

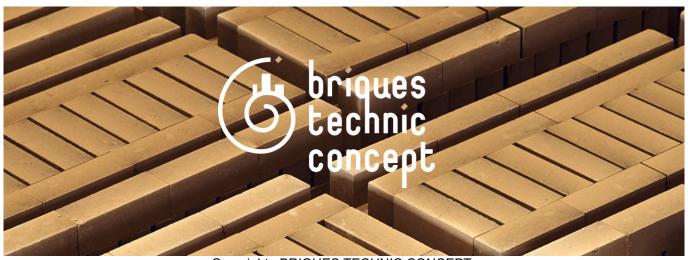
# APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 2957\_V2

(Annule et remplace la version 2957 V1)

ATEx de cas a

Validité du 31/10/2023 au 31/10/2024



Copyright: BRIQUES TECHNIC CONCEPT

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. (extrait de l'art. 24)

A LA DEMANDE DE :

BRIQUES TECHNIC CONCEPT 11, avenue Jules Ferry FR – 81300 GRAULHET



<u>Note Liminaire</u>: Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de murs simple paroi en Blocs de Terre Comprimée Stabilisée à la chaux (BTCS), montés au mortier à la chaux hydraulique naturelle NHL.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 05/10/2021, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEx ci-dessous définie .

- demandeur : Société BRIQUES TECHNIC CONCEPT
- technique objet de l'expérimentation :
  - murs porteurs en Blocs de Terre Comprimée Stabilisée (BTCS) à la chaux de petits modules (Flexiterre) et de grands modules (Novaterre), montés au mortier à la chaux hydraulique naturelle NHL;
  - Bâtiments à usage d'habitation, les bureaux, les locaux à usage commercial, les établissements recevant du public pour les catégories d'importance I, II, III, IV et V. Les bâtiments dont la hauteur dépasse R+4 ne sont pas visé.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEx 2957\_V3 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

#### APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

<u>Remarque importante</u>: Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **31/10/2024**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations aux §4.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

#### 1°) Sécurité

#### 1.1 - Stabilité des ouvrages

Le procédé participe à la stabilité et au contreventement de la structure du bâtiment.

Des essais de caractérisation du matériau et de la compatibilité bloc/mortier ont été menés, et ont permis d'obtenir les propriétés mécaniques : résistance en compression, résistance en flexion dans le plan perpendiculaire aux joints d'assises et des essais de cisaillement bloc/mortier.

En l'absence de justification expérimentale concernant la résistance en cisaillement de la maçonnerie, le Comité d'Expert a décidé de retenir par défaut en plafonnant la valeur  $f_{vk} = 0.15$  MPa.

L'attention est attirée sur le fait que les valeurs de résistances caractéristiques de la maçonnerie données dans le Dossier Technique s'entendent pour des ouvrages où la teneur en humidité maximale est de 3%. Les ouvrages tels que les murs extérieurs devront être protégés par des bardages de type XIII ou XIV selon la norme NF DTU 20.1 P3. Dans le cas des murs de type XIII, les planchers portés par les blocs ne devront pas dépasser 5 m de portée.

La traçabilité des matériaux ainsi que la proportion exacte et le type de liant employé sont définis dans le cahier des charges.

Le niveau de contrôle sur chantier devra respecter un niveau IL1. Cela implique un coefficient partiel de matériau  $\gamma_m$  égale à 3,3. Dès lors qu'une certification sera mise en place pour la fabrication des blocs, ce coefficient partiel de matériau  $\gamma_m$  pourra être pris égal à 2,7 en cas d'utilisation d'un mortier de recette ou 2,5 avec un mortier performanciel.

Compte tenu des éléments de justification fournis dans le cahier des charges, et sous condition de respecter les limitations indiquées dans la présente Appréciation, la stabilité de l'ouvrage peut être assurée.

#### 1.2 - Sécurité des intervenants

Sécurité des ouvriers

Une attention particulière devra être portée sur la manutention et la mise en œuvre des gros blocs (NOVATERRE), tous les dispositifs décrits dans le cahier des charges devront être respectés. Moyennant le respect des dispositions du cahier des charges la sécurité des intervenants est normalement assurée.

o Sécurité des usagers

La stabilité du bâtiment dans les conditions normales d'utilisation est démontrée, la sécurité des usagers peut être certaine.



#### 1.2 - Sécurité en cas d'incendie

Compte tenu de la nature incombustible des matériaux constitutifs des blocs et du mortier, le procédé peut être classé A1 sans essais. Le procédé a fait l'objet d'un essai de résistance au feu permettant l'émission d'un procès-verbal donnant un classement REI 180 pour les blocs FLEXITERRE et REI 120 pour les blocs NOVATERRE

#### 1.3 - Sécurité en cas de séisme

L'utilisation du procédé vise la France métropolitaine, en zone de sismicité 1 ou 2. Dans le cas de la zone de sismicité 2, les bâtiments sont limités à la catégorie d'importance II.

#### 2°) Faisabilité

#### 2.1 - Production

La fabrication est réalisée dans le site de production indiqué dans le cahier des charges. Des fabrications expérimentales ont été réalisées afin de fournir la matière première aux essais réalisés. Elles démontrent la faisabilité de la fabrication. Le processus de fabrication allant de la sélection des terres jusqu'à la mise sur le marché est visé par un plan d'assurance qualité. Les valeurs des propriétés indiquées dans le cahier des charges sont à considérer comme des minima à atteindre sauf indication contraire.

#### 2.2 - Mise en œuvre :

La mise en œuvre ne présente pas de difficulté majeure par rapport à un procédé de maçonnerie traditionnel pour les petits blocs (FLEXITERRE), toutefois, une attention particulière doit être portée lors de la manutention des blocs de grande taille (NOVATERRE). La manutention et la mise en œuvre devront respecter les exigences du cahier des charges.

#### 2.3 - Assistance technique

L'assistance technique nécessaire à la mise en œuvre sera apportée par le titulaire de l'ATEx.

#### 3°) Risques de désordres

Les principaux risques de désordres spécifiques au procédé sont liés à la sensibilité à l'eau du matériau « terre crue », susceptible d'altérer ses performances mécaniques ainsi que la durabilité des parois. Les prescriptions de conception, de fabrication et de mise en œuvre précisées dans le cahier des charges sont de nature à limiter ces risques. Le tassement différentiel entre deux points quelconques du bâtiment ne doit pas dépasser L/1000.

# 4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- 1. Veiller au respect scrupuleux des dispositions constructives données dans le cahier des charges pour la protection à l'eau des ouvrages de BTC, notamment vis-à vis des phénomènes de ruissellement, de rejaillissement et de remontées capillaires ;
- 2. Protéger systématiquement les parois intérieures vis-à-vis de l'abrasion par un procédé compatible pour des lieux de type Etablissements Recevant du Public dans des endroits où le risque d'abrasion est élevé ;
- 3. Veiller à prendre toutes dispositions pour que la longueur minimale des trumeaux soit au minimum de 1,20 m;
- 4. Mettre en œuvre un doublage et de respecter toutes les dispositions du DTU 25.41 dans les pièces humides.

# **EN CONCLUSION**

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est assurée ;
- La faisabilité est probable ;
- Les désordres sont limités.

Champs sur Marne, Le Président du Comité d'Experts,

Ménad CHENAF



### **ANNEXE 1**

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

<u>Demandeur</u>: BRIQUES TECHNIC CONCEPT

11, avenue Jules Ferry FR – 81300 GRAULHET

#### Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Procédés de murs porteurs en Blocs de Terre Comprimée Stabilisée à la chaux de petits modules (Flexiterre) et de grands modules (Novaterre), montés au mortier à la chaux hydraulique naturelle NHL, à simple paroi, d'épaisseur minimale 20 cm, toujours tenus en tête et pouvant contribuer au contreventement des bâtiments. L'épaisseur des joints durcis est comprise entre 10 et 20 mm.

#### Matériaux

Le matériau constituant les Blocs de Terre Comprimée (BTC) est constitué d'un matériau unique provenant d'un gisement conséquent présentant des caractéristiques d'homogénéité suffisantes. Les Blocs de Terre Comprimée sont toujours stabilisés à la chaux.

Les BTCS peuvent présenter différentes dimensions :

Gamme FLEXITERRE (L x e x h)

- 30x14,5x10 cm;
- 30x20x10 cm;
- 36,5x17,5x10 cm;
- 40x20x10 cm.

#### Gamme NOVATERRE (L x e x h)

- 120x20x40 cm;
- 120x30x10 cm;
- 120x40x40 cm.

#### Mortier:

Les murs en Blocs de Terre Comprimée sont montés exclusivement au mortier de montage courant à la chaux hydraulique naturelle NHL, dont la classe de résistance à la compression doit être de M2,5 ou M5.

Les mortiers colle utilisés peuvent être :

- soit des mortiers performanciels répondant aux spécifications de la norme NF EN 998-2 sous forme de poudre prête à gâcher. L'épaisseur du joint de mortier est comprise entre 10 à 20 mm;
- soit des mortiers de recette garantie par des essais menés selon la norme NF EN 1015-11.

L'eau de gâchage d'un mortier doit être propre (eau claire et non acide). L'eau de gâchage doit répondre aux prescriptions de la norme NF EN 1008. L'eau potable convient pour la réalisation des mortiers.

# Domaine d'emploi visé

Le procédé est destiné à la réalisation d'ouvrages de bâtiments à usage d'habitation, bureaux, locaux à usage commercial, les établissements recevant du public. Les bâtiments dont la hauteur dépasse R+4 ne sont pas visé. Les locaux humides peuvent être de type EA, EB et EB+ locaux privatifs. En zone sismique, le procédé peut être mis en œuvre en zone de sismicité 1 ou 2, limité à la catégorie II en zone de sismicité 2 et en respectant les dispositions particulières du cahier des charges.

Les locaux visés du point de vue hygrothermique sont les locaux de faibles et moyennes hygrométries.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 2957\_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.



# **ANNEXE 2**

# CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 85 pages.

# Procédé de murs porteurs en Blocs de Terre Comprimée

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 31 10 2023

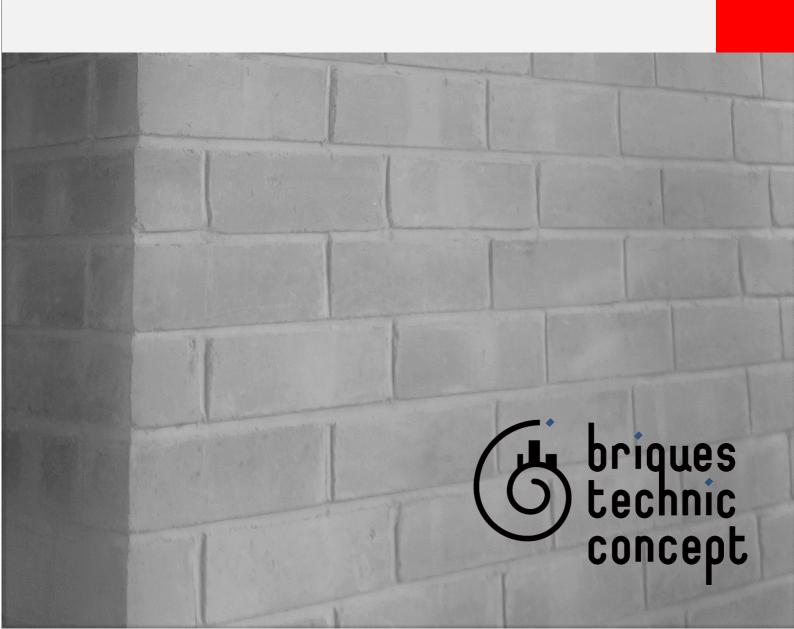
A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEx 2957\_V2.



Mur porteur en briques et blocs de terre crue comprimée ATEx de cas « a » - Dossier technique

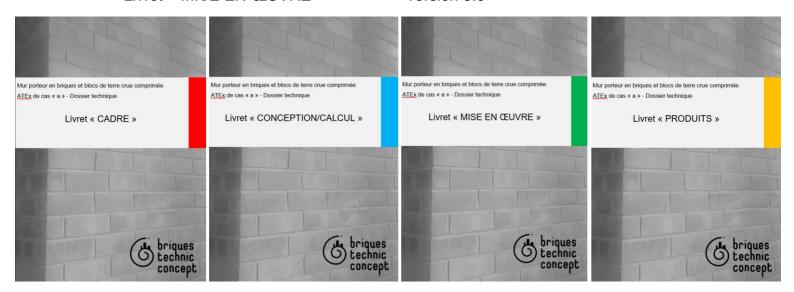
# Livret « CADRE »

Version 3.0 du 08/02/2021



Le dossier technique est composé de 4 livrets, versionnés et indissociables :

Livret « CADRE » version 3.0
 Livret « PRODUITS » version 3.0
 Livret « CONCEPTION/CALCUL » version 3.0
 Livret « MISE EN ŒUVRE » version 3.0



Nous alertons les usagers de ce dossier technique que son exploitation est indissociable du document édité par le CSTB et formant l'ATEx.

De plus, chaque acteur spécialisé doit prendre connaissance de l'ensemble des livrets.

Typiquement, le concepteur ne doit pas négliger le contenu du livret « MISE EN ŒUVRE », et l'entrepreneur de pose ne doit pas négliger le contenu du livret « CONCEPTION/CALCUL ».

#### Le contenu de ce premier Livret « CADRE » présente :

- Chapitre 1 : Les coordonnées de l'entreprise titulaire Briques Technic Concept
- Chapitre 2 : Les sites de production visés par la présente ATEx ;
- Chapitre 3 : La description succincte du produit et de son contexte technique ;
- Chapitre 4 : L'objet de l'expérimentation via l'ATEx ;
- Chapitre 5 : Le domaine d'emploi revendiqué ;
- Chapitre 6 : L'assistance technique apportée par « Briques Technic Concept » aux concepteurs et entreprises de maçonnerie ;
- Chapitre 7 : La liste des documents destinés au comité d'experts du CSTB ;
- Chapitre 8 : La liste des références des matériaux Briques Technic Concept.

# Table des matières

1	Coor	données de l'entreprise Briques Technic Concept	4
2	Sites	de production Briques Technic Concept visés par l'ATEx	4
3	Desc	ription succincte du produit et de son contexte technique	5
4	Obje	t de l'expérimentation via l'ATEx	8
	4.1	Contexte normatif général	8
	4.2	Innovation « produit »	9
	4.3	Innovation « conception-dimensionnement »	9
	4.4	Innovation « mise en œuvre »	9
5	Doma	aine d'emploi revendiqué	10
6	Assis	stance technique de Briques Technic Concept	11
7	Anne	exes destinées au comité d'experts CSTB	12
	7.1	Normes et fiches techniques tierces	12
	7.2	Documents confidentiels, rapports d'essais et d'études par modélisations	12
	7.3	Documents confidentiels, rédaction par « Briques Technic Concept »	13
8	Réali	sations et projets	13

# 1 Coordonnées de l'entreprise Briques Technic Concept

Adresse: 11 avenue Jules Ferry, 81300 Graulhet.

Téléphone : 05.63.60.68.67 Email : contact@briques.tech

Site web: contact@priques.tech www.briquestechnicconcept.fr

# 2 Sites de production Briques Technic Concept visés par l'ATEx

Les sites de production visés par l'ATEx sont situés aux adresses suivantes :

- 11 avenue Jules Ferry 81300 Graulhet (site de fabrication depuis 2012)
- 13-15 Boulevard Georges Ravari 81300 Graulhet (site de production des éléments NOVATERRE depuis 2020)
- Tout site de production futur titulaire d'une certification QB07.

## 3 Description succincte du produit et de son contexte technique

Nota : Afin de faciliter la lecture du dossier technique, l'acronyme BTC pour « briques et blocs en terre crue comprimée » sera utilisé systématiquement.

Les BTC produites et fournies par l'entreprise « Briques Technic Concept » sont des briques :

- De forme parallélépipédique et monolithes (pleines) ;
- En terre crue, majoritairement;
- Stabilisées à la chaux aérienne ou hydraulique ;
- Et compressées par machine automatique.

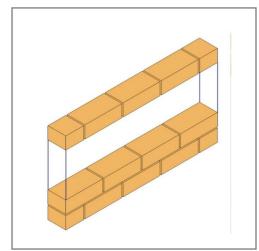
Ces briques produites dans l'usine de « Briques Technic Concept » sont utilisées pour réaliser des murs maçonnés porteurs :

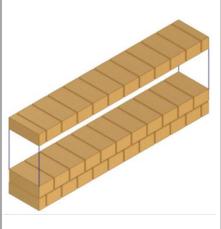
- Avec un montage au mortier à la chaux hydraulique naturelle NHL;
- À simple paroi ;
- D'épaisseur minimale 20 cm ;
- Toujours tenus en tête (le domaine d'emploi revendiqué ne couvre pas les murets « garde-corps »)
- Et pouvant contribuer au contreventement des bâtiments.

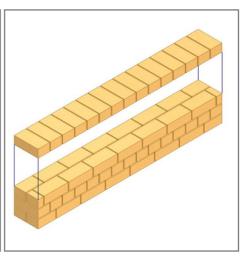
La contribution des murs en BTC au contreventement est réalisée par le travail au cisaillement propre des murs en BTC selon le §2.2.2 du livret CONCEPTION/CALCUL.

