ou règles Parasismiques Maisons Individuelles (PSMI) permet, pour un certain type de maisons de forme et d'architecture simple, de définir des règles de mise en œuvre en forfaitaire des murs qu'ils soient en maçonnerie ou en béton armé. Les PSMI donnent par exemple, en fonction de la zone sismique, les quantités d'acier à mettre en œuvre dans les chaînages ainsi que le positionnement de ces derniers. Les règles PSMI sont donc une version « forfaitisée » de l'Eurocode 8. Elles ont valeur réglementaire puisqu'elles sont citées dans l'arrêté du 22 Octobre 2010.

NOTE : À compter du 1^{er} Janvier 2021, les règles PSMI seront remplacées par les règles CPMI qui suivront le même principe de règles forfaitaires.

La mise en œuvre des acrotères n'est pas traitée dans le présent document. Les acrotères sont réalisés en béton armé suivant le NF DTU 20.12. La réalisation d'acrotère en maçonnerie creuse n'est pas visée par le NF DTU. Il est toutefois possible de réaliser des acrotères (haut ou bas) en blocs ou briques à bancher. Pour cela, il faut se référer aux [Règles Professionnelles de l'UMGO-FFB](#).



4. Béton banché

En partenariat avec CIMBéton, le Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi (SNBPE) met à la disposition des acteurs du BTP un guide dédié à la présentation du béton prêt à l'emploi (BPE) pour les ouvrages de bâtiment.



Ce document rappelle ainsi le contexte normatif et réglementaire en vigueur. Le guide donne aux maîtres d'œuvres et maîtres d'ouvrages, des recommandations quant aux choix des BPE en fonction de la typologie d'ouvrages (logements collectifs, maisons individuelles, bâtiments de bureaux, ERP, bâtiments industriels, aménagements extérieurs, rénovation et réhabilitation).

Ce guide présente également les réponses apportées par le BPE vis-à-vis des performances attendues pour le bâtiment : structurelles, thermiques, acoustiques, sismiques, sécurité incendie, environnementales et sanitaires. [Ce guide est librement téléchargeable.](#)



Les éléments d'informations mentionnés ci-dessous, dans cette partie de l'ouvrage dédié au béton banché, sont un extrait du guide pratique du SNBPE mentionné ci-dessus.

Le matériau béton est encadré par un contexte normatif et réglementaire visant à optimiser la qualité des bétons et la durabilité des ouvrages.

Ce contexte normatif comprend :

- la norme béton NF EN 206/CN ;
- les normes applicables aux composants (ciment, granulats, addition, adjuvant, eau, etc.) ;
- les normes de calculs (Eurocodes) ;
- les normes d'exécution (NF EN 13670, DTU 13.3, DTU 21, etc.) ;
- les normes d'essais.

L'ensemble de ce contexte normatif, homogène et complet, vise à assurer la durabilité de l'ouvrage. Il contribue à conserver les fonctions d'usage et à maintenir le niveau de fiabilité et l'aspect esthétique, tout en maîtrisant les frais de maintenance et d'entretien.

Il concourt au fait que le béton reste synonyme de :

- durabilité dans le temps ;
- économie car nécessitant peu d'entretien ;
- bonne transmission patrimoniale ;
- résistance à la plupart des agents agressifs ;
- adaptation à tous les types d'environnements.

Pour l'ensemble des textes mentionnés, il convient de bien vérifier les dates de validité, d'application et de parution.



Le choix de la classe d'exposition

Pour une bonne prescription d'un béton durable, il convient d'apprécier, dès sa conception, les contraintes environnementales induites par les agressions potentielles subies par le béton de l'ouvrage (pendant toute sa durée d'utilisation).

Ceci est exprimé via les classes d'exposition

CLASSES D'EXPOSITION	
La norme définit 6 catégories de classes d'exposition, en fonction des actions dues à l'environnement	
XO	Aucun risque de corrosion ni d'attaque
XC	Corrosion induite par carbonatation
XD	Corrosion induite par des chlorures, ayant une origine autre que marine
XS	Corrosion induite par les chlorures, présents dans l'eau de mer
XF	Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage
XA	Attaques chimiques

Le choix de la classe d'exposition est un élément majeur lors de la prescription du béton.

Il convient d'abord d'indiquer la ou les classes d'exposition traduisant l'environnement auquel est soumis le béton pendant toute sa durée de vie et la ou les classes de résistance du béton. Pour chaque classe d'exposition la norme impose différents critères sur la nature des constituants ou sur la composition du béton.

Les classes d'exposition et de résistance influent directement sur l'empreinte carbone du bâtiment. Par conséquent la prescription d'une classe d'exposition adaptée à chaque partie d'ouvrage plutôt que l'utilisation d'un béton unique peut permettre des gains significatifs au niveau du bilan carbone.

Principales expositions courantes des bétons



La notion de classe d'exposition figure dans la désignation normalisée d'un béton conforme à la norme NF EN 206/CN :

Conformité à la norme européenne	Classe d'exposition	Classe de consistance				
BPS	NF EN 206	C25/30	XC1/XC2 (F)	D _{max} 22,4	S3	CI 0,40
		Ex B25				
		Classe de résistance à la compression : f _{ck_cyl} 25 / f _{ck_cub} 30		Granularité		Classe de teneur en chlorures

NF EN 206/CN



Parements (FD p 18 503)

Le béton est un matériau plutôt facile à utiliser et disponible sur l'ensemble du territoire. Ses variations sont nombreuses. Il peut être coffré et coulé sur place ou au contraire préfabriqué. Le choix fait dans les proportions de ses ingrédients (sable, ciments, graviers, colorants, adjuvants) ainsi que la forme et la texture du moule ou des banches dans lequel il sera coulé lui donnera au décoffrage son aspect. Les couleurs, formes, reliefs, matités ou brillances peuvent varier à l'infini.

En phase conception, on doit définir la qualité de parement recherchée à l'aide du FD P 18 503. Grâce à cette définition, le choix de la formule béton associée à une mise en œuvre respectant les règles de l'art, permet d'aboutir au résultat souhaité.

NOTE : *Le fascicule FD P 18 503 donne, en fonction de la qualité de parement définie dans les pièces du marché, les moyens de vérifier que cette qualité a bien été atteinte par l'Entreprise.*

Performances d'usages des solutions BPE

Le béton est un matériau technique, facile à mettre en œuvre et nécessitant peu d'entretien. Correctement utilisé, il dure plus d'une centaine d'années.

Le béton est, parmi les matériaux de construction couramment utilisés, l'un des mieux placés en termes d'inertie thermique et de confort acoustique. À titre d'exemple, pour des murs de séparation en logements collectifs, l'indice d'affaiblissement acoustique, R_w , est de 53 dB. Un mur de refend de 18 cm suffit, à lui seul, à répondre à cette exigence.

Élément massif à faible conductivité thermique, le béton, matériau de structure, bénéficie aussi d'un très bon comportement au feu.

Les ossatures en béton armé montrent un comportement satisfaisant lors des secousses sismiques. Ces armatures permettent d'assurer un comportement ductile des ouvrages, critère essentiel de la résistance aux séismes.

S'agissant de la performance environnementale et du respect de la future RE 2020, les solutions constructives faisant appel au béton permettent de prendre en compte :

- la compatibilité avec un urbanisme bas carbone c'est-à-dire densifié (l'habitat densifié et vertical étant moins consommateur de chauffage) et apte à la végétalisation (ce qui réduit les îlots de chaleur et limite le recours aux climatiseurs) ;
- l'inertie thermique du béton permet de stocker de l'énergie et de la relâcher au cours de la journée, réduisant ainsi d'autant les besoins en chauffage ou en climatisation des bâtiments ;
- l'intégration dans des circuits courts recourant le moins possible aux transports, dans une logique d'écologie industrielle et territoriale ;
- la réponse à l'enjeu clé de la durabilité des bâtiments : les structures en béton peuvent durer 100 ans ou plus, ce qui économise les ressources naturelles et réduit les émissions de CO₂ par rapport à des matériaux structurels ayant des durées de vie plus courtes ;
- le recyclage du béton. En effet si 80% des bétons de déconstruction sont déjà valorisés après traitement (concassage, criblage, tri, nettoyage...) principalement en sous couche routière, la filière développe le recyclage dans la production des bétons comme l'autorise la norme NF EN 206/CN.

