



xella

GUIDE TECHNIQUE

Maçonnerie gros-œuvre

YTONG



SOMMAIRE

LE BÉTON CELLULAIRE

LE MATÉRIAU	5
FABRICATION	6
CERTIFICATION.....	7

STABILITÉ DES OUVRAGES

MÉCANIQUE	10
SISMIQUE.....	16
RÉSISTANCE AU FEU DES FAÇADES	22

THERMIQUE ET CARBONE

RÉGLEMENTATION RT2012 ET RE2020	28
LES CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES DU BÉTON CELLULAIRE YTONG.....	38
LE BILAN CARBONE DU BÉTON CELLULAIRE YTONG. .	43

CONFORT ET SANTÉ

CONFORT THERMIQUE.....	46
SANTÉ	52
CONFORT ACOUSTIQUE	56

MISE EN ŒUVRE

FINTIONS ET FIXATIONS	66
DÉTAILS DE CONCEPTION	74

PRODUITS ET SERVICES

DONNÉES TECHNIQUES DES PRODUITS	92
SERVICES TECHNIQUES	94



LE BÉTON CELLULAIRE

INTRODUCTION	4
LE BÉTON CELLULAIRE	5
Le matériau	5
Fabrication	6
Certification	7



Introduction

La première invention est attribuée, en 1880, À W. Michaelis.

Ce dernier met alors en contact un mélange de chaux, de sable et d'eau avec de la vapeur d'eau saturée sous haute pression. Il donne ainsi naissance à des silicates de calcium hydratés hydrorésistants. La seconde invention, que nous devons à E. Hoffmann en 1889, concerne l'émulsification des mortiers. En 1924, le Suedois J.A. Eriksson débute la production et la commercialisation du béton cellulaire. Il utilise alors un mélange de sable fin, de chaux et d'eau, auquel il ajoute une fine quantité de poudre de métal. Trois ans plus tard, il combine ce processus à l'autoclavage, tel que le décrit

Michaelis. Pour parvenir au béton cellulaire que nous connaissons aujourd'hui, une troisième étape devait être franchie : la fabrication en série d'éléments de petits et de grands formats, ainsi que celle d'éléments armés (des armatures métalliques protégées contre la corrosion sont posées dans les moules avant le versement du mélange). Après 1945, Joseph Hebel développe la première méthode de production. Les produits sont coupés aux dimensions souhaitées au moyen de fils d'acier tendus, permettant d'obtenir des produits finis de grande précision.

Composition du matériau

Les matières premières nécessaires à la fabrication du béton cellulaire sont :

- Sable blanc pur en silice (60 à 70%)
- Ciment (15 à 20%)
- Chaux (12 à 18%)
- Eau
- Agent d'expansion (<0.05%)

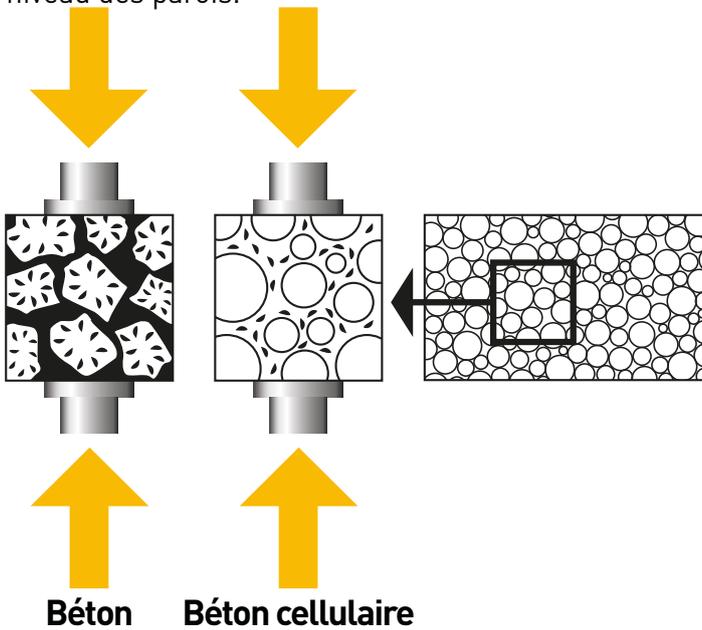
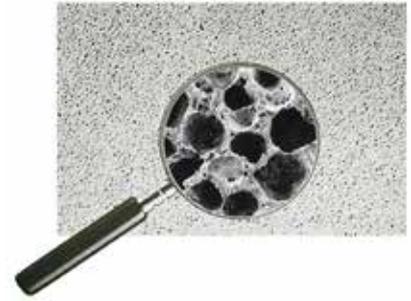
Toutes ces matières premières sont présentes en

abondance dans la nature. En présence d'eau, la chaux réagit avec la silice du sable pour former des silicates de calcium hydratés (tobermorite). La chaux et le ciment servent de liants. L'agent d'expansion, sous forme de poudre extrêmement fine (env.50µm) en très faible quantité (<0,05%), sert de levain en cours de fabrication : il fait gonfler le mélange en créant des cellules qui se remplissent rapidement d'air.

Le béton cellulaire

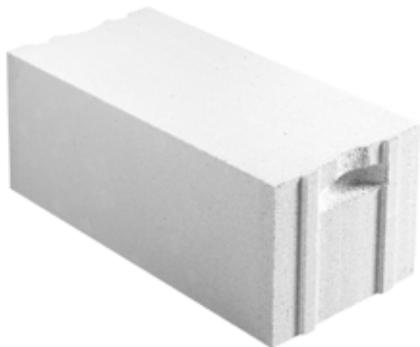
Le matériau

Le béton cellulaire présente des cellules de petite taille (≤ 2 mm), sphériques et réparties de façon régulière dans la masse. Cette structure alvéolaire répartit de façon homogène les contraintes au niveau des parois.

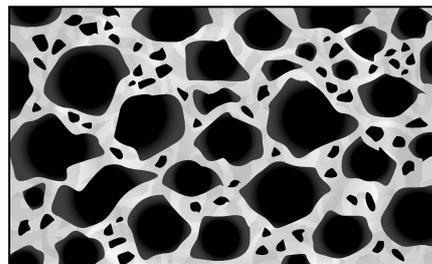


Cet agent d'expansion est constitué d'aluminium. Sans danger dès lors qu'il n'est pas absorbé sous une forme soluble, il réagit en totalité au contact de la chaux largement excédentaire dans le béton cellulaire. Il se transforme en hydroxyde d'aluminium puis en aluminates tricalciques, produits minéraux non volatils, qui ne présentent aucun risque sur le plan sanitaire et que l'on retrouve dans de nombreux matériaux de construction.

En fonction de la masse volumique et des caractéristiques physiques souhaitées, on varie légèrement, mais avec une grande précision, les pourcentages des matières premières.



Vue au microscope



C'est cette structure qui explique toutes les performances du produit !

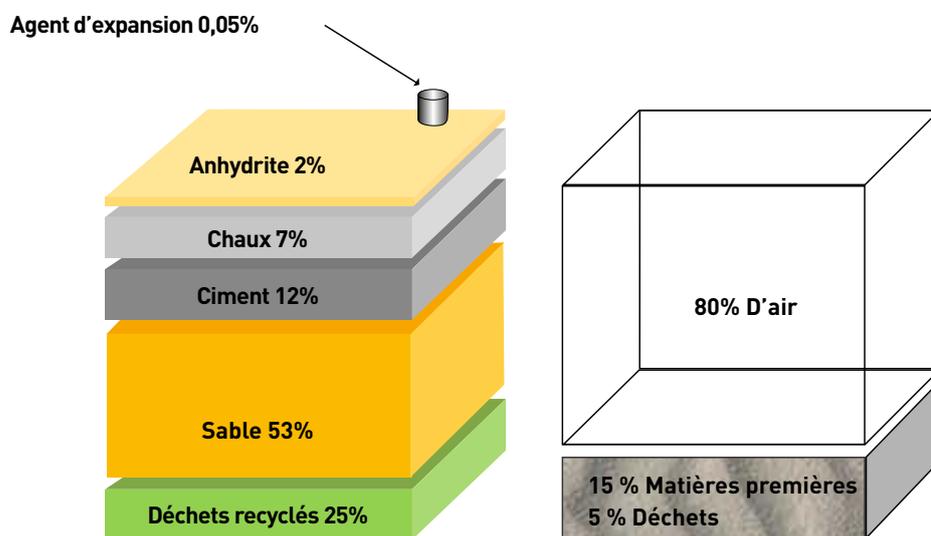
Fabrication

UNE FABRICATION À BASSE CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Le mode de fabrication mis au point et développé par Xella favorise le fonctionnement des usines en cycle fermé : elles ne rejettent aucune substance liquide ou solide susceptible de polluer l'eau ou le sol. Les déchets générés en phase production sont entièrement réutilisés et valorisés dans le processus industriel. Les nuisances environnementales sont quasi nulles, les nuages qui s'échappent des usines étant exclusivement composés de vapeur d'eau et

d'air, présents dans les autoclaves.

La fabrication du béton cellulaire nécessite peu d'énergie (250 kW/h pour produire 1 m³ de produit), dont une partie se trouve, par ailleurs, recyclée pour chauffer les bureaux attenants aux sites de production. L'eau nécessaire à ce processus est également réutilisée. Les 3 sites de production implantés à Saint-Savin (38), Mios (33) et Saint-Saulve (56) ainsi que leurs bureaux sont certifiés ISO 9001 et ISO 14001.



Avec 1m³ de matières premières → 5m³ de YTONG

LES PHASES PRINCIPALES DE LA FABRICATION

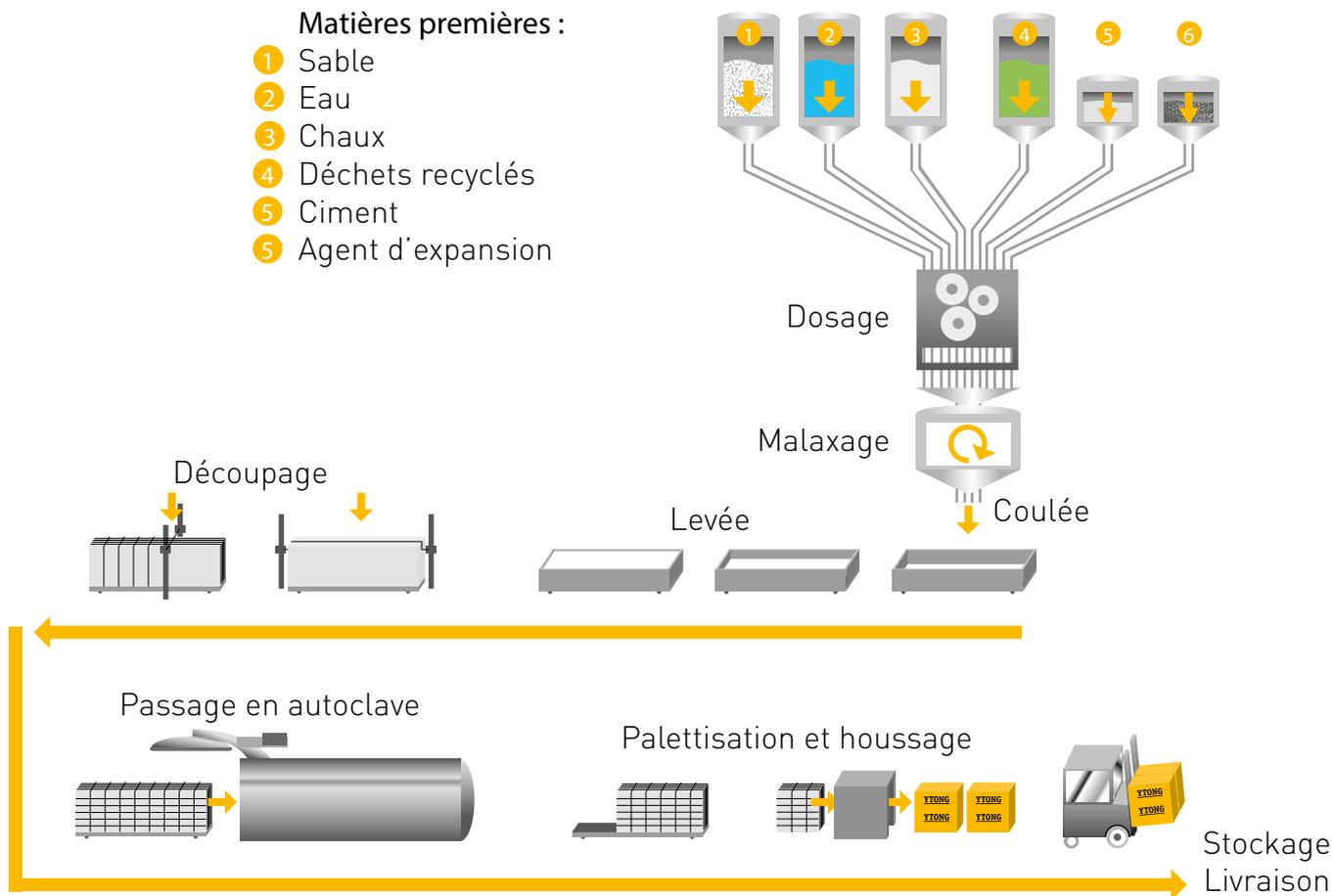
Les matières premières sont d'abord dosées, puis soigneusement mélangées. L'eau et l'agent d'expansion y sont ensuite ajoutés. Ce mélange est alors coulé dans des moules, avant de reposer plusieurs heures pour acquérir une certaine dureté. Il a alors considérablement gagné en volume. Ce « gâteau » est alors découpé avec des fils d'acier dans les sens de la longueur et de la largeur (dimensions des blocs). L'excédent de matériau est récupéré et entre à nouveau dans le cycle de production. Les produits semi-finis subissent un traitement thermique en autoclave, sous une pression de 10 bars environ et à une température de plus

ou moins 180°C, pendant 10 à 12 heures. C'est cette cuisson en autoclave qui confère au béton cellulaire ses propriétés mécaniques définitives. Enfin, après avoir été palettisés et conditionnés sous housse plastique, ils sont stockés, prêts à la livraison et à la mise en œuvre. Le mode de fabrication en autoclave correspond à l'industrialisation d'un processus qui aboutit, à l'état naturel, à la création d'un minéral à la structure moléculaire analogue : la tobermorite, silicate de calcium hydraté.

Le process consiste donc à imiter ce matériau existant à l'état naturel.

Certification

- Matières premières :
- ① Sable
 - ② Eau
 - ③ Chaux
 - ④ Déchets recyclés
 - ⑤ Ciment
 - ⑥ Agent d'expansion



La certification est une démarche volontaire, elle apporte la preuve que les caractéristiques des produits en termes de qualité, sécurité, durabilité et aptitude à l'emploi, sont conformes aux exigences des normes européennes ou françaises de référence, mais aussi aux exigences complémentaires des référentiels de certification.

Délivrées par un organisme certificateur accrédité par le COFRAC (Comité Français d'Accréditation), les marques volontaires :

- garantissent que les performances des produits sont contrôlées de façon continue par le fabricant et vérifiées par l'organisme certificateur,
- apportent la preuve que les exigences sont respectées,
- garantissent que les produits concernés sont aptes à l'emploi pour réaliser des ouvrages selon les règles de l'art en vigueur (normes NF DTU, Fascicules du CCTG (Cahier des Clauses Techniques Générales...)).



Les produits YTONG sont certifiés NF par le CERIB.

Le référentiel de certification pour le béton cellulaire autoclavé est le NF 025-B.

Les certificats NF sont disponibles sur :

- Le site Internet du CERIB : <https://www.cerib.com/certification/blocs-en-beton-cellulaire/>
- Le site Internet YTONG : www.ytong.fr



YTONG[®]



Umweltfreundlich hergestellt in Österreich
aus natürlichen Rohstoffen.
www.ytong.at

Xella

YTONG[®]



Umweltfreundlich hergestellt in Österreich
aus natürlichen Rohstoffen.
www.ytong.at

Xella

2019 c

YTONG



Umweltfreundlich hergestellt in Österreich
aus natürlichen Rohstoffen.
www.ytong.at

Xella

YTONG[®]



STABILITÉ DES OUVRAGES

MÉCANIQUE 10

Le contexte normatif actuel de maçonnerie en Europe 11

Quels textes appliquer pour la construction 12

Résistance mécanique des blocs en béton cellulaire 13

Chargement admissible sur les murs en béton cellulaire 14

Résistance mécanique des éléments préfabriqués en béton cellulaire 15

SISMIQUE 16

Les grands principes de la réglementation parasismique 16

Pour en savoir plus sur le comportement sismique des murs ytong..... 20

RÉSISTANCE AU FEU DES FAÇADES 22

Deux notions pour la protection incendie 22

Exigences en logements individuels et collectifs..... 24



Mécanique

LE CONTEXTE NORMATIF ACTUEL DE LA MAÇONNERIE EN FRANCE

En France, une part importante des règles de l'art du bâtiment est régie par un ensemble de textes appelés NF DTU (Document Technique Unifié).

Les NF DTU sont des documents qui contiennent les spécifications techniques relatives à l'exécution des travaux de bâtiment. Ils sont reconnus et approuvés par les professionnels de la construction ainsi que par les experts des assurances et des tribunaux.

Ces DTU sont des normes françaises.

Il existe trois catégories de référentiels dans le système français de normes AFNOR (Association Française de Normalisation).

- La norme homologuée (NF) qui est un document avec valeur technique reconnue et officialisée par les pouvoirs publics.
- La norme expérimentale (XP) correspond à un projet de norme soumis à une période de « mise à l'épreuve ».
- Le fascicule de documentation (FD) est un

document à caractère essentiellement informatif.

Les NF DTU sont composés d'au moins trois parties :

- le CGM (cahiers des Critères Généraux de choix des Matériaux).
- le CCT (Cahier des Clauses Techniques types).
- le CCS (Cahier des Clauses administratives Spéciales).

Les règles de conception et d'exécution relatives aux parois et murs en maçonnerie de petits éléments sont énoncées dans le NF DTU 20.1, dont la première édition date des années 1960. Il regroupe les éléments de construction traditionnellement utilisés en France : le béton cellulaire, le bloc béton, la brique, et la pierre naturelle.

Dans l'édition actuelle (juillet 2020) l'objectif était de mettre en accord le texte avec le contexte normatif européen, notamment la conformité avec l'Eurocode 6.

Le contexte normatif actuel de maçonnerie en Europe

L'union économique, mise en place progressivement au sein de l'Union Européenne, s'est construite autour de la libre circulation des marchandises, des biens et des capitaux dans un marché commun. Le principal objectif de la normalisation européenne est la définition de prescriptions techniques ou qualitatives volontaires auxquelles des produits ou des procédés de fabrication peuvent se conformer. Il existe des normes relatives aux produits ou aux matériaux, des normes pour les méthodes d'essai, des normes de conception et de calculs, etc.

Pour les éléments de maçonnerie, on peut citer la série de normes NF EN 771, dont la NF EN 771-4 relative aux éléments en béton cellulaire. Il existe également la série de normes NF EN 998, relative aux spécifications des mortiers de montage. La série NF EN 772 traite quant à elle des méthodes d'essai.

Les normes européennes relatives aux produits servent également de socle au marquage CE. Un élément de maçonnerie «marqué CE» est un produit pour lequel le fabricant atteste qu'il satisfait aux exigences essentielles. Il doit déclarer dans la documentation accompagnant le produit les propriétés conformes aux exigences listées dans la partie harmonisée (annexe ZA) de la série de normes NF EN 771.



En matière de règles d'exécution des travaux, il existe peu de normes européennes.

Dans la perspective d'un rapprochement futur des règles nationales d'exécution de travaux au niveau européen, les DTU deviennent des normes NF DTU. Les spécifications techniques sont rendues « eurocompatibles » dans le cadre du plan Europe.

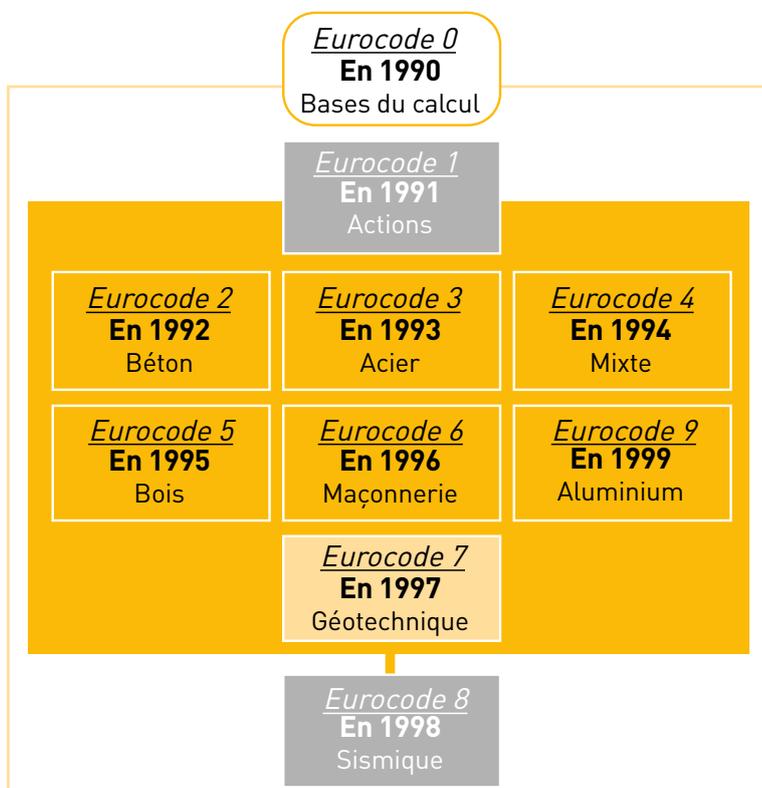
Introduction aux Eurocodes

Les Eurocodes ont pour objectif d'harmoniser les règles de conception et de calculs. Ils décrivent la manière de concevoir et de calculer les ouvrages. Entamé au milieu des années 1970, leur élaboration aura été un long chantier.

Déclinés sous la forme de dix cahiers accompagnés chacun de leur annexe nationale, ils ont été élaborés par des groupes de travail regroupant des experts de tous les pays de l'Union Européenne.

D'autres textes sont actuellement en projets :

- Structures tendues, structures gonflables
- Structures en Verre
- Structures en Polymères renforcés de fibres



Quels textes appliquer pour la construction ?

Les NF DTU et les Eurocodes ont un statut de norme.

À ce titre, elle sont d'application volontaire, sauf si elles sont rendues obligatoires par la réglementation nationale, dans une loi, un décret, un arrêté, publié au journal officiel.

Seules quelques normes Eurocodes sont référencées dans des arrêtés. Ceux-ci concernent le comportement au feu et la prévention du risque sismique :

- L'arrêté du 22 mars 2004 modifié par celui du 14 mars 2011, relatif à la résistance au feu des ouvrages et produits de construction, indique les parties d'Eurocodes qui permettent de justifier des performances au feu.
- Les décrets et l'arrêté du 22 octobre 2010 introduisent l'Eurocode 8 (NF EN 1998) comme règle générale de construction parasismique, en application depuis 2014 (arrêté du 25 juin 2012)

Les règles du Comité Européen de Normalisation imposent à l'Afnor d'annuler les normes nationales en contradiction avec les normes européennes. L'Afnor a procédé à ces annulations depuis 2010.

Certaines règles de calcul (NV65, BAEL91 mod 99, CM66, CB71...) n'étaient pas des normes, mais des documents de la collection DTU.

La Commission Générale de Normalisation Bâtiment en charge des DTU (devenu Groupe de Coordination des Normes du Bâtiment « GCNorBât-DTU ») a retiré le 28 avril 2010 les règles DTU de calcul remplacées par les Eurocodes.

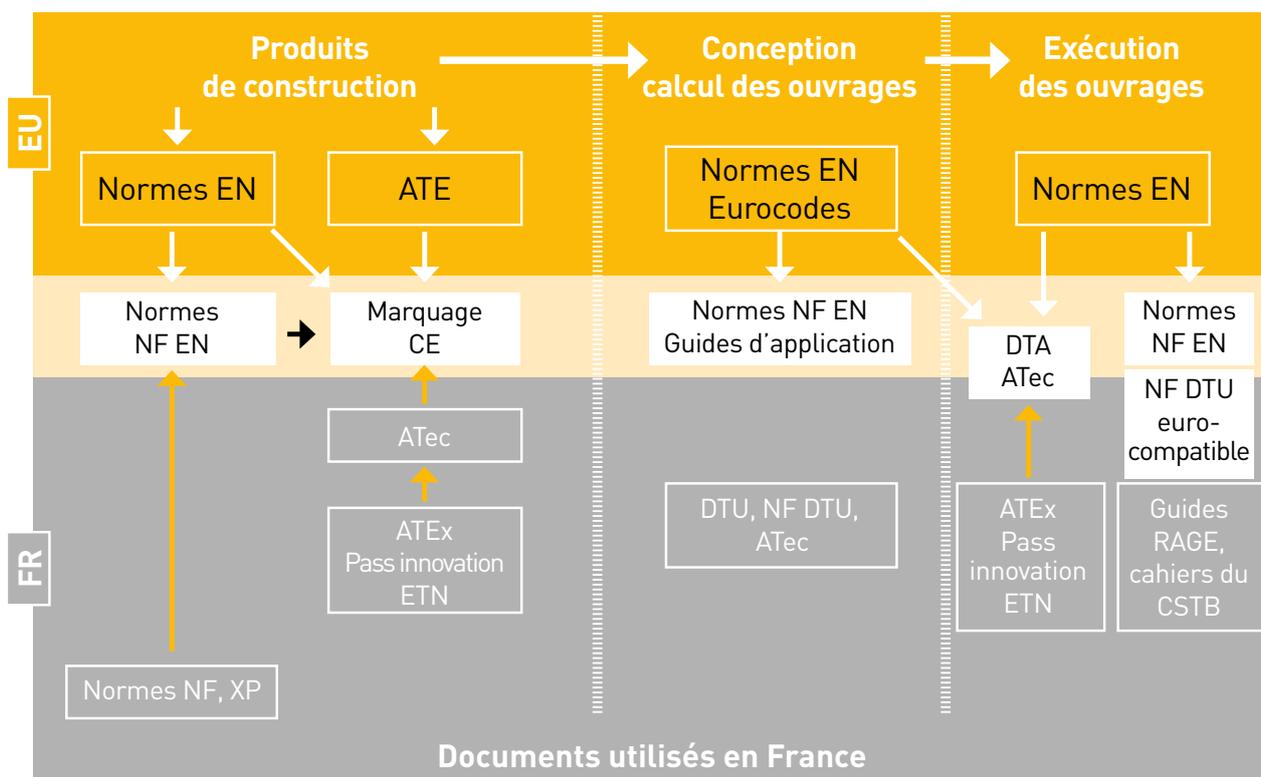
Ces dernières ne sont plus d'application implicite dans les marchés privés de bâtiment se référant aux dispositions de la norme NF P 03-001.

Pour toute consultation lancée à partir du 1er septembre 2010 les règles de calcul en vigueur sont donc désormais les Eurocodes.

L'application des NF DTU et des Eurocodes résulte d'un accord passé entre les parties intéressées (signatures des marchés de construction), leur conférant un caractère contractuel.

Ainsi l'Eurocode 8 est d'application réglementaire dans les zones sismiques. En revanche, en dehors d'une zone sismique, et si l'application de l'Eurocode 8 n'est pas prévue par le contrat, il n'est pas d'application obligatoire.

HARMONISATION EUROPÉENNE



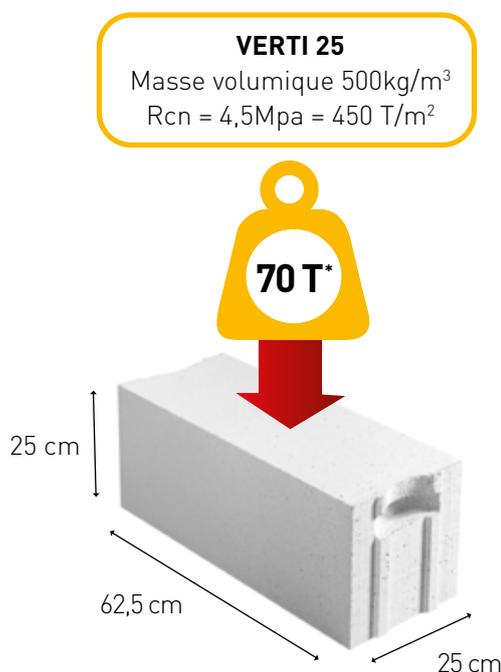
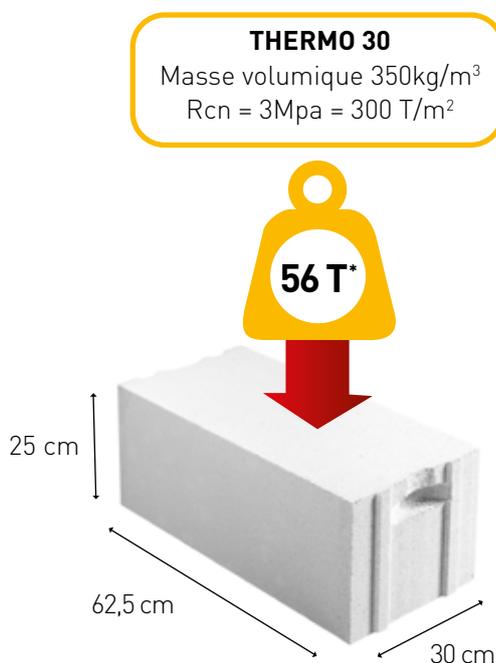
Résistance mécanique des blocs en béton cellulaire

Malgré la légèreté des blocs qui résulte des propriétés du matériau, les murs en béton cellulaire Ytong se caractérisent par une étonnante résistance mécanique, jusqu'à 30% supérieure à celle d'autres murs porteurs. Leur très grande résistance à la compression (jusqu'à 29 t/ml) est une garantie de stabilité et de pérennité. Elle permet de construire des ouvrages de plusieurs niveaux (jusqu'à R+ 5). Cette excellente résistance à la compression provient de la combinaison de plusieurs facteurs :

- Les blocs Ytong sont pleins et donc porteurs sur toute la surface d'appui, à l'inverse d'autres blocs ayant des pourcentages variables d'espaces creux. La résistance mécanique du béton cellulaire croît avec l'augmentation de sa masse volumique.
- Les blocs Ytong sont parfaitement calibrés. Leur mise en œuvre est donc facilitée et garantie les performances attendues d'une maçonnerie à joints minces.

Les blocs Ytong sont disponibles en différentes masses volumiques.

Ces caractéristiques certifiées dans le cadre du marquage NF des produits, sont regroupées dans la partie "données techniques des produits" en fin de ce document.



* Résistance à la rupture.

Chargement admissible sur les murs en béton cellulaire

Voici des tableaux récapitulatifs des chargements admissibles sur des murs en blocs Ytong.

Le premier donne les valeurs calculées avec le NF DTU 20.1 2020, le second à l'aide de l'Eurocode 6 - méthode simplifiée (NF EN 1996-3 : 2006 + AN : 2009).

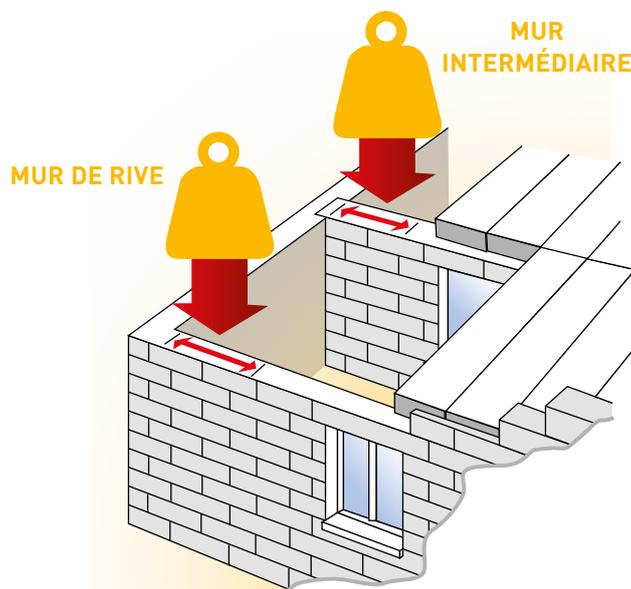
NF DTU 20.1 2020	R _{cn} (Mpa)	F _b (Mpa)	F _k (Mpa)	Chargement admissible centrée	Chargement admissible excentrée
				Mur intermédiaire (T/ml ELS)	Mur de rive (T/ml ELS)
Compact 20 / 20 XL	4,0	3,78	2,47	15,4	11,3
Compact 22,5	4,0	3,78	2,47	16,7	14,1
Energie 20	3,0	2,83	1,94	11,9	9,0
Energie 25 / 25XL	3,0	2,83	1,94	14,1	12,6
Verti 20	5,0	4,72	2,99	17,7	14,5
Verti 25	4,5	4,25	2,74	19,4	18,1
Thermo 30	3,0	2,83	1,94	17,4	15,2
Thermo 36,5	3,0	2,83	1,94	20,0	19,3
Thermo 42	3,0	2,83	1,94	21,8	22,7

Hypothèses : Calculs faits pour un mur de hauteur 2,60m.

EUROCODE 6	R _{cn} (Mpa)	F _b (Mpa)	F _k (Mpa)	Chargement admissible centrée	Chargement admissible excentrée
				Mur intermédiaire (T/ml ELS)	Mur de rive (T/ml ELS)
Compact 20 / 20 XL	4,0	3,78	2,47	13,2	11,7
Compact 22,5	4,0	3,78	2,47	15,3	14,0
Energie 20	3,0	2,83	1,94	10,3	9,2
Energie 25 / 25XL	3,0	2,83	1,94	13,6	12,6
Verti 20	5,0	4,72	2,99	15,9	14,2
Verti 25	4,5	4,25	2,74	19,1	17,9
Thermo 30	3,0	2,83	1,94	16,7	15,2
Thermo 36,5	3,0	2,83	1,94	20,7	18,5
Thermo 42	3,0	2,83	1,94	24,0	21,3

Hypothèses : Calculs faits pour un mur de hauteur 2,60m.

Portée de plancher = 4,00 m



Résistance mécanique des éléments préfabriqués en béton cellulaire

L'utilisation d'éléments préfabriqués en béton cellulaire ne nécessite pas l'usage de système d'étaie sur le chantier. Il existe des éléments de plancher, de toiture, ainsi que des linteaux en béton cellulaire armé.

En ce qui concerne les éléments de plancher ou de toiture en béton cellulaire armé préfabriqué, le tableau ci-dessous permet de guider le concepteur en fonction de la surcharge admissible et de la portée maximale à mettre en œuvre.