A chaque niveau (plancher/toiture), les murs en BTC sont chaînés horizontalement de manière continue et fermée.

Les BTC sont posées selon un des trois appareillages ci-dessous :







« Panneresse »

« Boutisse »

« Boutisse- Panneresse »

Les dimensions nominales des BTC sont comprises dans les fourchettes suivantes :

Longueur : Entre 30 et 120 cm
 Largeur ou épaisseur : Entre 14,5 et 40 cm
 Hauteur : Entre 9 et 42 cm

Les descriptions détaillées des matériaux/éléments constitutifs, de la fabrication et des contrôles font l'objet du **livret « PRODUITS »** du présent dossier technique.

Les spécifications « produit » (caractérisation et performances) des BTC ne sont couvertes ni par une norme harmonisée européenne (série EN 771) ni par un document d'évaluation européen (EAD) existant. Ainsi, les BTC ne font pas l'objet d'un marquage CE. Toutefois, une fiche technique spécifique, décrite dans le **livret** 

« PRODUITS », est fournie avec chaque palette de BTC livrée. Cette fiche technique donne une synthèse des propriétés et performances garanties par « Briques Technic Concept ».

Les joints sont réalisés épais (entre 10 et 20 mm), de manière continue (joints non interrompus), avec remplissage des joints verticaux, et avec un mortier de montage courant à la chaux hydraulique naturelle NHL II s'agit :

- Soit d'un mortier de recette de chantier de type « sable + liant à la chaux hydraulique naturelle NHL ».
   Ce mortier à la chaux est fabriqué (dosés et mélangés) selon des proportions prédéterminées et pour des propriétés résultantes garanties (cf livret « PRODUITS »).
   En application du Règlement (UE) n°305/2011, la chaux NHL fait l'objet d'une déclaration des performances (DoP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 459-1.
- Soit d'un mortier performanciel à la chaux hydraulique naturelle, d'usage courant «G» et à propriétés garanties (cf livret « PRODUITS »).

  En application du Règlement (UE) n°305/2011, le mortier performanciel fait l'objet d'une déclaration des performances (DoP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 998-2.

Les produits suscités conformes à leur DoP sont identifiés par le marquage CE.

Concernant les **revêtements/protections appliqués sur les murs en BTC**, sauf indication contraire, tous les produits/procédés qui répondent aux 3 critères cumulatifs suivants sont réputés admissibles selon les termes du présent document technique :

#### Critère n°1

Le produit/procédé dispose d'un **référentiel** en technique courante (DTU, règles professionnelles, ATec, ATEx...) dont le domaine d'emploi vise le support de type « **maçonnerie** » du DTU 20.1 ou vise le support en **terre crue**.

Exemples répondant favorablement à ce critère :

- Procédé d'ITE sous bardage bois selon DTU 41.2 P1-1 (août 2015) « Travaux de bâtiment -Revêtements extérieurs en bois ». Ce DTU vise le support de type « parois et murs traditionnels en maçonnerie » du DTU 20.1..
- Enduit au mortier de type chaux hydraulique naturelle NHL ou aérienne CL, et sable, sans adjuvant, posé selon les règles professionnelles « Enduits sur supports composés de terre crue, Réseau Écobatir, éditions Le Moniteur, Paris, septembre 2013 ». Pour ce type d'enduit, il convient de retenir :
  - Que l'annexe A « Foisonnement des sables » du DTU 26.1 P1-1 sera appliquée pour maitriser la richesse en fines et la souplesse de l'enduit;
  - Que les règles de mise en œuvre sont décrites au §9 du livret « MISE EN OEUVRE ».

# Et

#### Critère n°2

Si un produit/procédé nécessite une fixation mécanique directe sur le mur BTC, alors les **organes de fixation** prévus seront testés sur chantier conformément au §2.5 du **livret « CONCEPTION/CALCUL »**. Dans le cas des doublages intérieurs sensibles aux déformations, il est recommandé de mettre en œuvre le doublage de manière désolidarisée du mur.

Et

#### Critère n°3

En partie courante et au droit des ponts thermiques, les complexes et détails doivent préserver une **teneur en eau des BTC inférieure à 3% en situation de service** pour demeurer dans le domaine d'emploi de cette ATEx. Pour chaque projet, ce critère fait l'objet d'un contrôle systématique par le concepteur de l'ouvrage, assisté par « Briques Technic Concept ».

Pour faciliter l'évaluation et l'emploi de cette ATEx, « Briques Technic Concept » a déjà conduit les simulations au droit des <u>parties courantes</u> des complexes décrits ci-après. Ces simulations couvrent l'ensemble des communes de la France Métropolitaine, dans le respect du domaine d'emploi revendiqué. A cette fin, et selon les conventions du CSTB, ces simulations ont été réalisées selon les climats de Nancy (climat de plaine sévère) et de Brest (climat humide sévère). Comme indiqué au chapitre 5, les climats de montagne et en front de mer sont hors domaine d'emploi.

Les conditions ainsi pré-validées selon le critère 3% en partie courante des murs extérieurs sont :

- BTC d'épaisseur 40 cm maximum (condition la plus défavorable);
- BTC nues en face intérieure (condition la plus défavorable);
- BTC recevant sur la face extérieure un système de bardage rapporté sur lame d'air ventilée et pare pluie, tel que le facteur de résistance à la vapeur d'eau est de 80 maximum.
- De manière générale, ces simulations conduisent à l'adoption de la règle suivante : le Sd coté intérieur doit être 4,8 fois plus grand que le Sd coté extérieur.

Les conditions ainsi pré-validées selon le critère 3% en partie courante des <u>murs intérieurs</u> sont :

- BTC d'épaisseur 40 cm maximum (condition la plus défavorable);
- 1 ou 2 faces enduites ou couvertes partiellement conformément aux dispositions du §1.1.9 du livret « CONCEPTION/CALCUL ».

Pour toutes autres conditions plus défavorables, ce critère de 3% doit être évalué au travers d'une étude hygrothermique dynamique selon la norme NF EN 15026 d'avril 2008, à l'aide du logiciel WUFI 2D et des propriétés hygrothermiques issues des essais de l'ENTPE.

# Les revêtements extérieurs sur les murs en BTC couverts par cette ATEx sont les bardages ventilés.

Les revêtements/protections appliqués directement sur les murs en BTC couverts par cette ATEx sont les suivants.

- Le fixateur perspirant **TIERRAFIX** des établissements Nature & Harmonie est recommandé sur les faces des murs BTC destinées à rester apparentes. Ce produit protège des taches et améliore la résistance à l'abrasion des BTC.
- Les enduits conformes aux Règles Professionnelles « Enduits sur supports composés de terre crue, Réseau Écobatir, éditions Le Moniteur, Paris, septembre 2013 » sont les seuls à être autorisés sur les BTC. En particulier, l'application d'un enduit ciment est toujours proscrite sur les murs BTC. En effet, ce procédé cumule une sensibilité aux déformations incompatible avec la BTC, et une imperméabilité à la vapeur d'eau trop importante.

Concernant les menuiseries extérieures et intérieures appliquées sur les murs en BTC, la pose de celles-ci doit respecter les règles de l'art afférentes (normes, ATec, règles professionnelles...) qui couvrent la pose sur support de type « maçonnerie » du DTU 20.1 ainsi que la norme NF DTU 36.5. Il convient de consulter les limitations dues au support en terre crue au chapitre 6 du **livret « MISE EN OEUVRE »**. Concernant les limites d'emploi, il convient de retenir en particulier que la fixation des menuiseries directement dans les blocs BTC n'est pas couverte par cette ATEx.

# 4 Objet de l'expérimentation via l'ATEx

Le procédé de mur porteur avec le produit BTC est innovant selon les principes déclinés dans les paragraphes 4.2 à 4.4 suivants.

# 4.1 CONTEXTE NORMATIF GÉNÉRAL

Le procédé de mur porteur en BTC n'est pas hors sol d'un point de vue normatif. Les murs en BTC sont des murs de maçonnerie en briques ou blocs, avec montage au mortier traditionnel.

Ainsi, ce procédé s'inscrit dans le contexte (définitions, principes...) des NF EN 1996 (Eurocode 6), des NF DTU 20.1 et du corpus des normes harmonisées européennes de la maçonnerie (séries EN 998, EN 459, EN 1015, EN 1052...).

L'unique norme franco-française (sans équivalent en Europe à date) est la norme expérimentale XP P13-901 suivie par la commission Maçonnerie miroir du CEN/TC 125 et CEN/TC 250/SC6, inscrite le 01 février 2021 et dont la publication est prévue en février 2023.

Voici ci-dessous la synthèse des références auxquelles ce dossier technique fait appel au fil de l'eau :

Sous ensemble	Туре	Réf norme	Objet
Blocs et briques	Spécifications	XP P13-901 <b>Février 2021</b>	Briques et blocs de terre crue pour murs et cloisons – Spécifications et méthodes d'essai
	Spécifications	EN 998-2	Mortiers de montage des éléments de maçonnerie
Mortiers et constituants	Specifications	EN 459-1	Chaux de construction
Constituants	Essais	EN 1015-11	Détermination de la résistance en flexion et en compression du mortier durci
Accessoires maçonnerie	Spécifications	EN 845-1+A1	Attaches, brides de fixation, étriers de support et consoles
		EN 1052-1	Détermination de la résistance à la compression.
		EN 1052-2	Détermination de la résistance à la flexion
	Eccaic	EN 1052-3+A1	Détermination de la résistance initiale au cisaillement
	Essais	EN 1365-1	Essais de résistance au feu des éléments porteurs - Partie 1 : murs
		EN 1745	Maçonnerie et éléments de maçonnerie - Méthodes pour la détermination des propriétés thermiques
		NF DTU 20.1 P1-1 Juillet 2020	Ouvrages en maçonnerie de petits éléments Parois et murs Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types
Murs		NF DTU 20.1 P1-2 Juillet 2020	Ouvrages en maçonnerie de petits éléments Parois et murs Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
		NF DTU 20.1 P3	Ouvrages en maçonnerie de petits éléments Parois et murs
		Juillet 2020	Partie 3 : Dispositions constructives minimales
	Calculs et mise en œuvre	NF EN 1996-1-1+A1 Mars 2013	Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie  Partie 1-1 : Règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée  Nota : Pas d'annexe nationale Française.
		NF EN 1996-2 Juin 2006	Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie  Partie 2 : Conception, choix des matériaux et mise en oeuvre des maçonneries  Nota : L'annexe nationale Française renvoie au DTU 20.1

# 4.2 INNOVATION « PRODUIT »

Les spécifications « produit » (caractérisation et performances) des BTC ne sont couvertes ni par une norme harmonisée européenne (série EN 771) ni par un document d'évaluation européen (EAD) existant.

Pour cadrer ces spécifications « produit », pour caractériser les performances et leur garantie, « Briques Technic Concept » :

- Exploite une partie de la norme XP P13-901 « Briques et blocs de terre crue pour murs et cloisons –
  Spécifications et méthodes d'essai » de février 2021.

  Exemples : dimensions et aspect, catégorie de masse volumique, résistance à l'abrasion...
- Développe et applique des spécifications propres à cette ATEx. Ces spécifications particulières visent à compléter ou améliorer celle de la norme expérimentale XP P13-901.

  Exemples: résistance à la compression des BTC, conductivité thermique, résistance à la vapeur d'eau...
- Exploite quelques normes transversales sur des points spécialisés.
   Exemple: classement conventionnel de réaction au feu selon EN 13501-1.

La description de la fabrication, des propriétés, des essais, des contrôles (EVCP) sont déclinées dans le **livret** « PRODUITS », tout comme la fiche technique de synthèse fournie avec les livraisons.

# 4.3 INNOVATION « CONCEPTION-DIMENSIONNEMENT »

Rappel de l'article 2.3.3(1) de l'Eurocode 6 Partie 1-1 : « Il convient que les propriétés des matériaux et des produits de construction ainsi que les données géométriques à utiliser pour le calcul soient celles spécifiées dans les normes EN, hEN ou ATE appropriées, sauf indication contraire dans la présente norme EN 1996-1-1. »

Or, conformément avec le paragraphe précédent sur le « produit », l'Eurocode 6 et le DTU 20.1 embarquent les briques en terre cuite, en béton, en pierre... mais pas en terre crue.

Pour autant, comme indiqué précédemment :

Les murs en BTC ne sont pas « hors sol » d'un point de normatif et répondent du contexte des parties d'ouvrage maçonnés, c'est-à-dire, selon article 1.5.2.1 de l'Eurocode 6 Partie 1-1 : « assemblage d'éléments de maçonnerie posés selon un appareillage spécifié et hourdés ensemble à l'aide d'un mortier ».

De même, selon article 1.1.2(2) de l'Eurocode 6 Partie 1-1 concernant son domaine d'application : « Pour ces types de structure non entièrement couverts, des nouveaux types de structure pour des matériaux traditionnels, des nouveaux matériaux ou lorsque les actions et autres influences en dehors de l'expérience courante doivent être prises en compte, les principes et règles d'application donnés dans la présente EN peuvent être utilisés, mais peuvent également nécessiter des compléments. ».

Ainsi, les définitions, principes et règles de l'Eurocode 6 NF EN 1996 Partie 1-1 et le chapitre 7 du DTU 20.1 Partie 3 sont utilisés dans le cadre de cette ATEx, mais avec les <u>amendements déclinés dans ce dossier technique</u>, en particulier dans le <u>livret « CONCEPTION/CALCUL »</u>, de façon à appliquer de manière cohérente et sécuritaire ces normes.

Ces amendements (compléments, adaptations...) sont l'objet de l'innovation en « conceptiondimensionnement ».

#### 4.4 INNOVATION « MISE EN ŒUVRE »

La mise en œuvre des BTC ne fait pas l'objet d'innovation.

L'exécution des travaux repose sur la base de l'Eurocode 6 NF EN 1996 Partie 2 et du DTU 20.1 Partie 1-1.

Pour autant, <u>comme pour la pierre naturelle</u>, certaines dispositions limitatives et sécuritaires viennent préciser l'emploi de ces 2 normes. Ces précisions concerneront typiquement : l'absence de chainages verticaux, les modalités de protection aux projections d'eaux et remontées capillaires, les conditions particulières de réception, les plans de cadencement et de mise en charge etc.

Concernant les modalités particulières de mise en œuvre, il convient de consulter le **livret** « **MISE EN OEUVRE** ».

## 5 Domaine d'emploi revendiqué

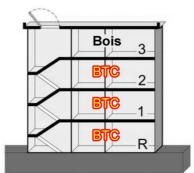
Les murs en BTC sont destinés à la réalisation de tous types de constructions courantes, en **réhabilitation** ou en construction **neuve**, telles que « **Maisons individuelles** », « **Logements collectifs** », « **Bureaux** (ERT) » et « **ERP catégorie 1 à 5** ».

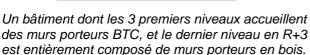
Vis-à-vis de la sécurité incendie, la classification des locaux et bâtiments ne soumettra jamais les murs en BTC en exigence strictement supérieure à REI 60 : cf §2.6 du livret « CONCEPTION/CALCUL ».

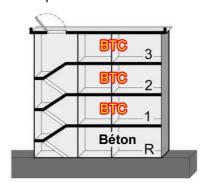
De plus, les bâtiments avec murs porteurs en BTC sont limités au R+3, avec les limites suivantes :

- Le nombre de niveaux consécutifs avec murs porteurs en BTC doit rester inférieur ou égal à 3;
   Et
- La hauteur des murs en BTC est limitée par leur élancement maximal de 15 : cf §2.1.2 du livret
   « CONCEPTION/CALCUL ».

Nota: Les cas typiques de distribution des niveaux consécutifs avec murs porteurs en BTC sont:







Un bâtiment dont le socle en RDC est en béton, et dont les 3 niveaux supérieurs accueillent des murs porteurs en BTC.

Les murs en BTC sont à simple paroi, **porteurs**, chaînés horizontalement, tenus en tête et participent au **contreventement** de ces bâtiments. Les chaînages horizontaux sont en béton.

Les planchers et charpentes portés peuvent être en béton, en acier ou en bois.

Les zones climatiques acceptées sont les **zones de vent 1 à 4** selon l'Eurocode 1 actions sur les structures - Partie 1-4 : actions générales - Actions du vent, NF EN 1991 1-4.

Les murs en BTC sont limités aux situations telles que les règles de construction parasismiques ne s'appliquent pas, conformément aux articles 3 et 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Par conséquent, le domaine d'emploi est limité :

- Aux zones de sismicité 1 (très faible) ;
- Et aux zones de sismicité 2 (faible) pour les bâtiments de catégorie d'importance II.

Les situations spéciales suivantes sont exclues du domaine d'emploi des BTC :

- Ouvrages enterrés et semi-enterrés ;
- Façades situées en front de mer ;
- Bâtiments situés en climat de montagne (altitude > 900m).