Pour accompagner les calculs de performances environnementales, les acteurs du BTP peuvent s'appuyer sur des données environnementales (FDES) vérifiées pour les bétons. Par ailleurs, ils peuvent faire appel au Guide Environnemental du Gros Œuvre (GEGO), outil disponible en « open source » permettant, en phase d'éco conception, de choisir rapidement les éléments constructifs opportuns pour un projet donné et de trouver la bonne FDES correspondante. Quand les FDES n'existent pas, ils peuvent recourir au configurateur BETle pour réaliser eux-mêmes celles-ci.

Solutions beton par typologie d'ouvrage

Le guide décrit les applications du BPE par typologie d'ouvrages (logements collectifs, maisons individuelles, bâtiments de bureaux, ERP, bâtiments industriels, aménagements extérieurs, rénovation et réhabilitation)

Ce guide donne également des recommandations en matière de mises en œuvre et de domaines d'applications.



5. Les prémurs

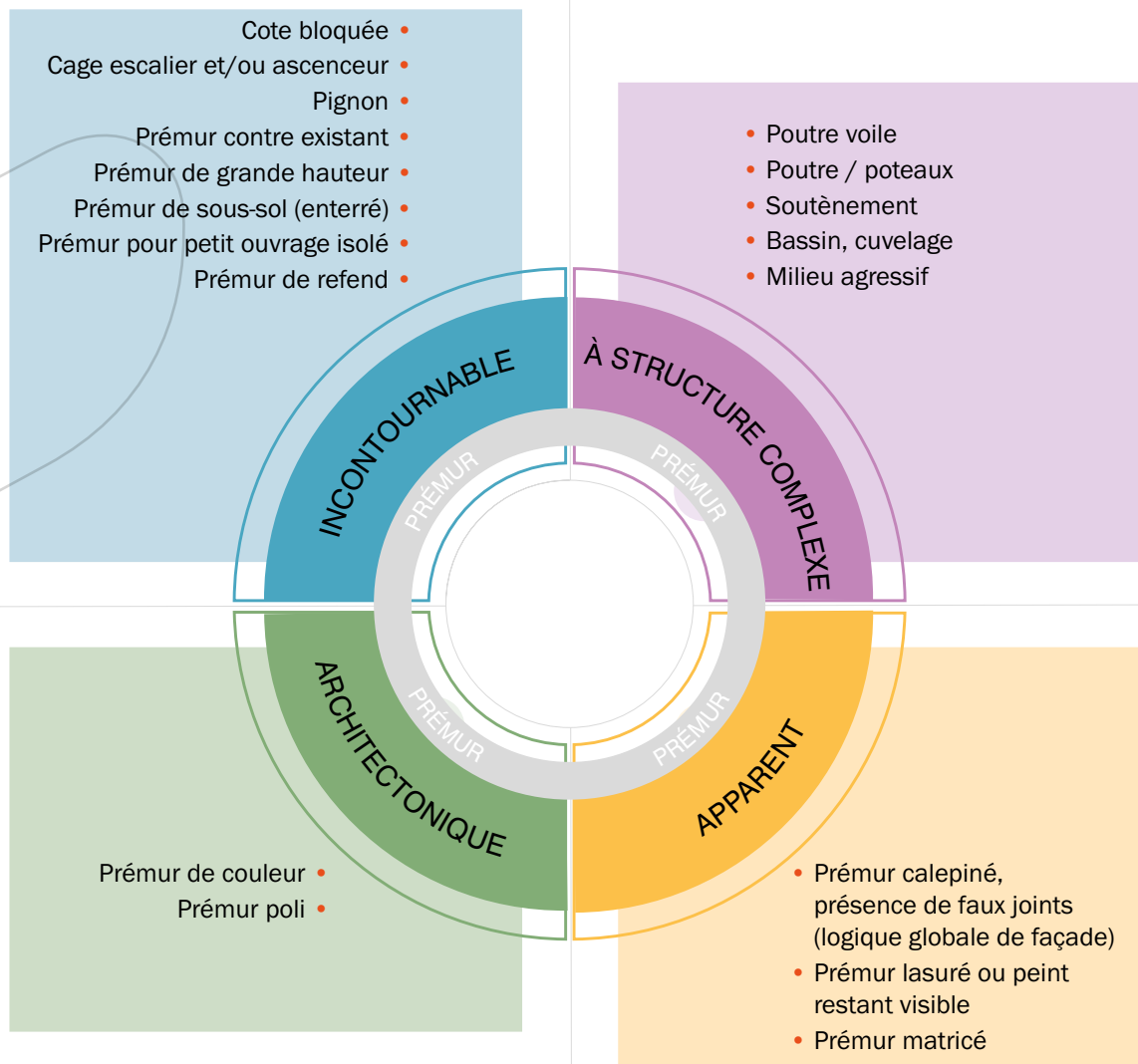
Le prémur est un produit industriel réalisé sur mesure, juste à temps, composé de 2 parois minces parallèles en béton armé reliées entre elles par des armatures métalliques. Le prémur permet la réalisation de voile en béton armé, par remplissage de son noyau avec du béton coulé en place. Le choix de l'épaisseur du prémur et la position relative des parois permet de s'adapter aux besoins du chantier.

Le prémur, comme tout produit préfabriqué, est une solution pertinente dans l'optimisation du planning gros œuvre et dans l'assurance de la qualité globale de l'ouvrage.

Textes de référence

Cahier des prescriptions techniques communes aux procédés de murs à coffrage intégré (e-cahier du CSTB 3690_V2 de juillet 2014) et Avis techniques des fabricants.

Différentes familles de prémurs existent pour des usages très diversifiés ([source : QUALIREMUR](#)) :



NOTE : Il existe également des prémurs dont l'isolation est directement intégrée entre les deux parois du mur, on les appelle couramment « prémurs isolés ». Ces prémurs doivent être sous Avis Technique.

Afin de s'adapter aux spécificités de chaque chantier, le planning s'ajuste par famille de prémurs :

TYPE DE PRÉMUR	Quoi	Qui						Quand (semaine) avant livraison						
		Fabricant prémur	Entreprise GO	Bureau execution	Electricien	Architecte	Bureau de contrôle	6	5	4	3	2	1	
INCONTOURNABLE	Réception des plans Coffrage & ferrailage	x	x	x										
	Réception des plans élec	x	x		x									
	Plan de pose et fiches prémurs	x												
	Accord		x	x			x							
	Production & livraison (équivalent d'un camion)	x												
TECHNIQUE	Réception des plans Coffrage & ferrailage	x	x	x										
	Réception des plans élec	x	x		x									
	Méthode chantier	x	x											
	Étude technique spécifique	x		x			x							
	Calcul complémentaire (poutres voiles, sismique,...)	x												
	Plan de pose et fiches prémurs	x												
	Accord		x	x			x							
Production & livraison (équivalent d'un camion)	x													
APPARENT	Réception des plans Coffrage & ferrailage	x	x	x										
	Réception des plans élec	x	x		x									
	Méthode chantier	x	x											
	Validation des details calepinage, matrices et details finitions	x	x				x							
	Plan de pose et fiches prémurs	x												
	Accord		x	x			x							
	Production (équivalent d'un camion)	x												
ARCHITECTONIQUE	Réception des plans Coffrage & ferrailage	x	x	x										
	Réception des plans élec	x	x		x									
	Méthode chantier	x	x											
	Validation des details murs matricés ou apparents	x	x				x							
	Plan de pose et fiches prémurs	x												
	Accord		x	x			x							
	Production (équivalent d'un camion)	x												

LIVRAISON DU 1^{er} CAMION

Performances acoustiques

Un mur constitué de prémurs et de béton coulé sur chantier est considéré comme une paroi homogène. De ce fait, ce type de mur présente naturellement de très bonnes performances acoustiques. Il participe efficacement à l'isolement acoustique d'un bâtiment et à l'atteinte des niveaux réglementaires en logement. L'indice d'affaiblissement acoustique d'un prémur est déterminé par la Loi de Masse à partir de la masse surfacique du mur. L'influence des joints est considérée comme négligeable. Il est alors estimé que la constitution des murs de ce procédé peut permettre d'obtenir la valeur d'isolement minimale de la réglementation fixée à 30 dB.