CAPACITÉ PORTANTE DES LINTEAUX PRÉFABRIQUÉS YTONG

	Long. (cm)	Haut. (cm)	Ep. (cm)	Coeff. sécurité $\gamma_M = 2$		Domaine d'emploi
				Capacité portante ELS (t/ml)		
Linteau A 10	125	25	10	0,2		Aménagement intérieur
	150	25	10	0,2		Aménagement intérieur
	200	25	10	0,2		Aménagement intérieur
Linteau A 15	125	25	15	1,1		AI
	150	25	15	1,2		AI
	200	25	15	0,7		AI
Linteau A 20	125	25	20	1,5		MI R+1 hors du sens de portée des poutrelles MI RDC toiture plate"
	150	25	20	1,7		MI R+1 hors du sens de portée des poutrelles MI RDC toiture plate"
	200	25	20	0,9		MI RDC toiture légère
	300	25	20	0,5		Porte de garage sans charge de toiture
Linteau A 25	150	25	24	1,7		MI R+1 hors du sens de portée des poutrelles MI RDC toiture plate"
	200	25	24	1,0		MI RDC toiture légère
	300	25	24	0,5		Porte de garage sans charge de toiture
Linteau A 30	150	25	30	1,7		MI R+1 hors du sens de portée des poutrelles MI RDC toiture plate"
	200	25	30	1,0		MI RDC toiture légère
	300	25	30	0,6		Porte de garage sans charge de toiture
Linteau A 36,5	125	25	36,5	24,6		MI R+1 hors du sens de portée des poutrelles MI RDC toiture plate"
	150	25	36,5	23,7		MI RDC toiture légère
	200	25	36,5	17,6		MI RDC toiture légère

DALLES PRÉFABRIQUÉES EN BÉTON CELLULAIRE ARMÉ NORME EN 12602*

Charge utile (*) (DaN/m²)	Portée mm (hors support) REI 60 - Densité AAC 4,5 - 550							
	125	150	175	200	240	250	300	
110	2950	4450	4450	5950	6600	6600	6600	Dalles de TOITURE L/400
150	2950	4450	4450	5950	6600	6600	6600	
200	2950	4450	4450	5950	6600	6600	6600	
250	2950	4350	4450	5900	6600	6600	6600	
110	2950	4000	4450	5400	6400	6600	6600	Dalles de TOITURE L/500
150	2950	3750	4450	5100	6100	6400	6600	
200	2850	3550	4200	4800	5800	6150	6400	
250	2700	3400	4100	4600	5600	5900	5950	
	2600	3250	3800	4450	5400	5500	5550	

* Pour d'autres épaisseurs de dalles, veuillez consulter le service technique.
Les calculs à la NF EN 12602 sont disponibles auprès du bureau d'études Xella France



Sismique

Les grands principes de la réglementation parasismique

■ DEUX CLASSES DE BÂTIMENT :

les ouvrages dits « à risque normal » et ceux dits « à risque spécial » (décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010)

Les ouvrages à risque normal

Ce sont les bâtiments, installations et équipements pour lesquels les conséquences d'un séisme sont circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat.

Ils sont repartis en quatre catégories d'importance (voir tableau ci-dessous) définies en fonction du risque encouru par les personnes ou/et du risque socio-économique.

DISPOSITIONS SISMIQUES CATÉGORIES D'IMPORTANCE DES BÂTIMENTS À RISQUE NORMAL



Catégorie I

- Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée



Catégorie II

- Habitations individuelles
- Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5
- Habitations collectives h < 28 m
- Bureaux ou établissements non commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 personnes
- Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes
- Parcs de stationnement ouverts au public



Catégorie III

- Établissements recevant du public (ERP) de catégories 1, 2 et 3
- Habitations collectives et bureaux, h > 28 m
- Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes
- Établissements sanitaires et sociaux
- Centres de production collective d'énergie
- Établissements scolaires



Catégorie IV

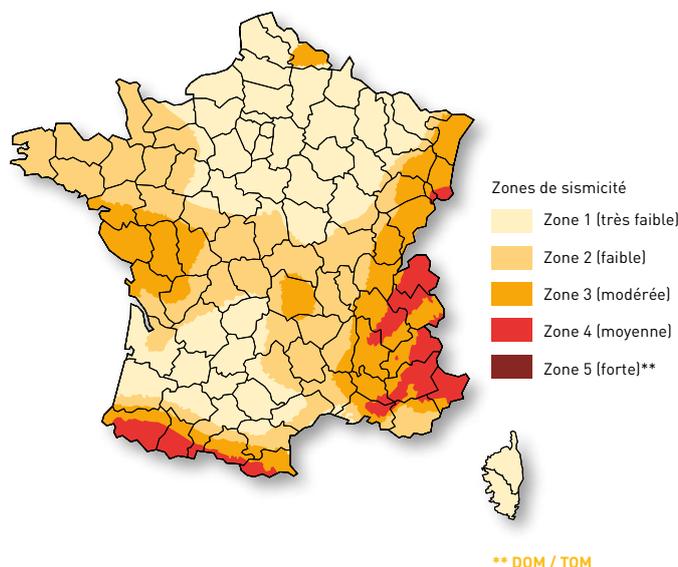
- Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public
- Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage de l'eau potable, la distribution publique de l'énergie
- Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise
- Centres météorologiques
- Bâtiments assurant la sécurité aérienne

Les ouvrages à risque spécial

Ils comprennent ceux pour lesquels les effets sur les personnes, les biens et l'environnement, de dommages même mineurs et résultant d'un séisme peuvent ne pas être circonscrits au voisinage immédiat de ces ouvrages. Il s'agit notamment des barrages ou centrales nucléaires.

■ LE ZONAGE SISMIQUE

du territoire national comporte 5 zones (de 1 à 5 : cf. carte sismique). Plus de 21 000 communes sont concernées par les nouvelles règles de construction parasismique, contre un peu plus de 5 000 avant (décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010).



■ LES RÈGLES DE CONSTRUCTION

À respecter pour les ouvrages selon leurs classes (Arrête du 22 octobre 2010 et du 30 décembre 2020).

		Zone de sismicité					
		1	2	3	4	5	
CATÉGORIE D'IMPORTANCE	I						
	II	Maison individuelle				PSMI	CPMI
		Autre bâtiment				EUROCODE 8	
	III				EUROCODE 8		
IV				EUROCODE 8			

■ Le Plan de Prévention des Risques Naturels peut fixer des règles de construction mieux adaptées au contexte local. Les règles de construction applicables aux bâtiments neufs dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité. La nouvelle réglementation parasismique est applicable aux bâtiments dont le permis de construire est déposé après le 1er mai 2011.

Quant aux bâtiments existants, la réglementation n'impose pas de travaux de renforcement. Toutefois, le principe reste de ne pas aggraver la vulnérabilité de ces ouvrages.

Un dimensionnement est donc nécessaire en cas de réhabilitation conséquente (suppression d'une partie de la structure plancher, mur, refend, poteau, création de surface ou ajout d'éléments lourds).

Les éléments non structuraux (faux-plafonds, cloisons, cheminées, etc.) peuvent représenter un risque lors d'un séisme. Ils doivent respecter les spécifications de l'Eurocode 8 afin d'éviter tout risque de chute ou d'entrechoquement.

La réglementation française rend obligatoire, depuis une trentaine d'années, le respect de normes parasismiques pour les constructions neuves ou les réhabilitations importantes de bâtiments, équipements et installations. Déjà renouvelée en 1998 avec la mise en application des normes parasismiques PS 92, cette réglementation a été révisée pour, notamment, prendre en compte le nouveau code européen de construction parasismique : l'Eurocode 8 (NF EN 1998).

Le nouveau texte réglementaire est en application depuis le 22 octobre 2010, un nouvel arrêté est paru le 30 décembre 2020 concernant

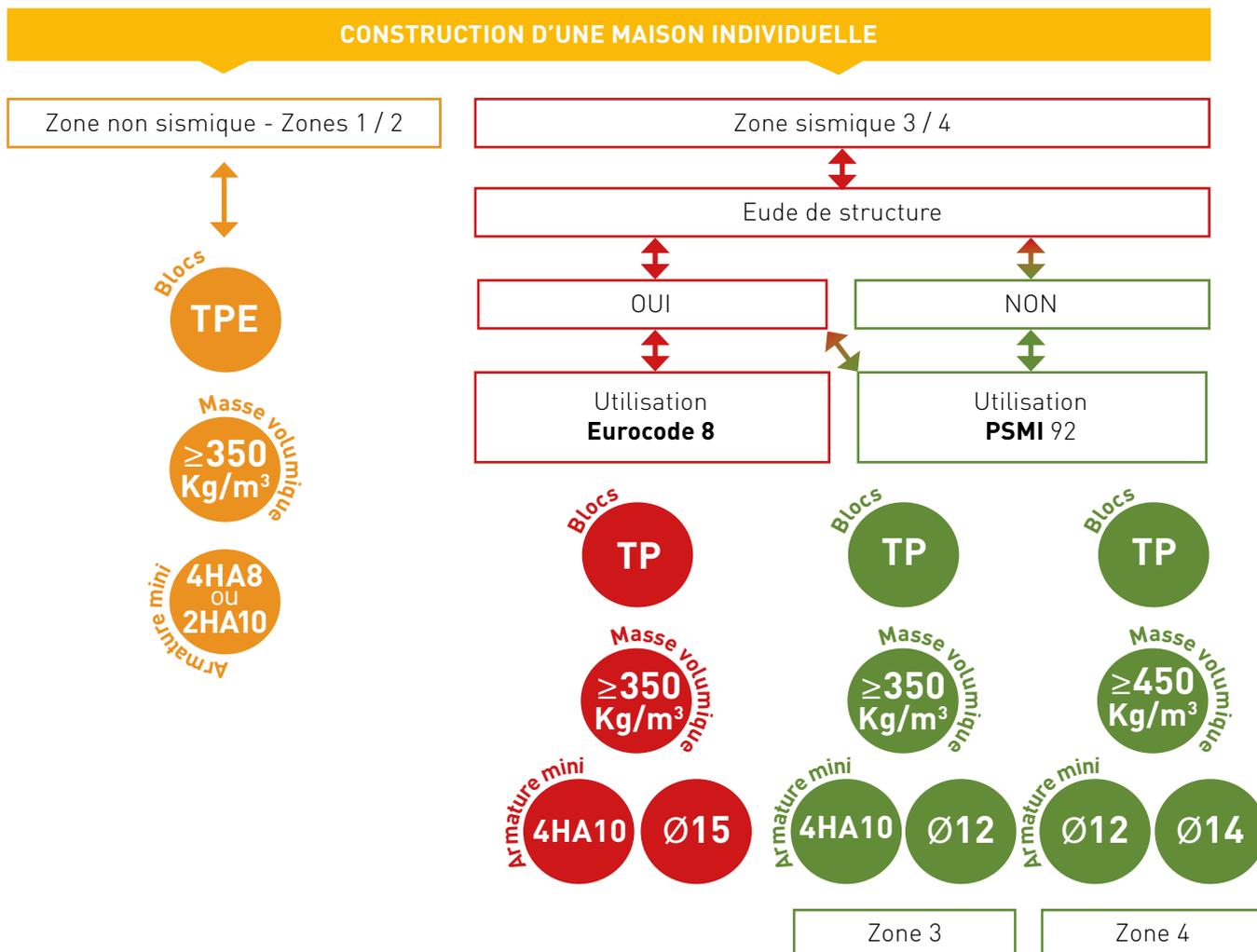
la zone sismique 5.

Pour les maisons individuelles, les règles PSMI (parasismique maison individuelles ou bâtiments assimilés) s'appliquent en zones sismiques 3 et 4. Concernant la zone sismique 5, le CP-MI z5 restent en application jusqu'à la sortie des futures CPMI (Construction Parasismique des Maisons Individuelles).

L'utilisation de ces méthodes ne dispense pas d'un soin particulier lors de l'exécution des travaux et ce, notamment au niveau des armatures des chaînages et des encadrements.

SOLUTIONS POUR LES MAISONS INDIVIDUELLES

Voici un arbre de décision destiné à choisir les bons produits Ytong dans la construction de MI en zone sismique :



Afin de faciliter le choix du concepteur le tableau ci-dessous indique les solutions Ytong en fonction du type d'ouvrage (de catégorie d'importance II) à réaliser et de la zone sismique dans laquelle l'ouvrage se trouve.

TABLEAUX DE CHOIX DES SOLUTIONS YTONG POUR DES BATIMENTS DE CATEGORIE II

Zone Sismique	Solution Ytong	MAISON INDIVIDUELLE		COLLECTIF & TERTIAIRE ≤R+2		COLLECTIF & TERTIAIRE >R+2	
		Ferraillage mini chaînages H et V	Profil de bloc recommandé Ytong	Ferraillage mini chaînages H et V	Profil de bloc recommandé Ytong	Ferraillage mini chaînages H et V	Profil de bloc recommandé Ytong
ZONE 1	Compact 20	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE		
	Compact 20 XL (TP)	4HA8 ou 2HA10	TP	4HA8 ou 2HA10	TP		
	Compact 22,5	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE
	Energie 20	4HA8 ou 2HA10	TPE				
	Energie 25	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE		
	Energie 25 XL (TPE)	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE		
	Verti 20	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE
	Verti 25	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE
	Thermo 30 / 36,5 / 42	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE
ZONE 2	Compact 20	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE		
	Compact 20 XL (TP)	4HA8 ou 2HA10	TP	4HA8 ou 2HA10	TP		
	Compact 22,5	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE
	Energie 20	4HA8 ou 2HA10	TPE				
	Energie 25	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE		
	Energie 25 XL (TPE)	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE		
	Verti 20	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE
	Verti 25	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE
	Thermo 30 / 36,5 / 42	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE	4HA8 ou 2HA10	TPE
ZONE 3	Compact 20	4HA10	TP				
	Compact 20 XL (TP)	4HA10	TP				
	Compact 22,5	4HA10	TP				
	Energie 20			Non compatible			
	Energie 25	4HA10	TP	4HA10	TP		
	Energie 25 XL (TPE)			Non compatible			
	Verti 20	4HA10	TP	4HA10	TP	4HA10	TP
	Verti 25	4HA10	TP	4HA10	TP	4HA10	TP
	Thermo 30 / 36,5 / 42	4HA10	TP	4HA10	TP		
ZONE 4	Compact 20	4HA12	TP				
	Compact 20 XL (TP)	4HA12	TP				
	Compact 22,5	4HA12	TP				
	Energie 20			Non compatible			
	Energie 25	4HA12	TP	4HA12	TP		
	Energie 25 XL (TPE)			Non compatible			
	Verti 20	4HA12	TP	4HA12	TP	4HA12	TP
	Verti 25	4HA12	TP	4HA12	TP	4HA12	TP
	Thermo 30 / 36,5 / 42	4HA12	TP	4HA12	TP		

Contrôle de la descente de charge obligatoire

Les sections d'acier correspondent au minimum réglementaire. Une vérification complémentaire reste obligatoire
Recommandation YTONG : béton pour chaînages verticaux et horizontaux C25/30 0/10 mm

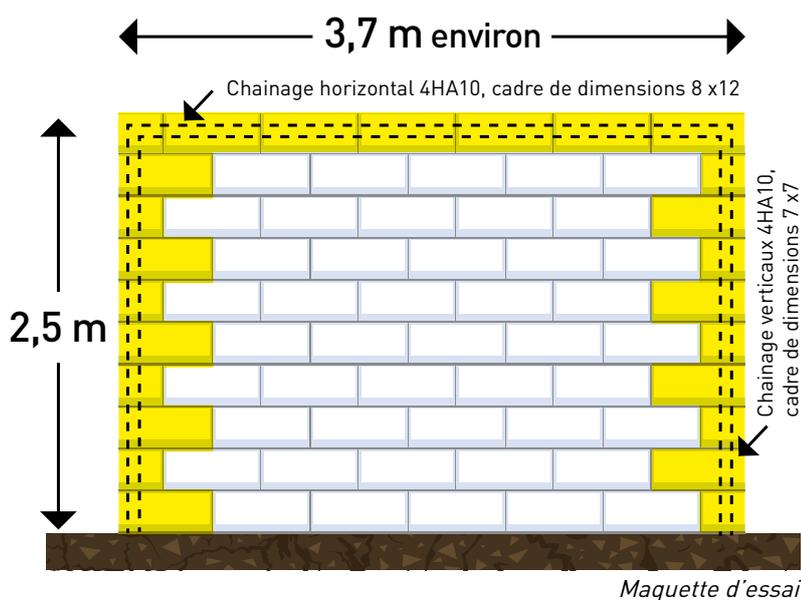
Pour en savoir plus sur le comportement sismique des murs YTONG

L'Eurocode 8 n'apporte que des informations complémentaires au dimensionnement sismique des structures. Il est associé, entre autres, à l'Eurocode 6 pour les maçonneries. L'ensemble de ces règles fixe les exigences en matière de conception et de dispositions constructives à mettre en œuvre selon les solutions techniques choisies.

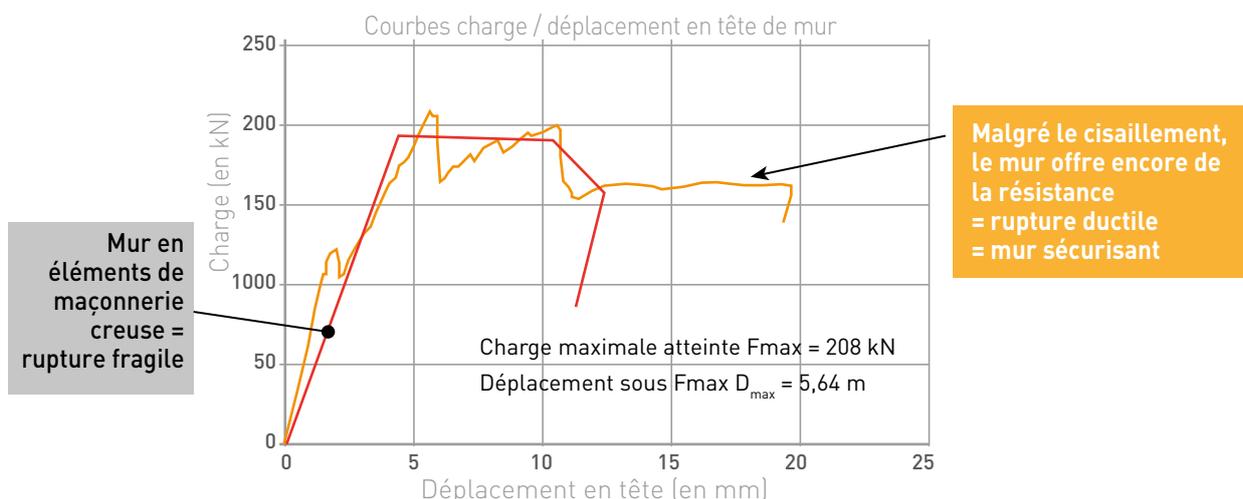
La réalisation des murs en éléments de maçonnerie de béton cellulaire est assujettie à certaines exigences, notamment au niveau de l'encollage des joints verticaux, de la résistance à la compression, des épaisseurs de mur et de la section minimale de béton des raidisseurs verticaux.

Dans le cas des structures verticales mixtes voile béton et mur en maçonnerie, la répartition des efforts sismiques se fait au prorata des raideurs des murs de contreventement (cf. le module d'élasticité du béton cellulaire est indiqué en fin de document dans le tableau de synthèse).

Les murs Ytong ont un excellent comportement au séisme. Celui-ci a été validé par des essais menés au CSTB.

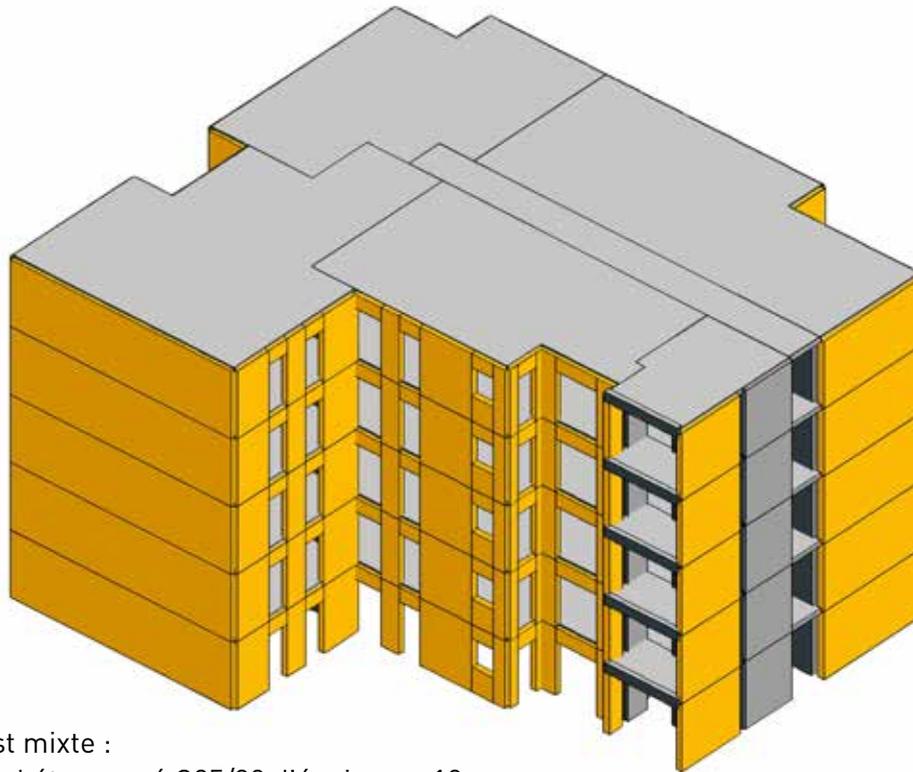


Sous chargement cyclique, le mur Ytong se révèle plus sécurisant que les murs montés dans d'autres types de maçonneries. Les blocs étant pleins et isotropes, leur comportement se rapproche de celui du béton en offrant une rupture progressive et non fragile :



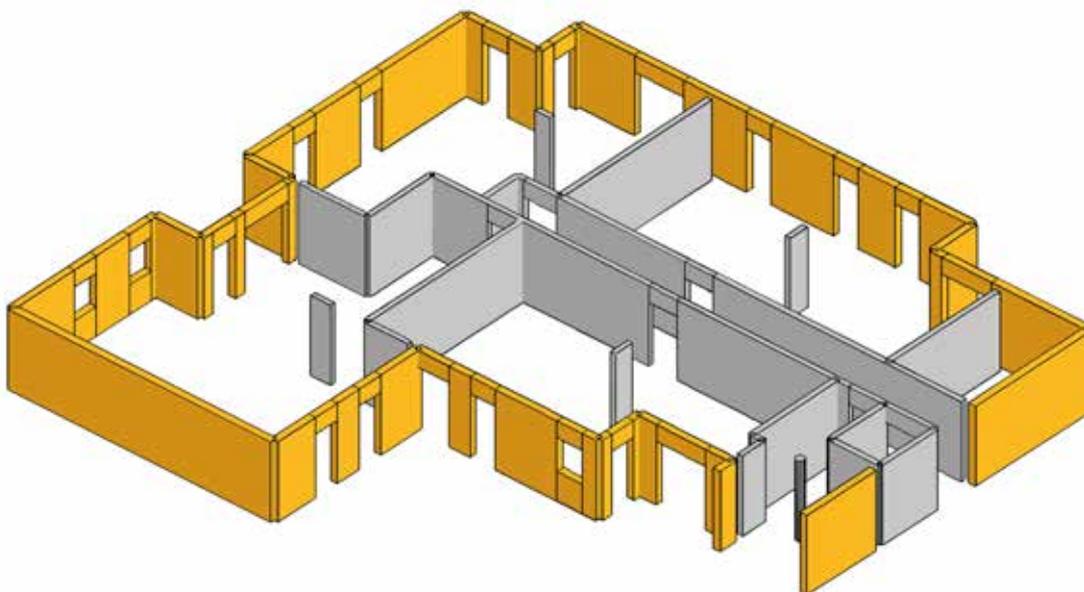
Une étude sismique d'un bâtiment de logements collectifs à ossature mixte a été menée par la société Socotec.

Le bâtiment est un R+4 fondé sur fondations superficielles dans un sol de catégorie A en zone de sismicité moyenne (zone 4 _ agr = 1.60 m/s²)



L'ossature est mixte :

- Refends en béton armé C25/30 d'épaisseur 18cm
- Murs de façade blocs YTONG VERTI 25
- Dalles en béton armé C25/30 d'épaisseur 20cm



Les conclusions de cette étude (disponible sur demande au service technique) ont permis de valider que cette configuration d'ouvrage est réalisable non seulement avec des façades en béton cellulaire mais aussi en considérant les blocs Ytong comme des éléments participant au contreventement de l'ouvrage.



Résistance au feu des façades

Les exigences en matière de sécurité contre les risques d'incendie découlent du code de l'urbanisme, du code de la construction et du code du travail. Elles imposent des règles minimales de prévention incendie destinées à assurer la protection et la sauvegarde des

personnes et des biens pour :

- Les bâtiments d'habitation
- Les immeubles de grande hauteur (IGH)
- Les établissements recevant du public
- Les installations classées pour l'environnement.

Deux notions pour la protection incendie

La réaction au feu

Elle permet d'évaluer la participation du matériau au développement et à la propagation du feu.

Les essais de réaction au feu conduisent à une classification allant de A1 (incombustible) à F (inflammable).

Cette nouvelle classification (A1 – F), définie dans l'arrêté du 21 novembre 2002, remplace l'ancienne classification M0 – M4 (arrêté du 30 juin 1988).

Elle est directement issue de la norme européenne NF EN 13501-1.

Tous les produits en béton cellulaire, porteurs ou non, blocs ou éléments armés, sont classés A1 sans essais préalables selon l'arrêté relatif à la classification des produits de construction du 13 août 2003. Ils contiennent moins de 1% (en masse ou en volume) de matière organique répartie de manière homogène.

Classe	Méthode d'essai	Critères de classification
A1	NF EN ISO 1182	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ et $\Delta T \leq 50\%$ et $T_f = 0$ (pas d'inflammation prolongée)
	NF EN ISO 1716 $\text{PCS} \leq 1,4 \text{ MJ} \times \text{m}^{-2}$ $\text{PCS} \leq 2 \text{ MJ} \times \text{Kg}^{-1}$	$\text{PCS} \leq 2 \text{ MJ} \times \text{Kg}^{-1}$

La résistance au feu

Elle permet de mesurer l'aptitude que possède un matériau à assurer sa fonction portante et à s'opposer à la transmission du feu.

Les critères permettant de déterminer le degré de résistance au feu des éléments de construction, fixés par l'arrêté du 3 août 1999 et la NF EN 13501-2, sont les suivants :

■ LA RÉSISTANCE MÉCANIQUE (R) :

indique le temps pendant lequel l'élément de construction assure sa fonction portante.

■ L'ÉTANCHÉITÉ AUX GAZ ET AUX FLAMMES (E) :

le matériau doit rester étanche aux flammes, aux fumées et aux gaz chauds qui pourraient propager l'incendie aux locaux voisins.

■ L'ISOLATION THERMIQUE (I) :

le matériau et le revêtement situés de l'autre côté du mur ne doivent pas s'enflammer spontanément avec l'augmentation de température. L'échauffement de la face non exposée au feu ne doit pas être de plus de 140°C en moyenne ni de 180°C en un point par rapport à la température initiale. Ces durées de résistance sont les suivantes : 15, 30, 60, 90, 120, 180, 240 minutes

Le classement de résistance au feu s'effectue ensuite selon trois catégories :

- stable au feu (R) : pour laquelle seul le critère 1 est requis ;
- pare-flammes (RE) : pour laquelle les critères 1 et 2 sont requis ;
- coupe-feu (REI) : pour laquelle tous les critères sont requis.



You Tube

Pour tout savoir sur les notions de résistance et réaction au feu, rendez-vous sur notre chaîne Youtube Xella France



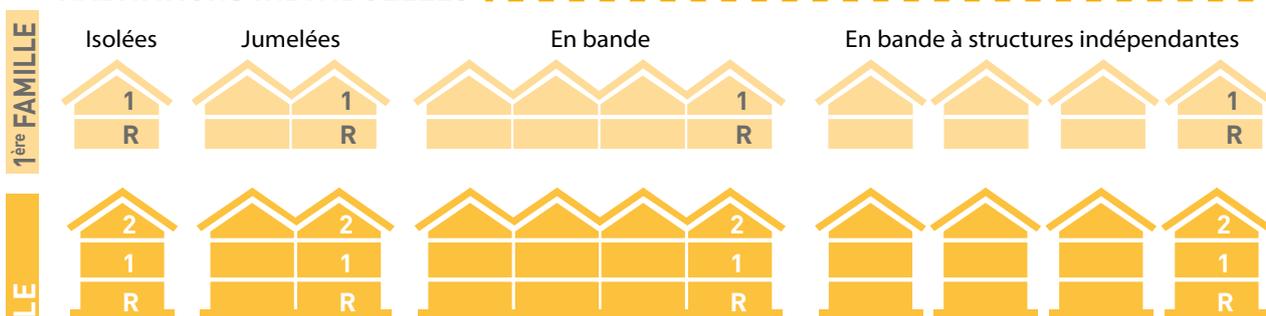
Scannez-moi !

Exigences en logements individuels et collectifs

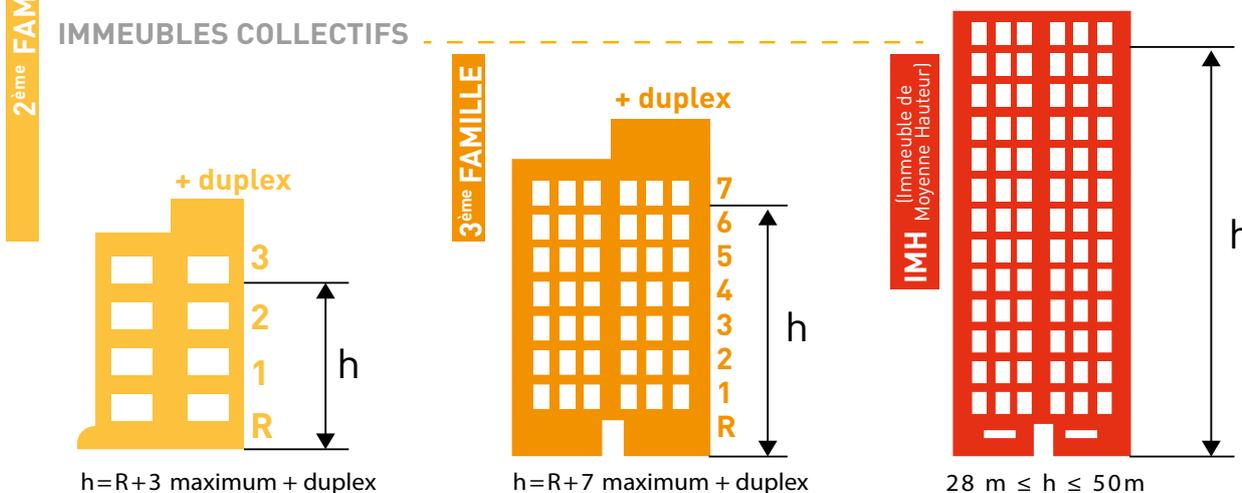
Les bâtiments d'habitation individuels et collectifs sont classés en familles :

- **Famille 1** : Maisons individuelles, jumelées ou en bande – RDC et R+1
- **Famille 2** : Maisons individuelles jumelées >R+1 ou en bande à structure contiguë
Habitat collectif de 3 étages maximum
- **Famille 3 a/b** : Bâtiment de 7 étages maximum avec (sans pour la 3b) accès particulier pour les services de sécurité
- **IMH (Immeuble de Moyenne Hauteur)** : Immeubles de 28 à 50m de haut

HABITATIONS INDIVIDUELLES



IMMEUBLES COLLECTIFS



TYPES		FAMILLES			
		1	2	3	4
Eléments porteurs verticaux		REI 15	REI 30	REI 60	REI 90
Recouvrements verticaux (tous les 45m)		EI / REI 30	EI / REI 60	EI / REI 90	EI / REI 90
Cloisons de distribution		-	-	-	-
Enveloppe de groupement de caves		-	EI / REI 30	EI / REI 60	EI / REI 60
Parois de cages d'escalier	non situées en façade	-	EI / REI 30	EI / REI 60	EI / REI 60
	situées en façade	-	E / RE 30	E / RE 60	E / RE 60
Local réceptacle des ordures	dans le parc de stationnement	-	-	EI / REI 120	EI / REI 120
	hors du parc de stationnement	-	-	EI / REI 60	EI / REI 60

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des murs de la gamme YTONG vis-à-vis de la réglementation incendie. Les PV sont disponibles sur le site internet :

		Durée de résistance au feu				Durée de stabilité au feu		
		REI (min)	PV	Laboratoire d'essai	Chargement max (t/ml)	EI (min)	PV	Laboratoire d'essai
Compact 20 / 20 XL	TP	REI 120	PV 023098	CERIB	16	EI 240	PV 023095	CERIB
	TPE							
Compact 22,5	TP	REI 120	PV 023098	CERIB	16	EI 240	PV 023095	CERIB
	TPE							
Energie 20	TP	REI 60	PV 023259	CERIB	5	EI 240	PV 023096	CERIB
	TPE							
Energie 25 / 25 XL	TP	REI 180	PV 023101	CERIB	15	EI 240	PV 023096	CERIB
	TPE							
Verti 20	TP	REI 120	PV 023099	CERIB	16	EI 240	PV 023095	CERIB
	TPE							
Verti 25	TP	REI 180	PV 023102	CERIB	20	EI 240	PV 023095	CERIB
	TPE							
Thermo 30	TP	REI 180	PV 023101	CERIB	15	EI 240	PV 023096	CERIB
	TPE							
Thermo 36,5	TP	REI 180	PV 023101	CERIB	15	EI 240	PV 023096	CERIB
	TPE							
Thermo 42	TP	REI 180	PV 023101	CERIB	15	EI 240	PV 023096	CERIB
	TPE							

Pour les murs de bâtiments soumis à exigences réglementaires en matière de résistance au feu, la charge verticale N_{Ed} pondérée par le coefficient de réduction η_{fi} doit être inférieure ou égale à la valeur de la charge maximale indiquée dans le Procès-Verbal de classement. On prendra par défaut $\eta_{fi} = 0,7$.



THERMIQUE ET CARBONE

RÉGLEMENTATION RT2012 ET RE2020 ..28

Domaines d'application	29
Zones climatiques en France métropolitaine	29
Indicateurs réglementaires.....	30
Exigences de moyens.....	34
Perméabilité à l'air	35
Calcul des impacts environnementaux	36
Conduite du projet.....	37

LES CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES DU BÉTON CELLULAIRE YTONG38

La conductivité thermique	38
La résistance thermique.....	39
Le coefficient de déperdition surfacique des parois	40
Les coefficients de déperdition linéique...	41

LE BILAN CARBONE DU BÉTON CELLULAIRE YTONG43



Réglementations RT2012 et RE2020

Avec la Réglementation Thermique 2012, le monde de la construction est entré dans une phase de profonde mutation. La RT 2012 impose pour toutes les constructions neuves une consommation d'énergie primaire inférieure à 50 kWh/m²/an contre 150 kWh/m²/an environ avec la RT 2005. Cette nouvelle réglementation a suscité un intérêt grandissant pour les systèmes de construction en béton cellulaire, capables de respecter, de manière simple et fiable, cette réglementation.