Concernant les conditions d'exposition à l'eau et aux conditions hydriques des murs BTC (cf livret « CONCEPTION/CALCUL »), les conditions suivantes déterminent le domaine d'emploi revendiqué :

- Teneur en eau maximale de 3% en service pour les BTC ;
- Ambiance hygrométrique des locaux : limitée aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie ;
- Classe d'exposition d'une maçonnerie : limitée à MX1.
- Exposition à l'eau à l'intérieur des locaux : limitée aux locaux classés EA, EB et EB+ locaux privatifs.
   Dans ce dernier cas des locaux EB+ privatifs, il est mis en place un doublage traditionnel en plaques sur ossature conforme aux dispositions du DTU 25.41.
- Exposition à la pluie et au vent : Domaine d'emploi pour les types de mur XIII et XIV

	Situation a), b) ou c)		Situation d)		
Hauteur du mur au-dessus du sol	For and a	Parada.	açade Façade abritée abritée	Façade non abritée	
(m)	Façade abritée	non abritée		Zone littorale, sauf front de mer	Front de mer
< 6	XIII	XIII	XIII		
6 - 18	XIII	XIV	XIII		
18 - 28				-	
28 - 50			Exc	clusion du domaine d'	emploi
50 - 100					

La classification des types de mur XIII et XIV est donnée au chapitre 3 du DTU 20.1 P3, en particulier aux § 3.3.2.3 « Mur de type XIII » et 3.3.2.4 « Mur de type XIV ».

# 6 Assistance technique de Briques Technic Concept

L'entreprise doit, naturellement, disposer de compétences en maçonnerie traditionnelle et justifier sa souscription à un contrat d'assurance la couvrant pour cette responsabilité.

Concernant les éléments préfabriqués grand format NOVATERRE, l'entreprise devra de plus disposer de compétences en maçonnerie traditionnelle de type pose d'éléments grand format en pierres naturelles.

Dans le cadre de son assistance technique, les études d'exécution sont obligatoirement soumises à « Briques Technic Concept », qui contrôle et valide (cf chapitre 2 du **livret « MISE EN OEUVRE »**) :

- Les plans et élévations avec repérage des joints verticaux ;
- Les plans et élévations de calepinage :
- Les plans de cadencement.

En particulier, le façonnage (rainures, réservations, carottage...) des BTC nécessite éventuellement des outillages de coupe spéciaux.

A ce titre, 2 stratégies de formatage sont proposées à l'entreprise de maçonnerie, telles que détaillées dans le chapitre 1 du livret « MISE EN OEUVRE ».

De même, l'entreprise de maçonnerie-gros-œuvre bénéficie de l'assistance technique de « Briques Technic Concept » pour la mise en œuvre.

L'accompagnement au démarrage de la mise en œuvre prend la forme d'une formation sur site dispensée par le personnel de « Briques Technic Concept » à celui de l'entreprise de pose.

De plus, « Briques Technic Concept » met à disposition un modèle de fiche d'autocontrôle destinée à garantir le suivi conforme de l'ensemble des tâches nécessaires pour une mise en œuvre correcte.

Ce modèle de fiche est fourni au chapitre 10 du livret « MISE EN OEUVRE ».

# 7 Annexes destinées au comité d'experts CSTB

Plusieurs documents en annexe accompagnent ce dossier technique.

Ces documents sont limités à la lecture du comité d'experts du CSTB dans le cadre de leur évaluation.

Le contenu technique de ce dossier fait parfois référence à ces documents, et les membres du comité d'experts du CSTB pourront y trouver des informations utiles à la compréhension des hypothèses retenues.

Ces documents ne sont pas nécessaires à l'exploitation du dossier technique par les usagers des BTC.

La première liste comprend les fiches techniques de tiers et les normes soumises à des droits de diffusion. La deuxième liste comprend les documents confidentiels édités par des laboratoires et experts, dont « Briques Technic Concept » est commanditaire et propriétaire.

La troisième liste comprend les documents confidentiels édités par « Briques Technic Concept ».

# 7.1 NORMES ET FICHES TECHNIQUES TIERCES

Editeur/Date	Objet	Référence
AFNOR	Norme XP P13-901 Texte révisé de Février 2021	AFNOR – Norme XP P13-901 (révision
02/2021	Fichier : AFNOR – Norme XP P13-901 (révision 02 2021).pdf	02/2021)
CEMEX	Fiche technique : Sable 0/4 SL pour mortier	CEMEX – FTP SABLE 0/4 SL CEMEX
20/01/2020	Fichier : CEMEX – FTP Sable 0-4 SL (01-2020).pdf	81ALBI
SOCLI	Fiche technique : Chaux SOCLI – NHL 3,5, selon EN 459-1	SOCLI - FTP Chaux SOCLI - Chaux
09/2016	Fichier : SOCLI – FTP Chaux Socli NHL3.5 (09-2016).pdf	hydraulique naturelle pure NHL 3.5
SOCLI	Fiche technique : Chaux RABOT – NHL 5, selon EN 459-1	SOCLI - FTP Chaux Rabot - Chaux
09/2016	Fichier : SOCLI – FTP Chaux Rabot NHL5 (09-2016).pdf	hydraulique naturelle pure NHL 5

# 7.2 DOCUMENTS CONFIDENTIELS, RAPPORTS D'ESSAIS ET D'ETUDES PAR MODÉLISATIONS

Editeur/Date	Objet	Référence
ENTPE	Rapport d'essais n°20201215	ENTPE-LTDS –
LTDS	Caractérisation hygrothermique des éprouvettes de Briques Technic Concept	Rapport d'essais
18/03/2021	Perméabilité à la vapeur / Remontée capillaire / Isotherme de sorption d'eau /	n°20201215
	Conductivité et effusivité thermique	
	Fichier: ENTPE-LTDS – Rapport d'essai 20201215 (03-2021).pdf	
CSTB	Rapport d'essais n° DSSF 20-02070/A-1 (cf nota *)	CSTB – Rapport d'essai
04/06/2021	Essais de compression de murets composés de briques ou de blocs de terre crue	DSSF 20-0207/A-1
	compressée et stabilisée selon NF EN 1052-1	
	Fichier : CSTB – Rapport d'essai DSSF 20-02070 A-1 (06-2021).pdf	
CSTB	Rapport d'essais n° DSSF 20-02070/C-1 (cf nota *)	CSTB – Rapport d'essai
04/06/2021	Essais de cisaillement dans le plan des joints d'assises horizontaux sur brique de	DSSF 20-0207/C-1
	terre crue compressée et stabilisée selon NF EN 1052-3/A1	
	Fichier: CSTB – Rapport d'essai DSSF 20-02070 C-1 (06-2021).pdf	
CSTB	Rapport d'essais n° EEM 21-02070/D (cf nota *)	CSTB – Rapport d'essai
02/06/2021	Essais de flexion sur des murets dans le plan perpendiculaire aux joints d'assises	EEM 21-0207/D
	horizontaux sur des briques de terre crue compressée selon NF EN 1052-2	
	Fichier : CSTB – Rapport d'essai EEM 21-02070 D (06-2021).pdf	
Nota *	Les 3 rapports d'essais du CSTB possèdent les parties communes suivantes :	
	- Essais de résistance à la compression des éléments de terre crue selon protocole	
	Briques Technic Concept	
	- Essais de résistance en flexion et en compression du mortier durci (chaux SOCLI	
	NHL) selon EN 1015-11	
EFECTIS	Rapport d'essai de résistance au feu n° EFR-20-U-004582	EFECTIS – PV et
14/04/2021	Essai sur mur porteur réalisé en BTC de Briques Technic Concept, selon EN 1363-	rapport d'essai 20-U-
	1 et EN 1365-1	004582
	Fichier: EFECTIS – PV 20-U-004582 (04-2021).pdf & EFECTIS – Rapport d'essai	
E00718411E	20-U-004582 (04-2021).pdf	5007WUT D
ECOZIMUT	Rapport d'étude hydrothermique	ECOZIMUT – Rapport
08/07/2021	Fichier: ECOZIMUT - Rapport d'étude hydrothermique n°20050-2 (07-2021).PDF	n°20050-2
FFFOTIO	Fitancian de eleccorant à martir du massès certail FED 00 11 004400 martir	EFFOTIO Futaristica
EFECTIS	Extension de classement à partir du procès-verbal EFR-20-U-004482 pour	EFECTIS – Extension
04/02/2022	l'augmentation des dimensions des blocs de terre crue pour un montage en	de classement 22-01
	panneresse	sur PV EFR-20-U-
	Fichier: EFECTIS-EXTENSION EFR-20-U-004482_Ext1.pdf	004582

# 7.3 DOCUMENTS CONFIDENTIELS, RÉDACTION PAR « BRIQUES TECHNIC CONCEPT »

Date	Objet	Référence
12/08/2021	Plan Assurance Qualité de « BRIQUES TECHNIC CONCEPT » - Version 2.1	BTC – Confidentiel - PAQ
12/08/2021 Projet de référentiel QB de « BRIQUES TECHNIC CONCEPT Version 2.1		BTC – Confidentiel – Projet de référentiel QB
12/08/2021	Justifications des performances structurelles des fiches techniques du chapitre 5 – Version 2.1	BTC – Confidentiel - Justificatif des performances structurelles des FT
12/08/2021	Protocoles d'essais utilisés par Briques Technic Concept – Version 2.1	BTC – Confidentiel - Protocoles d'essais
12/08/2021 Retour d'expérience sur l'utilisation du produit « Tierrafi protection des BTC apparentes en intérieur – Version des BTC apparentes en intérieur des apparentes en intérieur des apparentes en intérieur des apparentes en intérieur des apparentes en intérieur de la contracte de		BTC – Confidentiel – Retour d'expérience « Tierrafix »
31/01/2022	Rapport sur essai interne de compatibilité de mastic mis en œuvre sur des BTC.	BTC – Confidentiel – Rapport essai sur mastic

# 8 Réalisations et projets

En 2016, l'entreprise « Briques Technic Concept » a fourni les briques et contribué à l'ATEx de cas « b » portée par l'entreprise DEMATHIEU & BARD.

Cette ATEx n°2343, ayant donné lieu à une appréciation favorable du CSTB, portait sur les murs porteurs en briques de terre crue comprimée d'épaisseur 37 cm et stabilisées à la chaux, pour l'opération « Pôle culturel de Cornebarrieu » (31700).

Le projet comportait également des murs de parement de 10cm d'épaisseur en extérieur et intérieur.

Surface de murs porteurs (sous ATEx): 120m²

Surface de murs de parement intérieur : 350m²

Surface de murs parement extérieur : 350m²



Dans ses références, l'entreprise « Briques Technic Concept » compte aussi le projet Re-Bigre, Maison des chantiers, bureau et maison témoin de la recomposition de la commune de BIGANOS (33 380), pour le compte de la Ville de Biganos (chantier livré en juin 2021). Le projet comporte des briques de 10cm d'épaisseur en parement en intérieur et extérieur.

- Surface de murs de parement intérieur : 80m²

- Surface de murs parement extérieur : 100m²



Les projets en cours de conception pour une réalisation à venir sont les suivants :

 Projet de logements « CARRE FLORE » en R+1, à CORNEBARRIEU (31150), pour le compte du promoteur GREEN CITY IMMOBILIER



• Extension de l'hôtel d'entreprise INNOPROD en R+3 dont 3 niveaux en BTC, pour le compte de la Ville d'ALBI (81 000)



• Salle des fêtes en RDC, pour le compte de la Ville de VENERQUES (31 810), non visée par le présent ATEx



 Projet de logements sur l'îlot J2 de la ZAC Monges à CORNEBARRIEU (31150) en R+2 dont deux niveaux en BTC, pour le compte du promoteur ECLISSE, non visé par le présent ATEx

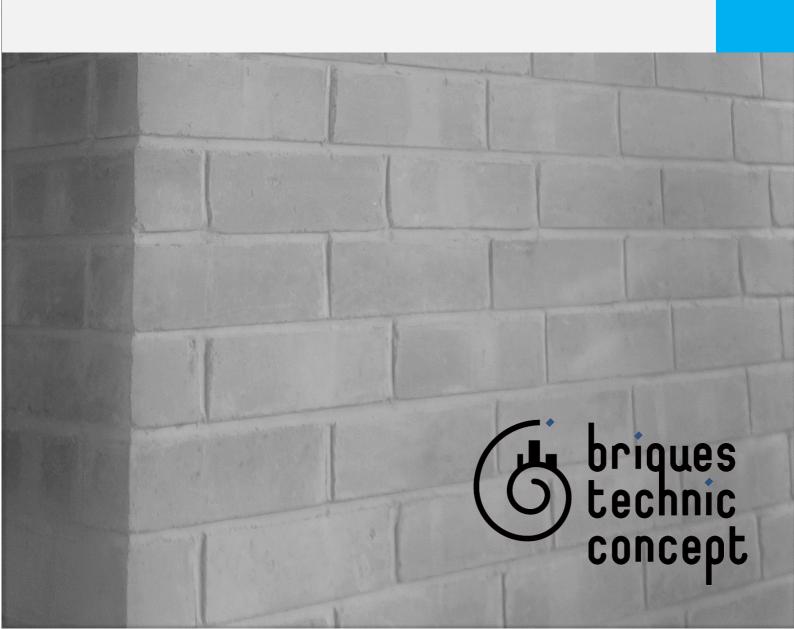




Mur porteur en briques et blocs de terre crue comprimée ATEx de cas « a » - Dossier technique

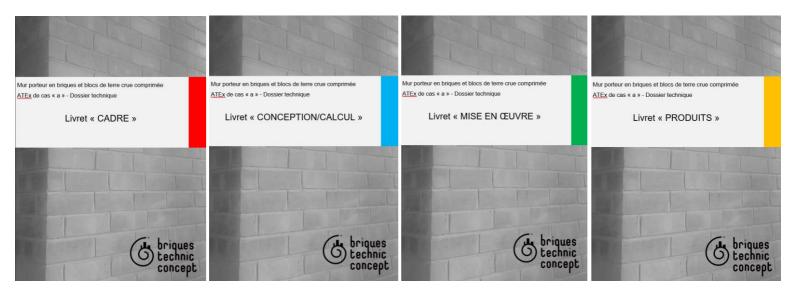
# Livret « CONCEPTION/CALCUL »

Version 3.0 du 8 février 2022



Le dossier technique est composé de 4 livrets, versionnés et indissociables :

Livret « CADRE » version 2.1
 Livret « PRODUITS » version 2.1
 Livret « CONCEPTION/CALCUL » version 2.1
 Livret « MISE EN ŒUVRE » version 2.1



Nous alertons les usagers de ce dossier technique que son exploitation est indissociable du document édité par le CSTB et formant l'ATEx.

De plus, chaque acteur spécialisé doit prendre connaissance de l'ensemble des livrets.

Typiquement, le concepteur ne doit pas négliger le contenu du livret « MISE EN ŒUVRE », et l'entrepreneur de pose ne doit pas négliger le contenu du livret « CONCEPTION/CALCUL ».

# Le contenu de ce Livret « CONCEPTION/CALCUL » présente :

- Chapitre 1 : Les bases <u>fondamentales</u> vis-à-vis des conditions hydriques et de la maîtrise des déformations imposées aux murs BTC ;
- Chapitre 2: Les éléments nécessaires au dimensionnement structurel (limites constructives, ELU, ELS, feu...);
- Chapitres 3 et 4 : Les éléments nécessaires aux études des performances acoustiques et énergétiques ;
- Chapitre 5 : Les éléments relatifs à la durabilité des murs BTC ;
- Chapitre 6 : Les prescriptions volontaires vis-à-vis des considérations esthétiques et d'aspect.

# Table des matières

1	Cond	itions de conception du projet	5
	1.1	Conditions hydriques des murs en BTC	
	1.1.1	Objet de l'inventaire	5
	1.1.2 1.1.3	Murs BTC enterrés et semi-enterrés	
	1.1.3 1.1.4	Climat de montagne Ambiance hygrométrique des locaux	C
	1.1. <del>4</del> 1.1.5	Exposition à l'eau à l'intérieur des locaux	
	1.1.6	Exposition à la pluie et au vent	
	1.1.7	Agressions hydriques, au gel, aux sels et autres agents chimiques	
	1.1.8	Ponts thermiques	
	1.1.9	Zones de confinement	10
	1.2	Conditions sur les déformations imposées aux murs en BTC	11
	1.2.1	Objet de l'inventaire	
	1.2.2	Longueur maximale du mur / Joints de retrait-dilatation	
	1.2.3	Mixités internes au mur / Joints de décharge	
	1.2.4 1.2.5	Rigidités des appuis Liaisons entre murs / Joints de désolidarisation	
	1.2.5 1.2.6	Soulèvement et rotation aux appuis d'un plancher béton	
	1.2.0	Codiovernent of rotation dux appairs a air planener beton	
2	Dime	nsionnement structurel	16
	2.1	Limites constructives pour l'application des règles de calcul	16
	2.1.1	Appareillage des murs - Recouvrement minimum	16
	2.1.2	Élancement maximal des murs	
	2.1.3	Pente des joints d'assise	
	2.1.4 2.1.5	Longueur minimale des trumeaux et retours d'angles porteurs Poussées des systèmes intégrés de « franchissement » : Linteaux	
	2.1.6	Poussées des charpentes	
	2.1.7	Cadence de montage et délai de mise en charge	
	2.2	Paramètres de calcul aux ELU	19
	2.2.1	Résistance caractéristique à la compression des murs	
	2.2.2	Résistance caractéristique au cisaillement des murs	
	2.2.3	Résistance caractéristique à la flexion des murs	
	2.2.4	Coefficient partiel de sécurité pour les BTC	
	2.2.5	Murs en BTC soumis à des charges concentrées	
	2.3	Paramètres de calcul aux ELS	
	2.3.1	Modules d'élasticité et de cisaillement d'un mur	
	2.3.2 2.3.3	Retrait/gonflement à l'humidité et dilatation thermique Largeur des joints	
	2.4	Composants accessoires	
	2.5	Organes de fixation lourde (chevillage)	23
	2.6	Résistance au feu	23
3	Isoler	nent acoustique des murs au bruits aériens	24
•	100101	mont about and a do mare an oratio acritical minimum minimum mare and a state acritical minimum mare acritical minimum mare acritical minimum mare acritical minimum mare and a state acritical minimum mare acri	
4	Perfo	rmance énergétique	24
_		1114.7	0.5
5		pilité	
	5.1	Teneur en eau et agressions hydriques des BTC	25
	5.2	Risque de condensation dans les complexes de paroi	25
6	Fethá	etique et aspect des BTC apparentes	25
J		•	
	6.1	Aspect des BTC apparentes : écornures, épaufrures	
	6.2	Risque d'abrasion des BTC apparentes	
	6.3	Efflorescences des BTC apparentes	26

# Livret « CONCEPTION/CALCUL » version 3.0

6.4	Microfissures dans les murs en BTC apparentes26	,
6.5	Tâches et poussières des BTC apparentes26	,
6.6	Protections provisoires des murs BTC restant apparents26	;

## 1 Conditions de conception du projet

Fondamental, ce chapitre est destiné à tous les acteurs concernés par la conception, la justification et la mise en œuvre des murs en BTC : Architecte, ingénieur, artisan, compagnon...