Protection parasismique

Les prémurs sont utilisables pour toutes les zones sismiques et pour toutes les catégories d'importance de bâtiment. Les murs constitués de prémurs et d'un remplissage sur chantier peuvent contribuer aux efforts de contreventement du bâtiment.

Performance thermique

L'utilisation de prémurs à coffrage avec isolation intégrée (ou « prémurs isolés ») constitué de deux parois minces préfabriquées en béton armé, dont l'une comporte un isolant accolé, maintenues espacées par des organes de liaison (connecteurs en matériaux composites et suspentes en inox) est possible afin de d'améliorer la performance thermique du bâtiment.

Ces performances thermiques seront justifiées dans l'Avis Technique du procédé.

Sécurité incendie

Les prémurs offrent la possibilité, suivant l'épaisseur et l'enrobage des aciers, de réaliser des murs de résistance au feu jusqu'à REI 120.

Finitions des prémurs

Les prémurs peuvent recevoir tout type d'isolation et de revêtement.

L'état de surface du prémur courant est précisé dans chaque Avis Technique du préfabricant.

Spécificité des prémurs apparents :

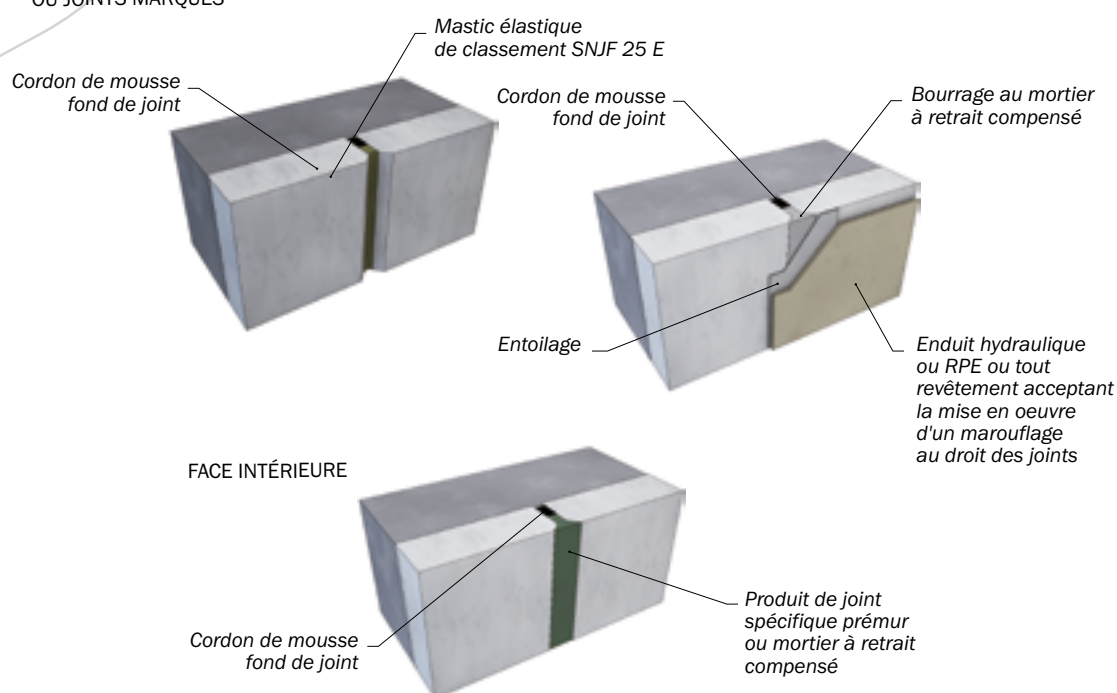
Les prémurs apparents nécessitent une mise au point approfondie avec l'équipe de conception qui devra valider les choix de l'ensemble des détails de façade (joints, faux joints, angles, détails fenêtres...).

Les prémurs apparents devront obligatoirement être traités avec un régulateur de fond opacifiant avant tout traitement de lasure.