Le béton cellulaire est un matériau à très

fort pouvoir isolant. Il en résulte, au plan de l'enveloppe thermique d'un bâtiment en Ytong, des performances permettant de réaliser de vraies économies d'énergie.

À l'expérimentation E+C-, la nouvelle réglementation RE2020 intègre désormais l'évaluation du bilan carbone des bâtiments, et renforce les exigences en terme d'isolation et de confort d'été. Les murs en béton cellulaire constituent un compromis idéal pour répondre à cette triple exigence.

Domaines d'applications

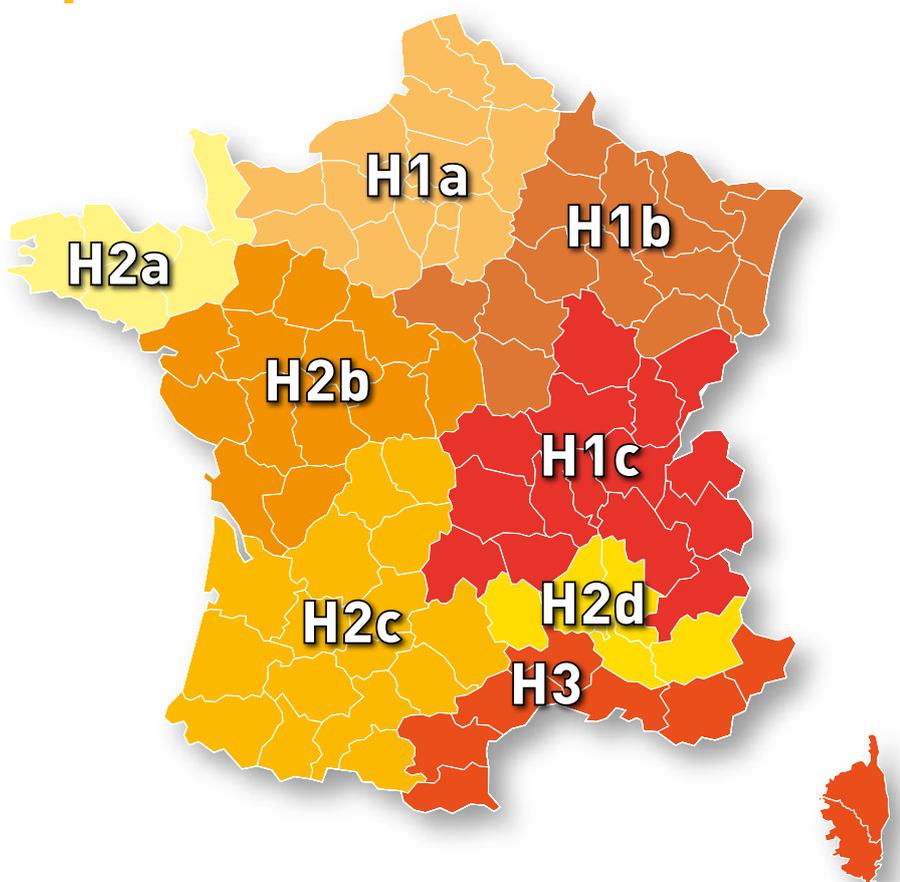
RT2012 s'applique aux bâtiments suivants :

- Tous les bâtiments neufs chauffés dont le permis de construire a été déposé après le 01/01/2013 ;
- Toutes les parties nouvelles de bâtiment
 - De surface > 150m²
 - De surface > 30% de la SHON existante
- En réhabilitation de bâtiments anciens dans certaines mesures.

La nouvelle réglementation RE2020 s'applique aux bâtiments suivants :

- Maisons individuelles, logements collectifs avec permis de construire déposé après le 01/01/2022
- Bureaux et bâtiments d'enseignement primaire et secondaire
- Autres bâtiments en phase ultérieure
- Extension de bâtiments avec des modalités adaptées

Zones climatiques en France métropolitaine



Cette réglementation, définie par les décrets

d'application du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012, s'inscrit dans la loi Grenelle 1.

Les zones climatiques restent inchangées entre la RT2012 et la RE2020 mais les fichiers météo utilisés pour les calculs évoluent sur certaines régions (zone H2B et H3).

Les indicateurs réglementaires soumis à un seuil

La RE2020 reprend les indicateurs de la RT2012 pour les besoins bioclimatiques (Bbio) et la consommation (Cep) mais l'évaluation du confort d'été est modifiée pour être plus proches du ressenti des occupants : la température intérieure de confort (Tic) est remplacée par les degrés heures d'inconfort (DH).

L'autre grand changement consiste à évaluer émissions de gaz à effet de serre pour la fabrication et l'utilisation du bâtiment. Le calcul se base sur le principe de l'analyse de cycle de vie (ACV) qui est une méthode européenne normée (NF EN 15804 + CN) et qui permet d'objectiver les impacts du bâtiment à travers une série d'indicateurs environnementaux pour une durée de 50 ans. Le bâtiment est un ensemble constitué de matériaux mis en œuvre pour sa construction mais également d'énergie consommée pendant son utilisation. Dans la RE 2020, ces contributions sont décomposées en sous-catégories dont deux sont réglementées : *Ic construction* et *Ic énergie*

Tous ces indicateurs réglementaires sont soumis à un seuil modulé en fonction de différents critères :

- Localisation géographique et altitude : Bbio, Cep, Cep,nr et DH
- Presence d'un comble aménagé : Bbio, Cep, Cep,nr, Ic énergie et Ic composant
- Surface du logement : Bbio, Cep, Cep,nr, Ic énergie et Ic composant

Les exigences pour chacun des indicateurs diffèrent entre la RT2012 et la RE2020, et sont également impactées par le changement de la surface de référence (SHON RT remplacée par la SHAB).

■ Besoins bioclimatiques du bâtiment : Bbio

Cet indicateur traduit le niveau de performance du bâtiment, indépendamment des systèmes énergétiques mis en œuvre. Il se mesure en points, et rend compte des besoins de chaud, de froid et d'éclairage des bâtiments. Il dépend de nombreux critères : orientation, ouverture des façades, compacité de l'ouvrage, niveau d'isolation, perméabilité à l'air, accès à l'éclairage naturel, protections solaires...

L'exigence de Bbio max est modulée selon la zone géographique, la surface construite, l'exposition au bruit (qui empêche d'ouvrir les fenêtres), l'altitude, etc. Avec la RE2020, l'exigence de Bbio max moyen est renforcée de 30% par rapport à la RT2012, et les besoins de froid sont systématiquement calculés dans le Bbio, qu'un système de climatisation soit prévu ou non.

■ **Consommations du bâtiment : Cep et consommation non renouvelables : Cep, nr**

Il s'agit de la Consommation conventionnelle annuelle d'un bâtiment pour 5 usages : Chauffage, Refroidissement, Eau chaude sanitaire, Eclairage, Equipements auxiliaires, ainsi que les déplacements interne aux logements collectifs (ajoutés en RE2020). Elle est calculée pour une température intérieure d'hiver de 19°C, ramenée au m² de la surface de référence, exprimée en kWh et en énergie primaire (kWh_{ep}/m²/an).

L'énergie primaire est celle nécessaire à la fourniture de l'énergie finale en tenant compte des pertes liées à la production, la transformation et le transport de l'énergie jusqu'au bâtiment. Le coefficient de transformation de l'énergie primaire en énergie finale passe de 2,58 en RT2012 à 2,3 en RE2020 pour l'électricité. Il reste de 1 pour les autres énergies.

L'énergie renouvelable captée sur la parcelle du bâtiment est prise en compte de 2 façons différentes :

- RT2012 : elle est déduite du Cep à atteindre (maximum 12 kWh_{ep}/(m².an))
- RE2020 : elle est déduite du Cep en autoconsommation mais n'a pas d'impact en cas d' « export ».

La valeur de Cep max est une moyenne qui peut être modulée à la hausse ou à la baisse suivant la zone climatique et l'altitude à laquelle le bâtiment se trouve, ses caractéristiques, son usage..... Le nouvel indicateur Cep,nr introduit dans la RE2020 ajoute un seuil maximal de consommation assurée par des énergies non renouvelables.

■ **Confort d'été : Tic et DH**

L'indicateur pour le confort d'été évolue entre les 2 réglementations

- RT2012 : la température intérieure de confort (Tic) qui doit être inférieure à 26°C
- RE2020 : le nombre de degrés heure d'inconfort estival (DH) qui ne doit pas dépasser 1250 °C.h

(plus pour certaines catégories de bâtiment)

Ce nouvel indicateur DH cumule, sur l'année, chaque degré ressenti inconfortable de chaque heure :

- La nuit, le seuil de température est de 26°C
- Le jour, un seuil de température adaptatif qui se situe entre 26° et 28°C

Si la valeur de DH est comprise entre 350 °C .h et la valeur maximale (1250 °C.h), une consommation de refroidissement doit être intégrée dans le calcul du Cep.

■ Impact carbone de la construction du bâtiment : *Ic construction*

L'indicateur *Ic construction* est la somme des contributions des composants du bâtiment et de leur mise en œuvre

$$Ic\ construction = Ic\ composants + Ic\ chantier$$

Ic composants est l'empreinte carbone des tous les composants du bâtiment ; y compris les réseaux et espaces de parkings. Chaque composant est quantifié et son poids carbone lui est affecté en fonction d'une fiche de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) qui mentionne une «Unité fonctionnelle».

Comme il faut produire, transporter, mettre en œuvre, utiliser et il qu'il faudra démolir tous ces composants : ce contributeur couvre toutes les étapes de la vie de l'ouvrage.

Il est à noter que certains lots d'un bâtiment sont déclarés forfaitairement. C'est le cas des lots :

- 8.1 – équipement de production
- 10 – électricité
- 11 – télécom

L'empreinte Carbone des composants *Ic composant* du bâtiment est fonction :

- de la quantité des différents produits
- du poids Carbone de chaque produit
- de la durée de vie de chaque produit et de leur revalorisation en fin de vie

Ic chantier représente la phase de construction. Il couvre les consommations d'énergie, d'eau, l'évacuation et le traitement des déchets du terrassement du chantier non pris en compte dans l'indicateur *Ic composants*.

■ Impact carbone de l'énergie utilisée dans le bâtiment : Ic énergie

L'indicateur *Ic énergie* correspond à l'empreinte carbone des consommations d'énergie du bâtiment au cours de son exploitation.

L'empreinte Carbone de l'énergie du bâtiment est fonction :

- des consommations calculées pour tous les usages réglementaire dans le bâtiment
- du poids carbone de chaque énergie utilisée pendant l'exploitation.

Type d'énergie	kg eq CO2 / kWh EF en PCI
Bois, biomasse (granulés)	0,03
Electricité chauffage	0,079
Gaz (butane, propane)	0,272
Autres combustibles fossiles	0,324
Réseaux de chaleur	Défini par arrêté pour chaque infrastructure existante

Des valeurs seuil existent pour ces deux indicateurs d'impact carbone exprimés en [kg eq CO2/m² de SHAB ou SU] en fonction du type d'ouvrage : maisons individuelles, logements collectifs, bâtiments tertiaires. Il est envisagé de les ré-évaluer à la baisse tous les 3 ans de façon à limiter l'impact carbone des bâtiments dans le futur.

Les exigences de moyens

OBLIGATION DE MOYENS	CONTENU DE L'OBLIGATION
Isolation thermique	Méthode de calcul Th-BCE 2012 U _{paroi} ≤ 0,36 W/m ² /K Parois séparant des parties de bâtiment à occupation continue de parties à occupation discontinue
	Transmission linéique moy. ponts thermiques ≤ 0,28 W/(m ² SHON _{rt} .K)
	Garde-fou pont thermique plancher intermédiaire Ψ L9 moyen ≤ 0,60 W/(mL.K)
Éclairage naturel	Surface tot des baies >1/6 surf habitable
Confort d'été	Protections solaires pour les locaux de sommeil (cat. CE1) Pour la RE 2020 : Introduction d'un nouvel indicateur soumis à des seuils : DH = nombre de degrés heure d'inconfort estival Calcul de climatisation fictive (même s'il n'y en a pas) avec un fichier météorologique caniculaire pour les bâtiments dont DH →350°C.h. Garde-fou pour les protections solaires étendu à l'ensemble des baies (et non plus uniquement celles destinées au sommeil.
Étanchéité à l'air	Perm à l'air sous 4Pa, Q _{4Pa-surf} < à : - 0,60 m ³ /(h.m ²) de parois en MI / accolées - 1,00 m ³ /(h.m ²) de parois en collectif Mesures obligatoires ou Mise en place d'une démarche qualité Annexe VII de l'arrêté du 26/10/10 Pour la RE 2020 : Pénalisation des valeurs prises en compte dans le calcul énergétique en cas de mesures de perméabilité à l'air par échantillonnage en logements collectifs.
Énergies renouvelables	Eau chaude sanitaire solaire (< 2m ²) Eau chaude sanitaire thermodynamique (coef de perf > 2) Raccordement à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable.
Évaluation des consommations	Chap. 6 arrêté du 26/10/2010 art. 23 dispositif permettant de mesurer ou d'estimer la consommation d'énergie de chaque logement (sauf systèmes ind. au bois)
VMC	La RE2020 introduit l'obligation de vérification des installations de systèmes de ventilation par un contrôle sur site.

Le tableau ci-dessus présente de manière non exhaustive quelques exigences de moyens définies dans la RT 2012.

Les dispositifs de contrôle

i) Le Récapitulatif Standardisé d'Étude Thermique (RT2012)

Ce document (RSET) récapitule les éléments de l'étude thermique et comprend :

- La localisation
- La surface utile pour le calcul RT
- Bbio et Bbio max / Cep et Cep max / Tic et Tic ref
- Le bilan du recours aux énergies renouvelables
- Les surfaces d'ouvertures.

ii) Le diagnostic de performance énergétique DPE

Le diagnostic de performance énergétique d'un bâtiment présente la quantité d'énergie consommée ou estimée (en kWh/(m².an) ainsi que la quantité d'émissions de gaz à effet de serre pour une utilisation standardisée.

Il comprend également une classification sur une échelle de référence (classes A à G) permettant d'évaluer simplement la performance énergétique du bâtiment.

Perméabilité à l'air de l'enveloppe

La perméabilité à l'air de l'enveloppe est un facteur d'inconfort thermique qui, à défaut d'être éliminé, doit être maîtrisé. Pour cela, la réglementation définit des limites supérieures dont le respect doit être justifié par une mesure ou garantie dans le cadre d'une démarche qualité.

Maîtriser la perméabilité à l'air permet de supprimer les entrées d'air parasite qui ont des effets sur :

- La facture énergétique car les besoins supplémentaires de chauffage résultant de ces flux d'air peuvent représenter 5 à 10 kWh/m²/an.
- L'hygiène et la santé, car l'air qui transite dans les parois peut se charger de polluants.
- Le confort thermo-acoustique des occupants car les infiltrations d'air parasite transmettent les bruits extérieurs.
- La conservation du bâti en raison des risques de condensation dans les parois.

Garantir un bon niveau d'étanchéité à l'air permet de réduire sensiblement les consommations de chauffage et d'améliorer le confort d'été en évitant l'entrée d'air chaud. Les constructions en béton cellulaire ont les qualités requises pour atteindre cet objectif.

Le niveau maximal d'étanchéité à l'air des bâtiments est fixé par la réglementation, Pour la maison individuelle, il est de 0,60 m³/(h.m²).

Pour les bâtiments collectifs, il est de 1,00 m³/(h.m²).

Cela signifie que pour une différence de pression donnée entre l'intérieur et l'extérieur d'un logement collectif, il doit y avoir au maximum 1m³ de fuite d'air par m² de mur ou de toiture en une heure.

Exemple : Si on prend un logement de 100 m² de surface de murs + toiture au dernier niveau, cela représente 100 mètres cube par heure de fuites.

Cela signifie que toutes les heures, une grande quantité d'air chauffé (ou frais l'été) s'échappe de l'appartement.

Il existe deux moyens de contrôler ce niveau de performance dans les logements collectifs :

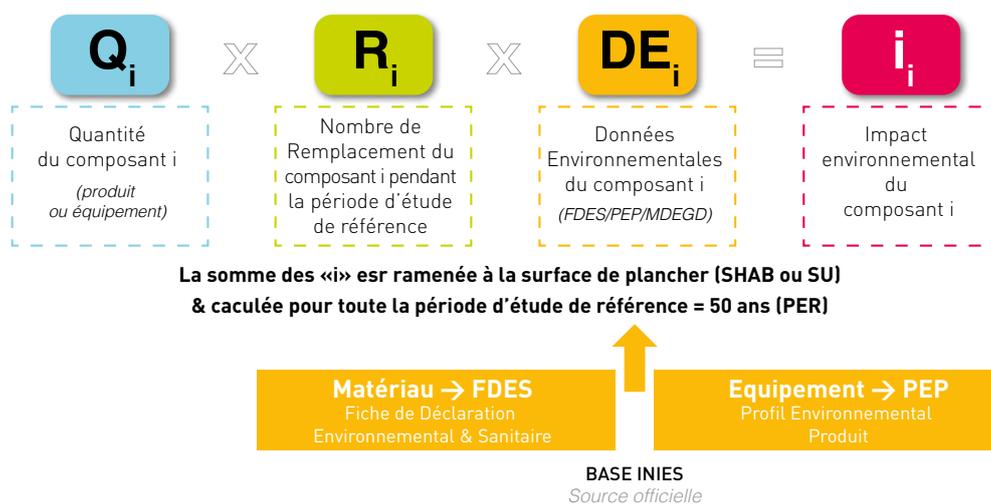
- Le premier est d'effectuer une mesure d'étanchéité à l'air de tous les logements
- Le second est de mettre en place une démarche qualité permettant de mesurer uniquement certains logements suivant une règle d'échantillonnage.

Calcul des impacts environnementaux

Périmètre temporel du calcul

La durée de la phase d'exploitation du bâtiment prise en compte dans le calcul RE2020 est de 50 ans. Elle est appelée période de référence (PER).

Principe de calcul des impacts environnementaux



Les fiches FDES ou PEP (+définition des termes) nécessaires au calcul sont rassemblées dans la base de données INIES et sont consultables gratuitement. Ce sont les seules fiches utilisables dans la nouvelle réglementation.



Ce sont des documents normalisés, encadrés par la norme NF EN 15804+CN et vérifiée obligatoirement par un audit tierce partie avant d'être publiées. Elles prennent en compte l'ensemble du cycle de vie d'un produit : de l'extraction des matières premières à sa fin de vie, sans oublier les transports, la mise en œuvre et l'usage même du produit.

Chaque produit de construction et chaque équipement est caractérisé par sa donnée environnementale qui est composée de 27 critères (potentiel de réchauffement climatique, consommation d'eau douce, rejet de déchet radioactif, ...).

La RE2020 ne régleme, à l'échelle du bâtiment, qu'un seul des critères environnementaux évalués par l'ACV : l'impact sur le réchauffement climatique [kg CO2 eq / Unité fonctionnelle]

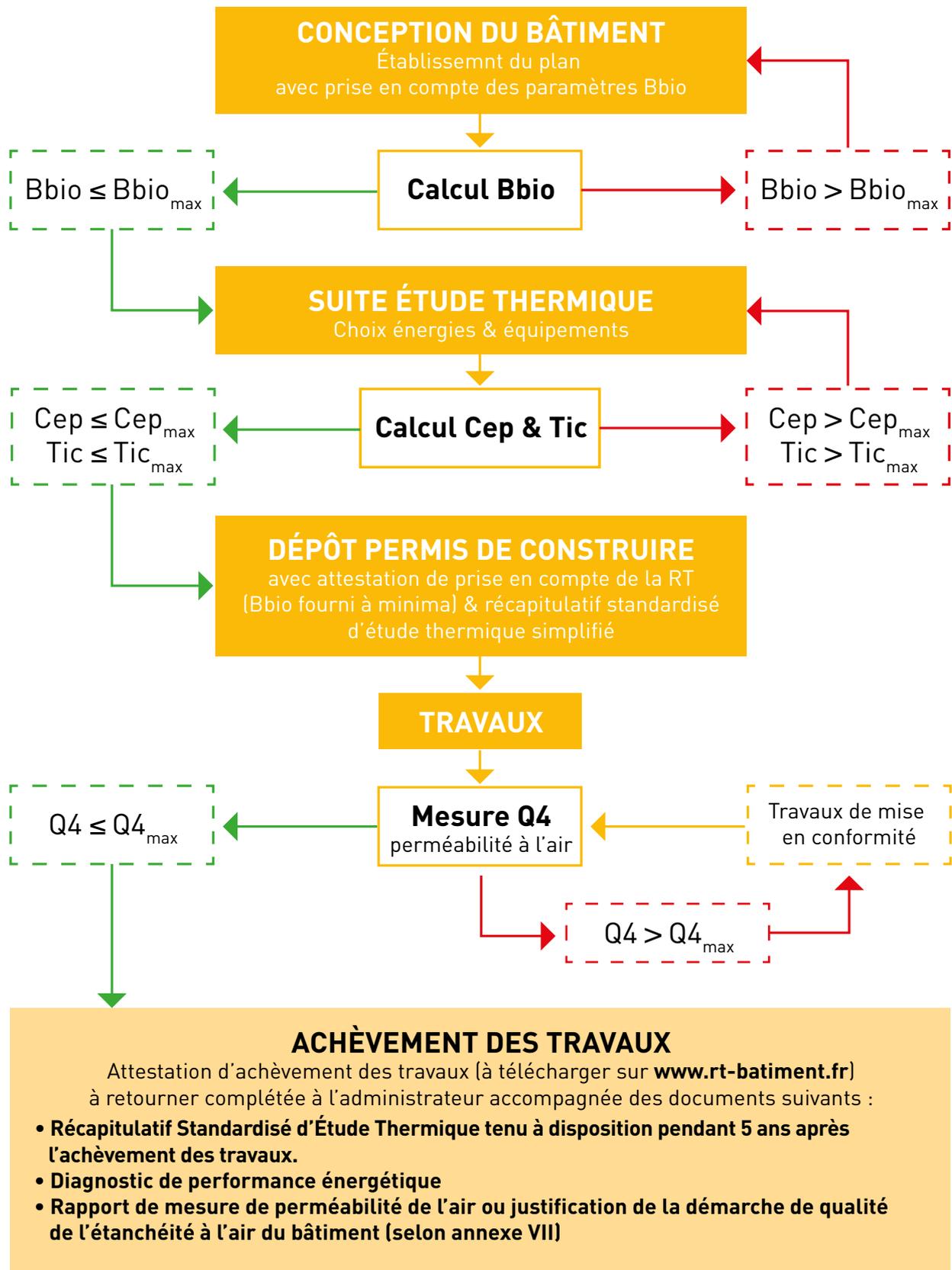
La méthode de calcul de la RE2020 permet d'utiliser deux approches différentes pour l'évaluation environnementale : une méthode simplifiée et une méthode détaillée.

La méthode simplifiée doit permettre l'évaluation environnementale du bâtiment lorsque toutes les informations ne sont pas disponibles :

- En utilisant les données FDES ou PEP de la base Inies lorsqu'elles existent et complétées par des valeurs forfaitaires pour les lots 8.1, 10 et 11.
- Le lot 0 « contribution relative à la parcelle », sera lui aussi forfaitaire
- Des formules simplifiées sont proposées pour le calcul des impacts des contributions relatives au «Chantier»et à l'»Eau».

La méthode détaillée doit permettre aux maîtres d'ouvrage exemplaires de valoriser leurs efforts en réalisant un calcul des données réelles sur tous les lots du projet.

Conduite du projet (exemple pour une maison individuelle)



Les caractéristiques thermiques du béton cellulaire YTONG

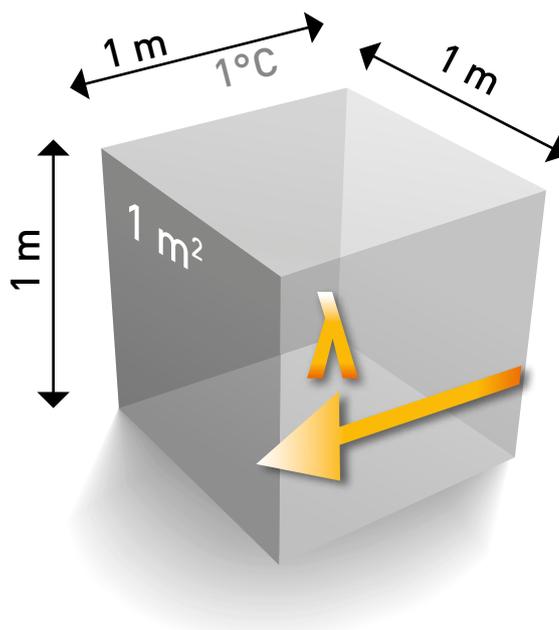
La conductivité thermique

Le coefficient de conductivité thermique λ exprime la quantité de chaleur transmise par seconde à travers une surface d'1 m² et une épaisseur d'un mètre de matériau homogène pour une différence de température entre les parois de 1 K (Kelvin). Son unité est le W/(m.K).

Le coefficient de conductivité thermique λ dépend essentiellement :

- De la masse volumique du matériau
(λ diminue lorsque la masse volumique diminue),
 - De la teneur en eau du matériau
(λ augmente avec l'augmentation de la teneur en eau)
- Pour le béton cellulaire, la teneur en eau à l'état d'équilibre prise en compte est de 4%.

La valeur de conductivité thermique correspondant à cet état d'équilibre est appelée conductivité thermique utile.



Les usines XELLA produisant du béton cellulaire bénéficient de la marque NF bloc béton cellulaire (NF 025-B) et d'une conductivité thermique certifiée.



MASSE VOLUMIQUE NOMINALE	(Kg/m ³)	350	400	450	500	550	650
λ utile (RT2012 - règles th-U fascicule 2)	(W/m.K)	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20
λ utile (CERTIFIÉ NF - YTONG)	(W/m.K)	0,09	0,10	0,11	0,125	0,14	0,165

Dans le cas d'un mur maçonné, on utilise le coefficient de conductivité thermique moyen : λ_m

$$\lambda_m = \frac{(\lambda_m, \text{bloc} \cdot A_{\text{bloc}} + \lambda_m, \text{mc} \cdot A_{\text{mc}})}{(A_{\text{bloc}} + A_{\text{mc}})}$$

Avec :

A_{bloc} = aire des blocs en façade sur le mur

A_{mc} = aire des joints de mortier colle pour joints minces en façade sur le mur (épaisseur comprise entre 1 et 3 mm)

λ_m, bloc = coefficient de conductivité thermique utile des blocs

λ_m, mc = coefficient de conductivité thermique utile du mortier colle pour joints.

La résistance thermique

La résistance thermique R d'un matériau homogène correspond au rapport de son épaisseur e par le coefficient de conductivité thermique λ .

Son unité est le $(m^2.K)/W$

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Dans le cas d'un mur maçonné, il est calculé à partir de λm :

$$R = \frac{e_2}{\lambda m}$$

(avec e_2 l'épaisseur du bloc de maçonnerie)

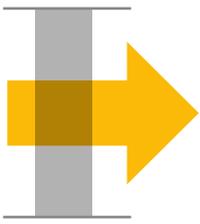
Dans le cas d'un mur maçonné enduit sur ses deux faces on obtient :

$$R = R_{si} + \frac{e_2}{\lambda m} + R_{se}$$

Les résistances superficielles R_{si} et R_{se}

Les résistances superficielles R_{si} et R_{se} sont définies dans les règles Th-U RT 2012 fascicule 2.

Les valeurs des résistances superficielles varient en fonction de la direction du flux de chaleur comme indiqué dans les tableaux suivants :

Paroi donnant sur : <ul style="list-style-type: none"> ■ l'extérieur ■ un passage ouvert ■ un local ouvert ⁽²⁾ 	R_{si} $m^2.K/W$	$R_{se}^{(1)}$ $m^2.K/W$	$R_{si} + R_{se}$ $m^2.K/W$
Paroi verticale  <i>Flux horizontal</i>	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale  <i>Flux ascendant</i>	0,10	0,04	0,14
 <i>Flux descendant</i>	0,17	0,04	0,21

(1) Si la paroi donne sur un volume non chauffé, R_{si} s'applique des deux côtés.

(2) Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale des ses ouvertures permanentes sur l'extérieur à son volume, est égal ou supérieur à $0,005 m^2/m^3$. Ce peut être le cas, par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie.

Le coefficient de déperdition surfacique des parois

Le coefficient de déperdition surfacique U d'une paroi exprime la quantité de chaleur passant par seconde à travers 1 m² de matériau en régime stationnaire pour une différence de température de 1 K entre les deux ambiances.

Son unité est le W/(m².K).

Le calcul de U tient compte de la totalité des résistances thermiques des matériaux (R), de la lame d'air éventuelle (Ha), ainsi que des résistances superficielles intérieures et extérieures (Hi et He).

$$U = \frac{1}{(R_i + \sum R_{\text{composants}} + R_e)}$$

Plus le coefficient U est petit et plus la paroi est isolante.

Les coefficients donnés dans le tableau suivant sont calculés pour des parois finies comportant :

- 1 à 1,5 cm d'enduit intérieur en plâtre
- 1 à 1,5 cm d'enduit extérieur en mortier bâtard

Ceci conduit à calculer le coefficient U suivant la formule (cf règles TH-U RT2012 fascicule 4/5 §3.2.2)

$$\frac{1}{U_p} = R + 0,22$$

	Masse Volumique Kg/m ³	λ_{utile} Certifié NF W/(m.K)	R bloc seul (m ² .K)/W	R mur joints verticaux secs (m ² .K)/W	R mur joints verticaux collés (m ² .K)/W	R mur enduit 2 faces (m ² .K)/W	U mur enduit 2 faces W/(m ² .K)
Compact 20	450	0,11	1,82	1,79	1,77	1,96	0,51
Compact 20 XL	450	0,11	1,82	-	1,78	1,95	0,51
Compact 22,5	450	0,11	2,05	2,01	2,00	2,18	0,46
Energie 20	350	0,09	2,22	2,18	-	2,35	0,43
Energie 25	350	0,09	2,78	2,71	2,70	2,88	0,35
Energie 25 XL	350	0,09	2,78	2,72	-	2,89	0,35
Verti 20	550	0,14	1,43	1,41	1,40	1,58	0,63
Verti 25	500	0,125	2,00	1,97	1,96	2,14	0,47
Thermo 30	350	0,09	3,33	3,27	3,24	3,49	0,29
Thermo 36,5	350	0,09	4,06	3,98	3,94	4,20	0,24
Thermo 42	350	0,09	4,67	4,55	4,52	4,77	0,21

Les coefficients de déperdition linéique

Le coefficient de déperdition linéique ψ traduit ce que l'on appelle un pont thermique. C'est une partie de l'enveloppe du bâtiment où la résistance thermique, par ailleurs uniforme, est modifiée de façon sensible par :

- La pénétration totale ou partielle de l'enveloppe du bâtiment par des matériaux ayant une conductivité thermique différente (ex : attaches métalliques traversant une couche d'isolant) ;
- Un changement local d'épaisseur des matériaux de la paroi ce qui revient à changer localement la résistance thermique ;
- Une différence entre les surfaces intérieures et extérieures comme il s'en produit aux liaisons entre parois.

Les ponts thermiques entraînent des déperditions supplémentaires qui peuvent dépasser pour certains types de bâtiments, 40 % des déperditions thermiques totales.

Un autre effet néfaste est le risque de condensation superficielle du côté intérieur dans le cas où il y a un abaissement des températures superficielles à l'endroit du pont thermique.

La norme NF EN ISO 10211 décrit la méthode de calcul des ponts thermiques et des températures superficielles intérieures.

Il existe principalement deux types de ponts thermiques :

- Les ponts thermiques linéaires ou 2D. Caractérisés par un coefficient linéique ψ en $W/(m.K)$.
- Les ponts thermiques ponctuels ou 3D. Caractérisés par un coefficient ponctuel χ en W/K .

Les valeurs de ponts thermiques sont données dans le fascicule (5/5) des règles TH-U RT2012.

Ces dernières sont données pour 4 liaisons principales du bâti :

- Liaison du plancher bas sur terre plein ;
- Liaison du plancher bas sur vide sanitaire ;
- Liaison du plancher intermédiaire ;
- Liaison du plancher haut.

Mais aussi pour des liaisons courantes entre parois verticales (mur/mur ou mur/refend) ainsi que pour des liaisons courantes entre menuiseries et parois opaques.

Les exigences de moyens pour la RT 2012 au niveau des ponts thermiques sont les 2 garde-fous suivants pour tous les bâtiments :

- Exigence sur le ratio de transmission thermique linéique moyen global :
 $\psi \leq 0,28 W/(m^2.K)$
- Exigence sur le coefficient de transmission thermique linéique moyen des liaisons entre planchers intermédiaires et les murs donnant sur l'extérieur ou un local non chauffé :
 $\psi \leq 0,6 W/(m.K)$

Aujourd'hui, les λ utiles des solutions Ytong sont tous plus favorables que la valeur des règles de calcul Th-U.

Les valeurs de pont thermique ci-dessous sont calculée conformément aux exigences réglementaire à partir du logiciel TRISCO.

		Compact 20 /20 XL	Compact 22,5	Energie 20	Energie 25 / 25 XL	Verti 20	Verti 25	Thermo 30	Thermo 36,5	Thermo 42
Plancher bas sur VS (soubassement en béton) Ψ_{L8}	Ψ_{L8} Plancher BA 20cm	0,467	0,468	0,465	0,473	0,578	0,591	0,462	0,458	0,466
	Ψ_{L8} Entrevous béton 16+4	0,399	0,400	0,397	0,405	0,402	0,406	0,396	0,394	0,405
	Ψ_{L8} Entrevous PSE 15+5	0,217	0,221	0,217	0,225	0,218	0,225	0,225	0,228	0,235
Plancher intermédiaire Ψ_{L9}	Ψ_{L9} Plancher BA 20cm	0,314	0,300	0,296	0,280	0,340	0,310	0,199	0,160	0,164
	Ψ_{L9} Entrevous béton 16+4	0,286	0,274	0,272	0,258	0,308	0,283	0,090	0,154	0,158
	Ψ_{L9} Entrevous PSE 15+5	0,175	0,170	0,170	0,164	0,183	0,173	0,057	0,121	0,125
Plancher intermédiaire / Balcon Ψ_{L9}	Ψ_{L9} Plancher BA 20cm	0,549	0,532	0,542	0,510	0,560	0,521	0,481	0,447	0,422
	Ψ_{L9} Entrevous béton 16+4	0,584	0,563	0,582	0,543	0,587	0,574	0,509	0,471	0,442
	Ψ_{L9} Entrevous PSE 15+5	0,278	0,274	0,279	0,272	0,277	0,270	0,284	0,258	0,251
Plancher haut Acrotère de toiture terrasse Ψ_{L10}	Ψ_{L10} Plancher BA 20cm	0,524	0,539	0,515	0,553	0,529	0,557	0,443	0,420	0,401
	Ψ_{L10} Entre- vous béton 16+4	0,455	0,441	0,457	0,428	0,457	0,442	0,392	0,363	0,349

De nombreuses autres configurations de ponts thermiques ont été calculées. N'hésitez pas vous rapprocher de notre service technique.