En effet, les définitions et les principes donnés dans ce chapitre permettront au lecteur de connaître les bases indispensables à la compréhension du comportement des murs montés en BTC.

#### 1.1 CONDITIONS HYDRIQUES DES MURS EN BTC

#### 1.1.1 Objet de l'inventaire

Les conditions hydriques des murs en BTC ont les implications typiques suivantes :

- La teneur en eau des BTC affecte leurs performances mécaniques et les variations dimensionnelles des murs.
- Les conditions d'exposition à l'eau affectent les conditions d'agression à la corrosion des accessoires intégrés à la maçonnerie (attaches métalliques...), ainsi que la durabilité des mortiers.

L'ensemble des conditions hydriques soumises aux maçonneries en BTC impactent donc sensiblement la durabilité et la sécurité de l'ouvrage.

Il convient donc de mettre sous contrôle les conditions d'exposition à l'eau sous forme liquide et les phénomènes de migration de vapeur d'eau pour le bâtiment, les locaux, les complexes et les détails.

Pour cela, une des premières tâches des <u>concepteurs</u> est de conduire un travail d'inventaire exhaustif de ces conditions hydriques et autres agressions chimiques. Les paragraphes suivants sont dédiés à cette tâche.

Il conviendra que <u>l'entreprise exécutant</u> les travaux prenne connaissance de cet inventaire. Cette appropriation doit intervenir dès le démarrage de la phase d'exécution et doit faire l'objet d'une réunion préliminaire dédiée avec l'équipe projet.

Pour réaliser cet « Inventaire des conditions hydriques », il convient d'appliquer tous les paragraphes de ce chapitre, pour tous les locaux, toutes les parois et, selon l'avancement des études, pour tous les détails.

Cet inventaire pourra prendre la forme de tableau de synthèse avec, par exemple, en ligne les parois du projet, et en colonne les classements et contrôles décrits ci-après.

Cet inventaire sera exploité tout au long de l'application des règles et dispositions constructives du présent livret « CONCEPTION/CALCUL » et du livret « MISE EN OEUVRE ».

Pour finir, il convient de retenir que les prescriptions particulières de ce chapitre sont en totale cohérence avec le domaine d'emploi décrit dans le **livret « CADRE »**.

#### 1.1.2 <u>Murs BTC enterrés et semi-enterrés</u>

Les ouvrages enterrés et semi-enterrés en BTC sont exclus du domaine d'emploi.

## 1.1.3 Climat de montagne

Les bâtiments situés en climat de montagne (altitude > 900m) sont exclus du domaine d'emploi.

#### 1.1.4 Ambiance hygrométrique des locaux

Cette clause concerne tous les murs en BTC, qu'ils soient intérieurs, de refend ou de façade.

Le domaine d'emploi est limité aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie, c'est à dire ceux pour lesquels W/n respecte les conditions suivantes :

Local à faible hygrométrie : W/n ≤ 2.5 g/m3

Local à hygrométrie moyenne : 2.5 < W/n ≤ 5 g/m3</li>

#### Avec

- W : quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur d'un local par heure, exprimée en grammes par heure (g/h).
- n : le taux horaire de renouvellement d'air exprimé en mètres cube par heure (m3/h)

Les classements conventionnels « indicatifs » donnés par les 2 référentiels adaptés sont recopiés ci-dessous :

Classement des locaux	Selon cahier 3567 CSTB de mai 2006	Selon article 6.4.2.1 DTU 20.1 P3
Faible hygrométrie	Locaux équipés de ventilations mécaniques contrôlées et de systèmes propres à évacuer les pointes de production de vapeur d'eau, dès qu'elles se produisent, (par exemple : hottes,).	Immeubles de bureaux non conditionnés ou les externats scolaires, ainsi que certains logements équipés de ventilations mécaniques contrôlées et de systèmes propres à évacuer les pointes de production de vapeur d'eau, dès qu'elles se produisent (hottes, etc.).
Hygrométrie moyenne	Les locaux correctement chauffés et ventilés, sans sur-occupation, et les locaux de production dont le process ne génère pas de vapeur d'eau.	Bâtiments d'habitation, y compris les cuisines et salles d'eau, correctement chauffés et ventilés, sans sur-occupation.
Forte hygrométrie	Locaux médiocrement ventilés et les locaux avec forte concentration humaine.	Bâtiments d'habitation médiocrement ventilés et sur- occupés, ainsi que certains locaux industriels, etc.
Très forte hygrométrie	Les locaux spéciaux où l'activité maintient une humidité relative élevée.	Locaux spéciaux tels que locaux industriels nécessitant le maintien d'une humidité relative élevée, locaux sanitaires de collectivités, piscines couvertes.

En cas de doute sur la classe à retenir, le maître d'œuvre interrogera le concepteur des équipements en CVC sur la valeur de W/n à retenir dans le local étudié. En effet, ce dernier est l'acteur qui assure la maîtrise de l'ambiance hygrométrique des locaux.

Dans tous les cas, il conviendra de demander l'avis du bureau de contrôle lorsque celui-ci est missionné.

#### 1.1.5 Exposition à l'eau à l'intérieur des locaux

Cette clause concerne tous les murs en BTC, qu'ils soient intérieurs, de refend ou de façade.

L'exposition à l'eau sous forme liquide d'un mur en BTC en cours d'exploitation est limitée aux situations suivantes :

- Situations normales:
  - Aucune exposition à l'eau.
  - o Eau intervenante ponctuellement sous forme de rejaillissements mais sans ruissellement.
- Situation accidentelle comme un dégât des eaux : Les dispositions constructives en pied de mur données dans le livret « MISE EN OEUVRE » sont de nature à protéger efficacement les BTC de ces situations accidentelles.

Les 3 situations suivantes sont quant à elles exclues du domaine d'emploi :

- Eau projetée épisodiquement (ruissellement).
- Eau intervenante sous forme de ruissellement et agissant de façon discontinue pendant des périodes plus longues que dans le cas précédent. Le cumul des périodes de ruissellement sur 24 heures ne dépassant pas 3 heures.
- Eau intervenante de façon quasi-continue (sous forme liquide).

Selon la classification du cahier 3567 CSTB de mai 2006, l'ensemble de ces restrictions conduisent :

- A la permission des murs BTC dans les locaux classés EA et EB;
- A la permission des murs BTC dans les locaux classés EB+ locaux privatifs sous réserve de mise en œuvre d'un doublage traditionnel en plaques sur ossature respectant toutes les dispositions du DTU 25.41.
- Et à <u>l'exclusion</u> des murs BTC dans les locaux classés EB+ collectifs et EC.

# 1.1.6 Exposition à la pluie et au vent

Nota : Cette clause ne concerne que les murs en BTC situé en façade.

Le chapitre 3 du DTU 20.1 P3 s'applique avec les modifications suivantes.

En effet, à date :

- Le procédé de mur en BTC est limité à l'emploi d'une isolation par l'extérieur ;
- L'analyse des risques vis-à-vis des infiltrations d'eau est modifié de sorte à éviter que la BTC soit soumise au risque de gel, et à une teneur en eau supérieure à 3%;

Ainsi, le tableau du tableau 3 de l'article 3.4 « Choix du type de mur de façade en fonction de l'exposition à la pluie » du DTU 20.1 P3 est modifié comme suit :

	Situatio	n a), b) ou c)		Situation d)	
Hauteur du mur au-dessus du sol	Paralla Paralla		Façade abritée	Façade non abritée	
(m)	Façade Façade abritée non abritée	Zone littorale, sauf front de mer		Front de mer	
< 6	XIII	XIII	XIII		
6 - 18	XIII	XIV	XIII		
18 - 28				r	
28 - 50			Exc	clusion du domaine d'é	emploi
50 - 100					

#### 1.1.7 Agressions hydriques, au gel, aux sels et autres agents chimiques

Nota : Cette clause concerne tous les murs en BTC, qu'ils soient intérieurs, de refend ou de façade.

En déclinaison des articles 1.5.3, 2.1.2.1, 2.2.3.1, 2.2.3.3, et des annexes A, B et C de l'Eurocode 6 Partie 2, 1996-2, les articles 3.2.1 et 4 (introduction) et annexe E du DTU 20.1 P1-2 définissent une classification des micro-conditions d'exposition des maçonneries.

En fonction des facteurs environnementaux et climatiques localisés de l'élément de maçonnerie étudié, cette classification permet d'évaluer le degré d'agressivité subit par cet élément.

Il s'agit d'agressions hydriques, des risques liés aux cycles de gel/dégel et d'agressions dues à la présence de produits chimiques susceptibles d'entraîner des réactions préjudiciables.

Cette classification intéresse donc principalement la durabilité des ouvrages.

Il convient de retenir qu'elle impacte TOUS les constituants de la maçonnerie :

- Les blocs et briques de maçonnerie ;
- Les mortiers ;
- Les éventuelles armatures ;
- Les accessoires : attaches métalliques, linteaux préfabriqués...

Le tableau « *E.1 Classes d'exposition d'une maçonnerie* » de l'annexe E du DTU 20.1 P1-2 est applicable pour les murs en BTC, sachant que le domaine d'emploi des murs en BTC est ici limité à la classe d'exposition MX1 :

Classe d'exposition	Définition de la classe	Exemples de maçonnerie répondant à cette classification
MX1	Maçonneries enduites ou protégées quel que soit l'environnement ou maçonneries non enduites ou	Maçonnerie intérieure des bâtiments bordant des locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie  Maçonnerie intérieure des bâtiments bordant des locaux à très forte hygrométrie dans le cas d'une maçonnerie enduite
	non protégées dans un environnement sec	Maçonnerie en façade enduite sur la face extérieure ou protégée des infiltrations d'eau par exemple par un bardage, une vêture, etc.

Le tableau « *E.3 Choix du mortier en fonction de la classe d'exposition* » de l'annexe E du DTU 20.1 P1-2 est applicable pour les murs en BTC, sachant que le domaine d'emploi des murs en BTC est ici limité à la classe d'exposition MX1 et que la classe M10 des mortiers est exclue :

Classe d'exposition	Mortiers de recette préparés sur chantier
	Mortiers:
	M2,5
MX1	M5
	— M10 —

Par contre, le tableau « E.2 Choix de l'élément de maçonnerie en fonction des classes d'exposition » ne traite pas des BTC.

Pour pallier à ce manque, la norme XP P13-901 de 2021 définit des « classes d'application » comme suit :

Domaine d'application	Classe d'application		
Maçonnerie extérieure non enduite soumise aux intempéries	CL1	Hors domaine d'emploi	
Maçonnerie extérieure enduite et soumise aux intempéries	CL2		
Maçonnerie extérieure habillée et protégée contre les intempéries. Maçonnerie intérieure (mur et cloison) protégée des venues d'eau liquide permanentes et accidentelles.	CL3 protégée des venues Domaine		
Applications sèches intérieures, pose sans mortier sans risque de projection d'eau	CL4		

Une fois la « Classe d'application » identifiée pour chaque mur en BTC, le tableau ci-dessous permet de déterminer les objectifs de performance selon les 3 critères donnés en colonne :

Classe	Essai en immersion Perte de masse (%)	Essai de contact	Essai au gel (nombre de cycles)	
CL1	≤ 5	Aucune fissure, ni aucune déformation due au gonflement	≥ 15	Hors domaine d'emploi
CL2	≤ 5	Aucune fissure, ni aucune déformation due au gonflement	≥ 5	
CL3	Aucune exigence	Aucune fissure, ni aucune déformation due au gonflement	Aucune exigence	Domaine d'emploi
CL4	Aucune exigence	Aucune exigence	Aucune exigence	

Selon les objectifs de performance visés ci-dessus, les éventuels essais sont réalisés conformément aux paragraphes suivant de la norme XP P13-901 de 2021 :

- 6.6 Comportement sous l'effet de l'humidité : essai par immersion
- 6.7 Comportement sous l'effet de l'humidité : essai par contact
- 6.8 Résistance au gel

Ces définitions étant posées, il convient de retenir que le domaine d'emploi actuel soumis à l'ATEx limite par définition aux exigences des « Classe d'application » CL3 et CL4 qui sont entourées et en gras dans les 2 tableaux précédents. Ce domaine d'emploi soumis à l'ATEx n'exige donc aucun de ces 3 essais.

Pour finir, il convient de noter que « Briques Technic Concept » réalise, malgré tout et à titre de garde-fou, des essais de résistance à la compression après immersion pour qualifier les formulations utilisées.

#### 1.1.8 **Ponts thermiques**

Au droit des ponts thermiques, les BTC ne devront pas présenter de teneur en eau supérieure à 3% ; deux cas de figures peuvent se présenter :

- Soit la configuration du pont thermique est traitée positivement dans un référentiel normatif
   « traditionnel », dans une situation cohérente et équivalente ;
- Soit ce pont thermique fait l'objet d'une étude hygrothermique dynamique 2D selon la norme NF EN 15026 d'avril 2008, à l'aide du logiciel WUFI 2D et des propriétés hygrothermiques propres aux BTC de « Briques Technic Concept ».

Cette étude devra vérifier les 2 critères suivants :

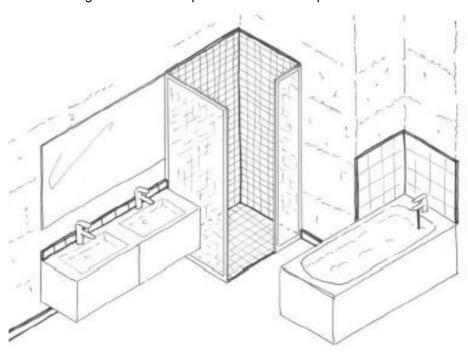
- Absence de condensation au contact de la BTC;
  - Εt
- Teneur en eau de la BTC inférieure à 3%.

# 1.1.9 Zones de confinement

Les BTC peuvent être localement entourées par des couches imperméables à la vapeur d'eau. Cette situation constitue une zone de « confinement » des BTC.

2 stratégies de contrôle sont possibles :

- La zone de « confinement » en question fait l'objet d'une étude hygrothermique dynamique 2D comme pour les ponts thermiques (cf §1.1.8 précédent) ;
  - Ou bien
- Les 4 dispositions suivantes sont simultanément respectées dans le cas des pièces d'eau :
  - Disposition n°1 : Comme représenté ci-dessous, les BTC sont protégées de l'exposition directe de l'eau au droit des points d'eau (paroi de douche, baignoire, crédence...) par la mise en œuvre d'un doublage traditionnel respectant toutes les dispositions du DTU 25.41.



- Disposition n°2 : Pour bénéficier des qualités de régulation hygrométrique de la terre, 20% minimum de la surface des BTC doit demeurer non imperméabilisée.
- Disposition n°3 : Si une paroi en BTC se trouve à la séparation entre deux salles d'eau, il est également nécessaire de laisser à minima 20% de la surface des BTC non imperméabilisée, de chaque côté.
- O **Disposition n°4**: Dans tous les cas, une paroi en BTC ne doit pas être imperméabilisée côté sortie de la vapeur d'eau (du côté de la paroi qui est exposée à l'ambiance la moins humide), afin de ne pas empêcher la migration de la vapeur d'eau.

# 1.2 CONDITIONS SUR LES DEFORMATIONS IMPOSEES AUX MURS EN BTC

# 1.2.1 Objet de l'inventaire

Comme pour tous les murs maçonnés, il convient de tenir les objectifs suivants :

- Maîtriser les risques de fissuration dans la maçonnerie en BTC elle-même, dans les éventuels enduits et autres éléments de second œuvre fragiles que le mur BTC supporte. Les conséquences concernent la dégradation des performances en résistance, en acoustique aérien, à l'étanchéité aux gaz chauds, et aussi l'aspect des faces vues...
- Garantir une transmission des charges internes entre les murs en BTC et les autres sous-ensembles structuraux conforme aux hypothèses : soubassements, planchers, charpente, murs d'une autre nature...