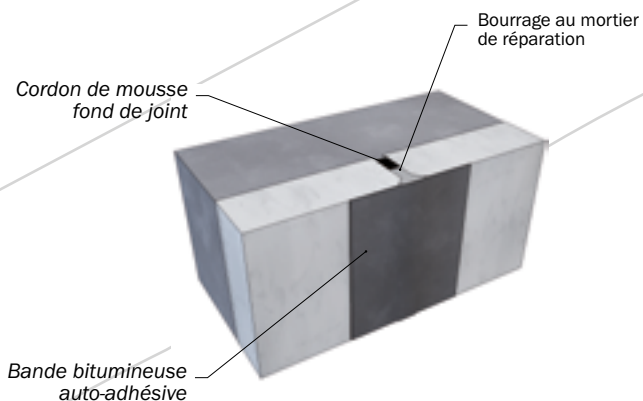
Traitement des joints

MURS DE FAÇADE AVEC PEINTURE, LASURE, BRUT
OU JOINTS MARQUÉS

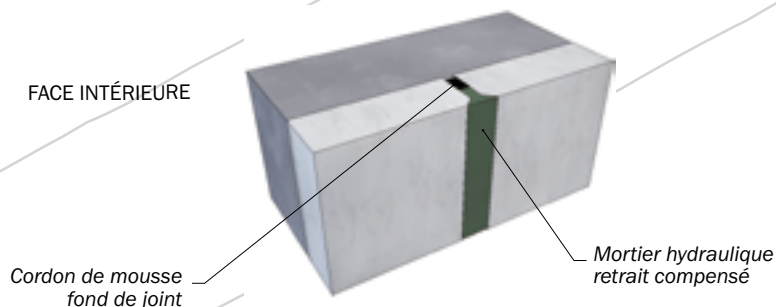
MURS DE FAÇADE AVEC ENDUIT



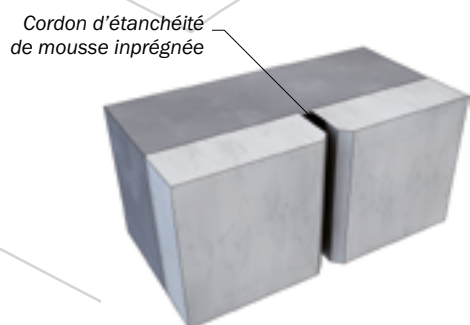
MURS FACE EXTERIEURE CONTRE TERRE ACCESSIBLE



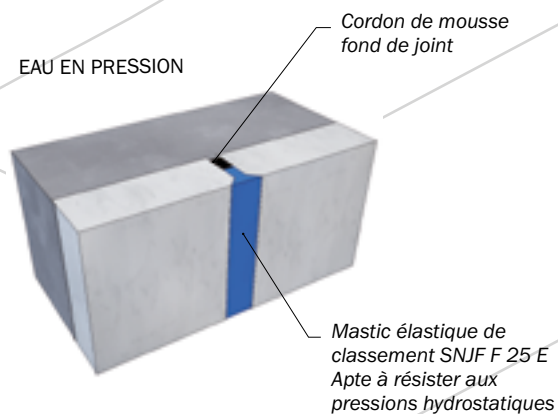
FACE INTÉRIEURE



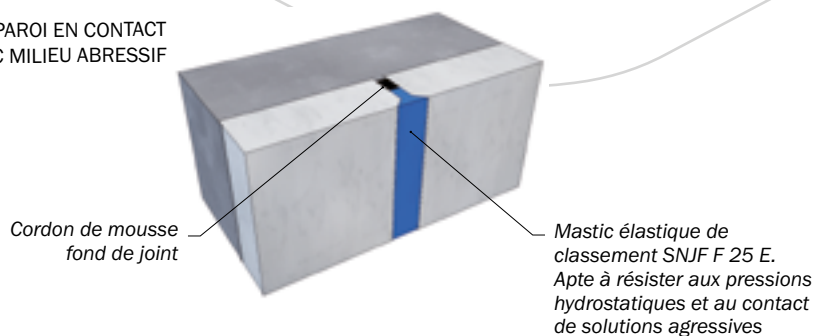
FACE EN CONTACT AVEC LA TERRE



EAU EN PRESSION



PAROI EN CONTACT AVEC MILIEU ABRESSIF



Source : QUALIPREMUR



Inserts et accessoires

Une grande diversité d'inserts et d'accessoires est proposée pour s'adapter aux besoins de chaque chantier.
Exemples d'inserts et accessoires couramment utilisés :

Inserts relatifs à la sécurité



Boucles de levage repérées et intégrées



Tubes garde-corps

Inserts et accessoires relatifs aux interfaces entre lots



Douille d'étaie



Pots et gaines électriques

Inserts et accessoires relatifs à la finition des murs





Section 3

Revêtements extérieurs

Les 4 fonctions du revêtement extérieur :

- protection ;
- imperméabilisation ;
- décoration ;
- performance thermique (ETICS).

6. Enduits de mortier

Texte de référence
DTU 26.1

Formule ou performantiel monocouche (OC)

SUPPORT	TYPE D'ENDUIT MONOCOUCHE
Béton cellulaire	OC1
Brique	OC1 ou OC2
Béton de granulat léger	OC1 ou OC2
Béton de granulat courant	OC1, OC2 ou OC3
Béton banché	OC1, OC2 ou OC3

Caractéristiques de l'enduit en fonction de l'exposition du mur

SOLLICITATIONS	CARACTERISTIQUES DE L'ENDUIT
Paroi exposée à la pluie	W2 : faible capillarité
Enduit descendu jusqu'au sol	W2 : faible capillarité
Paroi enterrée	CSIII et CSIV : enduits durs W2 : capillarité faible
Paroi exposée aux chocs	CSIII et CSIV : enduits durs
Revêtements durs (carrelage, pierres ...) - En grande surface - Plaquette en grande surface - En modénature	- CSIV - CSIII - CSIII
Murs microporeux ou capillaires	Rétention d'eau forte Re > 94 %

NOTE : La maçonnerie doit être conforme aux NF DTU 20.1.
On distingue les maçonneries soignées et les maçonneries courantes par des tolérances de planité (voir tableau ci-dessous).
Le support doit être sain, propre et dépoussiéré.
Le DTU 26.1 ne vise que les applications d'enduits pour des températures comprises entre 5° et 35° (et entre 5° et 30° pour les couleurs soutenues).



Épaisseur de l'enduit

État de finition du support (DTU 20.1 et 21)	ÉLÉMENT DE MAÇONNERIE (bloc béton, brique, béton cellulaire)		BÉTON	
	Soignée	Courante	Soignée	Courante
Règles de planéité	10 mm (sous la règle de 2 m) 7 mm (sous réglet de 20 cm)	15 mm (sous la règle de 2 m) 10 mm (sous réglet de 20 cm)	5 mm (sous la règle de 2 m) 2 mm (sous réglet de 20 cm)	7 mm (sous la règle de 2 m) 2 mm (sous réglet de 20 cm)
Épaisseur nominale de l'enduit	12 à 15 mm	15 à 18 mm	7 à 10 mm	10 à 15 mm
Épaisseur minimum de l'enduit	10 mm Au point le plus saillant		5 mm Au point le plus saillant	
Épaisseur maximum de l'enduit	25 mm		15 mm	

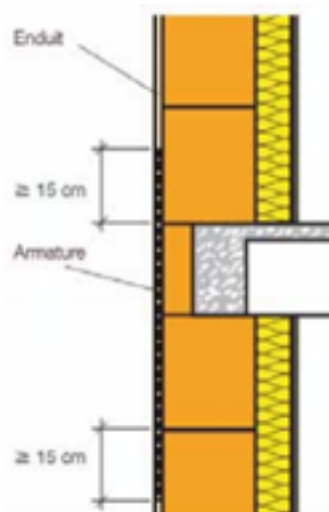
Entoilage des points singuliers

La mise en œuvre du renforcement de l'enduit au niveau des planchers est nécessaire pour prévenir de la rotation inévitable de ce dernier sous son poids propre.

En immeuble collectif, cette disposition n'est impérative que sur les deux derniers niveaux (y compris le plancher de vide sanitaire ou de sous-sol lorsque l'enduit est filant) dans le cas où un habillage des abouts de planchers est prévu.

En maison individuelle, cette disposition s'applique dans tous les cas.

Les armatures ou treillis sont incorporés par marouflage dans la première couche (ou passe pour l'application d'un enduit monocouche) d'enduit, conformément au NF DTU 26.1.



L'entoilage au niveau des coffres des volets roulant est également recommandé.

Mise en œuvre

Définition :

On parle de passe lorsque le même produit est mis en œuvre dans les 72h. On parlera de couche si le délai entre deux interventions dépasse 72h ou si deux produits distincts sont employés.

L'application se fait généralement en deux passes.

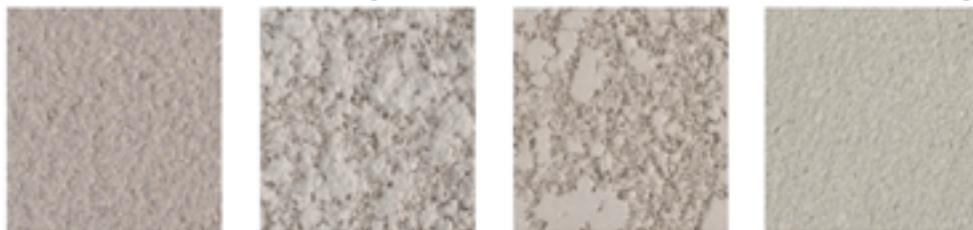
L'application en une passe est admise lorsque tous les critères ci-dessous sont réunis :

- finition grattée ;
- maçonnerie soignée ou béton armé ;
- maçonnerie homogène (constitué rigoureusement du même matériaux, exemple : accessoire dédié).

Application en 2 passes

- on considère que 2 passes sont espacées de quelques heures (3 h à 72 h selon météo ou organisation de chantier) et 2 couches sont espacées de plusieurs jours (plus de 72h) ;
- la première passe doit être plus épaisse que la seconde ;
- la 2^{ème} passe étant appliquée après raffermissement de la 1^{ère}.