Le bilan carbone du béton cellulaire YTONG

Le béton cellulaire est constitué à 80% d'air renfermé dans des milliers de cellules.

Les parties pleines représentent seulement 20% du volume. 1 m³ de matières premières permet donc de produire 5 m³ de béton cellulaire. Cette grande économie de matières est l'une des propriétés écologiques du béton cellulaire.

Le béton cellulaire Ytong a fait l'objet d'une analyse de cycle de vie qui a fait ressortir son haut niveau de qualité environnementale à tous les stades de son existence (fabrication, transport, mise en œuvre, vie de l'ouvrage, destruction).

Xella produit depuis 2010 des fiches de déclaration environnementale pour ses produits (conformément à la NF 01-010 et depuis 2015 à la NF EN 15804 + CN).

Dans une démarche permanente d'éco-conception de nos solutions, nous mettons régulièrement à jour nos FDES vérifiés en ligne sur la base Inies. Depuis 2015, l'impact carbone de nos solutions a diminué de 20% en moyenne et nous investissons en continu dans la recherche et le développement pour proposer des éléments toujours plus vertueux.

Le bilan carbone des bâtiments en béton cellulaire sur l'ensemble du cycle de vie montre 2 impacts :

- le poids carbone pour la construction des murs en béton cellulaire
- les économies carbone liées aux économies d'énergie réalisée grâce au béton cellulaire

Il est donc important de considérer la résistance thermique et le potentiel de réchauffement climatique, regroupées dans le tableau suivant pour chaque produit.

	R bloc seul (m ² .K)/W	NF EN 15804 + CN - FDES individuelle Potentiel de réchauffement climatique kg eq. CO ₂ / m ²
Compact 20 / 20 XL	1,82	31,6
Compact 22,5	2,05	35,4
Energie 20	2,22	36,6
Energie 25 / 25XL	2,78	45,5
Verti 20	1,43	40,8
Verti 25	2,00	45,2
Thermo 30	3,33	54,6
Thermo 36,5	4,06	66,4
Thermo 42	4,67	76,4



CONFORT ET SANTÉ

CONFORT THERMIQUE.....46

L'inertie thermique47

La perspirance du système d'isolation
thermique ytong49

SANTÉ52

Un matériau sain qui reproduit la nature ..53

La garantie d'un climat sain dans vos
constructions54

Radioactivité55

Termites55

Amiante.....55

Champs électromagnétiques.....55

CONFORT ACOUSTIQUE56

Bâtiments résidentiels - bruits aériens
intérieurs57

Bruits aériens extérieurs58

Certifications NF Habitat.....59

Valeurs d'affaiblissement acoustiques
Ytong62



Confort thermique

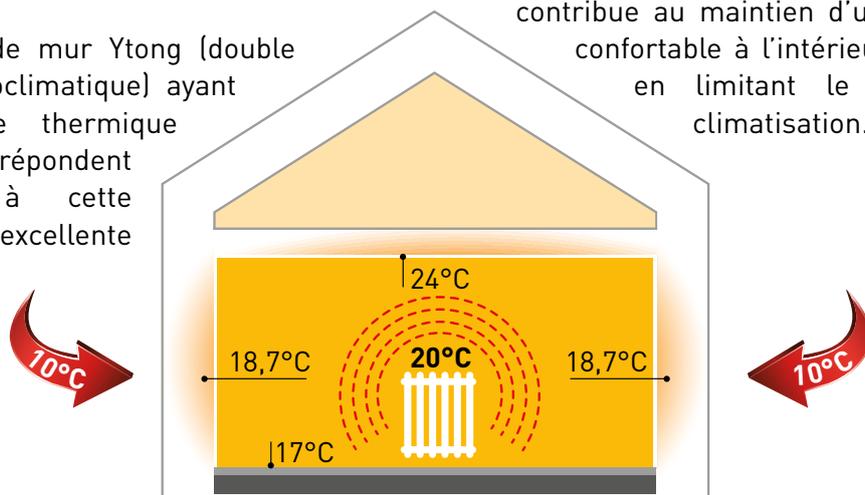
Le confort thermique d'une habitation peut être défini comme une sensation de bien-être qui dépend essentiellement de la température de confort et de l'inertie thermique.

La température de confort se situe entre 19°C et 23°C selon les individus et la saison. Elle correspond à la moyenne entre la température ambiante et la température des parois intérieures. L'important n'est donc pas de chauffer la pièce mais de faire en sorte que la différence entre les deux températures soit la plus faible possible. Ainsi, un mur isolant ou bien isolé conserve une température proche de celle de l'air ambiant (et de la température de confort).

Les solutions de mur Ytong (double isolation ou bioclimatique) ayant une résistance thermique importante répondent parfaitement à cette exigence. Leur excellente

isolation permet de minimiser les besoins en énergie (demande de chauffage). Le béton cellulaire élimine particulièrement, par ailleurs, la sensation dite de « paroi froide » (différence de température entre l'ambiance intérieure et les murs).

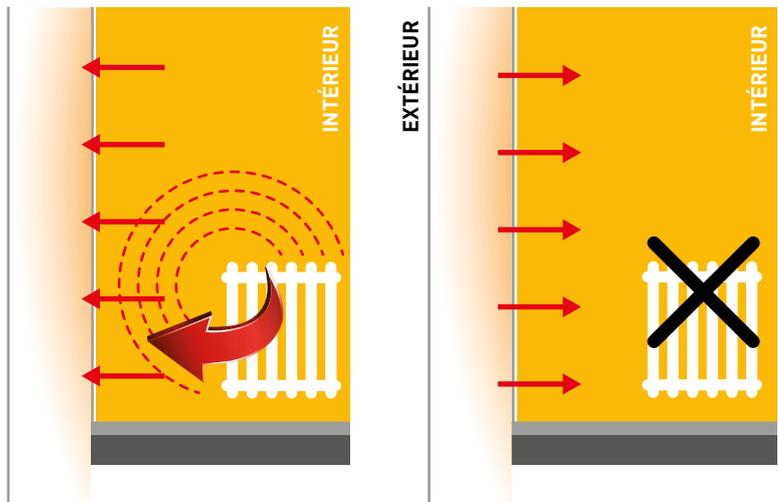
Outre l'isolation thermique, la notion de confort thermique dépend aussi de l'inertie thermique qui permet de maintenir la température de confort tout au long de la journée. En été, elle contribue au maintien d'une température confortable à l'intérieur du logement, en limitant le recours à la climatisation.



L'inertie thermique

Elle désigne la capacité d'un matériau à emmagasiner et à restituer la chaleur de manière diffuse. Elle dépend de l'équilibre entre la capacité thermique (masse) et la conductivité thermique (isolant).

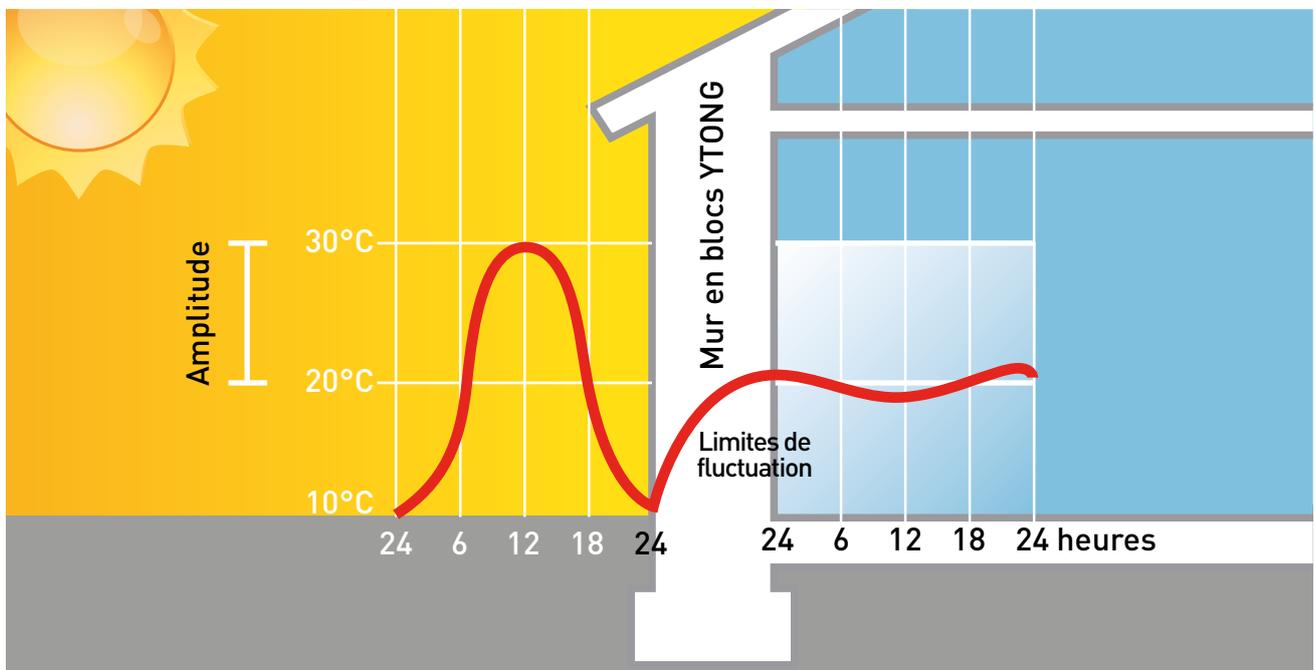
En hiver, la chaleur émise par les radiateurs est emmagasinée par les murs YTONG qui la restituent de manière diffuse lorsque le chauffage est éteint.



L'inertie thermique se caractérise par le déphasage et l'amortissement au travers de la paroi. Le déphasage indique le temps mis par le flux de chaleur pour traverser la paroi. Le déphasage idéal est d'environ 12 heures : un mur Ytong en Compact 20 + doublage ou Thermo 30 y répond parfaitement.

L'amortissement thermique caractérise la

proportion de l'onde de chaleur qui, arrivant sur la face extérieure du mur, pénètre à l'intérieur de l'habitation (le phénomène s'inverse en hiver). Les valeurs d'amortissements obtenues avec des murs Ytong démontrent qu'une très faible quantité de chaleur entre dans l'espace intérieur en été, ou s'en échappe en hiver.



Un mur Ytong fonctionne ainsi comme un climatiseur naturel : en toutes saisons, il régule les variations intérieures de températures entre le jour et la nuit. En été, la chaleur accumulée dans la paroi pendant la journée est restituée vers l'extérieur durant les heures les plus froides de la nuit. En hiver, le phénomène s'inverse et permet de réaliser des économies de chauffage.

Le béton cellulaire Ytong, à la fois isolant et massif, représente un excellent compromis entre l'isolation thermique et l'inertie. C'est un produit d'inertie moyenne dû à sa légèreté mais d'une bonne capacité thermique massique ce qui permet au mur de très bien stocker la chaleur. Construire en Ytong, c'est réaliser un bâti doté d'un climat intérieur agréable en toutes saisons.

Le tableau ci-dessous regroupe toutes les grandeurs thermiques des blocs YTONG :

	VARIABLES : MUR				CALCULS THERMIQUES							DÉPHASAGE	
	Épaisseur (e) en cm	Masse vol (d) en Kg/m ³	Cond. Therm (λ) en W/mK	Chaleur massique (c) en J/Kg.K	Admittivité J ² /m ⁴ .K ² .s	Capacité J/m ² .K	R/bloc m ² k/W	Diffusivité m ² /s	Effusivité J/m ² .K.s ^{0,5}	Cr	Amortissement	en h : mn	
Compact 20 / 20XL	20	450	0,11	1000	51728	90000	1,82	2,33918E-07	227	1,98	16,52%	9	31
Compact 22,5	22,5	450	0,11	1000	51728	101250	2,05	2,33918E-07	227	2,50	12,10%	10	42
Energie 20	20	350	0,09	1000	32918	70000	2,22	2,4607E-07	181	1,88	17,59%	9	17
Energie 25 /25L	25	350	0,09	1000	32918	87500	2,78	2,4607E-07	181	2,94	9,58%	11	36
Verti 20	20	550	0,14	1000	80465	110000	1,43	2,43584E-07	284	1,90	17,37%	9	20
Verti 25	25	500	0,125	1000	65313	125000	2,00	2,39234E-07	256	3,02	9,17%	11	46
Thermo 30	30	350	0,09	1000	32918	105000	3,33	2,4607E-07	181	4,23	5,21%	13	55
Thermo 36,5	36,5	350	0,09	1000	32918	127750	4,06	2,4607E-07	181	6,27	2,37%	16	56
Thermo 42	42	350	0,09	1000	32918	147000	4,67	2,4607E-07	181	8,30	1,21%	19	30

Les valeurs d'amortissement et de déphasage ci-dessus font l'objet d'un calcul suivant la méthode de Camia.

■ Admittivité :

À résistance thermique égale, plus cette valeur est grande plus le retard est grand et l'amortissement est long.

■ Capacité thermique :

Comme un condensateur en électricité, c'est la quantité de chaleur stockée par un élément fini (ici 1m² de paroi).

■ Diffusivité thermique :

Caractérise la vitesse de refroidissement d'un matériau. Plus la valeur est faible moins le matériau diffuse (Aluminium 860 10⁻⁷, bois 4,5 10⁻⁷ m²/s)

■ Effusivité thermique :

Racine carré de l'admittivité, elle caractérise la réponse d'un milieu à une perturbation thermique non stationnaire. En simplifiant, elle exprime la vitesse d'échauffement d'un matériau. Plus cette valeur est grande et moins la surface s'échauffe rapidement. (Effusivité Aluminium 23900 J/m²Ks^{0,5} ; bois 400 J/m²Ks^{0,5})

■ Cr :

Constante de temps relative qui compare le temps de réponse d'une paroi soumise à une variation sinusoïdale de température sur un cycle de 24h

■ Amortissement:

Exprime la quantité de chaleur résiduelle traversant la paroi. Elle s'exprime en % de la quantité de chaleur incidente. Plus la paroi est performante, plus faible est ce pourcentage.

■ Retard :

Déphasage entre l'onde émise et l'effet ressenti de l'autre côté de la paroi.

■ Vitesse de propagation de l'onde de chaleur :

Vitesse de propagation du flux de chaleur dans la paroi.

La perspiration du système d'isolation thermique Ytong

Les renforcements de l'isolation thermique de l'enveloppe des bâtiments existants sont susceptibles de modifier leur équilibre hygrothermique. La gestion de l'eau doit être prise en compte dès la conception du projet dans la construction neuve ou en réhabilitation.

Les matériaux de construction sont, pour la plupart d'entre eux, des matériaux poreux. Leur différence du point de vue hygrothermique vient de leur capacité à résister à la diffusion de la vapeur d'eau.

Voici quelques exemples de valeurs de μ (facteur de résistance à la vapeur d'eau) :

MATÉRIAUX	μ SEC (sans unité) facteur de résistance à la vapeur d'eau
Air	1 (= valeur minimum)
Béton armé	130 à 200
Maçonnerie de briques lourdes	30 à 40
Maçonnerie de béton cellulaire	3 à 6
Enduit en mortier de ciment	15 à 40
Enduit en mortier de chaux	10 à 40
Enduit en plâtre	6 à 10
Laine minérale	2
Polystyrène expansé	15 à 150
Mousse PU	25 à 185

Plus le μ est faible et plus le matériau est perméable à la vapeur d'eau. Le béton cellulaire est un matériau dont la résistance à la vapeur d'eau est très faible. Il ne dégrade pas le système constructif présent sur le bâti.

Le rôle premier d'un matériau isolant est de limiter les transferts de chaleur dans les parois. Ceci est possible grâce à sa faculté à emprisonner l'air de façon immobile.

Pour réussir à maintenir cette résistance thermique, il faut protéger la couche d'isolant contre les infiltrations d'air.

L'eau de condensation traversant un mur isolé

risque de faire fortement baisser la résistance thermique de l'isolant (l'eau est 20 fois moins isolante que l'air).

Tous les matériaux isolants n'ont pas le même comportement vis-à-vis de l'humidité.

Par exemple, la laine minérale est un matériau qui perd vite son pouvoir isolant à partir d'un taux d'humidité assez bas alors que le béton cellulaire est nettement moins sensible.

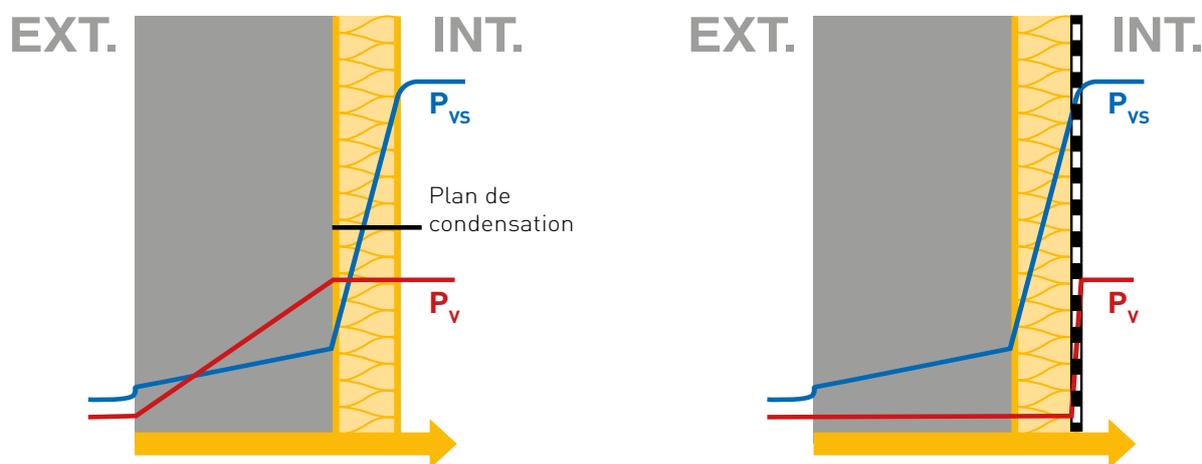
Sa nature minérale et inerte (c'est un béton) fait qu'il n'est pas sensible à l'eau liquide (imputrescible).

En plus de la dégradation de la résistance thermique, l'humidité peut détériorer le matériau isolant en attaquant la colle, les liants ou les fibres.

L'eau de condensation peut également être à l'origine de la création de micro-organismes. Les conséquences directes sont d'une part la dégradation du bâti mais aussi l'impact fort sur la santé des habitants (réactions allergiques, asthme, ...)

Dans le cas d'une isolation par l'intérieur ITI, le risque de condensation d'eau entre le mur et l'isolant est plus élevé parce que le mur de façade est froid et que l'isolant peut limiter le transfert de l'humidité vers l'intérieur. Ce risque est particulièrement présent avec les solutions d'ITI en laines minérales. Un pare vapeur (intérieur) aura pour fonction de faire baisser la pression de vapeur d'eau avant la traversée de l'isolant.

Ce dispositif de pare vapeur est obligatoire lors d'une ITI avec laine minérale.



Dans ce type d'isolation, la mise en œuvre d'un pare vapeur permet de supprimer le risque de rapprochement de la pression de vapeur saturante (p_{vs}) et de pression de vapeur d'eau (p_v).

Lorsque les deux sont proches (se croisent dans le schéma de gauche) la condensation se crée (à l'intérieur de l'isolant).

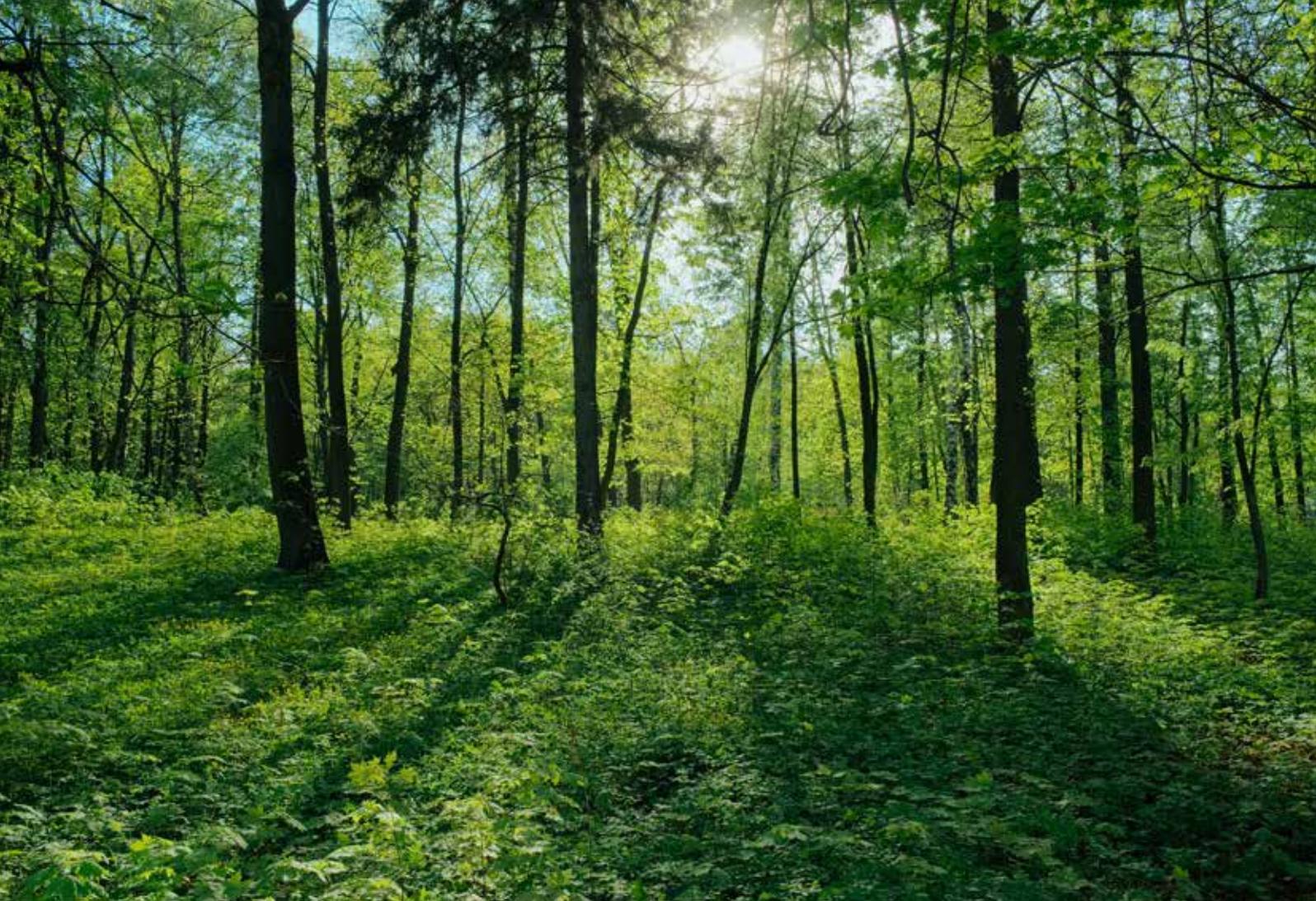
L'absence de tout risque de condensation dans le cas d'une ITI avec pare vapeur n'est réalisable que lors d'une mise en œuvre parfaitement étanche et jointive en tout point. Chaque imperfection risque une entrée de l'humidité à ce niveau et une accumulation derrière la membrane.

Pour éviter la mise en œuvre de ces systèmes de membranes d'étanchéité, l'utilisation d'une ITI en béton cellulaire (MULTIPOR) est recommandée.

Les simulations réalisées sur WUFI® permettent de démontrer la performance des isolations minérales en béton cellulaire en rénovation du bâti sans mise en œuvre de pare vapeur (l'augmentation de la teneur en eau entre l'isolant et le mur est quasiment négligeable). C'est un produit très ouvert à la diffusion de vapeur d'eau ($\mu=3$) et également insensible à l'eau liquide. Il diffuse donc de manière optimale la vapeur d'eau sans pour autant être sujet à une détérioration sous l'effet de l'humidité. De plus, ses caractéristiques hygrothermiques intrinsèques lui permettent d'être mis en œuvre sans avoir à appliquer de pare vapeur ou autre membrane d'étanchéité (validation par calcul au cas par cas). C'est un matériau poreux à pores fermés, il est étanche à l'air dans la masse.

VARIABLES : MUR

	Épaisseur (e) en cm	Masse vol (d) en Kg/m ³	Cond. Therm (λ) en W/mK	Facteur de diffusion de la vapeur d'eau (humide (μ))	Résistance à la diffusion de vapeur Sd
Compact 20 / 20 XL	20	450	0,11	6	1,20
Compact 22,5	22,5	450	0,11	6	1,35
Energie 20	20	350	0,09	6	1,20
Energie 25 / 25 XL	25	350	0,09	6	1,50
Verti 20	20	550	0,14	6	1,20
Verti 25	25	500	0,125	6	1,50
Thermo 30	30	350	0,09	6	1,80
Thermo 36,5	36,5	350	0,09	6	2,19
Thermo 42	42	350	0,09	6	2,52
MULTIPOR 6	6	110	0,045	3	0,18
MULTIPOR 8	8	110	0,045	3	0,24
MULTIPOR 10	10	110	0,045	3	0,30
MULTIPOR 12	12	110	0,045	3	0,36
MULTIPOR 14	14	110	0,045	3	0,42
MULTIPOR 16	16	110	0,045	3	0,48
MULTIPOR 18	18	110	0,045	3	0,54
MULTIPOR 20	20	110	0,045	3	0,60



Santé

Introduction

Engagée depuis de nombreuses années dans une démarche écologique, Xella a pour ambition d'apporter des solutions constructives simples et fiables pour anticiper et accompagner les évolutions de la société en termes de développement durable et d'engagement écologique pour les générations futures. Xella a obtenu depuis 2006 la certification ISO14001 qui traduit la pleine mesure de cet engagement. Avec cette distinction pour la première fois accordée à un industriel du béton, c'est

l'ensemble du travail réalisé sur les sites et activités du groupe, de la production à la vente en passant par la gestion des énergies et des matières premières et le retraitement des déchets qui a été récompensé.

Dans la continuité de son approche environnementale globale, Xella a obtenu le label Natureplus® pour ses blocs Ytong et ses panneaux Multipor.



Organisation environnementale internationale, Natureplus® soutient le développement durable dans le secteur du bâtiment.

Les produits ayant reçus le label de qualité Natureplus® sont des produits haut de gamme du point de vue de la santé, de l'environnement et de l'efficacité fonctionnelle.

Un matériau sain qui reproduit la nature

Le béton cellulaire est constitué à 80% d'air renfermé dans des milliers de cellules.

Les parties pleines représentent seulement 20% du volume. 1 m³ de matières premières permet donc de produire 5 m³ de béton cellulaire. Cette grande économie de matières est l'une des propriétés écologiques du béton cellulaire.

Le béton cellulaire Ytong a fait l'objet d'une analyse de cycle de vie qui a fait ressortir son haut niveau de qualité environnementale à tous les stades de son existence (fabrication, transport, mise en œuvre, vie de l'ouvrage, destruction).

Totalement neutres pour le sol, les chutes sont en général utilisées comme remblai.

Une FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire) est un document normalisé qui présente les résultats de l'Analyse de Cycle de Vie d'un produit ainsi que des informations sanitaires dans la perspective du calcul de la performance environnementale et sanitaire du bâtiment pour son éco-conception. Les FDES sont encadrées depuis 2004 par la norme AFNOR NF P 01-010 et depuis 2014 par la norme NF EN 15804+A1 et son complément national XP P01-0641CN. Elles prennent en compte l'ensemble du cycle de vie du produit, de

l'extraction des matières premières à sa fin de vie, sans oublier les transports, la mise en œuvre et l'usage même du produit. Les FDES constituent ainsi un outil multicritère majeur permettant d'aider les professionnels dans leurs choix pour rendre un bâtiment plus durable, avec des impacts limités sur l'environnement tout en créant une ambiance saine pour les futurs utilisateurs.

Chaque FDES contient :

- les caractéristiques du produit : constituants (matières premières, éventuelles substances dangereuses...), produits complémentaires pour la mise en œuvre, emballages, ... ;
- l'unité fonctionnelle du produit et sa durée de vie ;
- son profil environnemental : ensemble d'indicateurs environnementaux calculés sur l'ensemble du cycle de vie du produit ;
- les informations santé et confort d'usage : contribution du produit à la qualité sanitaire des espaces intérieurs et de l'eau, contribution à la qualité de vie dans le bâtiment (confort hygrothermique, acoustique, visuel et olfactif) ;



Xella travaille en continu l'éco-conception de ses produits. Ce travail nous permet de diminuer l'impact carbone de nos solutions constructives. C'est la raison pour laquelle nous mettons régulièrement à jour de nouvelles versions de fiches FDES sur la base de donnée INIES :

<http://www.base-inies.fr/inies/Consultation.aspx>

La garantie d'un climat sain dans vos constructions

Le béton cellulaire est un matériau perspirant. Il laisse migrer la vapeur d'eau (l'occupation d'une maison produit en moyenne 17 litres d'eau par jour pour 4 habitants) et élimine ainsi le risque de condensation, source de moisissures. Les émissions de COV (Composés Organiques Volatils) des blocs Ytong sont très largement inférieures aux seuils d'acceptabilité définis par

la réglementation et permettent de classer ces produits dans la catégorie A+ (arrêté ministériel du 19 avril 2011), le meilleur classement pour la qualité de l'air intérieur.

De plus, les blocs Ytong répondent aux critères encore plus restrictifs au sujet des COV du label Natureplus®.

ÉMISSIONS DE COV DU BÉTON CELLULAIRE

Temps	Composé	Valeurs classement CSTB			Résultat Essai	Classement CSTB
		Classe C-	Classe C	Classe C+	PV CSTB ES 532-03-0016	
Jour 1	Benzène	> 25	< 25	< 12,5	0,7	C+
Jour 3	TVOC - Total des COV	> 5000	< 5000	< 2500	23,5	C+
Jour 28	Benzène	> 2,5	< 2,5	< 1,25	< 0,30	C+
Jour 28	TVOC - Total des COV	> 200	< 200	< 100	< 5	C+
Jour 28	Σ Ci / LCi	> 1	< 1	< 0,5	0	C+
Jour 28	Σ Cni	> 20	< 20	< 10	0	C+
Résultat évaluation sanitaire						C+

Temps	Composé	Valeurs YTONG	Classement Certification NATUREPLUS®	Seuils AFSSET Classe A+
Jour 28	Total des COV	< 5 µg/m ³	< 300 µg/m ³	< 1000 µg/m ³
Jour 28	Formaldéhyde	< 5 µg/m ³	< 12 µg/m ³	< 10 µg/m ³
Jour 28	Toluène	< 5 µg/m ³	< 50 µg/m ³	< 300 µg/m ³
Jour 28	1,2,4-Triméthyl-Benzène	< 5 µg/m ³	< 300 µg/m ³	< 1000 µg/m ³
Jour 28	Acétaldéhyde	< 5 µg/m ³	< 12 µg/m ³	< 200 µg/m ³
Certificat Natureplus® St Savin			n° 1105-1210-116-2	
Certificat Natureplus® Mios			n° 1105-1110-116-1	

Radioactivité

Les niveaux de radioactivité du béton cellulaire Ytong sont nettement inférieurs aux seuils européens admissibles.

Des mesures effectuées sur deux échantillons de blocs Ytong produits sur des sites différents ont donné les valeurs moyennes d'activité massique du tableau ci-contre :

BLOCS EN BÉTON CELLULAIRE YTONG

Analyse en spectrométrie gamma (Bq/kg)

Échantillon	Bloc 1	Bloc 2	Écorce terrestre
⁴⁰ K	33 ± 5	218 ± 16	400
²²⁶ Ra	9,1 ± 1	12,5 ± 1	40
²³² Th	7,5 ± 0,6	13,7 ± 0,6	40
²³⁸ U	8,9 ± 0,8	11,8 ± 0,9	-
²³⁵ U	0,41 ± 0,05	0,54 ± 0,05	-
Indice I	0,08	0,18	-

Analyse menée par l'ISN de Grenoble

Les valeurs d'index d'activité

$$I [\text{Bq/kg}] = \frac{AK}{3000} + \frac{ARa}{300} + \frac{ATh}{200}$$

sont nettement inférieures au seuil européen de 0.5 (correspondant à une dose gamma reçue inférieure à 0.3 mSv/an).

ÉMISSION RADIOACTIVES MOYENNES

de différents matériaux de construction (pCi/g)

Matériaux	²²⁶ Ra	²³² Th
Brique terre cuite	2,5	2,3
Béton	0,8	1
Plâtre	19	0,7
Silico-calcaire	0,7	0,7
Béton Cellulaire Ytong	0,3	0,3

$Ci = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

Les blocs peuvent donc être classés dans la catégorie des produits exemptés de toute restriction d'utilisation selon la recommandation du rapport 112 de la commission Européenne.

Termites

Les termites rencontrés dans les constructions sont des termites souterrains qui se nourrissent de tissus dans lesquels ils trouvent la cellulose nécessaire à leur métabolisme (bois, papier, ...).

Le béton cellulaire, matériau minéral, n'en contient pas. Cela permet de se prémunir contre les invasions de termites, notamment dans les régions touchées comme les DOM-TOM.

Amiante

L'amiante ne rentre pas, même sous forme de trace, dans la composition chimique du béton cellulaire qui est :



Champs électromagnétiques

Les constructions en béton cellulaire YTONG sont des remparts aux effets des champs électromagnétiques. En effet, le rapport d'essai n°08/96-IMOTEP montre

que le béton cellulaire offre une protection supérieure à 99% contre les champs électromagnétiques de 50 Hz comme les lignes à haute et très haute tension.



Confort acoustique

Introduction

Pour obtenir un bâtiment confortable sur le plan acoustique, il convient de réfléchir dès la conception sur la manière de favoriser une bonne isolation acoustique. De nombreux facteurs sont déterminants pour assurer ce confort sonore : le choix des matériaux, l'orientation du bâtiment, les détails techniques de mise en œuvre.

La première réglementation acoustique des bâtiments d'habitation neufs (arrêté du 14 octobre 1969) fixait des exigences d'isolation acoustique entre logements, de bruits d'impacts, et de bruit d'équipements du bâtiment. Ces exigences ont été révisées en 1994 et en 1999. À partir du 1er janvier 2000, la transposition en

Conformément à l'arrêté du 27 novembre 2012, une attestation de prise en compte de la réglementation acoustique devra être fournie à l'achèvement des travaux des bâtiments d'habitation neufs de plus de 10 logements dont le permis de construire a été déposé après le

France des normes acoustiques européennes a rendu nécessaire la modification de l'expression des indices et des unités de performances des produits et systèmes pour la réglementation acoustique nationale, ainsi que pour les labels QUALITEL.