Par rapport à ces objectifs, la stratégie conventionnelle en maçonnerie consiste à maximiser les « encastrements » au droit des raccords des sous-ensembles, et à maximiser le « confinement » de la maçonnerie avec du béton armé. Cette démarche conduit entre autres à l'emploi de chaînages verticaux.

Toutefois, cette stratégie conventionnelle n'est pas adaptée aux murs en BTC.

#### En effet:

 Les bâtiments qui incluent des murs en BTC sont structurellement hybrides, c'est-à-dire qu'ils intègrent toujours des éléments ou des sous-structures d'une autre nature : maçonnerie en terre cuite, béton armé, acier, bois ;

Εt

 Les murs en BTC se caractérisent par des propriétés élastiques, thermo-mécaniques et hygromécaniques, sensiblement différentes des autres matériaux de construction;

Et

• Les modalités de liaisonnement en structure primaire des murs en BTC sont limitées à l'intégration d'attaches métalliques dans les joints de mortier, et au frottement de contact (sous compression permanente) avec le béton.

Ces caractéristiques conduisent à la stratégie suivante :

Proscrire par défaut les chaînages verticaux ;

Εt

 Distribuer des joints structuraux au droit de chaque zone de déformations différentielles : joints de dilatation, joint de rupture, joint de désolidarisation, joints de décharge...

Pour établir une distribution et une définition des joints adaptée, une des premières tâches des <u>concepteurs</u> est de conduire un travail d'inventaire exhaustif des conditions sur les déformations différentielles des murs BTC. Les paragraphes suivants sont dédiés à cette tâche.

Il conviendra que <u>l'entreprise exécutant</u> les travaux prenne connaissance de cet inventaire. Cette appropriation doit intervenir dès le démarrage de la phase d'exécution et doit faire l'objet d'une réunion préliminaire dédié avec l'équipe projet.

Pour réaliser cet inventaire, il convient d'appliquer tous les paragraphes de ce chapitre.

Cet inventaire sera exploité tout au long de l'application des règles et dispositions constructives du présent livret « CONCEPTION/CALCUL » et du livret « MISE EN OEUVRE ».

Attention : Les dispositions constructives déclinées dans les §1.2.2 à 1.2.6 sont à compléter avec celles du chapitre 2.

#### 1.2.2 <u>Longueur maximale du mur / Joints de retrait-dilatation</u>

Les déformations différentielles propres aux murs en BTC imposent une limite maximale à la longueur libre des murs.

Cette longueur libre, entre bords libres, joints de retrait, murs de refends ou contreforts doit être inférieure à :

$$L_max = 26.(t + 1.5) + 1.5$$

Avec t l'épaisseur du mur en cm.

- Cette formule constitue une limite sévère et sécuritaire ;
- Cette formule est le résultat de la corrélation entre différentes enquêtes de terrain par l'association CRAterre et l'école ENSAG (Etudes en 1999, sur 398 constructions en BTC enquêtées).
- Dans les années à venir, cette formule sera révisée en fonction de nouveaux essais sur les propriétés de retrait-dilation des BTC de « Briques Technic Concept ».

Selon les situations, la liaison dans le joint peut être réalisée via des accessoires métalliques.

Ces accessoires seront choisis de la façon suivante :

- Les accessoires doivent « prendre » dans les joints au mortier, jamais directement dans les BTC ;
- Les accessoires peuvent bloquer les mouvements latéraux et verticaux entre les deux portions de mur BTC;
- Selon la position du point « fixe » de retrait, les accessoires peuvent laisser libre les mouvements dans l'axe du mur via un manchon coulissant par exemple.

Les références suivantes remplissent ces objectifs :

Glijankeren galva (Plaka):

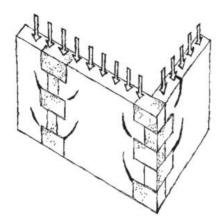
Attache coulissante (Ancon):



#### 1.2.3 <u>Mixités internes au mur / Joints de décharge</u>

Il s'agit ici du risque de fissuration dû à des **déformations différentielles** au voisinage d'une liaison harpée ou armée entre les BTC et un ouvrage vertical beaucoup plus rigide.

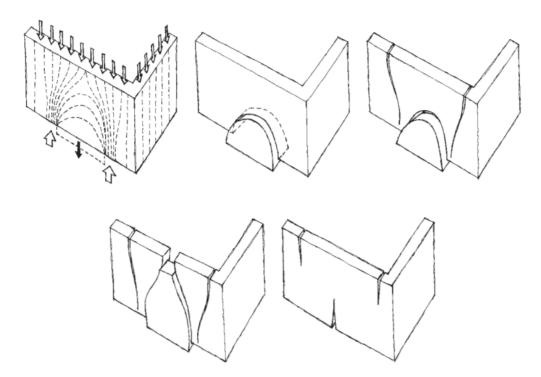
Illustration:



Pour cette raison, par défaut, la mise en œuvre de chaînages verticaux dans les murs en BTC est à proscrire.

# 1.2.4 Rigidités des appuis

Il s'agit ici du risque de fissuration dû à des **déformations différentielles** le long des appuis des murs BTC. Illustration :



Au droit des fondations, il s'agit d'employer des fondations le plus homogène possible.

Il convient de retenir que cette situation de risque concerne aussi les murs en étage s'appuyant sur des ouvrages en flexion.

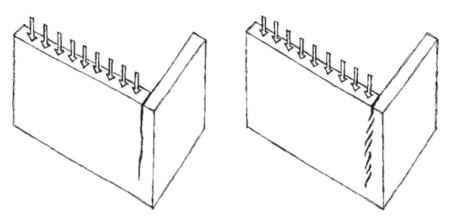
Le tassement différentiel entre deux points quelconques du bâtiment ne doit pas dépasser L/1000.

#### 1.2.5 <u>Liaisons entre murs / Joints de désolidarisation</u>

L'article 8.1.4.1(5) de l'Eurocode 6 Partie 1-1 est rappelé ici : « Lorsque des murs non porteurs jouxtent des murs porteurs, il convient de prendre des dispositions pour permettre les déformations différentielles dues au fluage et au retrait. Lorsque des murs de ce type ne sont pas harpés, il convient de les liaisonner au moyen d'attaches appropriées permettant les déformations différentielles. »

Cet article rappelle ainsi que des **déformations différentielles** peuvent avoir pour origine une rigidité différentielle mais aussi des charges différentielles.

#### Illustrations:



Ainsi, les articles 8.1.4.1(6), 8.5.2.1(1) et 8.5.2.1(2) doivent être appliqué de manière cohérente avec le comportement des murs BTC.

Ainsi, par défaut, toutes les liaisons de murs présentant des **déformations différentielles** sensibles seront réalisées via des accessoires métalliques.

Ces accessoires seront choisis de la façon suivante :

- Les accessoires doivent « prendre » dans les joints au mortier, jamais directement dans les BTC ;
- Les accessoires doivent laisser libre les mouvements verticaux entre le mur BTC et le mur concourant;
- Les accessoires doivent bloquer les mouvements latéraux entre le mur BTC et le mur concourant

Les références suivantes remplissent ces objectifs :

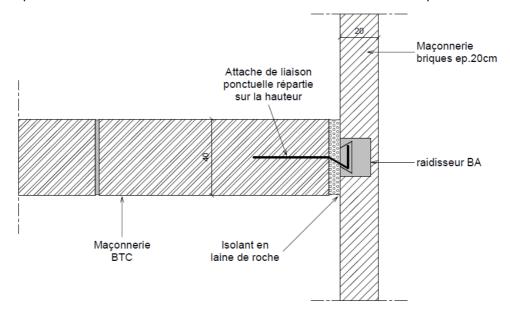
Ankrobrick (Plaka):



Attache PP21 avec Rail Omega (Ancon):



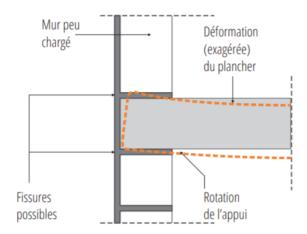
Exemple de coupe horizontale sur une liaison entre un mur en BTC et un mur en briques de terre cuite :



## 1.2.6 Soulèvement et rotation aux appuis d'un plancher béton

Conformément aux définitions et principes déclinées dans les articles 3.5.3 et 5.7.4 du DTU 20.1 P1-1, et dans l'article 5.1.2 du DTU 20.1 P3, la mise en œuvre d'un chaînage vertical vise (entres autres) à s'opposer aux soulèvements dans les angles de planchers en béton (effet « pagode »).

En effet, la rotation du plancher peut provoquer des fissures horizontales dans l'éventuel enduit extérieur ou les joints de mortier : Cf note 1 de l'article 5.9.1 du DTU 20.1 P1-1 :



Or (RAPPEL), par défaut, la mise en œuvre de chaînages verticaux dans les murs en BTC est à proscrire.

Par conséquent, pour mettre sous contrôle ces **déformations différentielles**, les dispositions à appliquer visent :

- Soit à réduire les causes de la tendance au soulèvement, par exemple : augmenter la masse du mur supérieur (mur poids), réduire la portée du plancher...
- Soit à réduire les conséquences des effets de la tendance au soulèvement, par exemple :
  - Toujours mettre en œuvre la rive porteuse du plancher sur les murs BTC via une couche de mortier de montage à la chaux d'une épaisseur 15 à 20 mm;
  - Mettre en œuvre un procédé de façade compatible avec les déformations. Typiquement, un bardage rapporté sur lame d'air (type XIV) n'aura aucune sensibilité à cette déformation. Et les fissures éventuelles dans le mur BTC n'altèreront pas les fonctions du système complet.

Les planchers portés par les blocs sont limités à une portée de 5 m pour les bardages de type XIII.

#### 2 Dimensionnement structurel

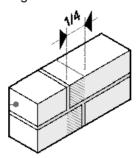
# 2.1 LIMITES CONSTRUCTIVES POUR L'APPLICATION DES REGLES DE CALCUL

Pour être valides, les hypothèses et règles de calcul déclinées dans ce livret imposent des limites constructives.

Il convient de combiner ces limites constructives avec les dispositions constructives décrites dans les §1.2.2 à 1.2.6 et le livret MISE EN ŒUVRE.

### 2.1.1 Appareillage des murs - Recouvrement minimum

En déclinaison de l'article 8.1.4.1(3) de l'Eurocode 6, les règles s'appliquent pour les BTC en partie courante. Ces règles d'appareillage de l'Eurocode 6 sont complétées par les règles d'usage pour les murs en BTC, soit un recouvrement minimum égal au 1/4 de la longueur du bloc entier.



## 2.1.2 Élancement maximal des murs

En déclinaison de l'article 5.5.1.4(2) de l'Eurocode 6 et de l'article 7.4.2 du DTU 20.1 P3, pour les murs porteurs en BTC, l'élancement maximal est de 15, soit :

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \le 15$$

Il convient de retenir que les murs porteurs en BTC doivent toujours être tenus en tête.

# 2.1.3 Pente des joints d'assise

En déclinaison de l'article 8.1.5(2) de l'Eurocode 6, il convient de retenir que les joints d'assise en BTC doivent toujours être horizontaux.

## 2.1.4 Longueur minimale des trumeaux et retours d'angles porteurs

Etant donné que :

- Les chaînages verticaux intégrés en béton sont proscrits ;
- Et que les formats des BTC peuvent atteindre 120 cm de long ;

L'article 5.10.2 du DTU 20.1 P1-1 est remplacé par :

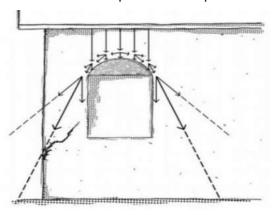
- La longueur minimale des trumeaux devra être au minimum de 1,20 m.
- Aucun rang ne comporte de brique ou bloc recoupé à moins du quart de sa longueur propre.

#### 2.1.5 Poussées des systèmes intégrés de « franchissement » : Linteaux...

Pour les linteaux, et de manière générale pour tous les systèmes de « franchissements » intégrés aux murs en BTC, il convient de proscrire les systèmes fonctionnant en « arc » - C'est-à-dire tous systèmes reposant sur un équilibre de poussées latérales.

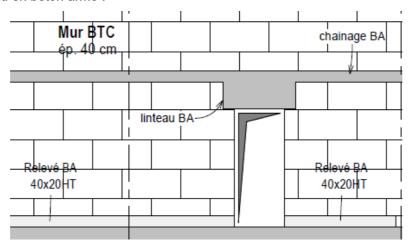
En effet, ce type de système impose de maîtriser l'évolution des déformations et des contraintes de traction/cisaillement au voisinage de singularités.

Illustration d'un système de linteau en arc et d'une rupture due aux poussées latérales dans un retour d'angle :



Le risque peut être maîtrisé par l'emploi de linteaux en béton armé, coulés en place, eux même intégrés aux chaînages horizontaux en béton armé. Cette solution est recommandée par défaut.

Illustration d'un linteau en béton armé :



## 2.1.6 Poussées des charpentes

Les poussées au vide de la charpente sont susceptibles de provoquer des fissures dans les murs BTC.

Ce risque est à mettre sous contrôle :

- Par l'intégration d'une poutre au vent répondant au critère de flèche 1/400 ;
   Ou
- Par la reprise des poussées sur les murs par l'intégration de tirants, d'entraits, ou de tout autre système d'équilibre des poussées à l'intérieur de la charpente.

Pour mémoire : Les murs porteurs en BTC doivent **toujours être tenu en tête**. Ce qui implique en général l'emploi de poutres-au-vent ou de structures horizontales fonctionnant en diaphragme. Ces dispositions sont à considérer avec les principes déclinés ci-avant sur les poussées au vide.

#### 2.1.7 Cadence de montage et délai de mise en charge

Un mur BTC ne doit pas être chargée avant d'avoir atteint une résistance suffisante :

• Pour supporter la charge sans dommage ;

Εt

Pour présenter des rigidités homogènes et conformes aux hypothèses de conception/calcul.

La résistance du mortier à la chaux à 7 jours est d'environ 60 % de sa résistance maximale.

On considère qu'il atteint sa résistance "conventionnelle" après 28 jours (80 % de la résistance maximum).

#### Ainsi:

• Un mur BTC ne doit pas être chargée par un plancher non étayé et par un mur supérieur, avant d'avoir atteint une résistance suffisante pour supporter la charge sans dommage ;

Εt

 Un mur BTC doit être réalisés par la pose successive d'un nombre de rangs d'assises maximal empilés par jour, de sorte à éviter tous risques de désolidarisations des rangs inférieurs.

A défaut d'une étude détaillée, les murs sont réalisés par pose successive de 12 rangs d'assises empilés <u>maximum</u> par jour pour les éléments petit format FLEXITERRE et 3 rangs maximum pour les éléments grand format NOVATERRE

Le contrôle du plan de cadencement est soumis à l'entreprise « Briques Technic Concept » : cf § 6 « Assistance technique de Briques Technic Concept » du **livret « CADRE »**.

## 2.2 PARAMETRES DE CALCUL AUX ELU

## 2.2.1 Résistance caractéristique à la compression des murs

En déclinaison de l'article 3.6.1.2 de l'Eurocode 6 et de l'article 7.3.1.1 du DTU 20.1 P3, la résistance caractéristique à la compression du mur  $f_{k,3\%}$  à utiliser est fournie sur la fiche technique des BTC : cf livret « PRODUITS ».

## 2.2.2 <u>Résistance caractéristique au cisaillement des murs</u>

En déclinaison des articles 3.6.2(2) et 3.6.2(3) de l'Eurocode 6 et de l'article 7.3.2 du DTU 20.1 P3, la résistance initiale au cisaillement  $f_{\nu k0,3\%}$  à utiliser est fournie sur la fiche technique des BTC : cf **livret** « **PRODUITS** ».

Ensuite, la formule de l'Eurocode 6 est modifiée en intégrant un symbole pour l'angle de frottement caractéristique interne :

$$f_{vk} = f_{vk0,3\%} + \tan(\alpha_{k,3\%}) \cdot \sigma_d$$

L'angle de frottement caractéristique interne  $\alpha_{k,3\%}$  à utiliser est aussi fournie sur la fiche technique des BTC.

Enfin, la valeur de la résistance au cisaillement  $f_{vk}$  de la maçonnerie est plafonnée à 0,15 MPa.

#### Notes:

- Pour rappel, σ<sub>d</sub> est « la contrainte de compression de calcul perpendiculaire au cisaillement dans la partie d'ouvrage au niveau considéré, lorsque la combinaison de charge appropriée, fondée sur la contrainte verticale moyenne exercée sur la partie comprimée du mur offrant la résistance au cisaillement, est utilisée ».
- Il est intéressant de retenir que les premiers essais au CSTB donnent un angle de frottement caractéristique interne  $\alpha_{k,3\%}$  de 22,5° qui correspond au coefficient forfaitaire de 0,4 de l'Eurocode 6. En effet,  $\tan(22,5^\circ) = 0,41$ .
- Dans le cas éventuel de l'hypothèse d'une transmission de cisaillement par frottement seul, c'est-à-dire sans adhérence du mortier, il convient d'appliquer la formule précédente sans  $f_{vk0.3\%}$ .