Les finitions les plus courantes



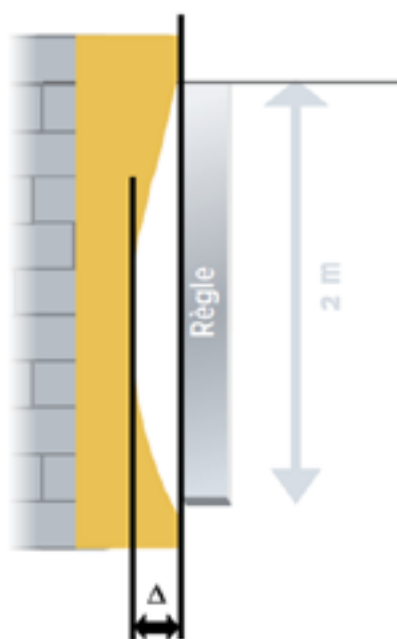
Finitions multiples : gratté, rustique, rustique écrasé, taloché

La finition « talochée » est réalisable avec des enduits de composition spécialement adaptée sinon elle est réservée aux modénatures, petites surfaces d'encadrements, soubassements, etc. Cette finition est déconseillée sur de grandes surfaces, en coloris soutenus.

Tolerances d'exécution

SOUS-TYPE OUVRAGE	Matériau état de surface	Mesure	Outils de contrôle	Tolérance		Commentaire
				Précision	Limite acceptable (Δ)	
TOUS TYPES	Enduits courants	Planéité	Règles de 2 m	2 m	± 10 mm	
	Enduits soignés	Planéité		2 m	± 5 mm	
	Enduits exécutés entre nus et repères	Planéité		2 m	± 5 mm	
	Tous types	Verticalité	fil d'aplomb	3 m	≥ 15 mm	≤ 10 mm sous une règle de 2 m (indicatif en cas d'impossibilité de mesure sur 3 m)

La planéité se mesure par la flèche prise sous la règle de 2,00 m

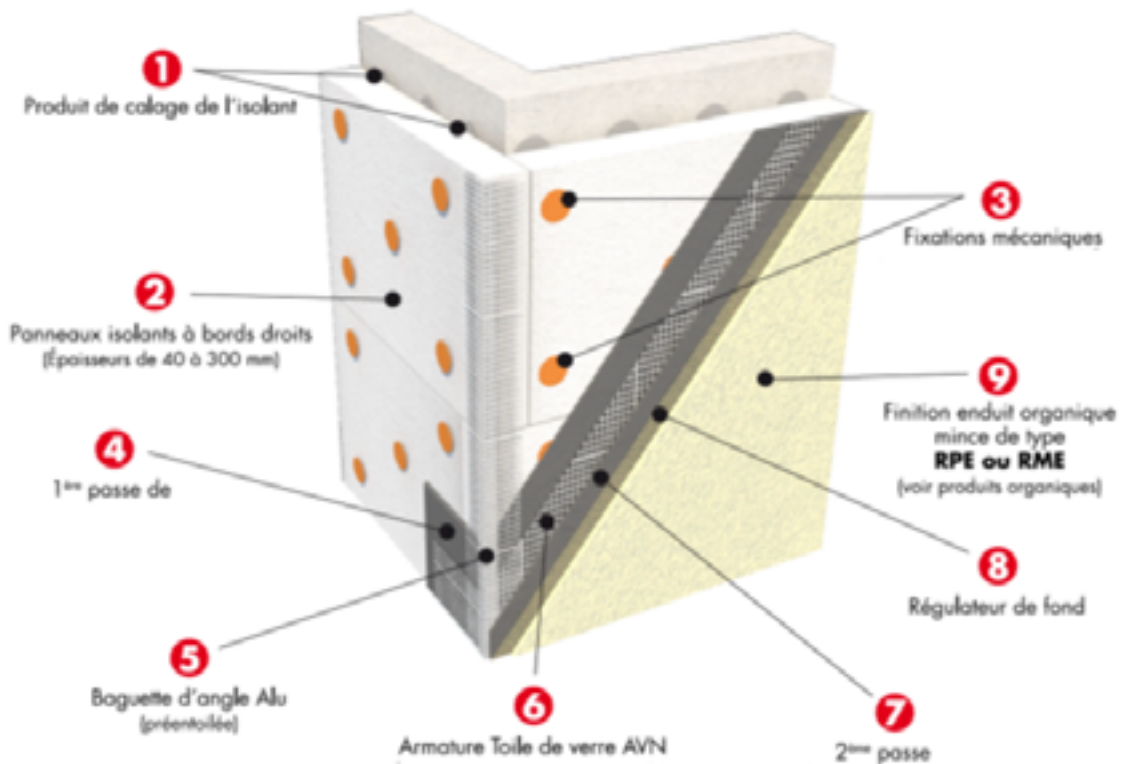


7. ETICS* dans le neuf

Textes de référence : CPT 3035 ; DTA et règles professionnelles

*ETICS : External thermal insulation composite system, équivaut aux systèmes d'isolation thermiques par l'extérieur.

On distingue notamment les finitions à enduit minces (premier schéma) et les finitions à enduit épais (deuxième schéma).



- ① Isolant
- ② Fixation calée chevillée ou collée
- ③ Sous enduit
- ④ Treillis d'armature de verre
- ⑤ Finition enduit épais

Il existe également des solutions à base d'isolant en laine de roche ou en fibre de bois (voir §11).

Le classement selon la réglementation incendie (IT 249)

L'arrêté du 7 août 2019 concerne tous les bâtiments d'habitation : 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} famille.

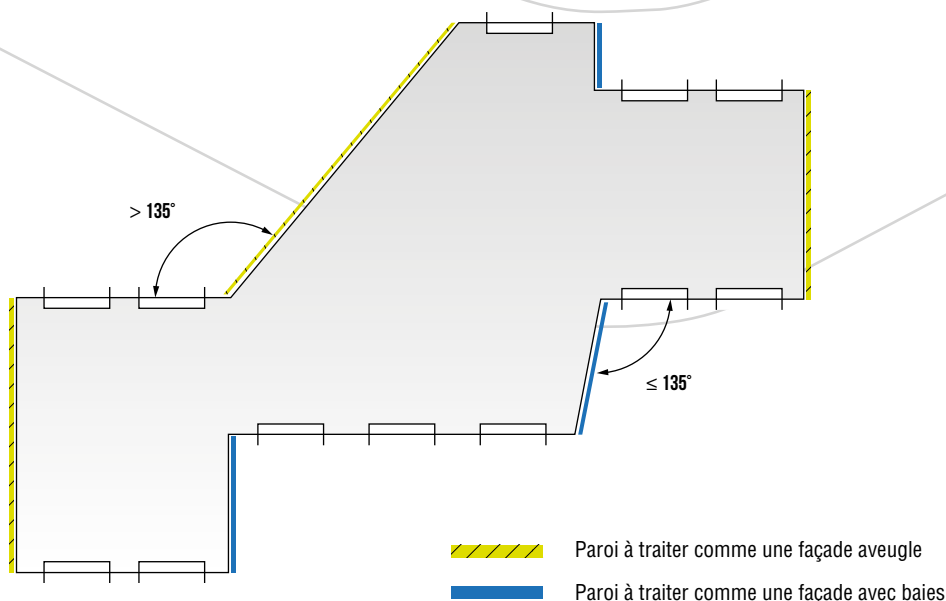
Il a pour objectif de mettre à jour les exigences de performance contre l'incendie des revêtements de façade des bâtiments d'habitation, de mettre à jour le guide d'isolation par l'intérieur et de supprimer la possibilité de construire des immeubles d'habitation comportant en leurs derniers étages des duplex ou triplex, dont le plancher bas le plus haut est à plus de 50 m, sans tomber dans le champ de la réglementation IGH (Immeubles de Grande Hauteur).

Ces nouvelles précisions données à cet arrêté permettent d'une part, d'harmoniser les critères de réaction et de résistance au feu en Euroclasses et d'autre part, de convenir sans ambiguïté des dispositions à mettre en œuvre en Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) et en Isolation Thermique par l'Intérieur (ITI).