Il n'existe aucune exigence d'isolation acoustique au sein d'un même logement (maison ou appartement). Lors d'un projet de construction, il appartient donc à chacun de retenir des solutions acoustiques permettant de répondre au confort des occupants.

1er janvier 2013.

Cette attestation doit s'appuyer sur des constats en cours de chantier et sur des mesures acoustiques in situ (isolement, choc, équipements) vérifiant la conformité à la réglementation.

Bâtiments résidentiels - bruits aériens intérieurs



Les valeurs minimales à respecter sont les suivantes :

Isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A}$		Local de réception du bruit	
		Pièce principale (Chambre ou séjour)	Cuisine ou salle d'eau
Local d'émission du bruit	Local d'un autre logement (hors garage)	≥ 53 dB	≥ 50 dB
	Circulation commune intérieure au bâtiment (couloir, escalier)	≥ 53 dB	≥ 50 dB
	Circulation intérieure commune au bâtiment si les locaux ne sont séparés que par une porte palière ou une porte palière et une porte de distribution	≥ 40 dB	≥ 37 dB
	Garage individuel ou collectif	≥ 55 dB	≥ 52 dB
	Local d'activité	≥ 58 dB	≥ 55 dB

Bruits aériens extérieurs



La valeur minimale à respecter est $D_{nT,A,tr} \geq 30 \text{ dB}$

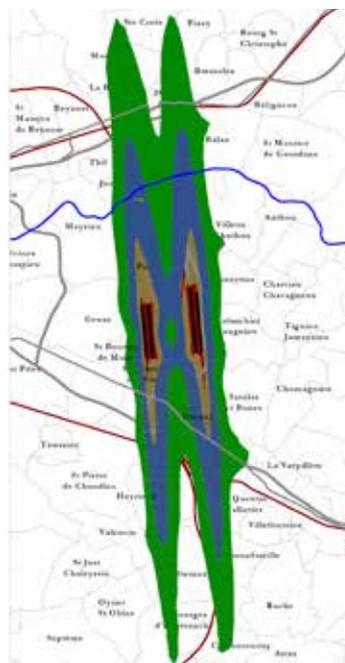
À proximité de routes ou de voies ferrées à forte fréquentation, l'isolement aérien vis-à-vis des bruits extérieurs doit être porté à :

Catégorie de l'infrastructure	Niveau sonore de référence diurne L_{Aeq} (6 heures - 22 heures)	Niveau sonore de référence nocturne L_{Aeq} (22 heures - 6 heures)	Isolement minimum $D_{nT,A,tr}$
1	$L > 81 \text{ dB(A)}$	$L \geq 76 \text{ dB(A)}$	45 dB
2	$76 < L \leq 81 \text{ dB(A)}$	$71 < L \leq 76 \text{ dB(A)}$	42 dB
3	$70 < L \leq 76 \text{ dB(A)}$	$65 < L \leq 71 \text{ dB(A)}$	38 dB
4	$65 < L \leq 70 \text{ dB(A)}$	$60 < L \leq 65 \text{ dB(A)}$	35 dB
5	$60 < L \leq 65 \text{ dB(A)}$	$5 < L \leq 60 \text{ dB(A)}$	30 dB

Il existe des dispositions spécifiques pour les aéroports (PEB = Plan d'Exposition au Bruit)

Ex : PEB de l'Aéroport de Lyon Saint-Exupéry

■	Zone A = 45 dB
■	Zone B = 40 dB
■	Zone C = 35 dB
■	Zone D = 32 dB



Certifications NF Habitat

CERQUAL Qualitel Certification et CEQUAMI sont agréés par AFNOR Certification pour délivrer les certifications NF Habitat et NF Habitat HQE.



Les exigences supplémentaires principales concernant la qualité acoustique des logements neufs sont les suivantes :

Pour NF Habitat :

- Exigences réglementaires respectées
- Bruits de chocs réduits de 3 dB
- Bruit de la VMC double flux dans les chambres réduit de 5 dB
- Qualité des produits : sous-couches acoustiques, robinetterie

Pour NF Habitat HQE, les thématiques suivantes peuvent rapporter des points :

- Réverbération des circulations communes diminuée (aire d'absorption équivalente minimale de 50 ou 75 %)
- Renforcement des performances sur toutes les thématiques acoustiques réglementaires (bruits aériens extérieurs, bruits aériens intérieurs, bruits de chocs, équipements)
- Amélioration du confort à l'intérieur du logement
- Utilisation de l'indicateur Harmonica pour caractériser l'environnement sonore extérieur

Les solutions YTONG sont intégrées au référentiel NF Habitat pour la réalisation des murs de façade :

Façades en blocs de béton cellulaire seuls (ITR) et avec isolation thermique extérieure (ITE)

Solutions techniques descriptives pour $D_{nT, A} 53$ dB avec façade à ITR ou ITE (sans doublage thermique intérieur) en blocs de béton cellulaire (BCA)		
Façade	THERMO 30	THERMO 36,5
Enduit intérieur	Enduit plâtre (ou pelliculaire) avec primaire spécifique pour béton cellulaire (les plaques de plâtre collées par plots ne sont pas acceptées)	
Planchers séparatifs *	Béton 22 cm minimum (Ri)	Béton 20 cm minimum (R1)
Longueur d'encastrement des planchers séparatifs dans la façade **	20 cm + mise en oeuvre d'un résilient en laine minérale de 2 cm en about de plancher	24,5 cm + mise en oeuvre d'un résilient en laine minérale de 2 cm en about de plancher
Murs Séparatifs	Béton 20 cm minimum	
Longueur d'encastrement des murs séparatifs dans la façade **	* 5 cm minimum + mise en oeuvre d'un résilient en laine minérale de 2 cm en about de mur * 20 cm sans laine minérale	
Cloisons de distribution	De type alvéolaire ou plaques de plâtre sur ossature métallique	
Essais acoustiques en fin de chantier	Systèmes sous observation soumis à des mesures acoustiques réalisées par Cerqual lors des contrôles de conformité effectués en fin de chantier	
(R1)	Pour les procédés de sol flottant ou collé (parquet ou stratifié flottant procédé d'isolation phonique collé ou flottant pour carrelage, chape flottante), avec un $[(R_w + C) < 0]$ mis en oeuvre sur le plancher béton, il y a lieu de majorer l'épaisseur du plancher afin de compenser proportionnellement le $[(R_w + C) - T_c]$ induit par le procédé d'isolation phonique	

* Consulter le référentiel Qualitel acoustique NF habitat en fonction de la nature du sol (sol souple ou collé)

** Dans une configuration ITE, les refends et planchers doivent aller jusqu'au nu extérieur du mur de façade

Dispositions constructives entre parking et logement

Solutions techniques descriptives pour $D_{nT A}$ vertical 55 dB avec façade à ITR ou ITE (sans doublage thermique intérieur) en blocs de béton cellulaire (BCA)	
Façade logement	THERMO 30 minimum + enduit 1 face intérieur (les plaques de plâtre collées par plots ne sont pas acceptées)
Façade garage	Béton 20 cm minimum
Plancher séparatif	Béton 23 cm minimum
Chape flottante obligatoire : valeurs de $A(R, A, +C)$ mesurées avec une chape de 60 mm sur une dalle de 200 mm et chape de 40 mm sur une dalle de 140 mm	$A(R + C)$ 4 dB
Si doublage en sous-face du plancher, valeur de $A(R_w + C)$ mesurée sur une dalle de 160 mm	Complexe de doublage $A(R_{/A} + C)$ 2 dB
Longueur d'encastrement des planchers	Jusqu'au nu extérieur de façade
Murs séparatifs	Béton 20 cm minimum
Cloisons de distribution	De type alvéolaire ou plaques de plâtre sur ossature métallique
Essais acoustiques en fin de chantier	Systèmes sous observation soumis à des mesures acoustiques réalisées par Cerqual lors des contrôles de conformité effectués en fin de chantier

Façade en béton cellulaire avec isolation thermique intérieure (ITI)

Solutions techniques descriptives pour $D_{nT A}$ 53 dB avec façade ITI en blocs de béton cellulaire (BCA)	
Façade	COMPACT 20 minimum + enduit 1 face extérieure + doublage thermique intérieur PSE Th-A 80 + 13 ou LM 80 + 10 ou LM 75 mm (R1) + 1 BA 13 sur ossature
Plancher séparatif	Béton 20 cm minimum
Longueur d'encastrement des planchers	Selon minimum DTU (2/3 de l'épaisseur du mur de façade)
Murs séparatifs	Voile béton plein 20 cm minimum ou blocs de béton perforés enduits 1 face 20 cm minimum avec doublage thermique et acoustique 40 + 10 minimum Si profondeur du local > 2,70 m, possibilité d'un voile béton 18 cm
Longueur d'encastrement des séparatifs	3 cm minimum + mise en oeuvre d'un résilient en laine minérale 2 cm en about de mur
Cloisons de distribution	De type alvéolaire ou plaques de plâtre sur ossature métallique
(R1)	La laine minérale du doublage peut être réduite à 45 mm lorsqu'elle est associée à des blocs de béton cellulaire de 25 cm minimum enduits 1 face extérieurs

Dispositions constructives entre parking et logement

Solutions techniques descriptives pour D_{nTA} vertical 55 dB avec façade ITI en blocs de béton cellulaire (BCA)

Façade logement	* THERMO 25 minimum + enduit 1 face extérieur + doublage thermique intérieur PSE Th-A 80 + 13 ou LM 80 + 10 ou LM 45 mm + 1 BA 13 sur ossature * COMPACT 20 minimum + enduit 1 face extérieur + doublage thermique intérieur PSE Th-A 80 + 13 ou LM 80 + 10 ou LM 75 mm + 1 BA 13 sur ossature
Façade garage	Béton 20 cm minimum
Plancher séparatif*	Béton 23 cm minimum
Chape flottante obligatoire	Complexe de doublage $A(R_w + C)$ 4dB (valeur mesurée sur une dalle 20 cm minimum)
Si isolant en sous-face du plancher	Complexe de doublage $A(R_w + C)$ 2dB (valeur mesurée sur une dalle 16 cm minimum)
Longueur d'encastrement des planchers	Jusqu'au nu extérieur de façade
Murs séparatifs	Béton 20 cm minimum
Cloisons de distribution	De type alvéolaire ou plaques de plâtre sur ossature métallique
Essais acoustiques en fin de chantier	Système sans observation soumis à des mesures acoustiques réalisées par Cerqual lors des contrôles de conformité effectués en fin de chantier

* Consulter le référentiel Qualitel acoustique NF habitat en fonction de la nature du sol (sol souple ou collé)

Dispositions constructives entre local d'activité et logement

($D_{nTA} = 58$ dB horizontalement et verticalement)

Le tableau ci-contre, qui correspond à une application particulière, montre que le béton cellulaire répond aux exigences réglementaires les plus élevées

Position du logement par rapport au local	Mur extérieur	Mur séparatif	Autres dispositions
Accolé	THERMO 30 + PSEE 60 + 10	Refend en béton banché 20 cm + PSEE 60 + 10	
Superposé	THERMO 30 + PSEE 60 + 10	Plafond salle communale béton coulé sur place 23 cm + faux plafond BA 13 + laine minérale déroulée 200 mm + lame d'air 50 mm	Plancher du logement : parquet flottant

Valeurs d'affaiblissement acoustiques Ytong

Les valeurs d'affaiblissement acoustiques des parois en béton cellulaire Ytong sont données dans le tableau ci-dessous :

	Paroi maçonnée	AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE Rw (C ; Ctr) - dB	+ doublage	AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE Rw (C ; Ctr) - dB	Rapport d'essai
Carreau 10	Paroi maçonnée seule	39 (-1 ; -4)*	-	-	CSTB _ AC08-26011823
	-	-	Double paroi maçonnée + 30mm laine minérale au centre	56 (-2 ; -5)	
Compact 15	Paroi maçonnée seule	40 (-1 ; -5)	-	-	CSTB _ AC10-26025756
Compact 20	Paroi maçonnée seule	44 (-1 ; -4)	PREGYMAX TH32 _ 13+80	55 (-3 ; -10)	CSTB _ AC08-26016589
			DOUBLISSIMO _ 13+100	56 (-3 ; -10)	
			PREGYMAX TH32 _ 13+80 / sur chaque face	54 (-8 ; -17)	
			OPTIMA Monospace 35 _ 13+75 / sur chaque face	76 (-8 ; -17)	
			CALIBEL _ 10+80 / sur chaque face	67 (-9 ; -17)	
			MULTIPOR _ 160mm+enduit une face	45 (-1 ; -3)	
	-	-	Double paroi maçonnée + 30mm vide au centre	58 (-1 ; -5)	
			Double paroi maçonnée + 30mm laine minérale au centre	61 (-3 ; -8)	
	Paroi maçonnée + enduit OC1 15mm	45 (0 ; -3)	OPTIMA Monospace 35 _ 13+100	69 (-3 ; -9)	
			CALIBEL _ 13+100	61 (-1 ; -6)	
DOUBLISSIMO _ 13+100			56 (-3 ; -9)		
MULTIPOR _ 13+120			47 (-1 ; -4)		
Energie 25	Paroi maçonnée seule	45 (-1 ; -5)	CALIBEL _ 10+40	56 (-3 ; -10)	CSTB _ AC10-26025756
			PREGYMAX TH32 _ 13+80	53 (-2 ; -9)	
			doublage générique PSEE graphité _ 10+100	56 (-2 ; -8)	
			MULTIPOR _ 120mm+enduit une face	46 (-1 ; -3)	
	Laine minérale + plaque plâtre _ 13+45	63 (-2 ; -9)			
-	-	Double paroi maçonnée + 30mm laine minérale au centre	65 (-3 ; -9)		
Thermo 30	Paroi maçonnée + enduit OC1 17mm	48 (-1 ; -3)	Laine minérale + plaque plâtre _ 13+45	66 (-2 ; -9)	CSTB _ AC08-26011823
Thermo 36,5	Paroi maçonnée + enduit OC1 17mm	49 (-1 ; -3)	Laine minérale + plaque plâtre _ 13+45	69 (-3 ; -10)	
Coffre Tunnel 30	Coffre tunnel _ tablier PVC enroulé	52 (-1 ; -3)	Coffre VR tunnel _ tablier PVC déroulé	54 (-1 ; -3)	CSTB _ AC08-26017401/1
	Coffre tunnel _ tablier Alu enroulé	51 (0 ; -2)	Coffre VR tunnel _ tablier Alu déroulé	54 (-1 ; -3)	
Coffre Tunnel 36,5	Coffre tunnel _ tablier PVC enroulé	55 (-2 ; -4)	Coffre VR tunnel _ tablier PVC déroulé	57 (-1 ; -4)	
	Coffre tunnel _ tablier Alu enroulé	55 (-2 ; -4)	Coffre VR tunnel _ tablier Alu déroulé	57 (-1 ; -5)	

* Suivant calcul du BET GAMBA ACOUSTIQUE





MISE EN ŒUVRE

FINITIONS ET FIXATIONS66	Réalisation du linteau au-dessus du caisson de volet roulant..... 80
Enduits multicouches 67	Scellement d'une menuiserie en applique81
Enduits monocouches..... 68	Fixation pour volets battants & coupe sur allège & menuiserie 81
Finition intérieures 70	Linteau, cvr & allège en coupe élévation..... 82
Travaux de finitions 70	Plancher solivage bois..... 83
Fixations et scellements 71	Configuration non sismique 83
DÉTAILS DE CONCEPTION74	Trumeaux porteurs..... 84
Pieds de mur..... 74	Ouverture non traditionnelle 84
Plancher poutrelles-entrevous béton ou plancher béton armé plein & mur extérieur en blocs..... 76	Linteau coffrage sous plancher..... 84
Détails au niveau des toitures & de l'acrotère 76	Linteau sous chaînage..... 85
Détails de finition d'une réserve pour appuis de panne en pignon..... 77	Jonction entre mur Thermo 30 et un mur Compact 20 86
Détails sur les murs porteurs 78	Jonction refend/façade de même nature 87
Réalisation du linteau au-dessous du caisson de volet roulant..... 79	Jonction refend/façade de nature différente 88
	Ajustement de l'appareillage..... 89



Finitions et fixations

Les murs extérieurs doivent être protégés contre les intempéries.

C'est le DTU 26.1 – avril 2008 « Travaux d'enduits de mortier » qui donne les règles de préparation et d'exécution des enduits épais en mortier :

- de ciment ;
- de chaux hydraulique ;
- de chaux aérienne ;
- de mélange plâtre et chaux aérienne.

Les travaux d'enduits minéraux doivent être réalisés :

- entre 5 et 30°C, si le mortier contient un liant hydraulique ;
- entre 8 et 30°C, si le mortier est à base de chaux. Il en est de même pour les enduits colorés, utilisés en finition décorative.

Les enduits extérieurs, autres que ceux constitués de liants hydrauliques, doivent être réalisés au minimum à 15 cm au-dessus du sol fini et de la coupure de capillarité des maçonneries neuves, exception faite pour les enduits fortement dosés en liants hydrauliques ou à faible capillarité (W2).

À la jonction de deux matériaux supports différents (de nature ou d'épaisseur) et au niveau des planelles de plancher, l'enduit doit être renforcé à l'aide d'un treillis en fibre de verre noyé dans la 1^{ère} passe.

D'une manière générale, les joints de dilatation de la structure doivent traverser l'épaisseur totale d'enduit. Ils sont obturés à l'aide d'un mastic de calfeutrement élastomère, de profilés métalliques (avec une partie déformable), ou d'un système mécanique de recouvrement assurant l'étanchéité à l'eau.

Les enduits sur blocs de béton cellulaire ou maçonnerie d'éléments de résistance à l'arrachement réduite Rt1 sont réalisés :

- avec un mortier d'enduit monocouche OC1 ;
- en multicouche avec des mortiers performanciels CS I ou CS II
- en multicouche avec des mortiers de recette (cf. dosages ci-dessous).

Les travaux d'enduits ne doivent être commencés que sur des maçonneries terminées depuis un délai minimal d'un mois.

Enduits multicouches

Un enduit multicouche est constitué d'un gobetis, d'un corps d'enduit et d'une couche de finition. Ces trois couches doivent être apposées sur la façade avec un délais de séchage de plus de trois jours entre chaque couche.

■ Gobetis :

- Mortier performanciel de liants hydrauliques (avec ou sans résine d'adjonction)
- Mortier de polymère en pâte prête à l'emploi (micro gobetis)
- Mortier de recette (voir dosage tableau)

DOSAGE EN LIANTS EN KG PAR M ³ DE SABLE SEC	
Liants	Dosages
Ciment CEM II 32,5	400
Chaux hydraulique HL, NKL-Z 3,5 ou 5	350 à 400
Ciment à maçonner MC 12,5	400
Ciment CEM I ou II 42,5 ou 32,5 et Chaux CL, DL ou NHL	50 à 100 + 300

■ Corps d'enduit :

- La résistance mécanique du corps d'enduit doit être limitée à CSII
- L'épaisseur doit être comprise entre 12 et 15mm
- Le dosage du mortier de recette doit être conforme au tableau :

	DOSAGE EN LIANTS EN KG PAR M ³ DE SABLE SEC			
	Ciment CEM I ou II 32,5 ou 42,5	Chaux aérienne CL ou DL	Chaux hydraulique NHL ou NHL-Z 5 ou 3,5	Chaux hydraulique NHL ou HL2
Mortier de liant pur				300 à 350
Mortier bâtard	50 à 100	200 à 250		
Dosage global en liants : 300 à 350	50 à 100		200 à 250	
		50 à 100	200 à 250	

■ Finition à base de liants hydrauliques (possible organique également cf DTU 26.1 P1-2) :

- La résistance mécanique du corps d'enduit doit être CSI ou CS II
- L'épaisseur doit être comprise entre 5 et 8mm (épaisseur totale de l'enduit <25mm)
- Le dosage du mortier de recette doit être conforme au tableau :

	DOSAGE EN LIANTS EN KG PAR M ³ DE SABLE SEC			
	Ciment CEM I ou II 32,5 ou 42,5	Chaux aérienne CL ou DL	Chaux hydraulique NHL ou NHL-Z 5 ou 3,5	Chaux hydraulique NHL ou HL2
Mortier de liant pur				200 à 300
Mortier bâtard	50 à 100	100 à 250		
Dosage global en liants : 200 à 300	50 à 100		100 à 200	
		50 à 100	150 à 200	

Enduits monocouches

Concernant les enduits monocouche :

Il sont réalisés avec un mortier d'enduit monocouche OC1 pour une maçonnerie de résistance à l'arrachement réduite Rt1, après dépoussiérage.

Le mortier frais est projeté en deux passes. Seule la finition grattée est réalisable en une passe.

L'épaisseur moyenne est de 12 à 15mm. L'épaisseur minimale en tout point est de 10mm. L'épaisseur maximale est de 20mm.

Le tableau ci-après indique les enduits OC1 disponibles sur le marché, qu'ils soient certifiés ou non.

FABRICANT	NOM DU PRODUIT	CERTIFICATION QB	CLASSIFICATION	RESISTANCE COMPRESSION	CAPILLARITE
PAREX GROUP SA	MONOREX GF	oui	OC 1	CSII	W2
	MONOREX GM	oui	OC 1	CSII	W2
	MONOMAX GF	oui	OC 1	CSIII	W2
	MONOBLANCO	oui	OC 1	CSII	W2
PRB	FINICHAUX	oui	OC 1	CSI	W2
	ALG GF	-	OC 1	CSII ou CSIII (couleur neige)	W2
	6000 R	-	OC 1	CSI	W2
	LOOK	oui	OC 1	CSI	W2
VPI	MONOPASS GF	oui	OC 1	CSII	W2
	MONOPASS GM	oui	OC 1	CSII	W2
Groupe PUMA France	MORCEMDUR F	oui	OC 1	CSII	W2
	MORCEMDUR G	oui	OC 1	CSII	W2
Saint Gobain WEBER	WEBER LITE G	-	OC 1	CSII	W2
GECOL Girona	GECOL MONOCAPA	oui	OC 1	CSIII	W2
CESA	THERMOCROMEX	oui	OC 1	CSIII	W2

APPLICATION AUTORISÉE		FINITIONS			PRODUIT D'ACCROCHAGE		RECOMMANDATION GAMME YTONG
Pot de projection	Machine à projeter	Rustique	Gratté	Taloché	Recommandé par le fabricant	Nom du produit / applicaton	
oui	oui	oui	oui	-	OUI		Compact / Verti / Energie / Thermo
oui	oui	oui	oui	-	OUI	"Appliquer 1 h minimum avant la projection de l'enduit un bouche-pores (1 vol de FIXOPIERRE pour 4 vol d'eau)"	Compact / Verti / Energie / Thermo
oui	oui	oui	oui	-	OUI		Uniquement dans les parties ENTERREES
oui	oui	oui	oui	-	OUI		Compact / Verti / Energie / Thermo
oui	oui	oui	oui	Petites surfaces	-		-
oui	oui	oui	oui	-	-	-	Compact/Verti/Energie/Thermo Uniquement les parties enterrée en CSIII
oui	oui	oui	oui	Petites surfaces	-	-	Compact / Verti / Energie / Thermo
oui	oui	oui	oui	-	-	-	Compact / Verti / Energie / Thermo
-	oui	oui	oui	Petites surfaces	OUI	ACCROLOR 2	Compact / Verti / Energie / Thermo
-	oui	oui	oui	-	OUI	ACCROLOR 2	Compact / Verti
-	oui	oui	oui	Petites surfaces	-	-	Compact / Verti
-	oui	oui	oui	Petites surfaces	-	-	Compact / Verti
oui	oui	oui	oui	-	NON		Compact / Verti
oui	oui	oui	oui	-	OUI	GECOL Primer-TP	Uniquement dans les parties ENTERREES
oui	oui	oui	oui	-	NON		Uniquement dans les parties ENTERREES

Finitions intérieures

■ Enduit pelliculaire

On trouve sur le marché de fins enduits intérieurs adaptés au béton cellulaire. Contenant des matières synthétiques, ils sont très solides et, contrairement aux enduits intérieurs ordinaires, ils peuvent être appliqués en 2 fines couches (épaisseur finale de 3 à 5 mm) et directement lissés. La préparation de la pâte doit être effectuée selon les recommandations portées sur l'emballage par le fabricant.

■ Plâtre traditionnel

L'application doit être conforme au DTU 25.1. Le plâtre peut être appliqué manuellement en une ou deux passes ou projeté mécaniquement. Après un premier gobetis, le plâtre est appliqué sur le support puis dressé et serré à la taloche. Une finition lissée sera réalisée à l'aide d'une truelle lisseuse pour enduit. Les angles saillants doivent être protégés par l'incorporation de baguettes de protection, préalablement fixées aux arêtes par scellement au plâtre.

■ Plaques de plâtre

Les plaques peuvent être collées directement sur la paroi de béton cellulaire. La colle utilisée doit être compatible avec le béton cellulaire. Les

plaques peuvent également être vissées sur des tasseaux de bois, eux-mêmes chevillés dans le béton cellulaire au moyen de clous spéciaux Ytong. Le traitement des joints sera conforme au DTU 25.41.

■ Papier peint et toile de verre

Les finitions utilisant des toiles de verre, papiers spéciaux légèrement gaufrés ou à fibres longues collées, nécessitent un enduit préalable. Les revêtements intérieurs en papier peint sont utilisables par collage directement sur l'enduit intérieur. Dans tous les cas de figure, il est nécessaire de respecter les directives du DTU 59.4.

■ Céramique et faïence

Les revêtements muraux en céramique peuvent être collés sur un enduit à base de plâtre, ou directement sur la maçonnerie en béton cellulaire Ytong au moyen de mortier-colle bénéficiant d'un Avis Technique favorable à une application sur un support en béton cellulaire.

■ Peinture intérieure

Les peintures utilisées doivent être microporeuses.

Travaux de finitions

■ Saignées & percements

Les saignées sont réalisées à l'aide d'une gouge à rainurer manuelle ou d'une rainureuse électrique. Les percements sont réalisés au moyen de mèches à trépan, mèches ou scies cloche. Dans tous les cas, le rebouchage est effectué au plâtre fort.

■ Fixations & scellements

- Le clouage :

Le clouage direct dans le béton cellulaire doit toujours être réalisé à l'aide de clous spéciaux tronco-pyramidaux en acier galvanisé ou en aluminium.

- Le chevillage

Les fixations par chevilles métalliques, plastiques à expansion ou chimiques, adaptées au béton cellulaire, disponibles dans le commerce, couvrent tous les besoins courants en matière de fixation.

Le tableau ci-après rassemble de façon non exhaustive les fixations compatibles dans le béton

cellulaire en fonction des charges à supporter.

- Le scellement : destinés à assurer l'ancrage de charges ponctuelles élevées. Il en existe différents types :

- le mortier de scellement

Il se compose de 5 volumes de mortier-colle, 1 volume de ciment et 4 volumes de sable.

- les produits de scellement prêts à l'emploi

Il est impératif de suivre les préconisations des fabricants.

- le scellement au plâtre

Les scellements au plâtre fort ne sont envisageables qu'en intérieur (sauf en milieu humide).

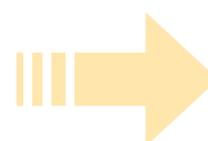
- les scellements par fixations traversantes

Ce type de scellement assure la fixation de charges lourdes ou de charges supportant des efforts dynamiques.

- le scellement chimique à la résine

Fixations et scellements

CHARGE	FABRICANT	NOM DE LA FIXATION	NATURE DE LA FIXATION	EXEMPLES D'APPLICATIONS	RECOMMANDATION YTONG
< 5 kg	FISCHER	FISCHER N F5		Etagères, Interrupteurs électriques, goulottes, luminaires, colliers, miroirs, porte-savon...	COMPACT ENERGIE THERMO VERTI
		FISCHER N F6			
		FISCHER SX 6 *30	Nylon		
		FISCHER SX 8*40	Nylon		
	FISCHER S6	Nylon			
	ETANCO	ETANCO ELICO 5	Polypropilène		
		ETANCO ELICO 6	Polypropilène		
Jusqu'à 10 kg	FISCHER	FISCHER N F8		Rayonnages muraux, chemins de câbles, consoles, tringles à rideaux, baguettes, pattes, équerres,...	COMPACT ENERGIE THERMO VERTI
		FISCHER S8	Nylon		
		FISCHER SX 10 *50	Nylon		
		FISCHER N F10			
	ETANCO	ETANCO NYLON XP 5	Nylon		
		ETANCO HEMA 6	Métallique		
Jusqu'à 15 kg	ETANCO	ETANCO MARCOVIS MP 8	Polyamide	tableau électrique, luminaires, lavabo, chevrons, lattes, bardage, ossature non structurelle,....	COMPACT ENERGIE THERMO VERTI
		ETANCO ELICO 8	Polypropilène		
		ETANCO NYLON XP 6	Nylon		
		ETANCO NYLON XP 7	Nylon		
		ETANCO MARCOVIS MP 8	Polyamide		
	ING	ING GB M6	Polyamide		
Jusqu'à 20 kg	HILTI	HUS	Acier électrozingué	Fixations semi-lourdes, éléments de cuisine, salle de bains... bardage, ossature non structurelle,....	COMPACT ENERGIE THERMO VERTI
	FISCHER	FISCHER SXR 10	Polyamide		
		FISCHER SX 10 * 80	Nylon		
		FISCHER S10	Nylon		
		FISCHER FMD 8 *38	Métallique		
	ETANCO	ETANCO MARCOVIS MP 10	Polyamide		
		ETANCO NYLON XP 8	Nylon		
		ETANCO NYLON XP 10	Nylon		
		ETANCO MARCOVIS MP 10	Polyamide		
	ING	ING GB M8	Polyamide		
	SPIT	SPIT NYL 5	Nylon		
HILTI	HILTI HFX M8	chimique			
	HILTI HFX M10	chimique			
	HILTI HFX M12	chimique			
					COMPACT VERTI



CHARGE	FABRICANT	NOM DE LA FIXATION	NATURE DE LA FIXATION	EXEMPLES D'APPLICATIONS	RECOMMANDATION YTONG
Jusqu'à 40 kg	HILTI	HILTI HPD M6	Polyamide Haute résistance	Fixations lourdes, éléments de cuisine salle de bains, mobiliers, chauffe eau... Grilles, huisseries portes et fenêtres, mains courantes, équerres, platines, accessoires sanitaires....	THERMO COMPACT VERTI
		HILTI HPD M8	Polyamide Haute résistance		
		HILTI HRD M8	Polyamide Haute résistance		
		HILTI HRD M10	Polyamide Haute résistance		
	FISCHER	FISCHER SX 14 * 70	Nylon		
		FISCHER SX 16*80	Nylon		
		FISCHER S12	Nylon		
		FISCHER S14	Nylon		
		FISCHER FMD 8 *60	Métallique		
		FISCHER FMD 10*60	Métallique		
	ETANCO	FISCHER FPX	Acier électrozingué		
		FISCHER SXS 14	Nylon		
		ETANCO ELICO 10	Polypropylène		
		ETANCO ELICO 12	Polypropylène		
		ETANCO ELICO 14	Polypropylène		
		ETANCO NYLON XP 12	Nylon		
ING	ETANCO MARCOVIS TUP4 8	Polyamide			
	ETANCO MARCOVIS TUP4 10	Polyamide			
ING	ING GB M10	Polyamide			
SPIT	SPIT NYL 6	Nylon			
Supérieur à 40 kg	HILTI	HIT-HY70 tige M8	Chimique	Fixations lourdes : éléments de cuisine, chauffe eau, ballon eau chaude... Bardage, ossature extérieure...	THERMO COMPACT VERTI
		HIT-HY70 tige M10	Chimique		
		HIT-HY70 tige M12	Chimique		
		HGN 12	Polyamide		
		HGN 14	Polyamide		
		HILTI HPD M10	Métallique		
	FISCHER	FISCHER FPX groupe	Métallique		
		FISCHER FIS V/VS/VW 8 *	Chimique		
		FISCHER FIS V/VS/VW 12 *	Chimique		
		FISCHER FTP - M 6	Métallique		
		FISCHER FTP - M 8	Métallique		
		FISCHER FTP - M 10	Métallique		
	ETANCO	ETANCO CHIMFORT M8	Chimique		
		ETANCO CHIMFORT M10	Chimique		
		ETANCO CHIMFORT M12	Chimique		
		ETANCO NYLON XP 14	Nylon		
	SIPT	SPIT NYL 8	Nylon		
		SPIT NYL 10	Nylon		
		SPIT NYL 12	Nylon		
		SPIT NYL 14	Nylon		
ETANCO	ETANCO HEMA 8	Métallique			
HILTI	HILTI HPD M6	Métallique			
	HILTI HPD M8	Métallique			
FISCHER	FISCHER GB 10	Nylon			
	FISCHER GB 14	Nylon			
	FISCHER FPX seul	Métallique			
	FISCHER FPX groupe	Métallique			
Fixation menuiserie	FISCHER	FFS	Vis	Menuiseries	THERMO COMPACT VERTI
	SPIT	SPIT FS	Vis		
Fixation ITE	EJOT	EJOTHERM STR U		ITE	THERMO COMPACT VERTI
	SCELL IT	FITORX			
	HILTI	HILTI D-FV T			