Concernant les modalités d'application de ce paragraphe, il convient de rappeler :

- Que la mise en œuvre de chaînages verticaux dans les murs en BTC est proscrite ;
   Et
- Que ces calculs de résistance au cisaillement concernent les murs porteurs en BTC qui contribuent au contreventement du bâtiment.

Par conséquent, dans le cadre de cette ATEx, le concepteur devra vérifier les 2 critères complémentaires cidessous, conformément aux recommandations du cahier du CSTB N°3719 « Note d'information : Contreventement par murs en maçonnerie de petits éléments », à savoir :

• Critère complémentaire n°1 : Critère de non-basculement du mur

Ce critère sera vérifié en considérant que le mur doit demeurer entièrement comprimé sous toutes les combinaisons de charge incluant le vent.

Concrètement, cette condition sera vérifiée en contrôlant l'inégalité suivante :

$$\frac{H}{V} \le \frac{l}{6. h}$$

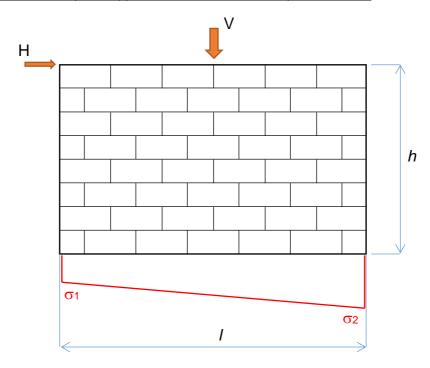
• Critère complémentaire n°2 : Critère de non-écrasement de la zone comprimée

De manière évidente, sous les combinaisons de charge incluant le vent, le moment de basculement ajoute une composante de compression qu'il convient de prendre en compte lors du calcul de la résistance à la compression. Le mur étant entièrement comprimé (critère précédent), les hypothèses du

cahier du CSTB N°3719 conduisent à la formule suivante pour le calcul de la contrainte de compression :

$$\sigma_2 = \frac{1}{t \cdot l} \cdot \left( V + 6 \cdot \frac{H \cdot h}{l} \right)$$

• Définitions et notations pour l'application des 2 critères complémentaires :



H : Force horizontale agissante, appliquée en tête de mur ;

V : Force verticale agissante, appliquée à mi-longueur du mur ;

I: Longueur du mur;

h: Hauteur du mur;

t: Epaisseur du mur;

σ<sub>1</sub> : Contrainte verticale minimale de compression s'exerçant dans la maçonnerie ;

 $\sigma_2$ : Contrainte verticale maximale de compression s'exerçant dans la maçonnerie ;

## 2.2.3 <u>Résistance caractéristique à la flexion des murs</u>

En déclinaison de l'article 3.6.4(3) de l'Eurocode 6 et de l'article 7.3.3 du DTU 20.1 P3, les résistances à la flexion  $f_{xk1,3\%}$  et  $f_{xk2,3\%}$  à utiliser sont fournies sur la fiche technique des BTC : cf livret « PRODUITS ».

## 2.2.4 Coefficient partiel de sécurité pour les BTC

En déclinaison de l'article 7.1 du DTU 20.1 P3, pour les situations durables ou transitoires, la valeur à utiliser pour le coefficient partiel de sécurité  $\gamma_M$  est fournie sur la fiche technique des BTC : cf livret « PRODUITS ».

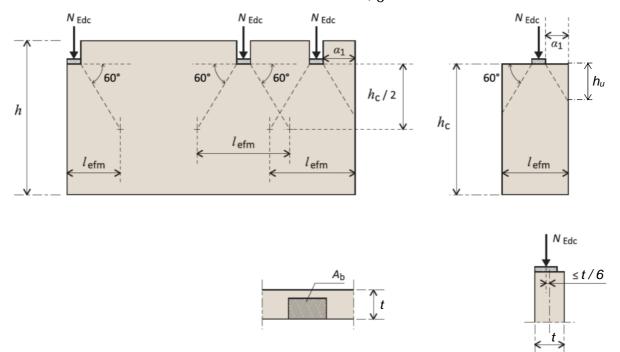
## 2.2.5 <u>Murs en BTC soumis à des charges concentrées</u>

En déclinaison de l'article 6.1.3 de l'Eurocode 6 et de l'article 7.5.3 du DTU 20.1 P3, les murs BTC de « Briques Technic Concept » peuvent exploiter les formules fournies dans ces articles mais avec l'ajout des 2 limites constructives suivantes :

- Distance de l'extrémité du mur au bord le plus proche de la surface soumise à une charge concentrée :  $\alpha 1 \geq \frac{h_u}{\tan 60^\circ} = \frac{h_u}{_{1,73}} \quad \text{avec h}_u \text{ limité à h}_c/2,$ 

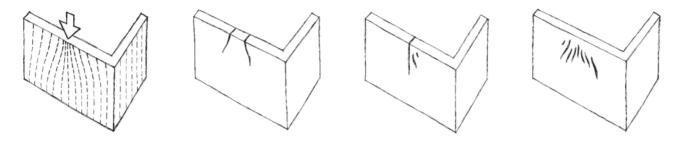
sachant que  $h_c$  est la hauteur du mur par rapport au niveau de la charge (cf schéma ci-dessous) Concrètement, il s'agit de proscrire tout appui ponctuel concentré au nu d'un angle ou d'une face saillante d'un mur BTC. Voir schéma ci-dessous pour repérer la distance  $\alpha 1$ .

- Excentricité de la charge par rapport à l'axe du mur  $e \le t/6$ .



Cette dernière condition est plus sévère que la limite  $^t/_4$  donnée à l'article 6.1.3(4) de l'Eurocode 6. En effet, de manière conservatrice, il convient de limiter les concentrations de contraintes et de charges dans les BTC.

Illustrations des fissurations que les présentes dispositions permettent d'éviter :



Il est ainsi préférable que la diffusion des charges concentrées s'opère grâce à l'introduction d'éléments de répartition de nature adaptée. Par exemple via des muralières, des semelles ou des chaînages, en béton armé, en acier ou en bois.

Dans cet esprit, les articles 6.1.3(7) et 8.1.6(1) de l'Eurocode 6 doivent toujours s'appliquer avec une attention particulière.

Dans tous les cas, les surfaces de contact des charges concentrées doivent être d'au minimum 400 cm².

## 2.3 PARAMETRES DE CALCUL AUX ELS

## 2.3.1 Modules d'élasticité et de cisaillement d'un mur

En déclinaison des articles 3.7.2 et 3.7.3 de l'Eurocode 6 et de l'article 7.3.5 du DTU 20.1 P3, le module d'élasticité à court terme  $E_{3\%}$  à utiliser est fournie sur la fiche technique des BTC : cf livret « PRODUITS ».

Concernant le module de cisaillement  $G_{3\%}$ , il est calculé en fonction de  $E_{3\%}$  comme suit :

$$G_{3\%} = 0.4 \cdot E_{3\%}$$

Concernant le coefficient de fluage ultime, l'étude bibliographique et de benchmarking donne le résultat suivant :

- Coefficient de fluage ultime :  $\phi_{3\%,\infty}=2$
- Soit le module d'élasticité à long terme :  $E_{3\%,lt} = \frac{E_{3\%}}{1+\phi_{3\%,m}} = \frac{E_{3\%}}{3}$

## 2.3.2 Retrait/gonflement à l'humidité et dilatation thermique

En déclinaison de l'article 3.7.4 de l'Eurocode 6 et de l'article 7.3.5 du DTU 20.1 P3, et en l'absence de référentiel adapté, les valeurs ci-dessous sont tirées de l'étude bibliographique (ATEx BTC de Mayotte, étude CycleTerre...).

Retrait/gonflement à l'humidité :

- Retrait :  $\frac{\Delta L}{L} = -0.45 \frac{mm}{m} / \%$
- Gonflement :  $\Delta L/L = +0.30 \frac{mm}{m}/\%$

Coefficient de dilatation thermique :

$$\alpha_t = (90 \pm 30).10^{-6} K^{-1}$$

## 2.3.3 Largeur des joints

La largeur des joints devra être compatible avec les déformations à absorber.

## 2.4 COMPOSANTS ACCESSOIRES

Pour les situations durables ou transitoires, les coefficients partiels de sécurité retenus pour les accessoires sont ceux du tableau 11 de l'article 7.1 du DTU 20.1 P3, soit :

- Catégorie F / Composant accessoire  $\rightarrow$   $\gamma_M = 2,2$ 

Les valeurs caractéristiques de résistance des composants seront extraites des DoP (déclaration de performances) du fabricant selon la norme harmonisée EN 845-1+A1.

## 2.5 ORGANES DE FIXATION LOURDE (CHEVILLAGE)

Un organe de fixation lourde est compris ici comme un organe devant transmettre une charge strictement supérieure à 30 daN sous combinaisons ELU.

L'usage de tels organes directement ancrés dans les BTC n'est pas visé dans le cadre de cette ATEx.

En effet, les guides d'agrément technique (ETAG) et les documents d'évaluation européenne (EAD) relatifs aux fixations dans les maçonneries ne couvrent pas à ce jour les maçonneries en BTC : ETAG 20 (chevilles plastiques), ETAG 29 (chevilles chimiques), ETAG 14 (cheville ETICS), etc.

Pour éviter l'usage de ces fixations dans les BTC, la première option consiste à intégrer un élément structurel intermédiaire de répartition et de nature adaptée : béton armé, profilé métallique, murailière/sablière en bois.

Dans le cas où l'usage de chevillage dans les murs en BTC est incontournable, l'entreprise de pose devra tester les organes de fixation prévue selon une méthode convenue avec le bureau de contrôle (si missionné) et avec la maîtrise d'œuvre.

Par défaut, la méthode retenue sera dérivée des méthodes de test « sur chantier » proposées par les cahiers techniques du CSTB et les annexes afférentes des ETAG.

Pour la fixation d'un bardage rapportée par exemple, le Cahier 1661\_V2 de février 2011 « Détermination sur chantier de la résistance à l'état limite ultime d'une fixation mécanique sur supports de bardage rapporté » sera exploité.

Naturellement, les conditions d'ancrage testées devront être cohérentes et sécuritaires au regard de toutes les conditions réelles envisagées, notamment les distances aux bords des BTC.

## 2.6 RESISTANCE AU FEU

Les 2 caractéristiques de résistance au feu d'un mur en BTC sont fournies sur la fiche technique des BTC employées : cf livret « PRODUITS ».

Il s'agit:

- De la résistance REI maximale atteignable ;
- De la charge maximale en situation « incendie » à vérifier :  $N_{Ed,fire,max}$

Par exemple, la mention « REI 60 » sur la fiche technique des BTC signifiera que le mur réalisé avec les BTC de la fiche technique permettra d'atteindre le niveau REI 60, en vérifiant que  $N_{Ed,fire} \leq N_{Ed,fire,max}$ .

De plus, lorsqu'un objectif El est fixé pour le projet, le concepteur et l'entreprise de pose devront s'assurer que les joints et liaisons périphériques du mur en BTC garantissent les exigences coupe-feu idoines (EI).

Les dispositions adoptées seront celles utilisées pour les éléments en béton ou en maconnerie traditionnelle.

Typiquement, les couches d'isolation remplissant les joints doivent être constituées de fibres minérales ayant un point de fusion supérieur à 1 000°C. Les cavités éventuelles doivent être soigneusement calfeutrées.

## 3 Isolement acoustique des murs au bruits aériens

A défaut d'une étude ou d'essais par des acteurs spécialisés en acoustique, le concepteur du projet peut exploiter le « Référentiel Qualitel Acoustique » de CERQUAL pour estimer les affaiblissements acoustiques aux bruits aériens des murs en BTC.

Pour l'application de ce « Référentiel Qualitel Acoustique », il convient de retenir que la condition d'un enduit sur au moins une face de la paroi maçonnée doit être respectée. Cette condition permet d'appliquer l'article 8.8.1 « loi de masse » en obstruant les éventuelles « fuites acoustiques ».

Voici un exemple de calcul selon le « Référentiel Qualitel Acoustique » de novembre 2020.

Pour une masse volumique de 1700 kg/m³, une épaisseur de 30 cm de BTC et 1 cm d'enduit, la masse surfacique *ms* du mur BTC vaut :

$$ms = \rho_{BTC}.t_{BTC} + \rho_{enduit}.e_{enduit}$$
  
 $ms = 1700.0,30 + 1500.0,01 = 525 \text{ kg/m}^2$ 

L'application de la loi masse selon le « Référentiel Qualitel Acoustique » donne :

Pour un bruit rose, pour un mur séparatif :

$$[R_w + C] = (40 \cdot log(ms)) - 47 = 61 dB$$

Pour un bruit de trafic, pour un mur de facade :

$$[R_w + C_{tr}] = (40 \cdot log(ms)) - 50 = 58 dB$$

Pour mémoire, à titre de comparaison pour des murs d'épaisseur 22 cm :

- Mur maçonné BTC  $\rho = 1700 \ kg/m3 : [R_w + C] = 56 \ dB \ et \ [R_w + C_{tr}] = 53 \ dB$
- Mur maçonné briques pleines  $\rho = 1850 \ kg/m3 : [R_w + C] = 57 \ dB \ et \ [R_w + C_{tr}] = 54 \ dB$
- Mur béton armé  $\rho = 2300 \ kg/m3 \ : [R_w + C] = 62 \ dB \ et \ [R_w + C_{tr}] = 59 \ dB$

## 4 Performance énergétique

Pour les murs en BTC, **l'étanchéité à l'air** en partie courante est toujours assurée par la mise en œuvre d'un enduit, d'un fixateur ou de tout autre produit couvrant et perspirant (cf domaine d'emploi).

Dans les coins et raccords en angle où un enduit ne peut être mis en œuvre, l'emploi d'une trame fibrée noyée dans l'enduit permettant de palier aux mouvements différentiels au niveau des angles et des changements des matériaux est préconisée.

Il pourra être préféré la mise en œuvre d'un joint mastic pour assurer l'étanchéité à l'air. Dans ce cas, le mastic devra être de type élastomère catégorie 25E. La pose du mastic se fera sans application de primaire sur les BTC. De plus, conformément à l'article 4.1 « Mastics à extruder » de la norme NF DTU 44.1 P1-2, des vérifications complémentaires, dénommées « essais de convenance », devront être réalisées selon les normes NF EN ISO 10590 et NF P 85-527. Les supports d'éprouvettes seront réalisés avec les BTC prévues sur le chantier. Il appartient à l'entrepreneur de demander au fournisseur de mastic de réaliser les essais et de fournir les rapports correspondants. L'entrepreneur fournira les BTC supports en quantité suffisante, accompagnés des éléments descriptifs de ces BTC.

Pour les calculs **d'isolation thermique**, la conductivité thermique des BTC à 3% de teneur en eau est fournie sur la fiche technique des BTC : cf livret « PRODUITS ».

Concernant le **confort d'été**, d'un point de vue réglementaire, étant donné leur masse volumique, les BTC de « Briques Technic Concept » sont considérées comme un matériau lourd qui aura un impact sur l'inertie quotidienne, séquentielle et annuelle pour le bâtiment.

Ainsi, les murs en BTC peuvent être un atout majeur dont la valorisation peut être estimée par des simulations de confort dynamique. Pour optimiser ces simulations, « Briques Technic Concept » a conduit des essais en laboratoire pour caractériser ses BTC. Le concepteur prendra contact avec « Briques Technic Concept » pour obtenir des informations complémentaires.

#### 5 Durabilité

## 5.1 TENEUR EN EAU ET AGRESSIONS HYDRIQUES DES BTC

La durabilité des BTC est sensible à leur teneur en eau et autres agressions hydriques.

Dans le domaine d'emploi visé de cette ATEx, et dans le respect des prescriptions des 4 livrets techniques, la durabilité normale des BTC est garantie, ainsi qu'une teneur en eau maximale de 3% des BTC en service.

Les prescriptions essentielles étant diluées dans l'ensemble des documents, il est fortement recommandé d'exploiter l'inventaire du §1.1 « Conditions hydriques des murs en BTC » du présent livret.

Par ailleurs, il convient de retenir :

- Que la fiche technique des BTC rappelle la « classe d'exposition maçonnerie : <u>MX1</u> » et la « Classe d'exposition à l'eau des locaux : <u>EA, EB ou EB+ locaux privatifs</u> » du domaine d'emploi ;
   Et
- Que sur la fiche technique des BTC, les performances sensibles à la teneur en eau des BTC sont bien indicées à « 3% » de teneur en eau maximum en service.

Cf livret « PRODUITS ».

## 5.2 RISQUE DE CONDENSATION DANS LES COMPLEXES DE PAROI

Conformément au chapitre 6 « Règles de calcul pour éviter les condensations dans l'épaisseur des murs » du DTU 20.1 P3, il s'agit de contrôler l'absence de condensation dans les isolants, au risque de compromettre leur durabilité et leur performance réelle. Or, les règles données par le DTU 20.1 P3 ne couvrent pas les BTC.

Toutefois, le domaine d'emploi visé dans cette ATEx est limité à l'emploi d'une isolation par l'extérieur (type XIII ou type XIV). Ainsi, le risque de condensation dans les isolants est inexistant en partie courante.