Voici un tableau résumant les nouveaux critères de réaction au feu pour chacune des familles d'habitation visées par le présent document :

CONSTRUCTION NEUVES À COMPTER DU 1 ^{er} JANVIER 2020			
Type de construction	Réaction au feu du parement ou du système complet selon l'arrêté du 7 août 2019 modifiant l'arrêté de 1986	Exemples de matériaux possibles	Exemples de matériaux interdits
1^{ère} famille maison individuelle en bande	Parements extérieurs : D-s3, d0	Bois classé D-s3, d0	PSE ou autres isolants sans PV d'essais
1^{ère} famille maison individuelle isolée	Parement de façade : E + distance de 4 m entre la limite de propriété et la façade la maison	Bois PSE... classés E	PSE ou autres isolants sans PV d'essais
2^{ème} famille ≤ R + 3 + duplex	Parements de façade : D-s3, d0 excepté menuiserie, store, joints volets...	Bois PSE... classé D-s3, d0	
3^{ème} famille R + 4 à R + 9 Solution 1	Système de façade : A2-s3, d0 excepté menuiserie, store, joints, volets...		Bois PES...
3^{ème} famille R + 4 à R + 9 Solution 2	Solutions décrites dans les APL*, dans les guides de préconisations et les avis de chantier	Bois PSE + laine de roche... + bavettes des guides	Bois sans bavette, PSE sans bande de laine de roche...

Positionnement des bandes en façade aveugle et selon géométrie du bâtiment



Les enduits sous systèmes etics (pour les ouvrages relevant de l'IT249)

Pour les ouvrages relevant de l'IT249, les systèmes doivent être composés :

- d'isolants certifiés faisant l'objet d'un ATE/EET + DTA ou ATec en cours de validité, présentant une Euroclasse B au moins B-s3, d0 ;
- de systèmes d'enduit appartenant à l'une des familles suivantes :
 - système d'enduit hydraulique épais
 - système d'enduit minéral mince
 - système d'enduit mixte mince
 - système d'enduit organique mince

Recouplement par bandes filantes incombustibles



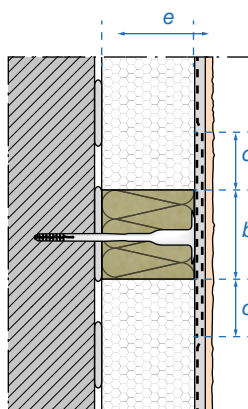
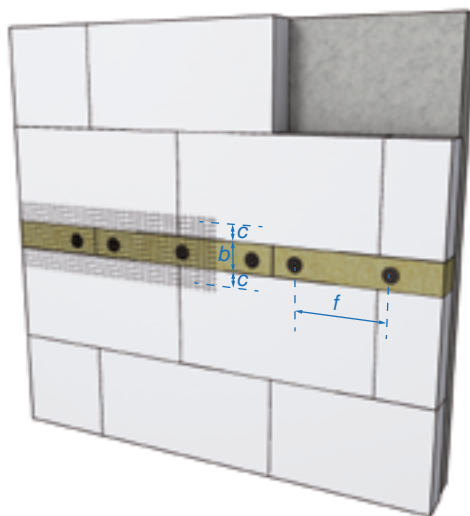
Le guide ETICS pour la protection incendie des façades édité par le ministère de l'intérieur, préconise l'utilisation de bandes filantes au niveau des planchers dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Bandes filantes en laine de roche (densité $\geq 90 \text{ kg/m}^3$)
- Hauteur des bandes $\geq 200 \text{ mm}$ selon les préconisations du système sous APL
- Bandes collées en plein et chevillées avec clous ou vis en métal.
- Armature complémentaire au droit des bandes sur 150 mm de part et d'autre
- Possibilité de superposer 2 bandes pour les épaisseurs $> 200 \text{ mm}$

$$b \geq 200 \text{ mm}$$

$$c \geq 150 \text{ mm}$$

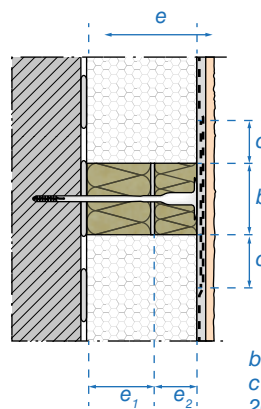
$$f \leq 500 \text{ mm}$$



$$b \geq 200 \text{ mm}$$

$$c \geq 150 \text{ mm}$$

$$e \leq 200 \text{ mm}$$



$$b \geq 200 \text{ mm}$$

$$c \geq 150 \text{ mm}$$

$$200 \text{ mm} < e \leq 300 \text{ mm}$$

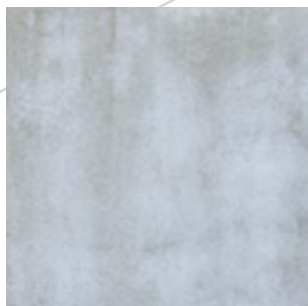
$$e_1 > e_2$$

$$e_2 \geq 100 \text{ mm}$$



8. Entretien et réparation

Source : [fiches SNMI.](#)



Carbonatation

Un phénomène naturel

Ce sont des efflorescences blanchâtres primaires, constatées à la surface des enduits minéraux teintés, dans les heures ou les jours qui suivent l'application.

Elles affectent uniquement l'aspect esthétique du parement par un voile en surface. Ceci est d'autant plus visible que la teinte est soutenue.

Ce phénomène ne remet surtout pas en cause la qualité et les caractéristiques du produit livré.

Remèdes préventifs :

- bâchage ;
- éviter l'application d'un enduit foncé lorsque la température ambiante et celle du support sont inférieures à 8° C ou si elle a des chances de descendre au-dessous de 8° C dans la nuit suivant l'application ;
- éviter l'application sur support trempé ou gorgé d'eau ;
- éviter les ruissellements d'eau dans les heures suivant l'application.

Remède curatif :

- si les efflorescences sont légères, elles peuvent s'atténuer ou disparaître dans le temps ;
- sinon, après 3 à 4 semaines de durcissement de l'enduit, appliquer une solution d'acide chlorhydrique dilué à 10 % dans l'eau (ou produit spécifique) et brosser énergiquement puis rincer.

Efflorescences

Phénomène naturel issu d'une migration de sels en provenance du support qui se dépose en surface du revêtement de finition lors du séchage des maçonneries, ces efflorescences peuvent être de couleurs bleu, vert, brun. Elle n'affecte que l'aspect esthétique du parement par une coloration de surface, d'autant plus visible que la teinte est claire.

Remèdes préventifs :

- appliquer sur maçonnerie parfaitement sèche.

Remède curatif :

- si les efflorescences sont légères, elles peuvent s'atténuer ou disparaître dans le temps ;
- sinon, après 3 à 4 semaines de durcissement de l'enduit, appliquer une solution d'acide chlorhydrique dilué à 10 % dans l'eau (ou produit spécifique) et brosser légèrement puis rincer.

Spectres



Description

Un spectre de joint se manifeste au droit des joints par une couleur d'enduit plus claire ou plus foncée que sur les blocs maçonnés. L'apparition de ces spectres est un phénomène physique qui peut être temporaire ou plus ou moins permanent.

Période où il est visible

Il peut se produire en toute période et peut être visible dans les jours ou les semaines qui suivent la réalisation de l'enduit ou alors après une période beaucoup plus longue pouvant atteindre plusieurs mois après cette réalisation. Il se voit surtout après un changement de température, avant ou après une période de pluie.

C'est le résultat d'un « ressuyage » dû à l'élimination de l'humidité dans les murs.



Apparition des spectres après un délai plus important

Les causes sont alors plus complexes et dépendent de la constitution de la paroi, et en particulier de l'hétérogénéité des matériaux qui la composent.

Elles mettent en jeu la différence de résistance mécanique et (ou) thermique entre les matériaux constitutifs de la paroi, la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau et la capillarité de ces mêmes éléments. Des différences de caractéristiques thermiques trop importantes entre les matériaux (blocs de maçonnerie et mortier de joints en particulier) provoquant des micro-ponts thermiques qui peuvent être le siège de condensation entraînant une différence de couleur au droit des joints de hourdage et des blocs de maçonnerie.