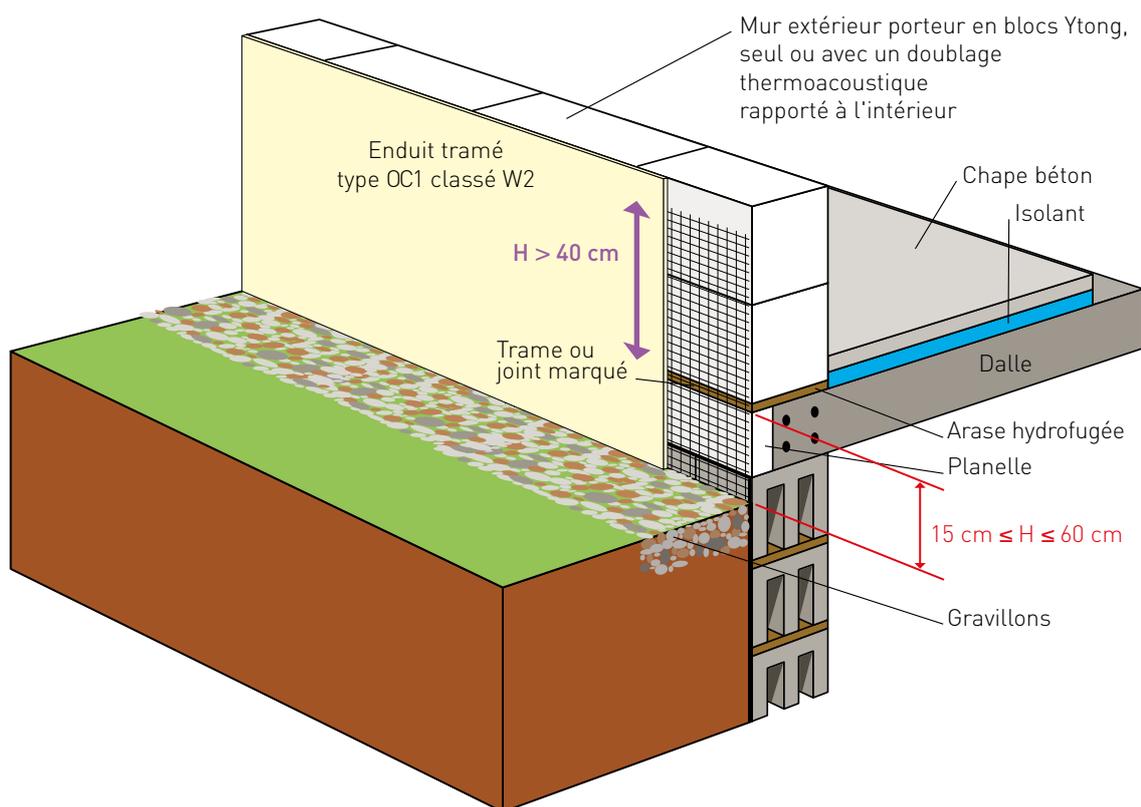
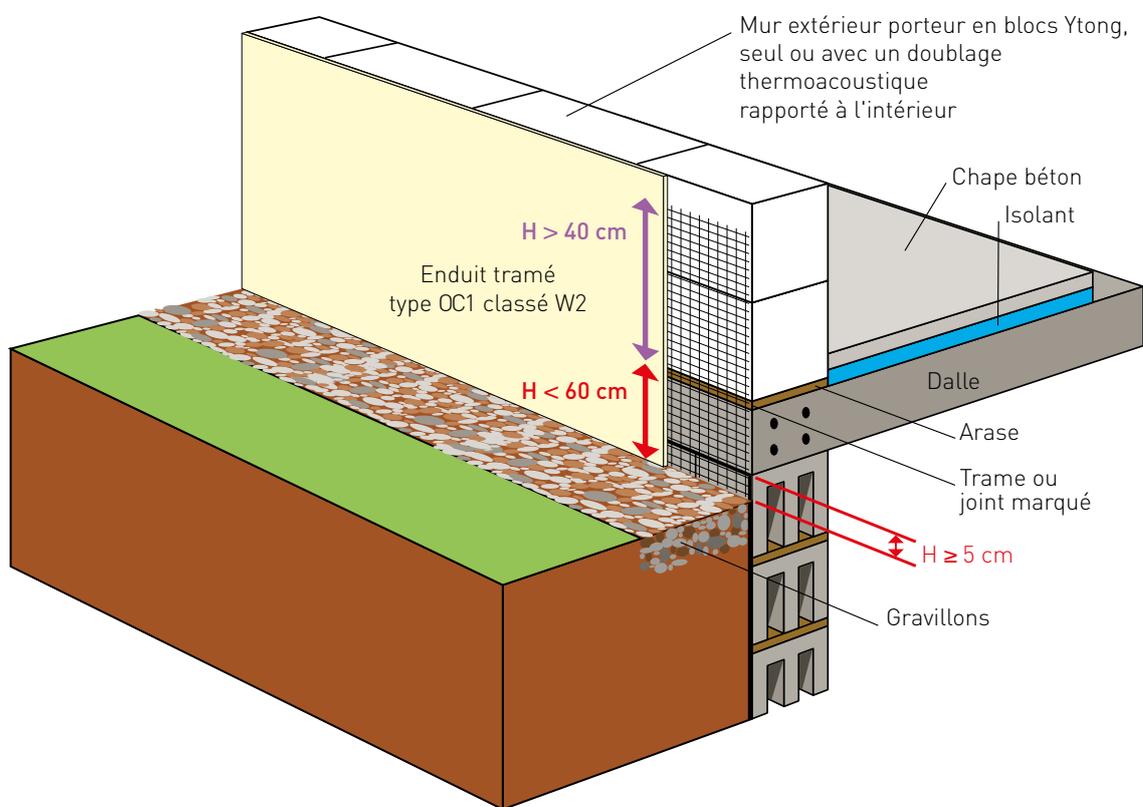
* Utilisation du foret PBB et douille de centrage

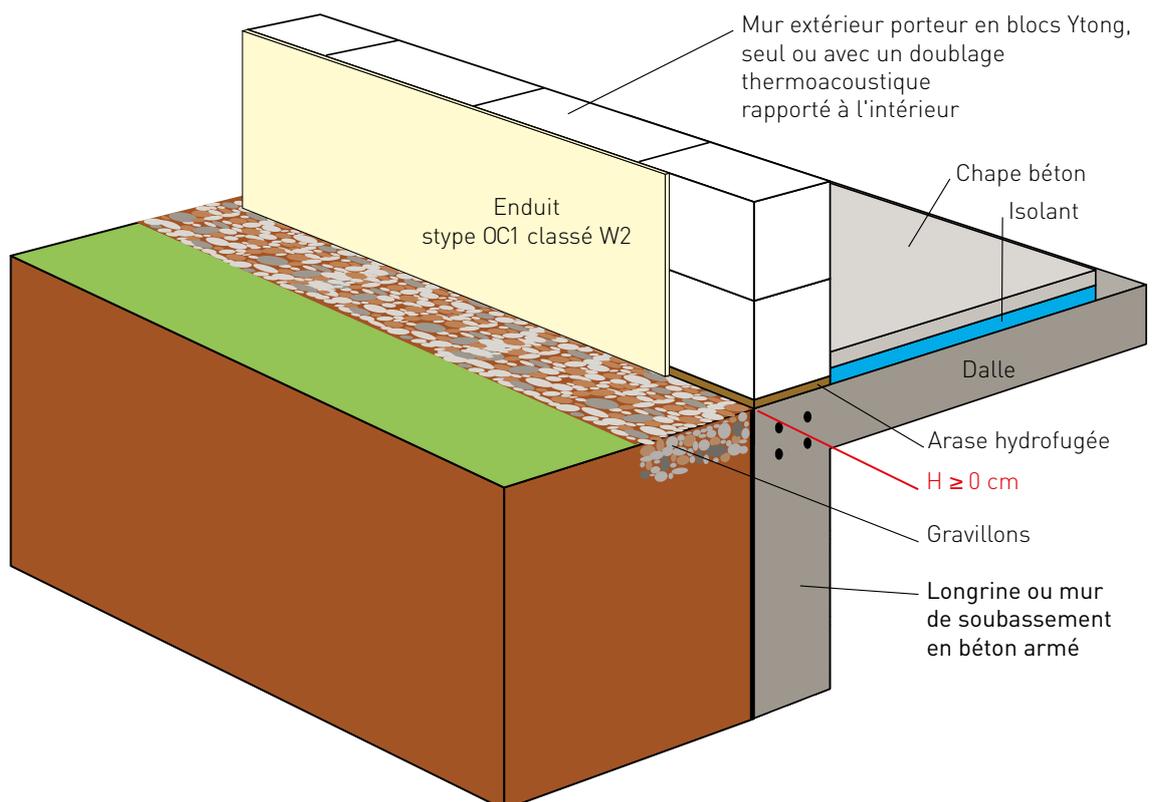
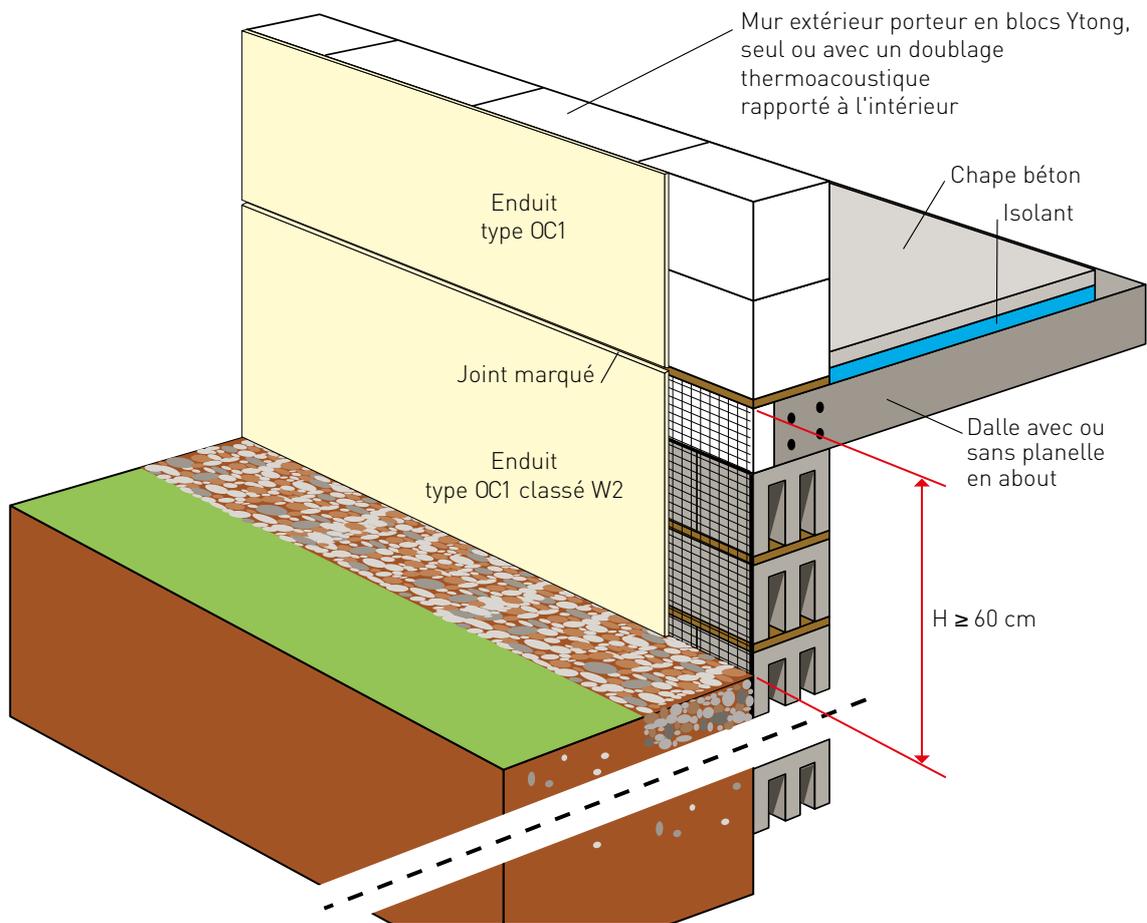


YTONG

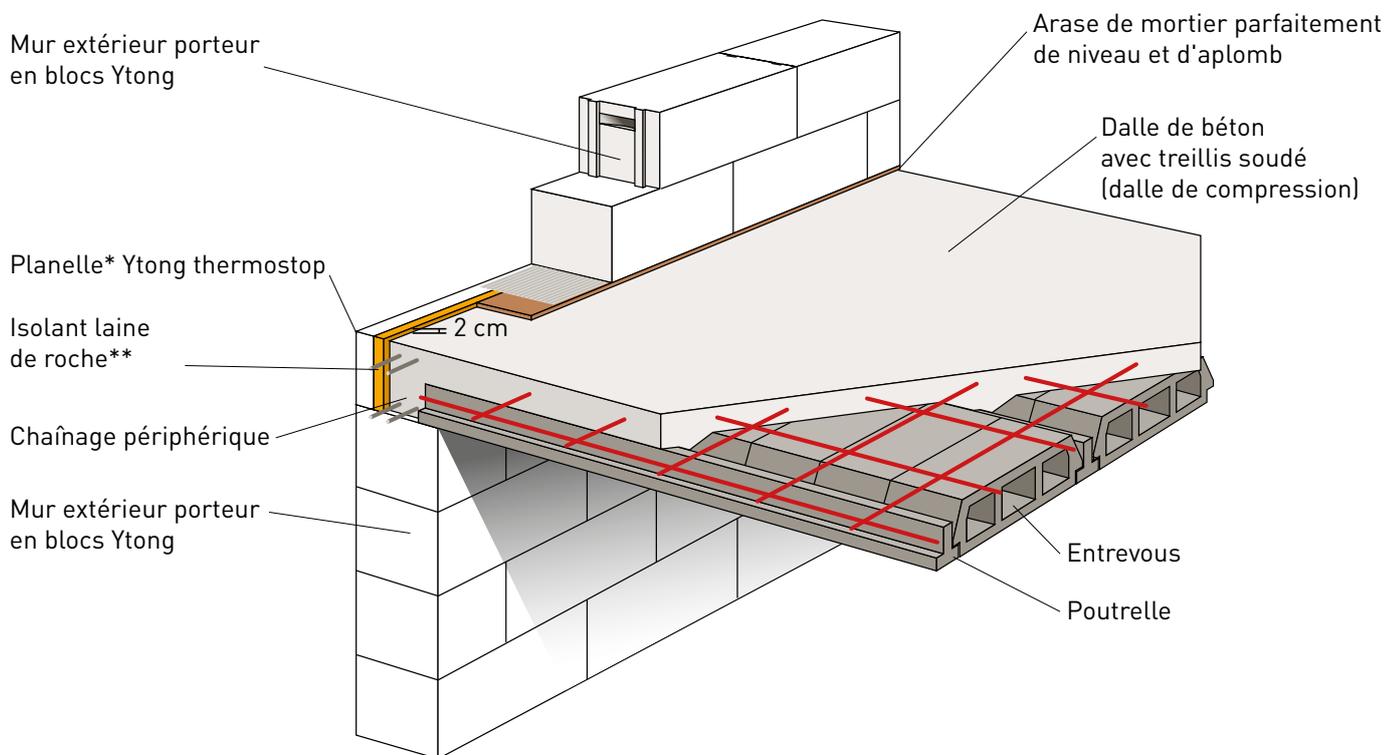
Détails de conception

Pieds de mur



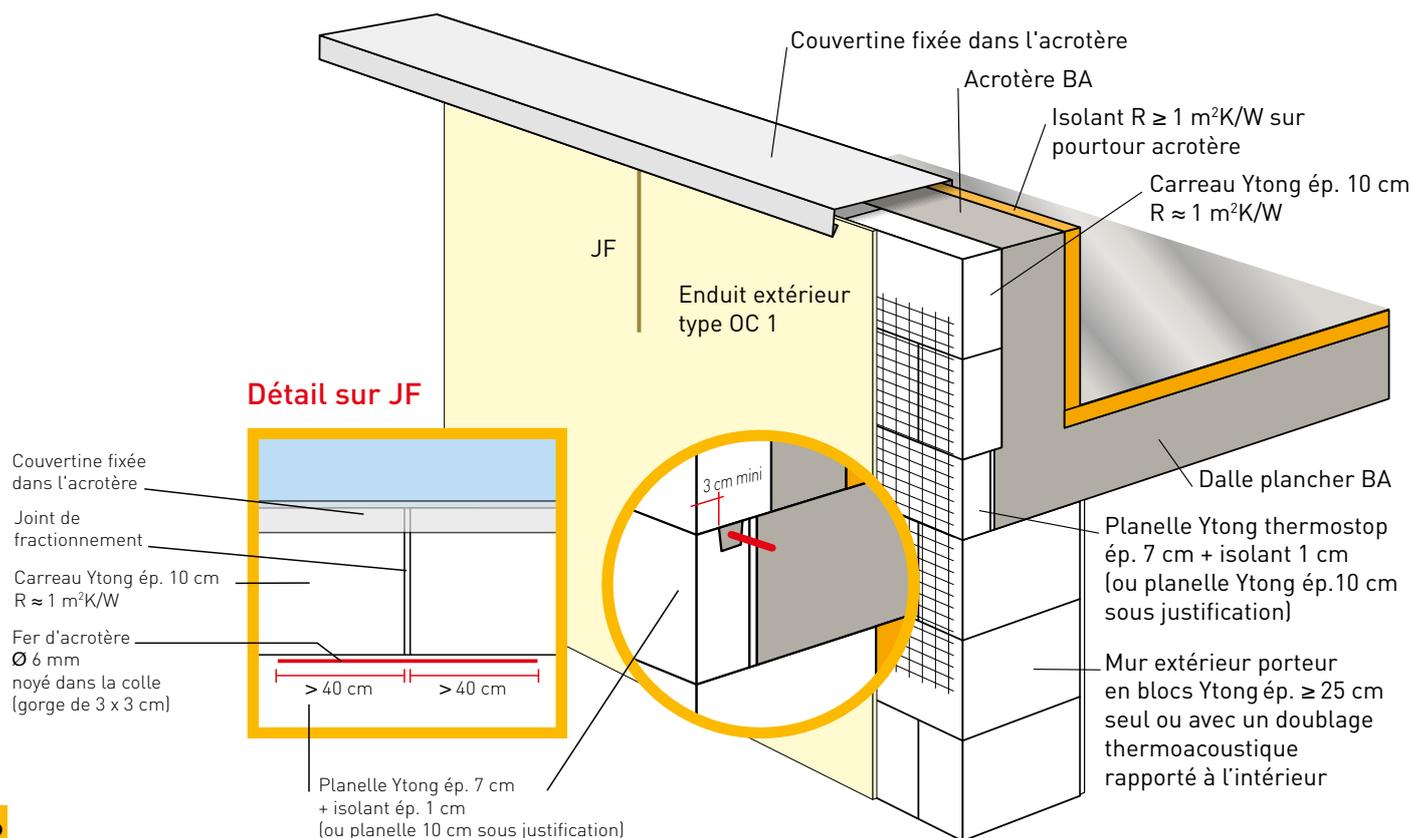


Plancher poutrelles-entrevous béton ou plancher béton armé plein & mur extérieur en blocs



* Le plancher, chaînage horizontal compris, doit reposer sur au moins 2/3 du mur
 ** Si l'épaisseur du mur est ≥ 25 cm

Détails au niveau des toitures & de l'acrotère

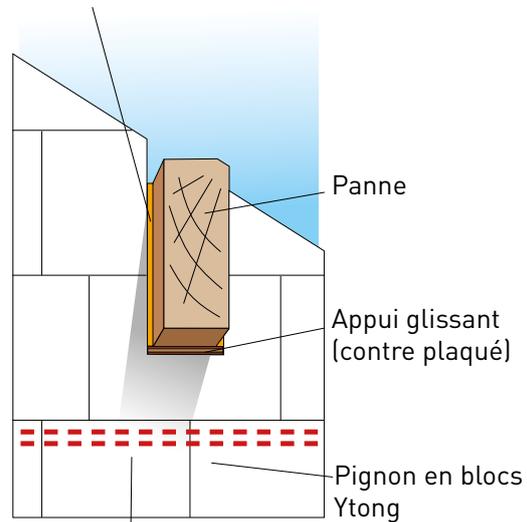
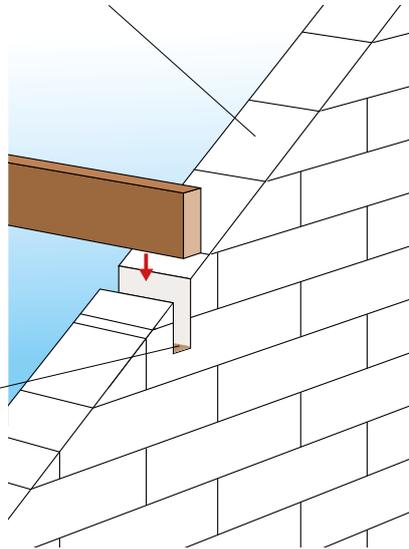


Détails de finition d'une réserve pour appuis de panne en pignon

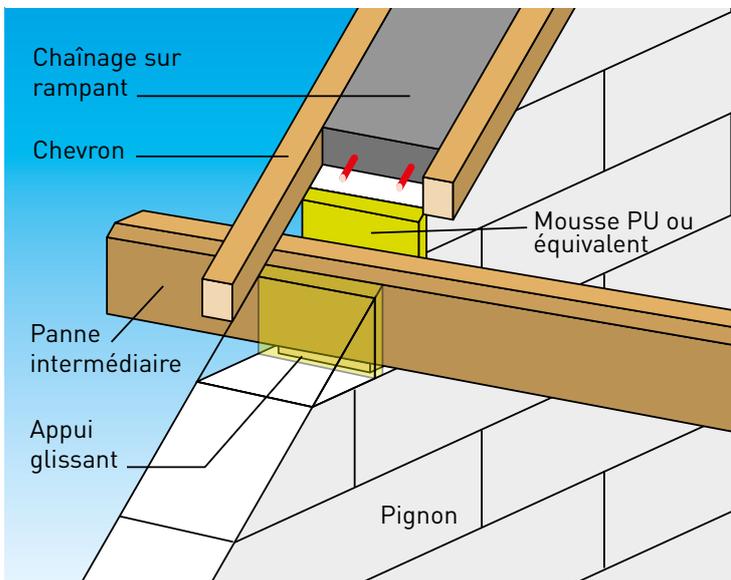
Pignon extérieur porteur et isolant en blocs Ytong

Mousse de polyuréthane ou équivalent pour remplissage des espaces de chaque côté de la panne

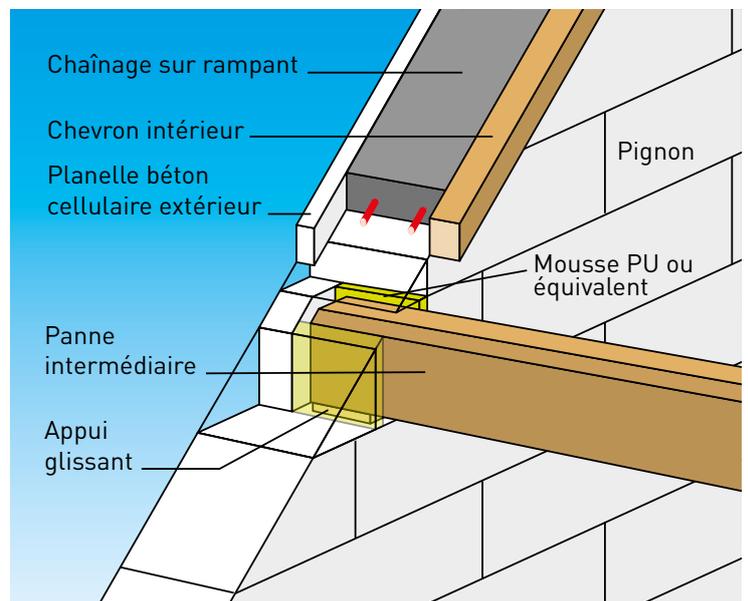
Avant la pose des pannes, prévoir un appui glissant (contreplaqué) dans le fond de la réserve



En cas de charge importante, nous conseillons de mettre un sommier en béton armé pour répartir les charges (TU + béton armé)



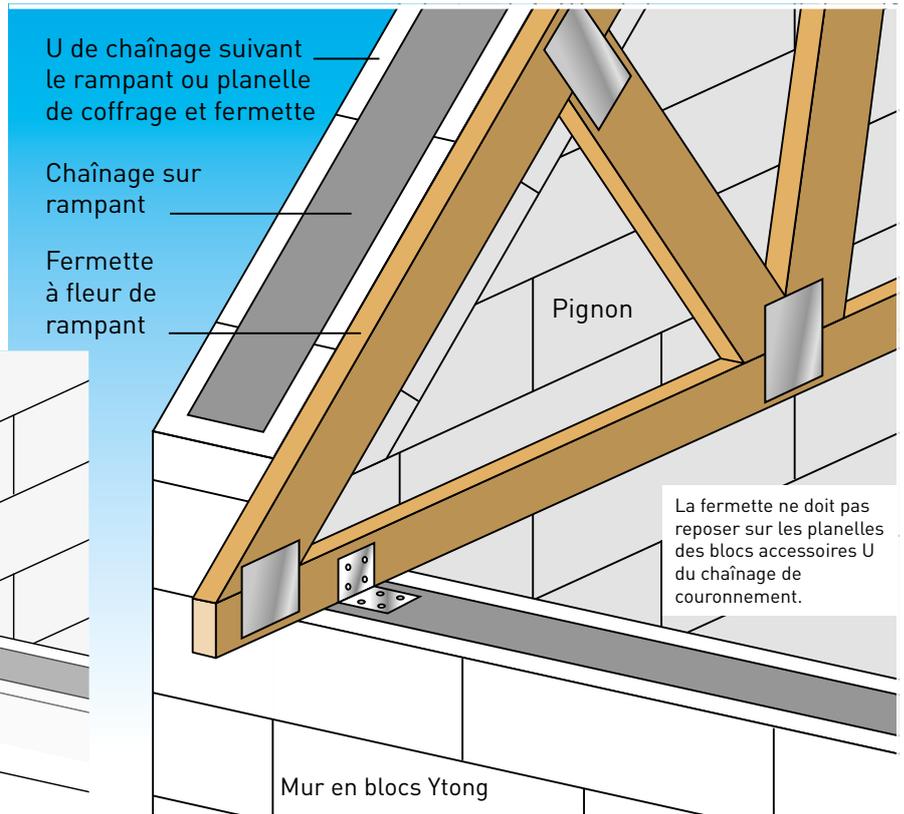
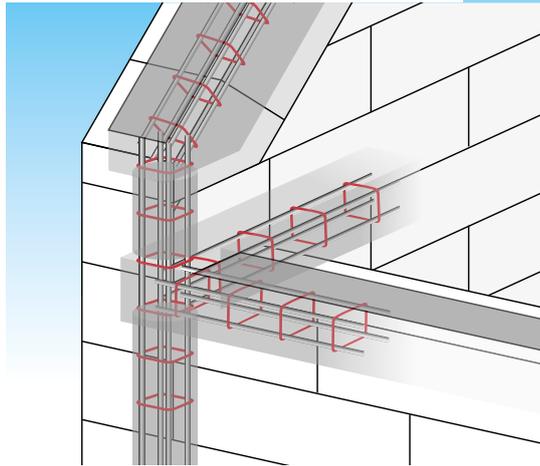
Réalisation des rampants avec avancée de toit dans le cas de hauteur de pignon supérieur à 1,5 m



Réalisation des rampants sans avancée de toit dans le cas de hauteur de pignon supérieur à 1,5 m

Réalisation des rampants avec charpente industrielle dans le cas de hauteur de pignon supérieure à 1,5 m

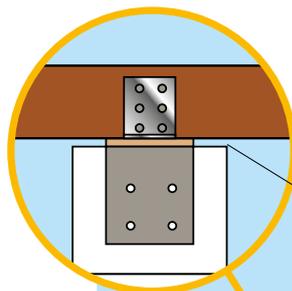
Détails des liaisons entre le chaînage des rampants, les chaînages verticaux et les chaînages horizontaux.



Détails sur les murs porteurs

Appuis de charpente fermette sur linteau baie

Repos sur contreplaqué avant fixation de l'équerre sur la fermette

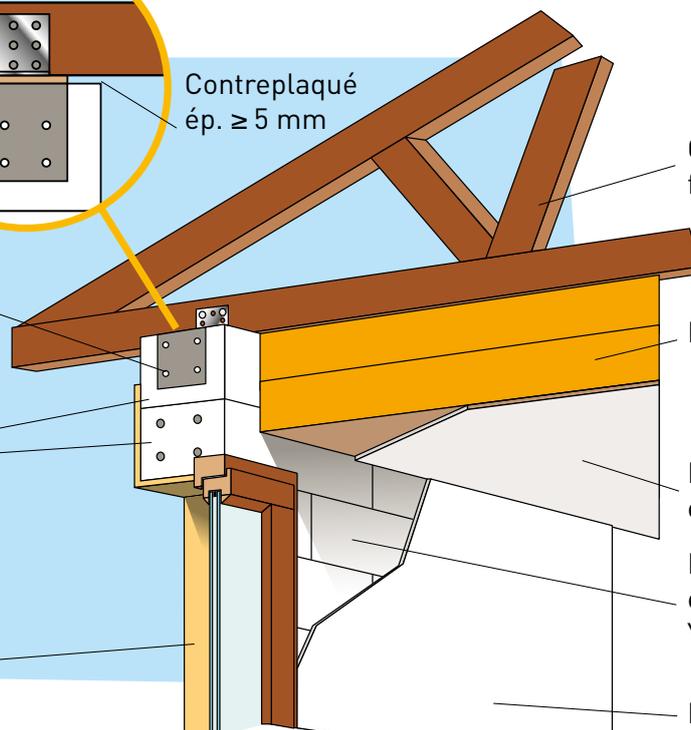


Contreplaqué ép. ≥ 5 mm

Ferrailage selon calcul

Coffrage en blocs TU ou U coquille Ytong pour chaînage périphérique et linteau

Enduit extérieur type OC 1



Charpente de type fermette

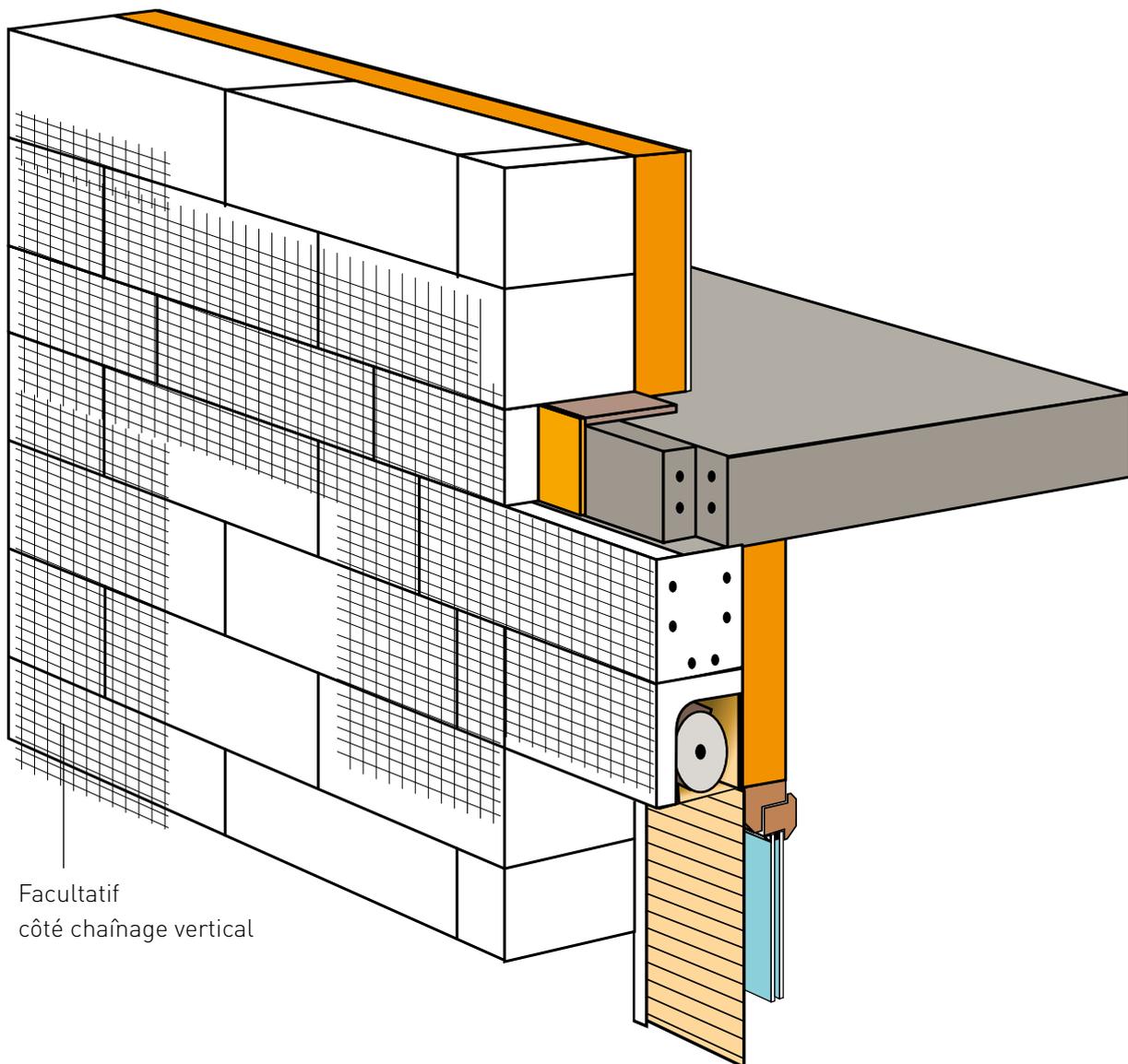
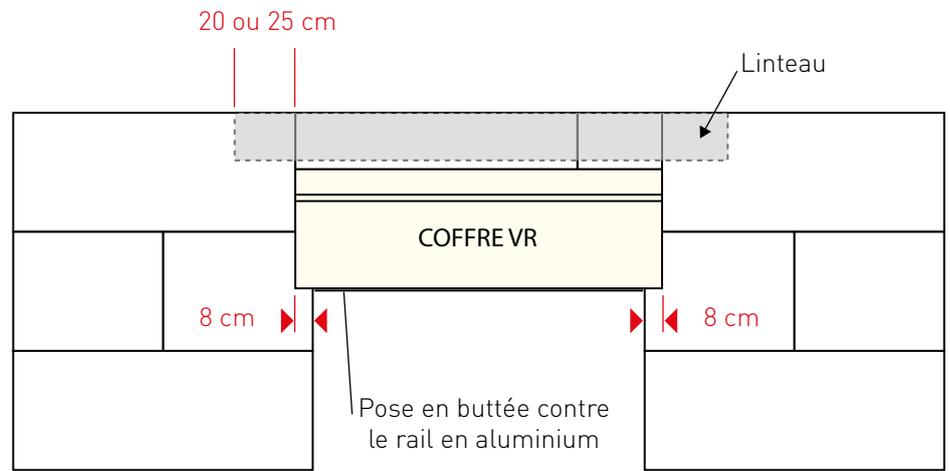
Isolant thermique