Conformément au §1.1.8 du présent livret, seul le risque de condensation au droit des ponts thermiques doit faire l'objet d'une attention particulière.

## 6 Esthétique et aspect des BTC apparentes

Les effets traités ici sont des phénomènes esthétiques qui ne nuisent ni à la sécurité ni à la pérennité de l'ouvrage, toutefois, il convient de retenir :

- Les Documents Particuliers du Marché (DPM) peuvent fixer des critères « esthétique et aspect ».
- Et l'établissement de ces objectifs et des solutions doit être conduit en concertation avec « Briques Technic Concept » pour garantir leur faisabilité et leur cohérence.

## 6.1 ASPECT DES BTC APPARENTES : ECORNURES, EPAUFRURES...

Les critères fixés dans les spécifications produits des BTC, cf §1.3 « Aspect et texture » du **livret** « **PRODUITS** », demeurent applicables pour l'évaluation de l'acceptabilité des altérations durant les travaux et l'exploitation des ouvrages.

#### 6.2 RISQUE D'ABRASION DES BTC APPARENTES

Dans les cas d'utilisation courante, les murs ne sont pas soumis à des risques d'abrasion élevés. La catégorie de résistance à l'abrasion Ab3 des BTC est alors suffisante pour un usage en mur et cloison subissant une sollicitation normale. Dans le cas où une sollicitation supérieure est exigée, la catégorie de résistance à l'abrasion Ab2 est alors conseillée.

La catégorie de résistance à l'abrasion est fournie sur la fiche technique des BTC : cf livret « PRODUITS ».

Quelle que soit la situation, il est recommandé de prévoir des protections mécaniques sur les parties sensibles des parois en parties courantes, ainsi qu'au niveau des encadrements des ouvertures.

Dans les Etablissements Recevant du Public, les BTC doivent être systématiquement protégées vis-à-vis de l'abrasion par un procédé compatible dans les endroits où le risque d'abrasion est élevé.

#### 6.3 EFFLORESCENCES DES BTC APPARENTES

Concernant la présence d'efflorescences dues au mortier sur des éléments de maçonnerie destinés à rester apparents à l'extérieur, le §3.2.1 « *Critères de choix des mortiers* » du DTU 20.1 P1-2 s'applique.

Toutefois, dans le domaine d'emploi visé de cette ATEx, cette situation de murs BTC apparents à l'extérieur ne se présente pas. Le risque d'efflorescences est écarté.

#### 6.4 MICROFISSURES DANS LES MURS EN BTC APPARENTES

Les microfissures sont des fissures superficielles, de largeur inférieure ou égal à 0,2 mm. La microfissuration est un phénomène sans conséquence pour toutes les maçonneries, dont en BTC. Pour une distance d'observation de 1 à 2 m, une largeur de fissure de 0,1 à 0,2 mm n'est pas observable. D'un point de vue « esthétique et aspect », ces microfissures sont donc acceptables.

## 6.5 TACHES ET POUSSIERES DES BTC APPARENTES

Les faces apparentes des murs en BTC peuvent recevoir un produit fixateur et protecteur, du moment que les prescriptions du §1.1.9 et du §5.1 du présent livret sont respectées.

Le produit perspirant et incolore TIERRAFIX des établissements Nature & Harmonie est le produit recommandé par « Briques Technic Concept ». Ses conditions de mise en œuvre sont décrites dans le **livret** « **MISE EN OEUVRE** ».

#### 6.6 PROTECTIONS PROVISOIRES DES MURS BTC RESTANT APPARENTS

L'entreprise de pose doit prévoir la mise en œuvre de protections provisoires perspirantes (pare-pluie HPV par exemple) sur les murs BTC, avant la réalisation de travaux susceptibles d'en dégrader l'apparence.

Une attention particulière doit être porté lors de la mise en œuvre des chapes, dalles et lors du coulage des chaînages et linteaux sur les murs BTC.



Mur porteur en briques et blocs de terre crue comprimée ATEx de cas « a » - Dossier technique

# Livret « MISE EN ŒUVRE »

Version 3.0 du 08/02/2022



Le dossier technique est composé de 4 livrets, versionnés et indissociables :

Livret « CADRE » version 3.0
 Livret « PRODUITS » version 3.0
 Livret « CONCEPTION/CALCUL » version 3.0
 Livret « MISE EN ŒUVRE » version 3.0



Nous alertons les usagers de ce dossier technique que son exploitation est indissociable du document édité par le CSTB et formant l'ATEx.

De plus, chaque acteur spécialisé doit prendre connaissance de l'ensemble des livrets.

Typiquement, le concepteur ne doit pas négliger le contenu du livret « MISE EN ŒUVRE », et l'entrepreneur de pose ne doit pas négliger le contenu du livret « CONCEPTION/CALCUL ».

## Le contenu de ce livret « MISE EN ŒUVRE » présente :

- Chapitre 1 : Les 2 stratégies de formatage des BTC ;
- Chapitre 2 : Les pièces obligatoires à fournir avant démarrage de l'exécution ;
- Chapitre 3 : Les prescriptions relatives au transport et au déchargement ;
- Chapitre 4 : Les prescriptions relatives à la réception des supports des murs en BTC ;
- Chapitre 5 : Les prescriptions de mise en œuvre des BTC ;
- Chapitre 6 : Les prescriptions de mise en œuvre des ouvrages connexes sur les BTC ;
- Chapitre 7 : Les tolérances d'exécution des murs en BTC ;
- Chapitre 8 : Prévention des accidents ;
- Chapitre 9 : Les prescriptions de mise en œuvre des enduits et fixateurs sur BTC ;
- Chapitre 10 : Le modèle de fiche d'autocontrôle.

## Table des matières

1	Stra	tegle de formatage des BTC	4
2	Etud	les d'exécution	5
	2.1	Plans et élévations de repérage des joints verticaux	5
	2.2	Plans et élévations de calepinage	5
	2.3	Plans de cadencement	5
3	Tran	sport et déchargement	6
4	Réce	eption des supports	6
5	Mise	e en œuvre des BTC	7
	5.1	Pose en partie courante	7
	5.2	Pieds de mur et soubassements	8
	5.3	Pieds de mur et planchers intermédiaires	9
	5.4	Réalisation de saignées et Réservations dans les BTC	9
6	Mise	e en œuvre des ouvrages connexes	10
	6.1	Mise en œuvre des appuis des planchers	10
	6.2	Mise en œuvre des menuiseries	10
	6.3	Mise en œuvre des chaînages horizontaux en béton	11
	6.4	Mise en œuvre des linteaux en béton	11
7	Tolé	rances d'exécution des murs en BTC	12
8	Prév	vention des accidents lors de la mise en œuvre	13
9	Mise	e en œuvre des enduits et fixateurs, réparations	15
	9.1	Enduits	15
	9.2	Fixateurs	15
	9.3	Réparations	16
1(	) Mod	èle de fiche d'autocontrôle de l'entreprise de pose	17

## 1 Stratégie de formatage des BTC

Le formatage des BTC nécessite des outillages spéciaux et, pour les BTC de la gamme NOVATERRE, une manutention lourde.

Selon les Documents Particuliers du Marché (DPM) et/ou en concertation avec l'entreprise en charge des travaux, 2 stratégies sont possibles :

## « Pré-formatage par les établissements BRIQUES TECHNIC CONCEPT »

Dans ce cas, sur la base des plans de calepinage fournis par l'entreprise de pose, « Briques Technic Concept » réalise en usine le pré-formatage de chaque brique/bloc selon le plan de calepinage.

Chaque brique est numérotée.

Afin de couvrir les aléas de chantier, « Briques Technic Concept » fournit des briques en réserve.

#### « Façonnage sur site par l'entreprise de pose »

Dans ce cas, « Briques Technic Concept » accompagne l'entreprise dans le choix des outillages de coupe durant toute la durée de chantier.

L'entreprise de pose a la charge de réaliser toutes les opérations de façonnage sur site, compris les opérations de manutention supplémentaires.

Quelle que soit la stratégie retenue :

- Les moyens de façonnage demeurent à la charge de l'entreprise de pose ;
- « Briques Technic Concept » doit recevoir et valider les pièces graphiques produites par l'entreprise et explicitées au chapitre 2 suivant.

#### 2 Etudes d'exécution

Avant l'étape de mise en œuvre, l'entreprise de travaux doit <u>obligatoirement</u> réaliser et transmettre les pièces suivantes.

#### 2.1 PLANS ET ÉLÉVATIONS DE REPÉRAGE DES JOINTS VERTICAUX

Les définitions de l'article 3.5.2 du DTU 20.1 P1-1, et les dispositions de l'article 4 du DTU 20.1 P3 s'appliquent.

Comme indiqué dans le **livret** « **CONCEPTION/CALCUL** », d'autres dispositions viennent les compléter : joints de disposition, joints de décharge, joints de désolidarisation...

Ces éventuels joints supplémentaires, spécifiques aux BTC, doivent tous figurer sur les plans d'exécution ou, de préférence, sur des plans dédiés à la distribution des joints.

## 2.2 PLANS ET ÉLÉVATIONS DE CALEPINAGE

Le "calepinage" désigne la planification de la disposition des blocs sur un plan ou une élévation.

L'entreprise doit réaliser et transmettre ses plans de calepinage précis pour chaque mur BTC.

Dans tous les cas, ces plans sont transmis à « Briques Technic Concept » pour valider la faisabilité de la fabrication des briques et contrôler le respect des prescriptions du **livret** « **CONCEPTION/CALCUL** » : dimensions minimales, recouvrement minimal, élancement maximal etc.

Dans le cas où la stratégie retenue est le pré-formatage par « Briques Technic Concept », ces plans deviendront alors les plans de commande et de production des briques sur-mesure : cf. chapitre précédent.

Selon les cas, ces plans sont aussi transmis à la Maitrise d'Œuvre et aux autres entreprises dont les travaux sont en interface avec les murs en BTC. Par exemple :

- La soumission à la Maitrise d'Œuvre permettra son approbation à la disposition des briques BTC apparentes à l'intérieur des bâtiments ;
- La transmission à l'entrepreneur du lot « Bardage » permettra à cette entreprise de conduire sa propre étude, pour tracer et contrôler l'implantation de l'ossature support de bardage.

## 2.3 PLANS DE CADENCEMENT

Sur la base des hypothèses et conditions décrites au §2.1.7 du **livret « CONCEPTION/CALCUL »**, et en fonction des hypothèses de l'entreprise sur les moyens mis à disposition sur le chantier, les plans de « cadencement » décrivent la cinématique de rotation, les levées successives et les mises en charges.

Les informations fournies sur ces plans devront permettre le contrôle de la faisabilité du montage, par exemple : nombre de compagnons, vitesse linéaire d'exécution, nombre de rangs par levée, temps calendaires d'attente, planning d'étaiement, etc.

## 3 Transport et déchargement

La mise en œuvre des BTC nécessite un espace de stockage horizontal sur le chantier, permettant la réception des BTC sur palettes et leur déchargement depuis le camion.

Les BTC provenant du camion sont stockés à l'horizontale sur des palettes.

Un espace de retournement devra être aménagé pour préparer les BTC à leur levage.

C'est sur l'espace de stockage que sont contrôlés les BTC à la réception et ventilés à partir des spécificités du plan de calepinage.

Les briques et blocs de terre crue doivent être protégés des intempéries et des remontées capillaires pendant le stockage. Une reprise d'humidité peut entraîner une perte de résistance des briques et des blocs. Avant manutention et utilisation, les briques et blocs qui auraient repris l'humidité devront être séchés.

La manutention des BTC de grand format NOVATERRE est similaire aux pierres naturelles de grands formats, à l'aide d'une pince de levage adaptée aux dimensions et aux poids des BTC.



Photos extraites du « Guide technique - Construire en pierre massive »

L'emploi des pinces de levage pour les BTC de grand format NOVATERRE nécessite une attention particulière pour ne pas casser les blocs sous la pression des pinces. Les règles et dispositions particulières afférentes font partie de l'assistance délivrée par « Briques Technic Concept » : cf § 6 « Assistance technique de Briques Technic Concept » du **livret « CADRE »**.

La pince utilisée sera de marque Eichinger, référence 11.0758.02 ou 11.0758.08, ou équivalent.

## 4 Réception des supports

La réception des supports est établie selon les DTU en vigueur.

L'emploi de BTC pour le montage de murs n'implique pas de dispositions spécifiques sur les supports.

Toutefois (RAPPEL), en conformité avec le § 1.2.4 du **livret** « **CONCEPTION/CALCUL** », il convient de retenir que le concepteur doit contrôler la rigidité des appuis et supports. L'entreprise chargée de la mise en œuvre devra se rapprocher du concepteur pour vérifier le respect de ces conditions.

#### 5 Mise en œuvre des BTC

Rappel important : L'entreprise de pose doit prendre connaissance et appliquer les principes et dispositions décrits dans le livret « CONCEPTION/CALCUL » aux paragraphes suivants :

§1.2.2	Longueur maximale du mur / Joints de retrait-dilatation
§1.2.3	Mixités internes au mur / Joints de décharge
§1.2.4	Rigidités des appuis
§1.2.5	Liaisons entre murs / Joints de désolidarisation
§1.2.6	Soulèvement et rotation aux appuis d'un plancher béton
§2.1.1	Appareillage des murs - Recouvrement minimum
§2.1.2	Élancement maximal des murs
§2.1.3	Pente des joints d'assise
§2.1.4	Longueur minimale des trumeaux et retours d'angles porteurs
§2.1.5	Poussées des systèmes intégrés de « franchissement » : Linteaux
§2.1.6	Poussées des charpentes

## 5.1 Pose en partie courante

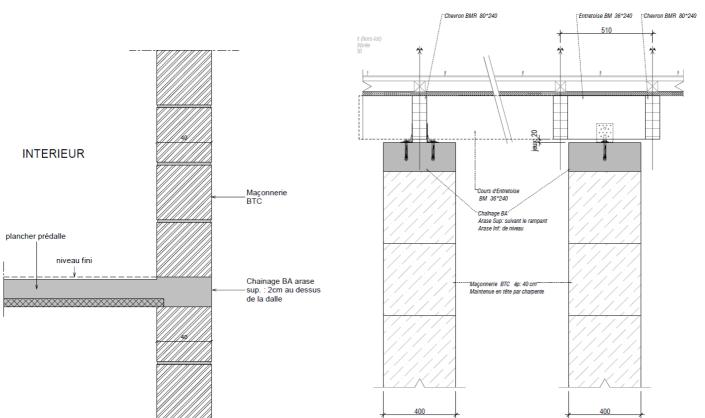
Les principes généraux de pose des maçonneries (DTU 20.1) s'appliquent pour les murs en BTC sachant qu'ils sont montés au mortier à la chaux hydraulique naturelle NHL et qu'ils sont posés selon l'un des trois appareillages « panneresse », « boutisse » ou « boutisse-panneresse ».

Les points spécifiques liés à l'emploi de BTC sont :

- Tous les joints sont réalisés épais (entre 10 et 20 mm), de manière continue (joints non interrompus) et avec remplissage des joints verticaux;
- Les faces d'appuis et d'attente de chaque bloc <u>doivent être humidifiées / aspergées</u> à l'aide d'un jet avant la mise en contact avec le mortier d'hourdage;
- Les murs en BTC sont toujours tenus en tête et chaînés horizontalement de manière continue et fermée.
   Exemples :

Chaînage en plancher:

## Chaînage en toiture charpente bois :



 Après la pose des BTC, les murs non encore protégés en tête par l'avancement du chantier sont bâchés pour toute précipitation de pluie supérieure à 2mm hors condition de gel. Le bâchage est systématique en cas de précipitation de neige ou de grêle et en condition de gel.

## 5.2 PIEDS DE MUR ET SOUBASSEMENTS

Les règles et dispositions relatives aux soubassements sont pilotées par la maitrise des conditions et agressions hydriques des BTC : cf §1.1 du livret « CONCEPTION/CALCUL ».

D'abord, à proximité des pieds de mur en BTC, il convient de prévoir d'évacuer au mieux les eaux de surface et souterraines :

- Drainer les abords des fondations lorsque la topographie et les conditions hydrogéologiques le nécessitent : une ceinture de drainage assurant une bonne évacuation des eaux est essentielle ;
- Empêcher les apports et la stagnation d'eau en pied de mur (descentes d'eau pluviale, VRD, etc.). Le terrain aux abords directs sera nivelé avec des pentes écartant l'eau de l'ouvrage ;
- Ne pas gêner l'évaporation dans le terrain à la périphérie de l'immeuble.

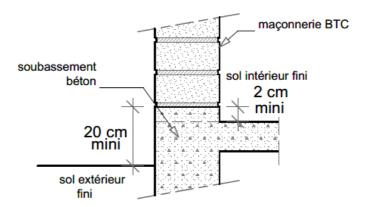
Ensuite, il convient d'éviter les <u>remontées capillaires</u>, en appliquant les dispositions définies à l'article 5.6.3.2 « *Protection contre les remontées d'humidité - Murs de soubassement de catégorie 3 ou 2 »* du DTU 20.1 P1-1, et en utilisant « <u>une chape de mortier hydrofugé de ciment suivant le NF DTU 20.1 P1-2</u> ».