Ces spectres sont en général temporaires.

D'autre part, ces condensations différentielles peuvent favoriser le dépôt superficiel de sels, de poussières et salissures sur les zones de température et d'humidité superficielles différentes, qui influent à la longue sur l'uniformité de teinte de l'enduit, conduisant ainsi à des spectres plus ou moins permanents.

Des joints poreux, ou présentant des résistances mécaniques trop faibles ou trop importantes peuvent entraîner la formation de microfissures dans l'enduit, qui accentuent le phénomène des spectres par temps de pluie.

Remèdes preventifs :

Pour éviter l'apparition des spectres des joints de maçonnerie, il faut donc veiller à :

- avoir des joints de hourdage bien remplis et arasés au nu des blocs, réalisés avec un mortier suffisamment dosé non poreux et de résistance mécanique comparable aux blocs (par exemple mortier bâtard : 1/3 ciment, 2/3 chaux hydraulique naturelle) ;
- ne pas avoir de maçonnerie saturée d'eau, mais avoir une maçonnerie humidifiée uniformément et ressuyée (pas de film d'eau en surface) ;
- avoir une épaisseur d'enduit suffisante, régulière et sans surcharge locale (pour cela, la maçonnerie doit présenter une bonne planéité, les balèvres devant être éliminées) ;
- ne pas adjuvanter les mortiers de maçonnerie sans avoir démontré la bonne compatibilité de ces adjuvants avec les enduits utilisés.

Remèdes curatifs :

- on peut éventuellement appliquer une couche d'enduit complémentaire pour augmenter l'épaisseur si celle-ci est trop faible. Il faudra dans ce cas s'assurer de la bonne adhérence et de la cohésion de la couche d'enduit existante ;
- l'application d'un hydrofuge de surface peut réduire sensiblement l'apparition du phénomène par temps de pluie ou en période humide et froide.

Spectres d'échafaudage

Traces laissées issues du séchage différentiel entre l'ombre portée et la zone ensoleillée (tubulures et plateaux d'échafaudage).

Ce phénomène est d'autant plus marqué que la teinte de finition est foncée.

Remèdes preventifs :

- Utiliser un bâchage ou un filet réduisant le rayonnement solaire.



Micro-organismes

Les micro-organismes visibles qui se développent et colonisent les revêtements de façade appartiennent au règne végétal tout comme les plantes et sont représentés par les algues, les champignons, les lichens ou les mousses.

Mécanismes de contamination

Le mécanisme d'implantation est très simple et peut-être très rapide.

Ces micro-organismes sont déjà présents dans l'air ambiant et sur les supports en grande quantité sous forme de spores.

Tout d'abord, ce sont les algues (coloration verte par temps humide) qui colonisent en premier les façades, dès que le caractère basique de la surface diminue, soit vers pH 9 (enduit de façade), puis viennent les champignons et beaucoup plus tard les lichens ou les algues rouges ou brunes.

Les mousses colonisent préférentiellement les toitures ainsi que les dallages (surfaces horizontales ou à faibles pentes).

Facteurs de développement

Ce sont essentiellement les paramètres environnementaux, géographiques et architecturaux qui vont favoriser le développement des micro-organismes.

- LE CLIMAT

- L'humidité, en particulier en périodes de pluviométrie importante qui vont entretenir et favoriser la prolifération.
- Le vent qui dissémine les spores, les poussières, les embruns, et accentue la propagation et l'implantation de ces micro-organismes.
- La température, en particulier les périodes de température douce, favorable au développement des végétaux.
- Les hivers doux et humides, associés à l'accroissement du taux de pollution de l'air ambiant, au cours de ces dernières années ont accéléré fortement le processus de contamination des façades, et ce quel que soit le support...
- Il est important de bien protéger la maçonnerie en phase de montage en cas d'intempéries

- LES POLLUTIONS

- Urbaine : en particulier l'élévation du taux de gaz carbonique et d'azote, constitue les bases nutritives de ces micro-organismes.
- Biologique : l'environnement botanique (plantes, arbres...) accentue et accélère le développement des algues.

- L'ARCHITECTURE

- Les débords de toitures, les gouttières et chenaux, les appuis avec gouttes d'eau, etc., sont des accessoires indispensables pour prévenir du développement des micro-organismes en limitant les apports du ruissellement d'eau directement sur les façades.
- Le type de finitions : la rugosité et la porosité de surfaces sont des paramètres importants qui influent sur l'implantation des micro-organismes.
- Les finitions talochées sont à privilégier dans les environnements sensibles.



Coloration

Perception de la couleur

La façon dont nous percevons les couleurs est affectée par des différences :

- de luminosité ;
- de taille ;
- de fond ;
- selon direction ;
- selon l'observateur.

Comment identifier la couleur ?

La couleur est la perception par l'œil d'une ou plusieurs fréquences d'ondes lumineuses, avec une (ou des) amplitudes(s) données.

Les enduits de façade

La couleur est apportée par :

- les éléments fins ;
- les pigments minéraux ;
- les sables et granulats.

Quels facteurs peuvent affecter la perception ou la tonalité des couleurs de l'enduit ?

- LA NATURE DU SUPPORT

Exemples : Support absorbant ou support fermé.

- LES CONDITIONS D'APPLICATION

Exemples : Conditions atmosphériques, taux de gâchage, délai de grattage.

- Le coefficient de 0,7





Section 4

L'innovation dans le domaine

Plusieurs autres modes constructifs sont disponibles sur le marché et apportent souvent un caractère d'innovation intéressant à exploiter. Le chapitre qui suit se propose d'en faire une brève description non exhaustive.

9. Les murs à ossature bois selon le NF DTU 31.4

Par suite de la publication en 2019 du NF DTU 31.2, le projet de NF DTU 31-4 « Travaux de bâtiments – Façades à ossature en bois » s'est poursuivi par une enquête publique ayant eu lieu de novembre à décembre 2019.

Trois réunions de dépouillement des commentaires ont eu lieu entre décembre 2019 et janvier 2020 qui ont permis de traiter les commentaires de cette enquête.

Le document vient d'être finalisé et la décision de mise en publication a été prise. Une publication est donc prévue avant la fin du 1er semestre 2020.

Le document propose des clauses types de spécifications de mise en œuvre pour les travaux d'exécution des ouvrages et parties d'ouvrages de façades à ossature bois, sur structures primaires neuves ou existantes, constituées de voiles et dalles béton, ou de murs maçonnés, ou de panneaux de bois lamellé croisé ou de poteaux et poutres (béton ou métal ou bois).

Il s'applique aux ouvrages dont les façades ne contribuent pas à la stabilité de la structure du bâtiment et ne subissent pas les déformations induites par celle-ci.

Le document s'applique aux façades filantes fondées en pied, pouvant être interrompues, avec ou sans complément d'isolation extérieure continue, qui peuvent être mises en œuvre de plusieurs manières :

- **1)** par édification sur le site ;
- **2)** par préfabrication d'éléments qui sont ensuite assemblés sur le chantier ;
- **3)** par mélange dans un même ouvrage des deux modes de construction précédents.

Le document vise uniquement les façades constituées d'éléments d'ossature en bois dont les montants sont espacés au maximum de 600 mm (vide entre éléments) et panneaux à base de bois, intégrant des remplissages isolants et films associés.

Le document s'applique aux bâtiments dont la hauteur du plancher bas du dernier niveau est inférieure ou égale à 28 m.