Plafond suspendu en plaque de plâtre

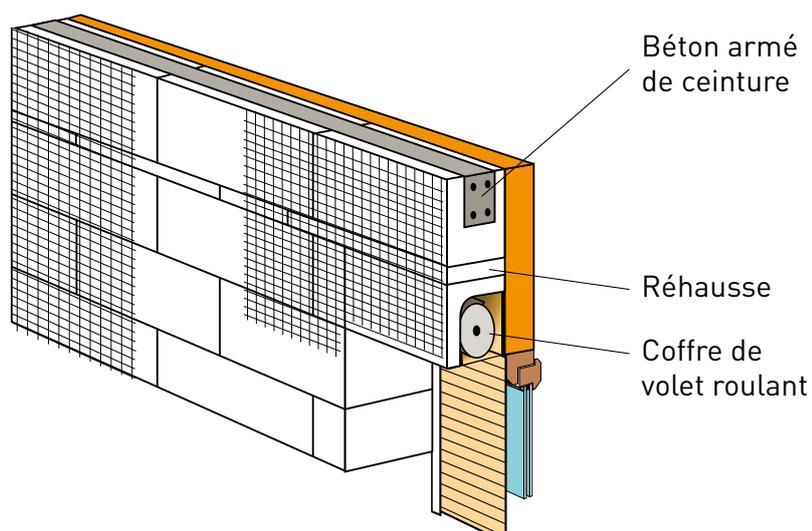
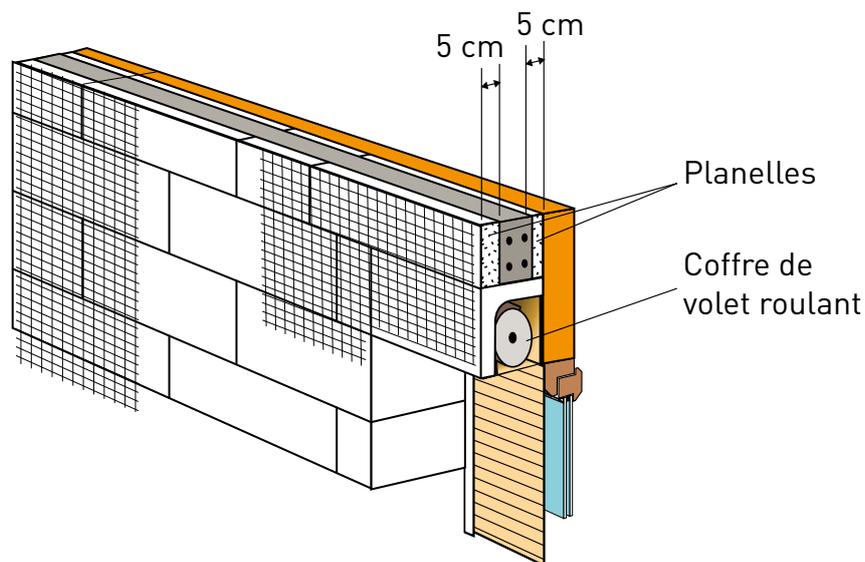
Mur extérieur porteur et isolant en blocs Ytong

Enduit intérieur

Réalisation du linteau au-dessous du caisson de volet roulant



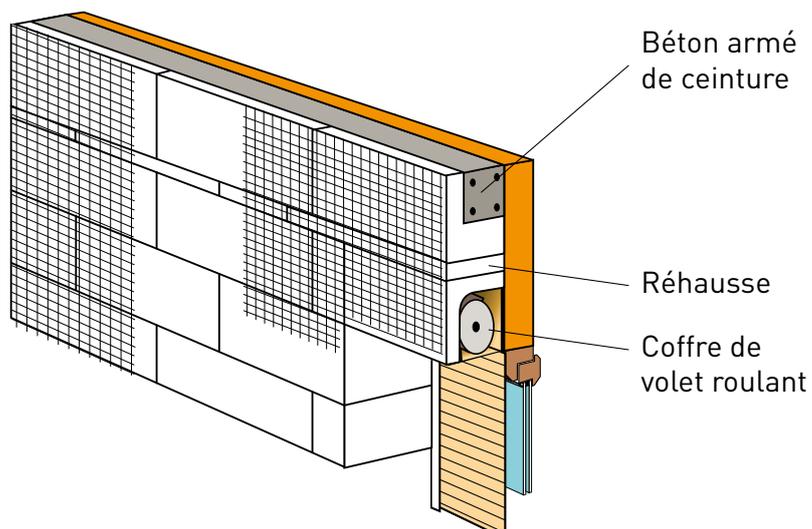
Réalisation du linteau au-dessus du caisson de volet roulant



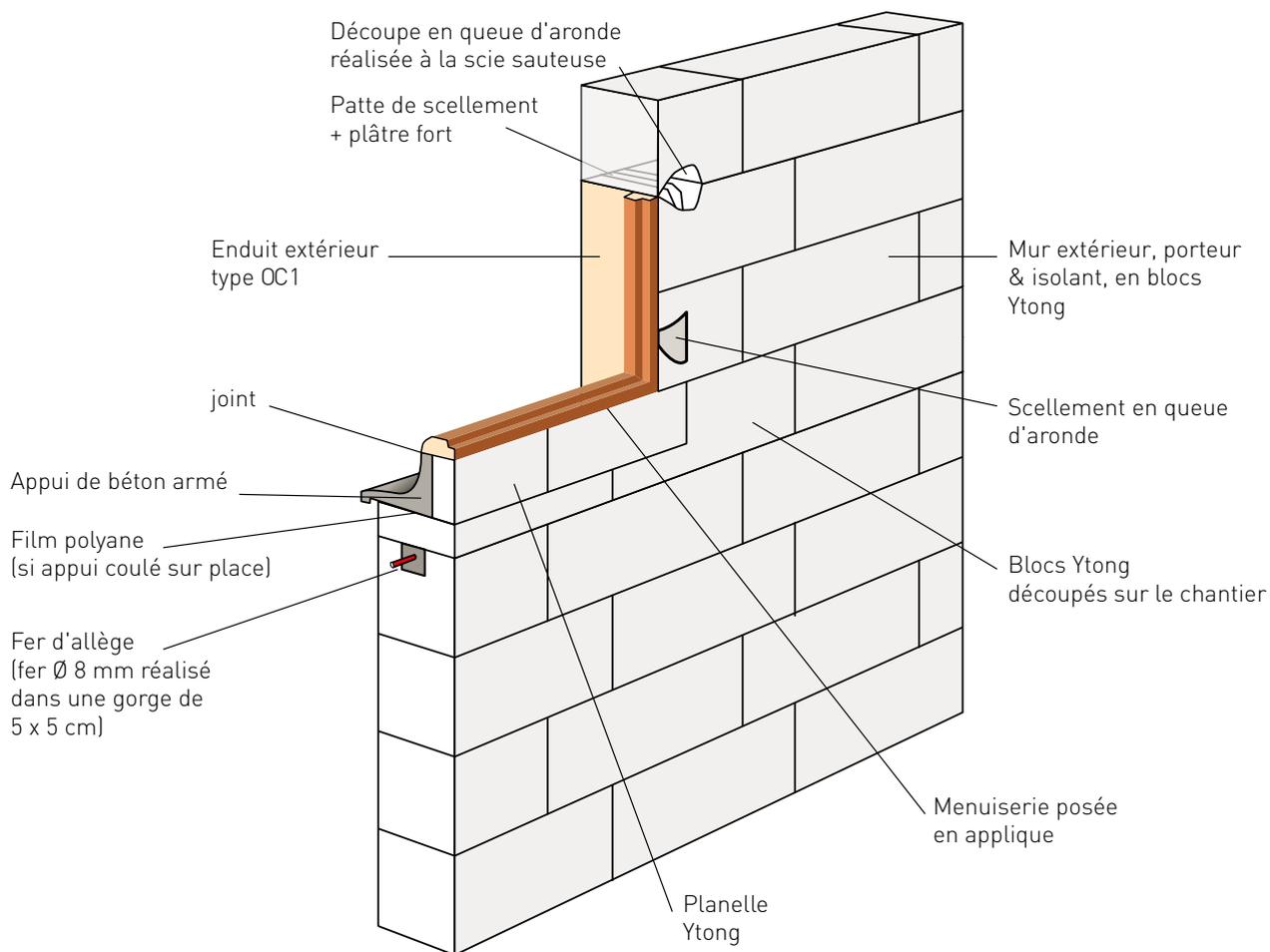
Solution éventuelle pour fortes charges

Conseils YTONG

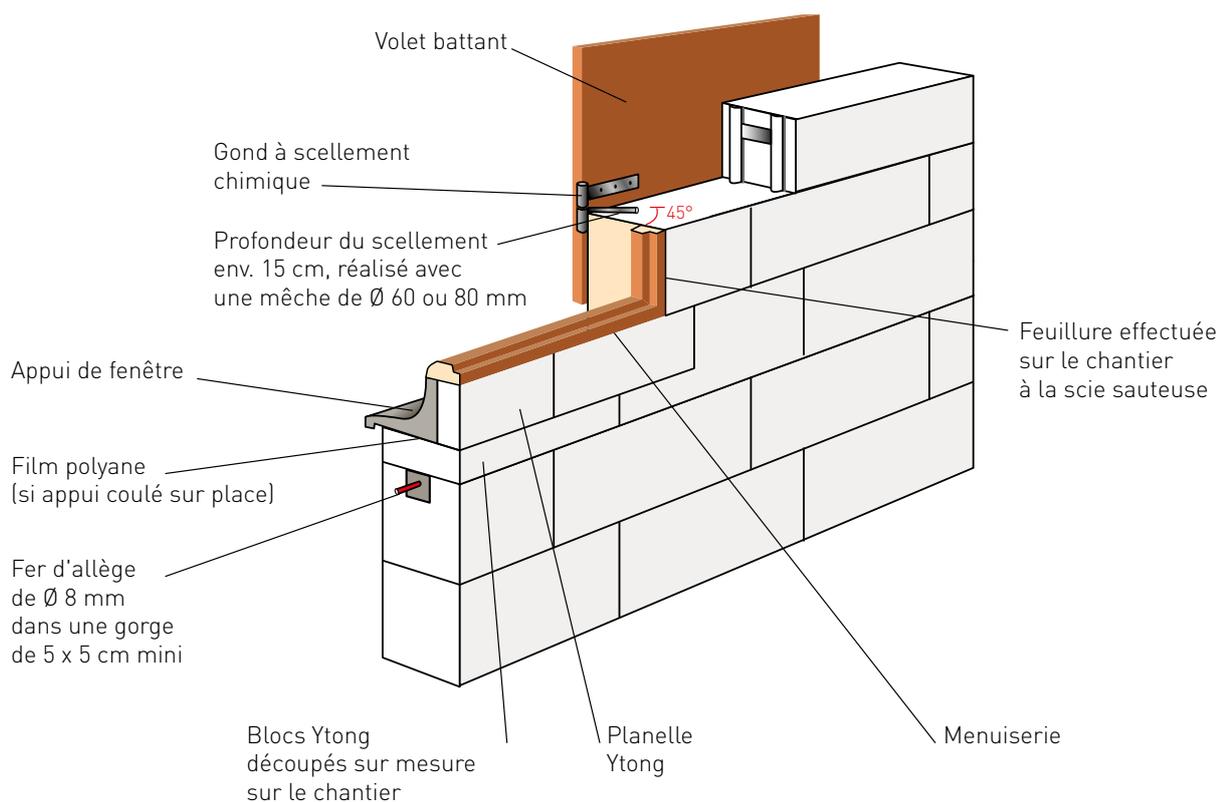
Humidifier les blocs TU & les planettes avant le coulage du béton



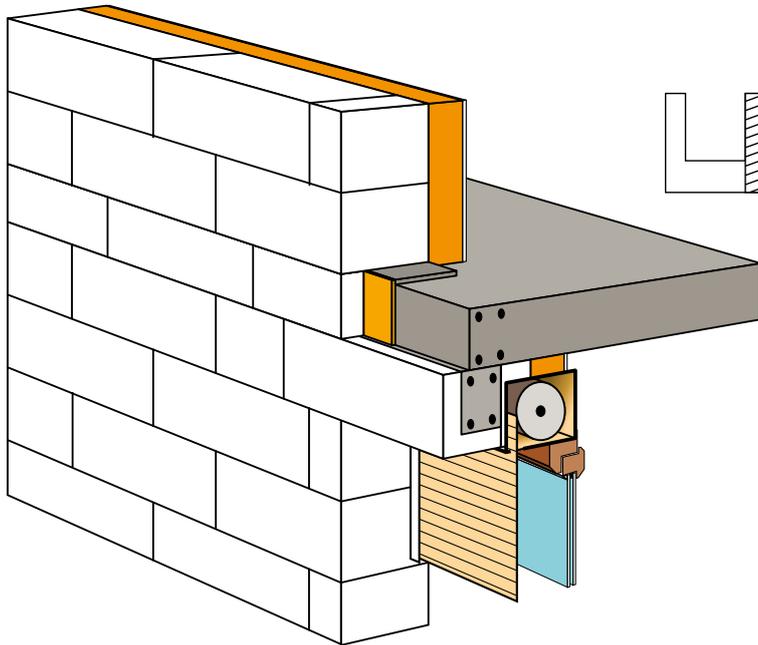
Scellement d'une menuiserie en applique (hors zones sismiques)



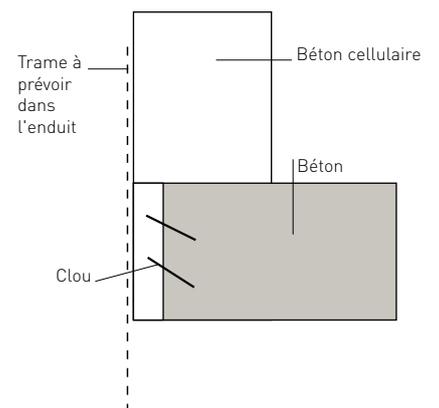
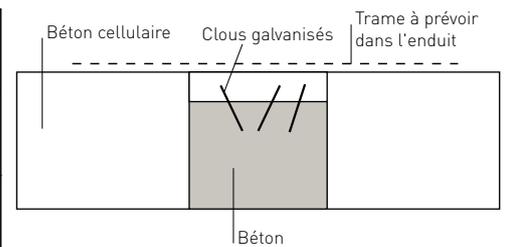
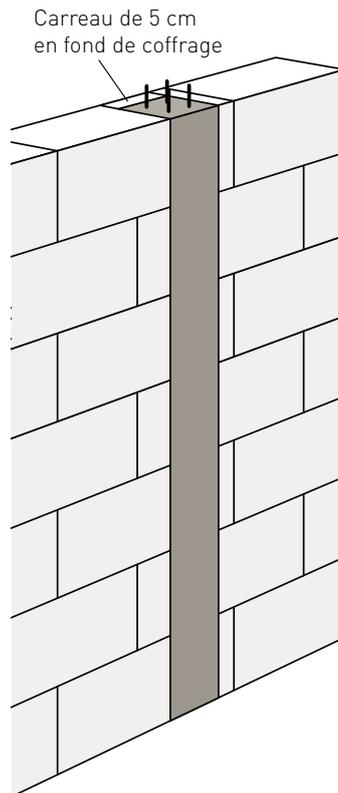
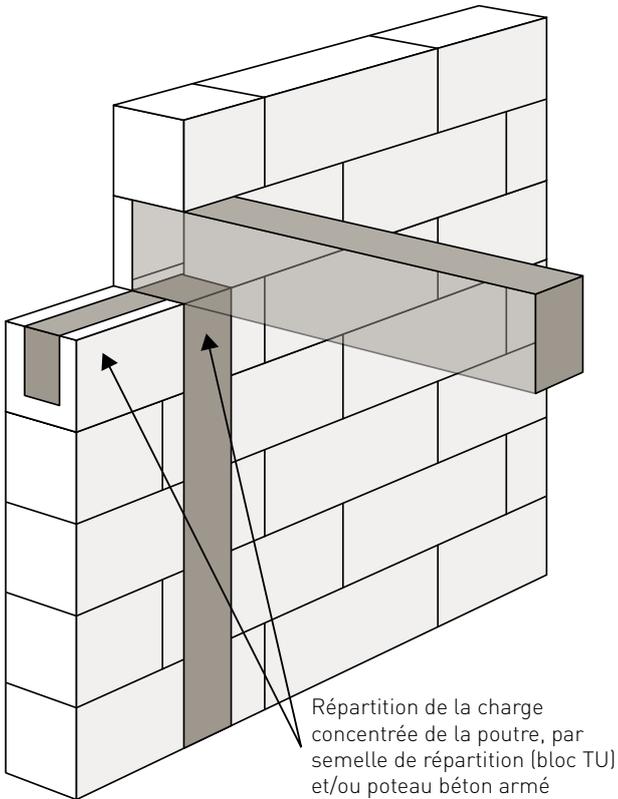
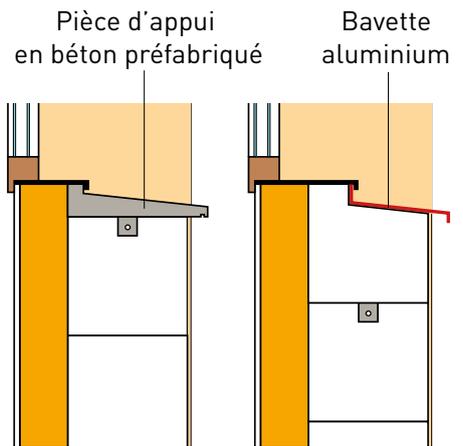
Fixation pour volets battants & coupe sur allège & menuiserie (hors zones sismiques)



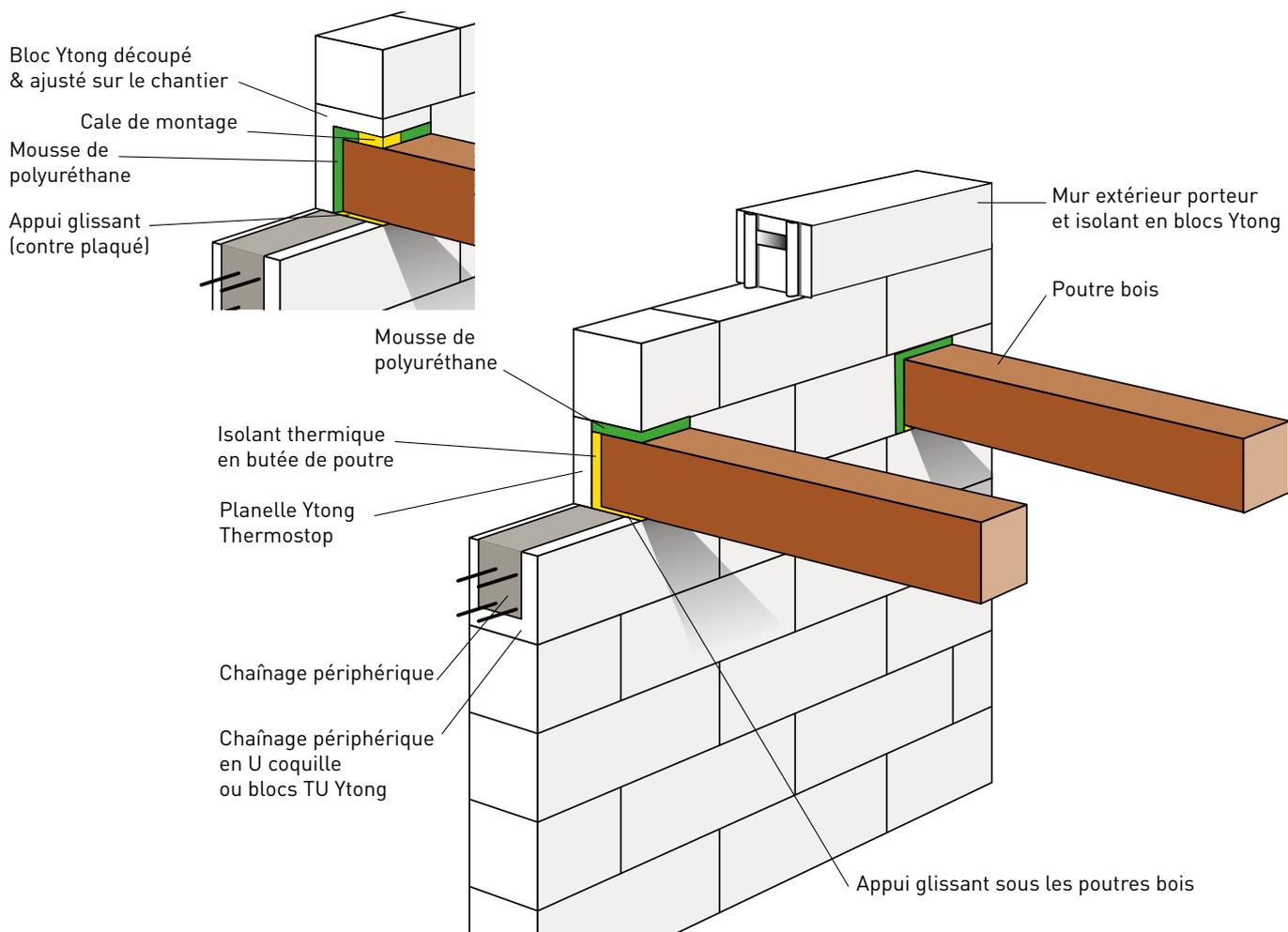
Linteau, cvr & allège en coupe élévation



Possibilité de découper la planelle intérieure du bloc TU

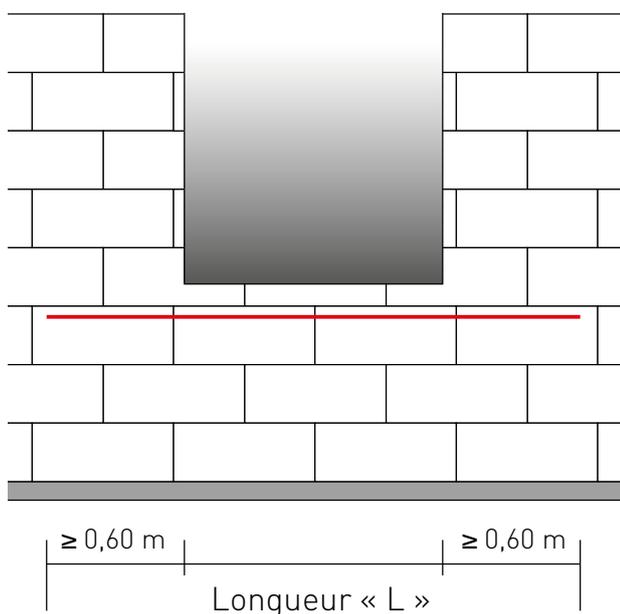


Plancher solivage bois

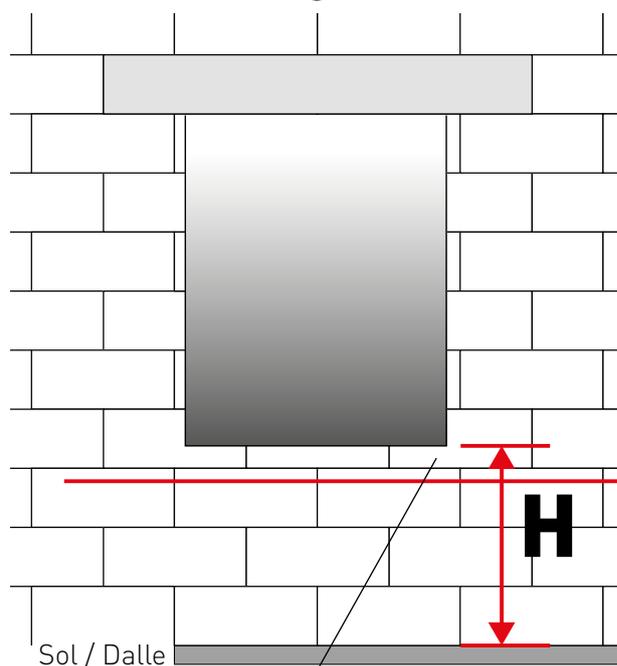


Configuration non sismique

Longueur du fer d'allège

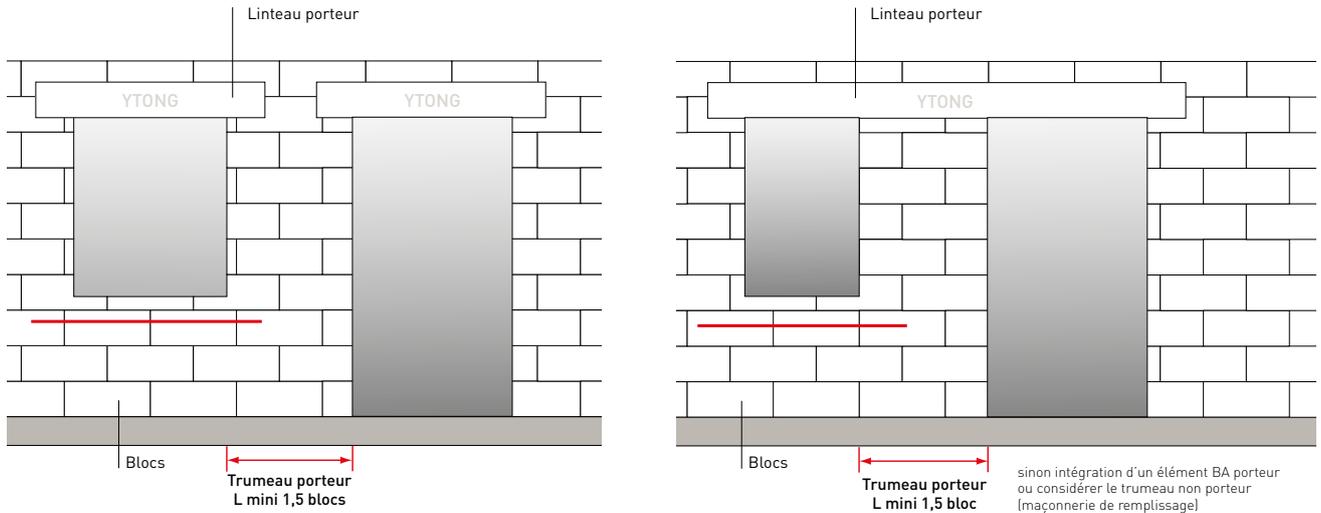


Hauteur d'allège brute



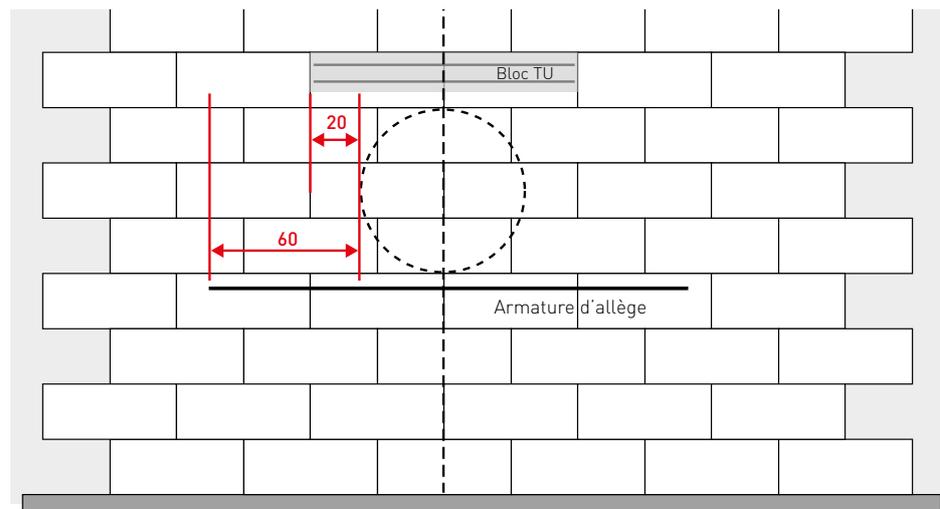
Ajustement des blocs Ytong sur la hauteur pour respecter les hauteurs d'allèges brutes

Trumeaux porteurs



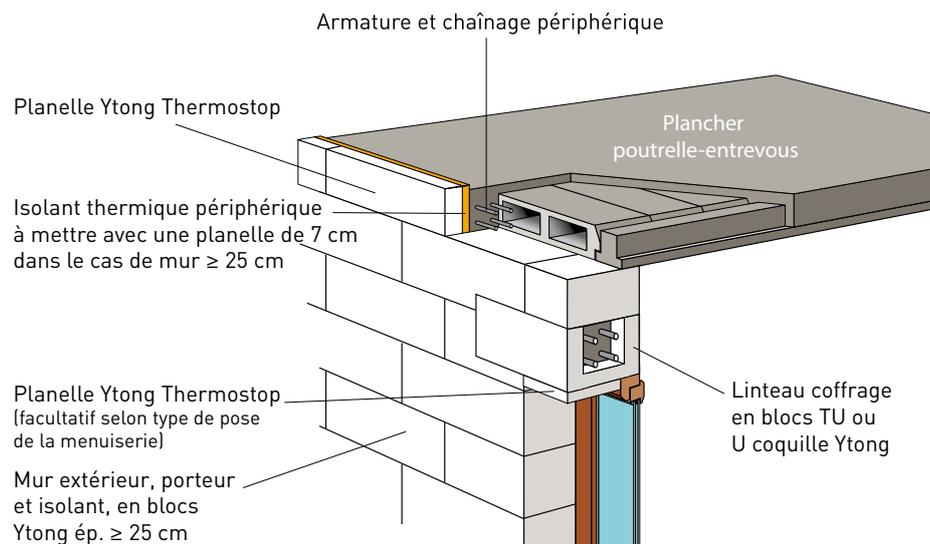
Ouverture non traditionnelle

Oeil de bœuf



Linteau coffrage sous plancher

Poutrelles-entrevous béton



Pour les murs extérieurs ép. 20 cm prévoir une planelle Thermostop P6,5
Pour les murs extérieurs ép. 22,5 cm prévoir une planelle Thermostop P6,5
A savoir : l'épaisseur de la planelle doit être $\leq 1/3$ de l'épaisseur du mur

Linteau sous chaînage

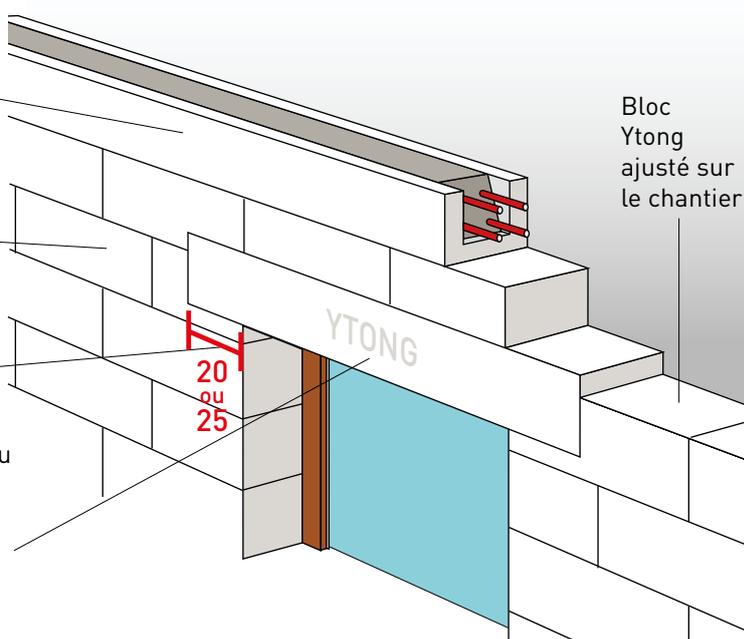
Chaînage périphérique en blocs TU ou U coquille

Chaînage périphérique en blocs TU ou U coquille Ytong avec armature et béton coulé en place

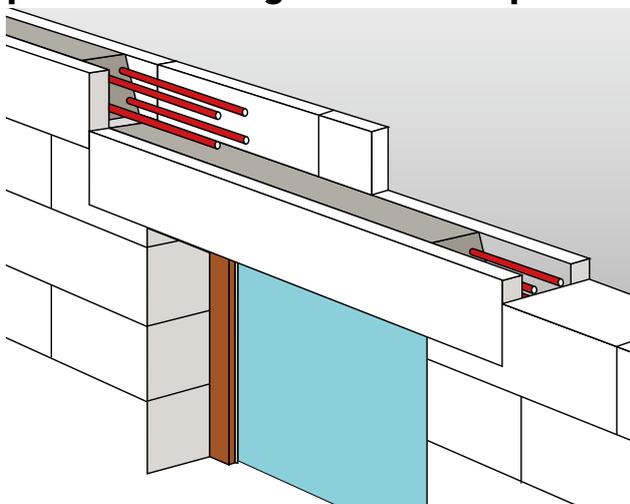
Mur extérieur, porteur et isolant, en blocs Ytong ép. ≥ 20 cm

Les linteaux isolés reposent sur le mur d'au moins 20 cm de part et d'autre de l'ouverture ou 25 cm si l'ouverture ≥ 2 m

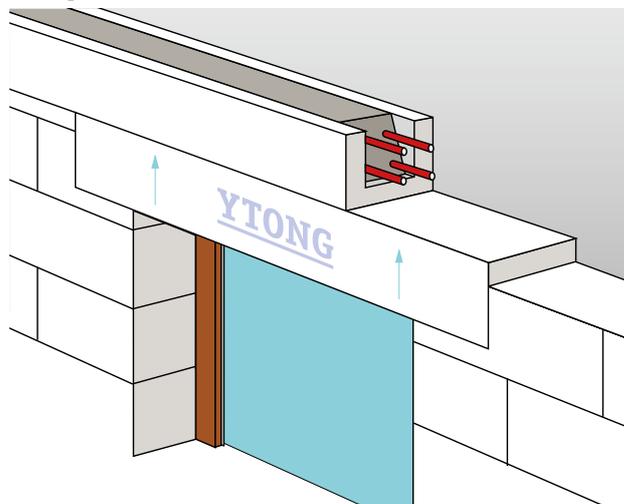
Linteau préfabriqué Ytong (l'inscription doit être lisible de l'extérieur)



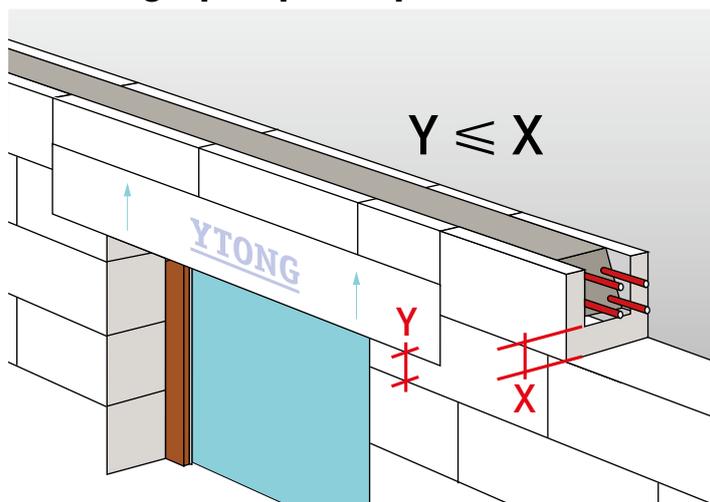
Chaînage périphérique en planelle Ytong Thermostop