10. ETICS sur support ossature bois et CLT

Les systèmes ETICS sur support à ossature bois sont principalement tous limités à R+2. Les 3 grandes familles d'isolant sont bien représentées pour ces systèmes (PSE, Laine de roche, Fibres de bois). Quelques détenteurs de systèmes, avec isolant en fibres de bois support d'enduit notamment, disposent de d'avis techniques validés jusqu'à R+4, moyennant des dispositions techniques adaptées pour franchir la limite de R+2.

Néanmoins, le développement plus large de cette application sur ossature bois nécessite un travail d'étude complet, tant sur le plan de l'hygrothermie, de l'étanchéité à l'eau en façade, que sur les aspects liés à la sécurité incendie.



Ces études visent à apporter des solutions techniques concernant plusieurs points jusqu'alors bloquants pour l'utilisation des ETICS sur les parois en bois :

- Prescriptions pour la mise en œuvre des ETICS en atelier (préfabrication).
- Intégration des panneaux massifs (CLT) contrecollés ou contre-cloués en tant que support d'ETICS, avant un gros volet sur les prescriptions de conception hygrothermique des parois.
- Élévation de la limite de hauteur des ETICS sur ossature bois jusqu'à 28 m et prescriptions techniques associées.

Les travaux de rédaction sont maintenant terminés et le rapport final a été fourni aux financeurs qui devraient le publier d'ici quelques semaines.

La valorisation de ces travaux pourrait être soit la modification du CPT / cahier CSTB 3729_V2 soit la création de règles professionnelles.

11. Les ETICS sous isolant fibre de bois

- Sous Avis technique
- Réaction au feu : classement B-s1-d0
- Pose classique en calé-chevillé
- Usages courants couverts par DTU ou Avis Techniques existants
- L'appréciation de Laboratoire de non-propagation feu couvre la 3e Famille des bâtiments



12. Brique à pose au pistolet

- Produits sous Avis technique ou Atex selon fabricant
- Briques rectifiées
- Le maçon applique les cordons de colle prêts à l'emploi sur la brique dépoussiérée et humidifiée
- Comme pour la pose à joint mince, le 1^{er} rang de brique doit avoir une arase parfaite, et est maçonné au mortier.
- Gain de temps de préparation (colle prête à l'emploi) et de nettoyage (pas de coulure ou chute de mortier)
- Gain en confort et en rapidité de pose



13. Bloc béton avec mousse isolante incorporée

- Produits sous Avis technique
- Blocs de béton de granulats courants ou légers rectifiés sous marque NF
- La mousse minérale à base de ciment, intégrée dans les alvéoles des blocs permet d'augmenter ses performances thermiques (comprises entre $R = 1$ pour les blocs de granulats courants et $R = 1,8$ pour les blocs de granulats légers, en 20 cm d'épaisseur) tout en restant économique.
- La résistance au feu est comprise entre 90 et 180 minutes mur nu
- Utilisables en maison individuelle et en logements collectifs
- Très bonne performance acoustique
- Mis en œuvre en pose collée
- Garantis sans COV et entièrement recyclables (pour certains)
- Disposent d'une FDES vérifiée dans le cadre du programme INIES.



14. Mur en paille

- Soumis à des Règles professionnelles
- La paille est utilisée comme remplissage isolant et support d'enduit
- Convient pour les maisons individuelles, les bâtiments publics ou les habitations collectives
- La paille a de très bonnes performances en termes d'isolation
- Faible impact environnemental

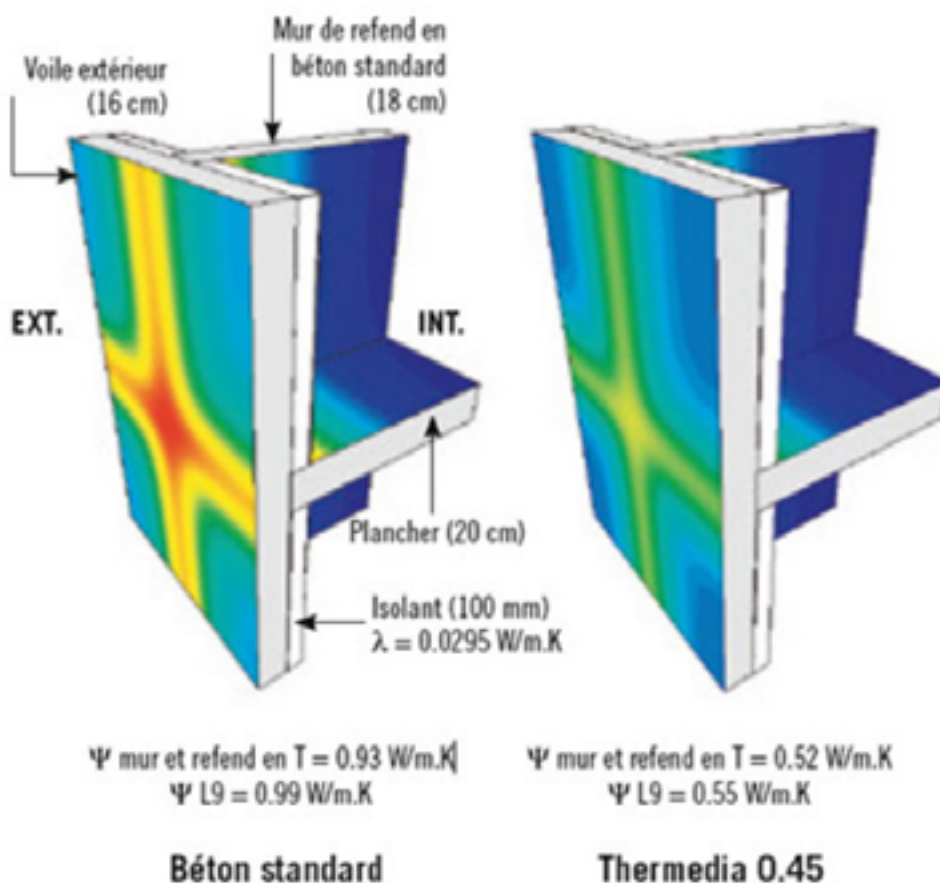


15. Blocs fabriqués à partir de matériaux biosourcés

- Il en existe sous plusieurs compositions : béton allégé, fibre de bois intégrée, pierre ponce, avec isolant intégré
- Il convient de vérifier qu'ils soient sous AVIS TECHNIQUE (leur domaine d'emploi est souvent restreint)
- Ces blocs permettent d'améliorer la résistance thermique intrinsèque du mur
- Pour le revêtement d'une partie de ces matériaux, en particulier pour les maçonneries biosourcées, une préconisation du fabricant d'enduit est nécessaire pour le choix des produits et les modalités de mise en œuvre.

16. BIS (conforme NF EN 206 et Eurocodes 2 et 8)

- Conforme aux Eurocodes
- Mise en œuvre suivant le NF DTU 21
- Meilleur traitement des ponts thermiques



Bibliographie



[Guide FFTB SNMI](#)

[Fiches pratiques SNMI](#)

[Site vide-sanitaire.fr](#)

[Guide bâtiment SNBPE](#)

[Guide Sismique UMGO / CAPEB / FIB / CERIB](#)

[Guide de mise œuvre maçonnerie blocs béton FIB / CERIB](#)

[Règles professionnelles sur les blocs et briques à bancher](#)

[Guide ETICS pour la protection incendie des façades édité par le ministère de l'intérieur](#)

Remerciements

Remerciement au partenaires LCA-FFB COMMUNICATION pour la mise à disposition des illustrations et photos.



Version 1 / 05 - 08 - 2020



LCA-FFB
COMMUNICATION



 6-14 rue La Pérouse
75116 Paris

 contact@lca.ffbatiment.fr

 lesconstructeursamenageurs.com

 [@LCAFFB](https://twitter.com/LCAFFB)

 [@LCA-FFB](https://www.linkedin.com/company/lca-ffb)

 [@LesConstructeursAmenageurs](https://www.facebook.com/LesConstructeursAmenageurs)