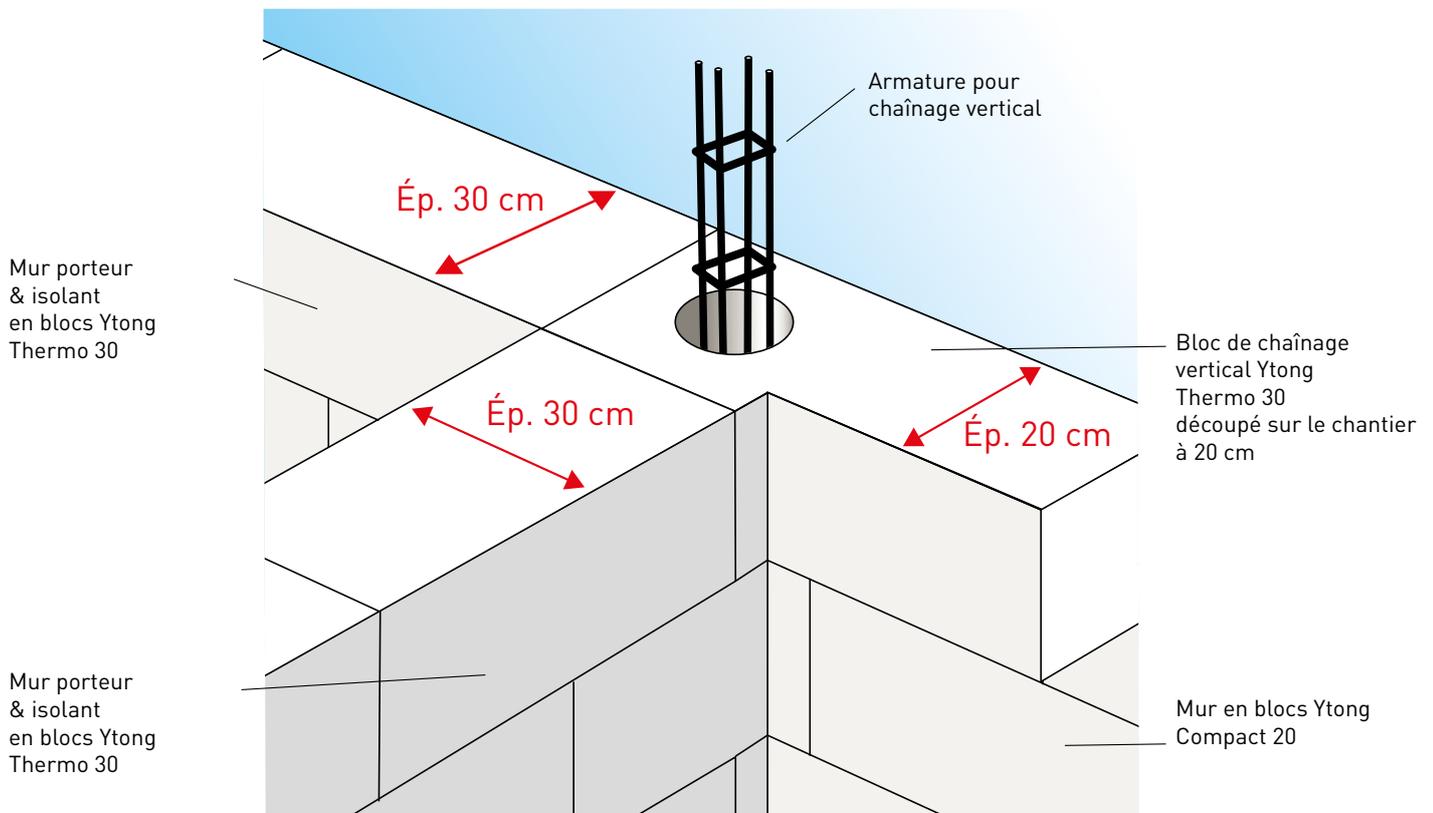
Chaînage périphérique en U coquille



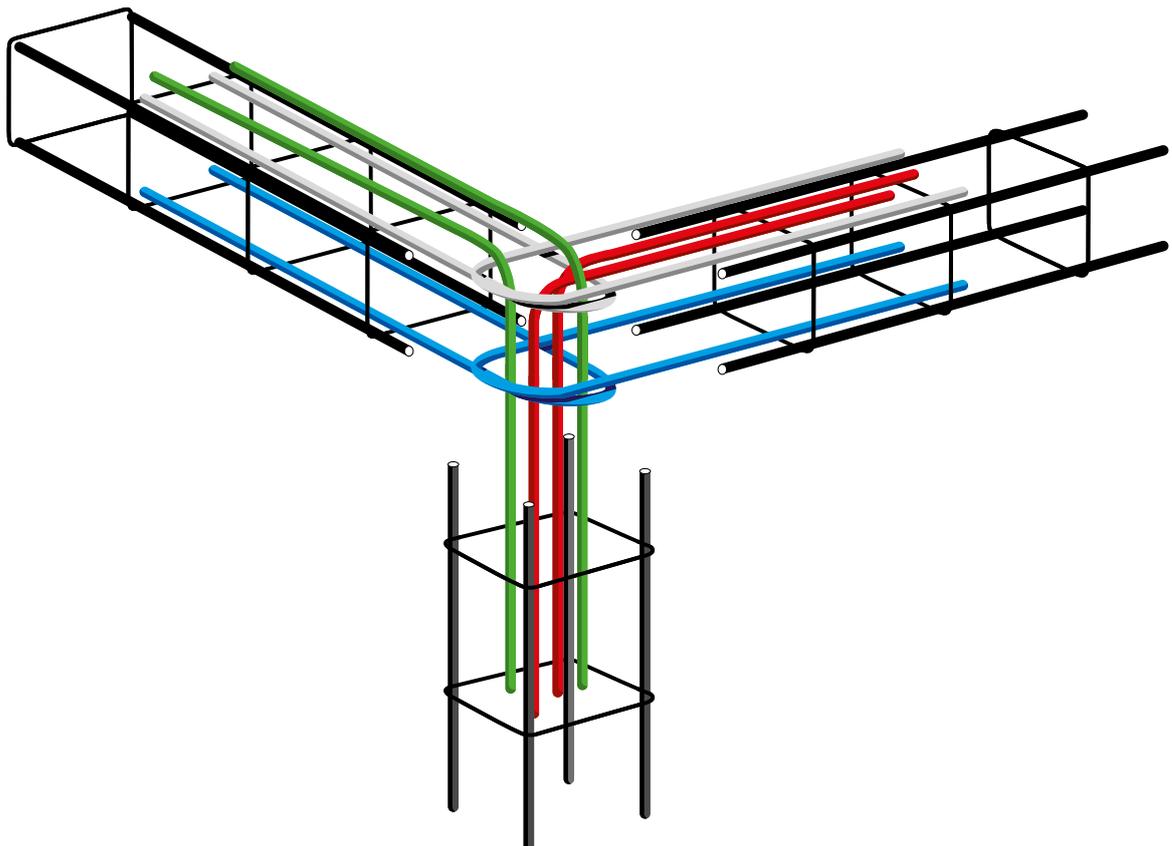
Chaînage périphérique en blocs TU



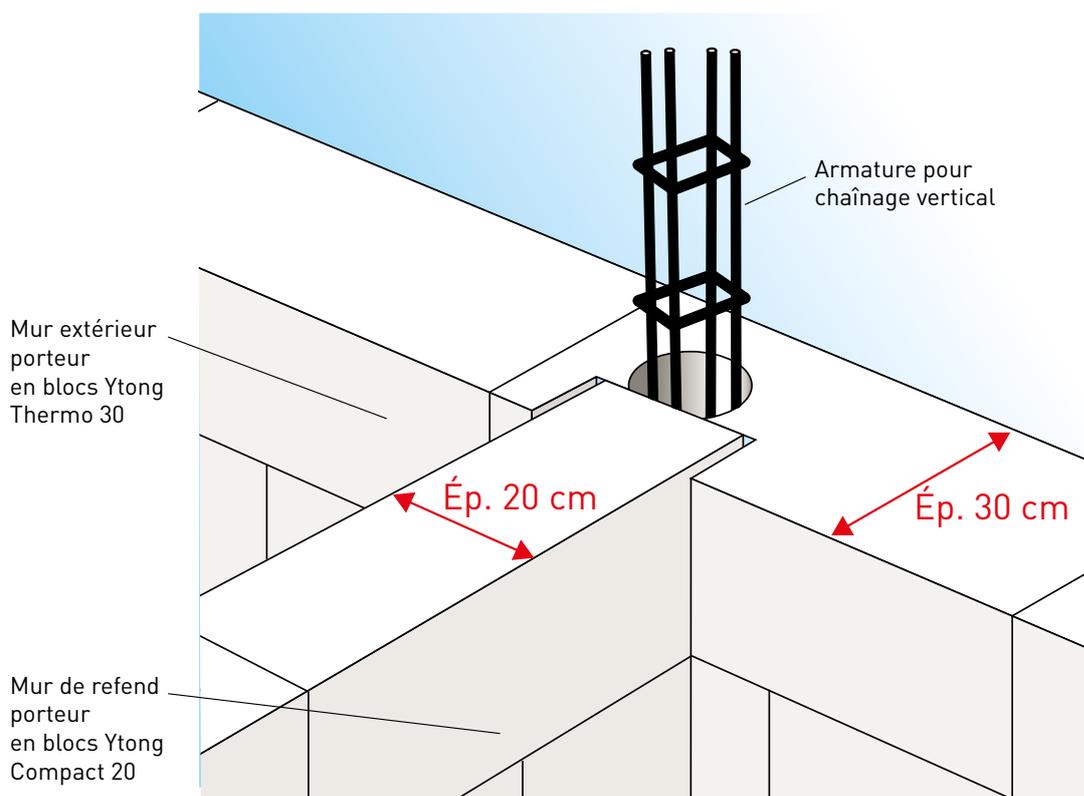
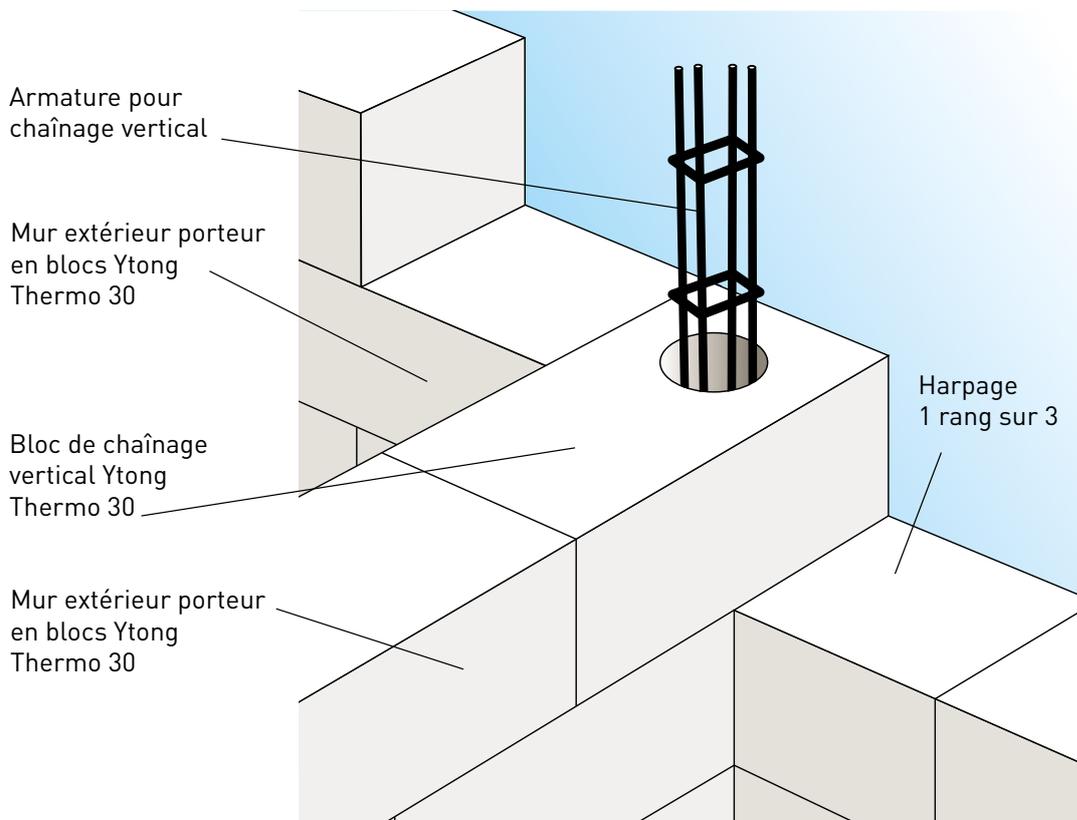
Jonction entre mur Thermo 30 et un mur Compact 20



■ en zone sismique

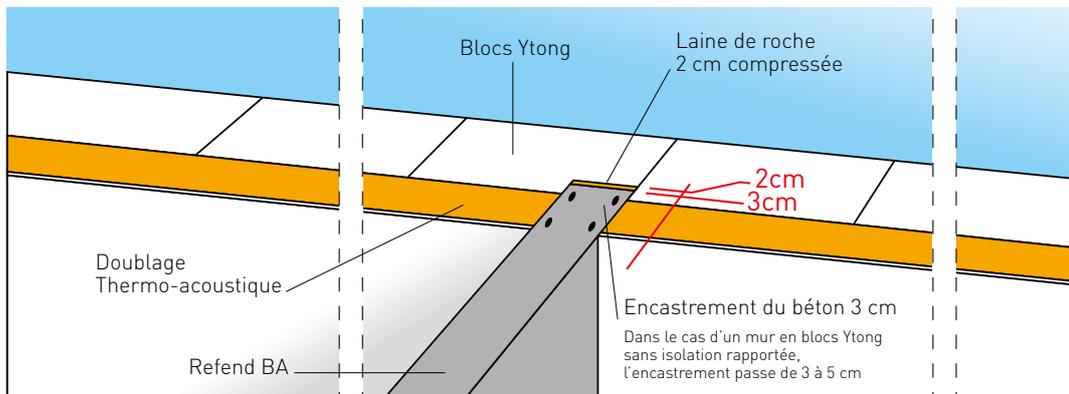


Jonction refend/façade de même nature

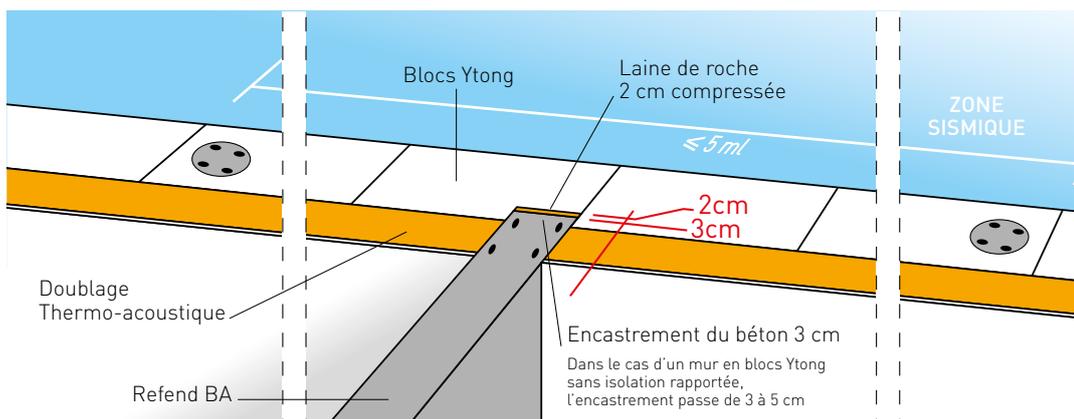


Jonction refend/façade de nature différente

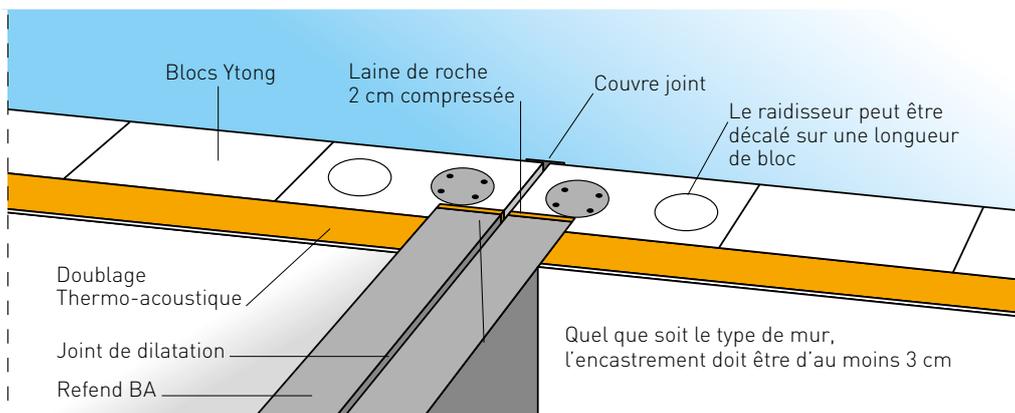
Entre mur extérieur en blocs & refend en béton armé



Entre mur extérieur en blocs & refend en béton armé, en zone sismique

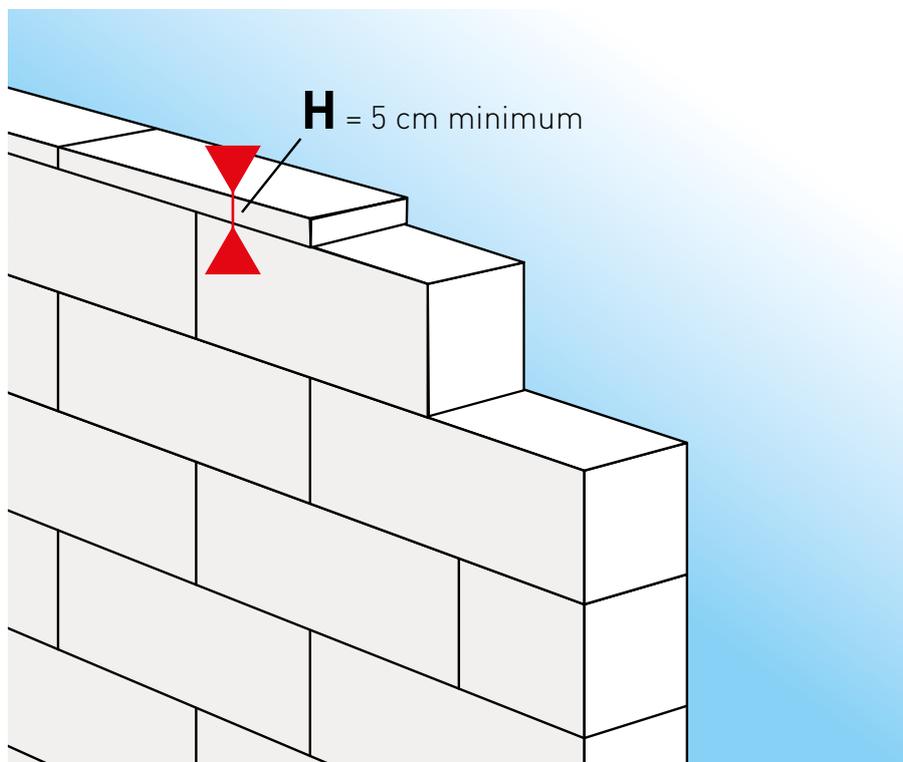


Entre mur extérieur en blocs & refend en béton armé avec joint de dilatation



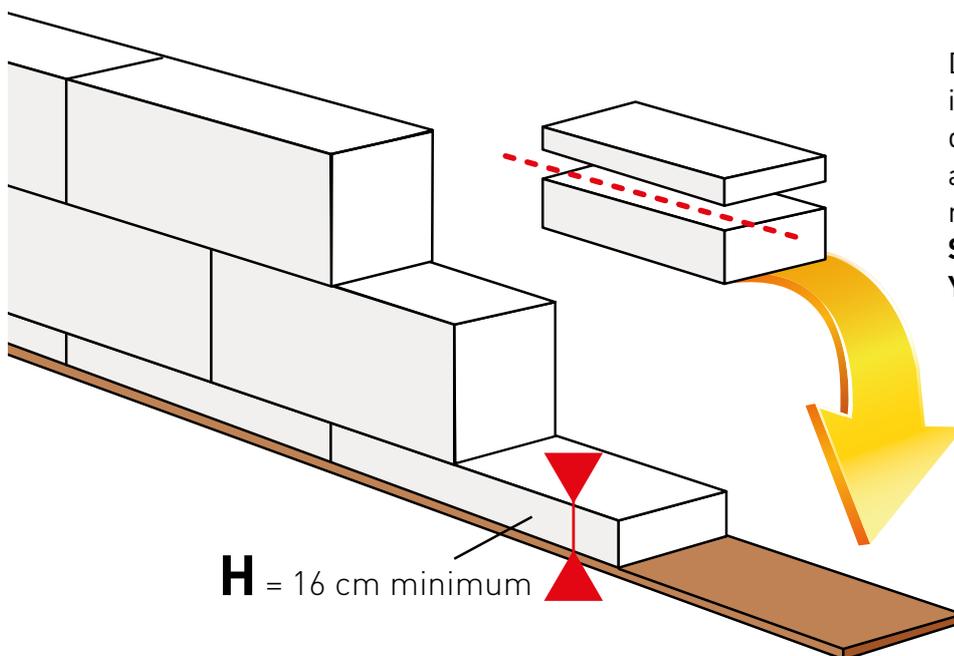
Ajustement de l'appareillage

Haut



L'utilisation d'une découpe d'épaisseur de 5 cm minimum, permet l'ajustement. Cette découpe doit être intercalée dans un rang courant au-dessus du trait de niveau (1,00 m)

Bas



Dans le cas d'ajustement plus important, il est possible de démarrer le premier rang avec un bloc coupé de hauteur minimum 16 cm.

Solution préconisée par YTONG



PRODUITS ET SERVICES

DONNÉES TECHNIQUES DES SOLUTIONS CONSTRUCTIVES	
MAÇONNERIE GROS-OEUVRE YTONG	92
SERVICES TECHNIQUES	94

Données techniques des solutions construc



	Compact 15	Compact 20	Compact 20 XL	Compact 22,5
Masse volumique (kg/m ³)	550	450	450	450
Maçonnerie du groupe	1	1	1	1
R _{cn} (Mpa)	4,50	4,00	4,00	4,00
f _b (Mpa)	4,25	3,78	3,78	3,78
f _M (Mpa) Mortier colle Préocol® / Ytong Fix®	10	10	10	10
f _k (Mpa)	2,74	2,47	2,47	2,47
Y _M	2,0	2,0	2,0	2,0
f _d (Mpa)	1,37	1,24	1,24	1,24
f _{vk0} (Mpa)	0,30	0,30	0,30	0,30
f _{xk1} (Mpa)	0,15	0,15	0,15	0,15
f _{xk2} (Mpa)	0,30	0,30	0,30	0,30
E - Module d'élasticité sécant à court terme (Mpa)	2740	2470	2470	2470
E _{long term} - Module d'élasticité à long terme (Mpa)	1370	1235	1235	1235
∅∞ coefficient de fluage ultime	1	1	1	1
G - Module de cisaillement de la maçonnerie (Mpa)	1096	988	988	988
Retrait à long terme (mm/m)	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
αt - Coefficient de dilatation thermique (10-6 K)	8,00	8,00	8,00	8,00
Capacité portante ELS - charge centrée - d'un mur suivant le NF DTU 20.1:2020 (t/ml)	-	15,40	15,40	16,70
Capacité portante ELS - charge excentrée - d'un mur suivant la NF EN 1996-3 (t/ml)	-	11,70	11,70	14,00
Compatibilité zones sismiques - maison individuelle - PSMI	-	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4
Compatibilité zones sismiques - ouvrage ≤R+2 - NF EN 1998 - Catégorie Bât. II	-	1 / 2	1 / 2	1 / 2
Compatibilité zones sismiques - ouvrage ≤R+4 - NF EN 1998 - Catégorie Bât. II	-	1 / 2	1 / 2	1 / 2
Réaction au feu	A1	A1	A1	A1
Durée de stabilité au feu EI (min)	-	EI 240	EI 240	EI 240
Durée coupe-feu REI (min)	-	REI 120	REI 120	REI 120
Chargement admissible coupe-feu (T/ml)	-	16,00	16,00	16,00
Conductivité thermique λ _{utile} certifié (W/m.K)	0,14	0,110	0,110	0,110
Résistance thermique R (m ² .K/W) bloc seul	0,36	1,82	1,82	2,05
Résistance thermique R (m ² .K/W) avec résistances superficielles *	-	1,96	1,95	2,18
Déperdition surfacique U (W/m ² .K) **	2,8	0,51	0,51	0,46
Capacité thermique Cp (J/kg.K)	1000	1000	1000	1000
Facteur de résistance à la vapeur d'eau μ	6	6	6	6
Déphasage (h:min)	2h20	9h31	9h31	10h42
Emissions de COV (composés organiques volatils)	A+	A+	A+	A+
Affaiblissement acoustique Rw (C, Ctr) paroi maçonnée (dB)	-	45 (0 ; -3)	45 (0 ; -3)	45 (0 ; -3)
Nature du support pour enduit monocouche (selon DTU 26.1)	-	Rt 1	Rt 1	Rt 1
Type d'enduit monocouche (selon DTU 26.1)	-	OC 1 (CS I / CS II / CS III)	OC 1 (CS I / CS II / CS III)	OC 1 (CS I / CS II / CS III)

* Le calcul de la résistance thermique intègre R_{si}+R_{se}

** Mur complet

Alternatives maçonnerie gros-œuvre Ytong



Energie 20	Energie 25	Energie 25 XL	Verti 20	Verti 25	Thermo 30	Thermo 36,5	Thermo 42
350	350	350	550	500	350	350	350
1	1	1	1	1	1	1	1
3,00	3,00	3,00	5,00	4,50	3,00	3,00	3,00
2,83	2,83	2,83	4,72	4,25	2,83	2,83	2,83
10	10	10	10	10	10	10	10
1,94	1,94	1,94	2,99	2,74	1,94	1,94	1,94
2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
0,97	0,97	0,97	1,50	1,37	0,97	0,97	0,97
0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,20	0,20	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20
1940	1940	1940	2990	2740	1940	1940	1940
970	970	970	1495	1370	970	970	970
1	1	1	1	1	1	1	1
776	776	776	1196	1096	776	776	776
-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
11,90	14,10	14,10	17,70	19,40	17,40	20,00	21,80
9,20	12,60	12,60	14,20	17,90	15,20	18,50	21,30
1 / 2	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4
1 / 2	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4
1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2 / 3 / 4	1 / 2	1 / 2	1 / 2
A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
EI 240	EI 240	EI 240	EI 240	EI 240	EI 240	EI 240	EI 240
REI 60	REI 180	REI 180	REI 120	REI 180	REI 180	REI 180	REI 180
5,00	15,00	15,00	16,00	20,00	15,00	15,00	15,00
0,090	0,090	0,090	0,140	0,125	0,090	0,090	0,090
2,22	2,78	2,78	1,43	2,00	3,33	4,06	4,67
2,35	2,88	2,89	1,58	2,14	3,49	4,20	4,77
0,43	0,35	0,35	0,63	0,47	0,29	0,24	0,21
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
6	6	6	6	6	6	6	6
9h17	11h36	11h36	9h20	11h46	13h55	16h56	19h30
A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+
45 [-1 ; -4]	45 [-1 ; -5]	45 [-1 ; -5]	45 [0 ; -3]	45 [0 ; -3]	R 48 [-1 ; -3]	49 [-1 ; -3]	49 [-1 ; -3]
Rt 1	Rt 1	Rt 1	Rt 1	Rt 1	Rt 1	Rt 1	Rt 1
OC 1	OC 1	OC 1	OC 1	OC 1	OC 1	OC 1	OC 1
(CS I / CS II)	(CS I / CS II)	(CS I / CS II)	(CS I / CS II / CS III)	(CS I / CS II / CS III)	(CS I / CS II)	(CS I / CS II)	(CS I / CS II)

Services techniques



ÉTUDES / CONCEPTION

Nos équipes techniques mettent leurs compétences à votre disposition pour vous accompagner dans votre projet de construction. Ces services vous sont proposés pour vous aider de la conception à l'exécution de votre réalisation.

		CONTACT
CONSEIL CONCEPTION	Une question sur la structure, la thermique, l'acoustique des bâtiments, ... ? Notre équipe technique étudie la faisabilité des projets de construction en solutions Ytong.	Responsable de secteur
QUANTITATIFS	Étude quantitative de votre projet de maison individuelle en optimisant la conception de l'ouvrage.	Responsable de secteur
BIBLIOTHÈQUE TECHNIQUE	Caractéristiques techniques et principaux agréments concernant les produits Ytong (certification NF, ACERMI, PV feu, FDES, ...) pour une préparation de votre projet en toute autonomie.	Ytong.fr
BIBLIOTHÈQUE DE DÉTAILS	Nous mettons à votre disposition des détails de conception de solutions Ytong au format dwg ou pdf afin que vous puissiez les intégrer sur votre plan. Les solutions de murs Ytong BIM sont disponibles en téléchargement gratuit sur la base BIMObject.	
CALCULS DE PONTS THERMIQUES	Grâce au logiciel TRISCO validé par la réglementation RT 2012, nous calculons les ponts thermiques des nœuds constructifs. Ainsi vous êtes en mesure d'optimiser l'étude thermique de vos bâtiments en solutions Ytong.	Responsable de secteur
CALCULS DES MURS COUPE-FEU	Notre BET vous guide dans le dimensionnement des murs coupe-feu en maçonnerie Ytong chaînée ou armée.	Responsable de secteur
FORMATION SÉMINAIRE TECHNIQUE	Organisation de sessions d'information en format court (1/2 journée ou 1 journée) sur des thèmes variés : Règles techniques de conception, évolutions réglementaires, expertise, ...	Responsable de secteur

Nota : les quantitatifs et calculs sont fournis à titre indicatif et ne dispensent pas de l'étude d'un BET spécialisé.



EXÉCUTION

Ytong vous accompagne tout au long de la réalisation de vos projets pour obtenir des réalisations de qualité. Son équipe d'experts se tient à votre disposition en vous proposant un accompagnement sur-mesure via son assistance technique et chantier, ses formations et son service exclusif d'accompagnement pour l'atteinte d'une bonne étanchéité à l'air des bâtiments collectifs.

CONTACT

formation@xella.com

Responsable de secteur

Technicien Démonstrateur

Responsable de secteur

Responsable de secteur

FORMATION QUALIFIANTE

Cette formation théorique et pratique est dispensée par un expert de la construction en murs Ytong. Elle vous donnera les bonnes pratiques et les astuces d'optimisation pour mener à bien vos chantiers.

FORMATION ACCÉLÉRÉE

Organisation de sessions d'information-démonstration en format court (1/2 journée) sur des thèmes variés: Mise en œuvre des solutions Ytong ou Multipor, protection coupe-feu, ...

DÉMARRAGE DE CHANTIER

Un expert Ytong se déplace lors du démarrage des travaux de maçonnerie de votre chantier. L'intervention permet de travailler les points spécifiques en formant et optimisant vos équipes.

ACCOMPAGNEMENT CHANTIER

Dans la continuité du démarrage de chantier, nous nous engageons à vous suivre tout au long de votre projet de construction. Nos experts chantier s'engagent pour répondre à toutes vos questions en cours de mise en œuvre et se déplacent sur votre chantier.

MESURES ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

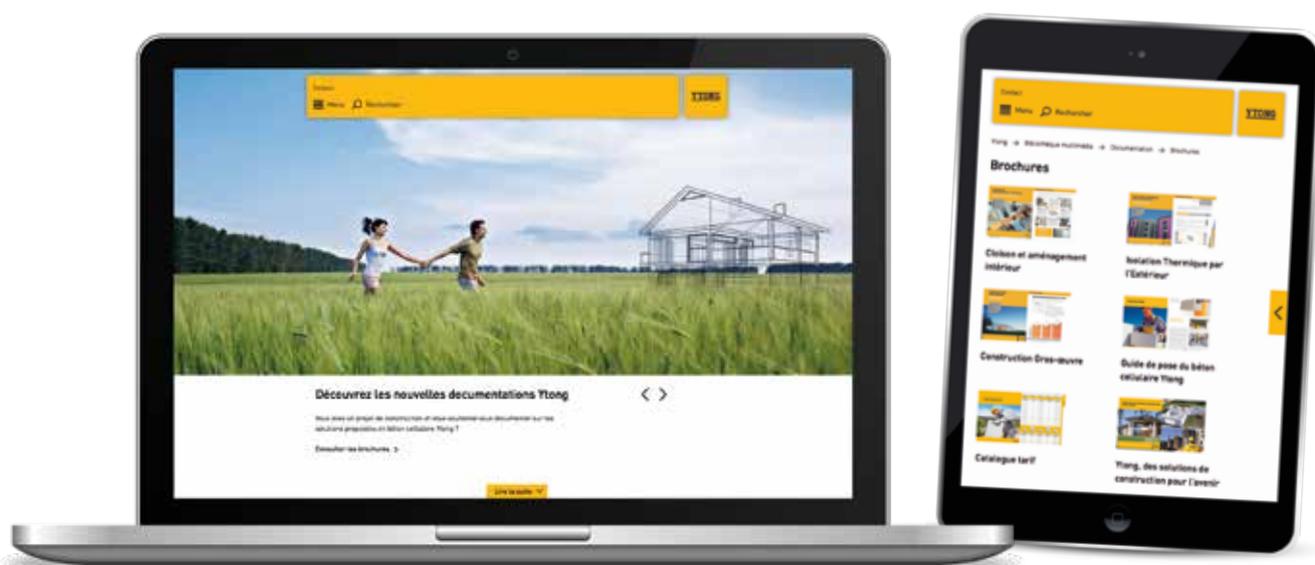
La maîtrise de l'étanchéité à l'air du bâti est un point clé de la réglementation thermique RT 2012. Nos techniciens mesureurs expérimentés interviennent pour réaliser des mesures intermédiaires en cours de chantier afin de valider la conformité avant les mesures finales de votre ouvrage.

LOCATION DE SCIES À RUBAN

Nous proposons un contrat de location de matériel afin d'améliorer votre efficacité dans la réalisation de vos chantiers. Ces scies à ruban dernière génération sont également disponibles à la vente.

Retrouvez toutes les solutions en ligne !

www.ytong.fr



Retrouvez l'ensemble des solutions Ytong sur le site www.ytong.fr. Afin de faciliter la démarche de recherche d'informations, toutes les documentations et les données techniques concernant nos produits sont accessibles facilement en quelques clics.



xella

ZA le Pré Châtelain - Saint Savin
CS 20647
38307 Bourgoin-Jallieu Cedex

0 806 09 08 07 Service gratuit
* prix appel

Fax : 04 74 28 89 20

www.xella.fr

Suivez-nous sur les réseaux sociaux



[www.facebook.com/
YtongFrance/](http://www.facebook.com/YtongFrance/)



[www.twitter.com/
YtongFrance/](http://www.twitter.com/YtongFrance/)



[www.linkedin.com/
company/xella-france](http://www.linkedin.com/company/xella-france)



Ytong® est une marque déposée de Xella International. Xella Thermopierre RCS 9 60 200 053 VIENNE : Photos et illustrations non contractuelles - Xella se réserve le droit de modifier à tout moment ses produits sans préavis, dans la limite des dispositions constructives du DTU 20 1. Le contrat ne se forme que par l'acceptation par Xella du bon de commande comportant les spécifications précises des matériaux en vigueur au moment de la commande. Les photographies, illustrations, schémas et textes de ce document sont les propriétés de Xella Thermopierre et ne peuvent être reproduits sans son autorisation écrite.

Dans le cadre du Règlement Européen Reach, nous déclarons **ne pas intégrer** dans nos fabrications, de produits qui, dans des conditions normales d'utilisation, libèrent dans l'environnement des substances chimiques.