Pour mémoire : Il convient de retenir que l'emploi « d'une bande de feuille bitumineuse armée, ou de feuille plastique ou élastomère » est proscrite dans le cas d'un mur BTC participant au contreventement du bâtiment. En effet, les murs en BTC assurent cette fonction via le transfert des sollicitations de cisaillement par adhérence au mortier ou par frottement béton-BTC.

Pour finir, il convient d'éviter les projections directes d'eaux provenant des abords extérieurs et intérieurs (eaux de ruissellement, de rejaillissement, etc.) sur les BTC. Pour cela, une distance (hauteur) minimale est à respecter entre la surface de sol fini et le bas de la première assise en BTC.

Ces hauteurs minimales sont :

- De 2 cm au-dessus du sol intérieur fini.
- De 20 cm au-dessus du niveau le plus haut du sol extérieur définitif;



Il convient de toujours conduire une analyse des risques pour identifier les conditions aggravant les occurrences et la hauteur d'eau : abords inondables, proximité d'une voie de circulation, difficultés de drainage...

Suivant les résultats de cette analyse, la hauteur minimale de 20 cm peut être augmentée.

## 5.3 PIEDS DE MUR ET PLANCHERS INTERMÉDIAIRES

Les règles et dispositions relatives aux soubassements sont pilotées par la maitrise des conditions et agressions hydriques des BTC : cf §1.1 du livret « CONCEPTION/CALCUL ».

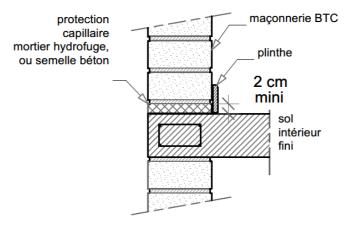
Pour protéger des effets d'un dégât des eaux et de tout autres aléas hydriques en pied de mur, une distance (hauteur) minimale de 2 cm est à respecter entre la surface de sol fini et le bas de la première assise en BTC.

De plus, pour protéger les pieds de mur en BTC des sollicitations mécaniques trop agressives (balais, lessiveuses...), il convient de mettre en place une solution de protection de la première assise côté sol intérieur de tous les niveaux courants.

Cette protection mécanique intérieure peut être apportée :

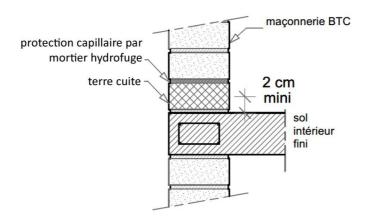
Soit par une plinthe ;

Dans ce cas, la rehausse de 2 cm est assurée par la mise en œuvre d'un premier lit de mortier dosé à 400 kg/m3 pour un mortier ciment ou à 450 kg/m3 pour un mortier chaux ou bâtard :



 Soit par la rehausse de l'assise en BTC via une première assise en bloc de maçonnerie plus résistante comme la terre cuite.

Dans ce cas, la rehausse de 2 cm est assurée par cette première assise en bloc terre cuite.cette première assise en terre cuite reçoit un lit de mortier hydrofuge pour protéger la terre crue de remontées capillaires accidentelles :



## 5.4 RÉALISATION DE SAIGNÉES ET RÉSERVATIONS DANS LES BTC

Par défaut, il est recommandé de ne réaliser ni saignées ni réservations dans les murs BTC pour l'intégration de gaines.

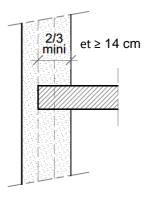
## 6 Mise en œuvre des ouvrages connexes

Préférer systématiquement la préfabrication aux coulages en place de planchers, linteaux, chapes. Le cas échéant, protéger les murs en BTC lors des coulages en place des planchers, linteaux, chapes par un bâchage ou un calfeutrement des coffrages de manière à éviter les chocs et les coulures. Nettoyer ces dernières avant la prise pour éviter des dommages esthétiques. Ces dernièrs peuvent être réparés (voir paragraphe 9.3).

## 6.1 MISE EN ŒUVRE DES APPUIS DES PLANCHERS

Conformément à l'article 5.8 « *Appuis des planchers* » du DTU 20.1 P1-1, la profondeur d'appui sur les murs porteurs est au moins égale aux deux tiers (%) de l'épaisseur des murs, enduits non compris.

Pour les murs en BTC, cette condition est complétée par la condition d'une profondeur d'appui supérieure à 14cm. Cette condition complémentaire borne les contraintes de cisaillement localisées sous l'appui.



Les dispositions relatives aux appuis « concentrés » du §2.2.5 du livret « CONCEPTION/CALCUL » sont aussi à appliquer.

## 6.2 MISE EN ŒUVRE DES MENUISERIES

La fixation des menuiseries directement dans les blocs BTC n'est pas couverte par cette ATEx.

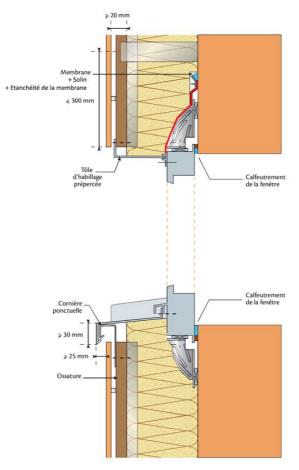
De plus, et pour rappel, il n'est pas envisageable de fixer directement les menuiseries dans du béton intégré au mur étant donné que les chaînages verticaux en béton sont proscrits : cf §1.2.1 et §1.2.3 du **livret** « **CONCEPTION/CALCUL** ».

Par conséquent, la pose doit être opérée via l'emploi d'un précadre en acier, en aluminium, en PVC ou en bois.

Il conviendra que le scellement du précadre soit compatible avec l'entretien, les réparations et l'éventuel remplacement des menuiseries, sans endommager la structure du mur en BTC.

La pose des menuiseries extérieures doit respecter les dispositions de la norme NF DTU 36.5 et du guide CSTB n° 3316-V2.

La figure suivante n'est donnée qu'à titre d'exemple de mise en œuvre, ces principes de pose sont transposables en respectant les prescriptions spécifiques à chaque modèle de fenêtre.



Concernant la mise en œuvre des calfeutrements, les articles suivants de la norme NF DTU 36.5 s'appliquent :

- 5.9.1 Dispositions générales
- 5.9.2 Calfeutrement par mastics extrudés
- 5.9.3 Calfeutrement par mousse imprégnée

Concernant l'usage d'un mastic en contact avec les BTC, celui -ci devra être de type élastomère catégorie 25E. La pose du mastic se fera sans application de primaire sur les BTC. De plus, conformément à l'article 4.1 « Mastics à extruder » de la norme NF DTU 44.1 P1-2, des vérifications complémentaires, dénommées « essais de convenance », devront être réalisées selon les normes NF EN ISO 10590 et NF P 85-527. Les supports d'éprouvettes seront réalisés avec les BTC prévues sur le chantier. Il appartient à l'entrepreneur de demander au fournisseur de mastic de réaliser les essais et de fournir les rapports correspondants. L'entrepreneur fournira les BTC supports en quantité suffisante, accompagnés des éléments descriptifs de ces BTC.

## 6.3 MISE EN ŒUVRE DES CHAÎNAGES HORIZONTAUX EN BÉTON

Les positions, espacements et formes des chaînages horizontaux sont décrits dans l'article 5.1.1 de la norme NF DTU 20.1 P3. Cet article est applicable sans modification dans le cadre de cette ATEx.

L'exécution des chaînages en tant que telle et les armatures des chaînages sont décrits dans les articles 5.7.2 et 5.7.3 de la norme NF DTU 20.1 P1. Ces articles sont applicables sans modification dans le cadre de cette ATEx.

Naturellement, le contenu de ces articles du DTU 20.1 qui fait référence à des emplois hors du cadre de cette ATEx doit être ignoré : maçonnerie en soubassement, blocs spéciaux de coffrage...

## 6.4 MISE EN ŒUVRE DES LINTEAUX EN BÉTON

D'abord, le §2.1.5 « Poussées des systèmes intégrés de franchissement : Linteaux... » du **livret** « **CONCEPTION/CALCUL** » rappelle pourquoi les linteaux sont toujours réalisés en béton dans le cadre de cette ATEx.

L'exécution des linteaux en tant que telle est décrite dans les articles 5.10.4 et 6.3.5.3.1 de la norme NF DTU 20.1 P1. Ces articles sont applicables sans modification dans le cadre de cette ATEx. En particulier, il convient de retenir la disposition suivante issue de ces articles : « La longueur d'appui des linteaux sur la maçonnerie est déterminée en appliquant les règles de calcul et les dispositions constructives minimales du NF DTU 20.1 P3. Elle ne peut pas être inférieure à 0,20 m (pour des linteaux isolés). »

Naturellement, le contenu de ces articles du DTU 20.1 qui fait référence à des emplois hors du cadre de cette ATEx doit être ignoré : isolation thermique des murs par l'intérieur ou répartie, usage de blocs spéciaux de coffrage...

## 7 Tolérances d'exécution des murs en BTC

L'article 8 « Tolérances » du DTU 20.1 P1-1 s'applique dans son intégralité, et est complété par les limites complémentaires suivantes :

 Sauf indication contraire, la première assise d'un mur BTC ne pourra pas dépasser de plus de 15 mm du bord de la fondation ou du plancher d'implantation;

Ft

 La tolérance courante d'alignement (rectitude) des blocs entre eux sur les faces des maçonneries de BTC destinées à rester apparentes ne doit pas faire apparaître un écart de ±5 mm sous la règle de 30 cm, hors profil en creux spécifique des joints.

#### 8 Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La mise en œuvre des murs en BTC, comme tous les travaux de maçonnerie de manière générale, engendre de multiples risques professionnels, dont une liste non exhaustive a été réalisée ci-dessous.

- Risques liés aux déplacements sur chantier (sol inégal et/ou glissant, chute de plain-pied, utilisation de machines et/ou engins dangereux)
- Risques liés aux manutentions (charges lourdes levées manuellement ou par engins et accessoires de levage, gestes répétitifs générateurs de troubles musculo-squelettiques)
- Risques liés au travail en hauteur (déplacement et manipulation en hauteur, sur échelles et/ou échafaudage)
- Risques liés au travail en extérieur (exposition fréquente aux UV, aux intempéries, à la chaleur, à l'humidité)
- Risques liés à l'utilisation de la chaux (substance irritante pour la peau et les voies respiratoires présentant aussi un risque de lésions graves en cas de contact avec les yeux)
- Risques organisationnels liés à la co-activité.

L'entreprise de pose doit réaliser avant le démarrage du chantier un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) contenant une évaluation des risques. Elle se doit également de mettre en place les dispositions nécessaires (Protection Collectives, Equipement de Protection Individuelle...) pour assurer la sécurité de ses personnels.

Au regard des risques, il est présenté ci-après une liste des préconisations les plus importantes concernant la mise en œuvre. Cette liste est non exhaustive et doit être complétée et modifiée si besoin en fonction des contraintes du chantier.

#### L'organisation du chantier

L'organisation du chantier doit permettre d'en réduire les risques.

Le balisage, l'éclairage et le rangement sont primordiaux pour éviter les accidents et les chutes. Une bonne organisation du chantier permet aussi d'éviter des ports de charge et des mouvements répétés inutiles et d'avoir les matériaux à disposition à proximité pour réduire la distance de manutention.

Protections collectives contre les chutes et pour le travail en hauteur

Pour prévenir des chutes de hauteur, il convient de mettre en place les protections collectives et dispositifs de travail adaptés (filets, garde- corps ou autre dispositifs antichute, nacelle).

Ces dispositifs ne seront jamais fixés dans les murs en BTC.

Lors de la détermination de l'emplacement des protections collectives, il sera considéré que les murs en BTC non encore tenu en tête ne font jamais fonction de garde-corps durant le temps du chantier.

#### • Travail en hauteur

Chaque fois que possible, les opérations au sol doivent être privilégiées au travail en hauteur.

La circulation en hauteur doit s'effectuer en sécurité, même lors du passage entre un moyen d'accès et des plateformes, planchers, échafaudages ....

Les échafaudages doivent être montés selon les règles de l'art par un personnel compétent.

## Les aides à la manutention

Les travaux de maçonnerie de briques comportent de nombreuses manutentions répétitives de charges qui entraînent des risques évidents de troubles musculo-squelettiques.

Ils peuvent être réduits par l'utilisation systématique de moyens de manutention (grues, monte-matériaux, potences, transpalettes, brouettes, pinces de préhension ...

Ces accessoires sont obligatoires dans le cas des blocs NOVATERRE du fait de leurs poids.

Les accessoires de levage doivent être appropriés au matériau et à son conditionnement. L'utilisation des accessoires de levage comportent aussi par elle-même des risques, c'est pourquoi il convient :

- de respecter la règle de validation par Briques Technic Concept des pinces de levage des éléments NOVATERRE pour éviter toute rupture et chute d'élément pendant la manutention;
- o d'utiliser tous les accessoires de levage conformément à leur mode d'emploi, de respecter en particulier les charges maximales qu'ils peuvent supporter ;
- de ne pas rester dans le rayon d'action des engins de levage pendant le déplacement de la charge pour éviter le risque d'accident en cas de fausse manœuvre engendrant un heurt et/ou une chute de la charge.

#### Les protections individuelles

Les protections collectives ne sont pas toujours suffisantes pour éliminer tous les risques, c'est pourquoi des protections individuelles sont nécessaires dont une liste non exhaustive est donnée ci-après.

- Casque de chantier pour se protéger des chutes d'objets
- Chaussures de sécurité
- Lunettes de protection

Cette protection particulièrement importante en cas d'utilisation de chaux sera complétée par :

- la lecture de la Fiche de Données Sécurité (FDS) de la chaux utilisée,
- la présence sur chantier d'un rince œil (tel qu'un flacon ou une bouteille de sérum physiologique). En cas de contact de la chaux avec les yeux, le but du rinçage sera d'évacuer tout corps étranger le plus rapidement possible afin d'en limiter les lésions sur la cornée. Dans tous les cas, l'examen ophtalmologique de l'opérateur reste indispensable.
- Masque respiratoire adapté (utilisation de chaux, travaux de découpe, exposition à la poussière)
- Genouillères pour les travaux au sol
- Vêtement adapté aux travaux et aux conditions climatiques
- Vêtement de haute visibilité
- Protection auditive

#### La formation à la sécurité

L'information et la formation des personnels sur les risques et les techniques d'utilisation des équipements et des produits est absolument nécessaire pour diminuer de façon pérenne le niveau de criticité du travail. Voici une liste de formations qui doit être adaptée et complétée au besoin.

- Formation à la sécurité des équipements (par exemple, pour le montage et démontage des échafaudages, l'utilisation des échelles, les techniques de levage et d'élingage).
- Formation sur les gestes ou postures qui vise à prévenir les risques liés à l'activité physique (apprentissage des bonnes postures de travail, des positions articulaires adéquates, en appliquant les principes de base de sécurité physique et d'économie d'effort).
- Formation au travail en hauteur

## 9 Mise en œuvre des enduits et fixateurs, réparations

## 9.1 ENDUITS

La mise en œuvre d'enduit doit être conforme au DTU 26.1 complété par les règles professionnelles « *Enduits sur supports composés de terre crue, Réseau Écobatir, éditions Le Moniteur, Paris, septembre 2013* ».

En particulier, les modalités suivantes seront respectées :

#### Phase de séchage :

- Il conviendra d'être attentif à ce que les BTC ne présentent pas un taux d'humidité trop important avant la mise en œuvre de l'enduit. L'entreprise consultera le producteur/fournisseur des BTC pour contrôler et valider l'humidité initiale des BTC.
- Le séchage sera plus ou moins rapide en fonction de l'épaisseur du mur, de son niveau de ventilation, de la température ambiante et enfin des apports d'eau au moment de la mise en œuvre (humidité des mortiers et des blocs, intempéries) ou de la mise en œuvre des matériaux environnants. Ainsi, il est recommandé de respecter un délai minimum de séchage de 2 mois avant que ceux-ci ne soient réalisés.

#### - Phase de tassement :

- Il ne faut jamais enduire un mur de BTC avant que le tassement instantané complet du mur ne se soit opéré.
- Il faut donc attendre un achèvement complet du gros œuvre, y compris toutes charges de planchers et toitures.

#### - Phase de préparation du support :

- o Après la phase de séchage, le mur doit être soigneusement brossé (brosse métallique).
- Puis, le mur est balayé et/ou aspiré afin d'éliminer des grains et poussières non adhérentes.
- Juste avant l'application de la première couche de l'enduit, il faut humidifier superficiellement le mur par un arrosage en bruine, sans ruissellement.
- En effet, une surface trop sèche absorberait l'eau contenue dans l'enduit sous peine de compromettre sa prise et son durcissement, et de réduire son adhérence. Une surface trop mouillée créerait un film d'eau superficiel qui limiterait l'adhérence de l'enduit.
- Cette opération d'humidification superficielle est réalisée entre chaque couche d'enduit en fonction des conditions hydriques de la surface.

#### 9.2 FIXATEURS

La mise en œuvre respectera les prescriptions techniques du fabricant (température minimum d'application, type de rouleau...).

Les modalités complémentaires suivantes seront respectées :

#### - Phase de séchage :

- o Il conviendra d'être attentif à ce que les BTC ne présentent pas un taux d'humidité trop important avant la mise en œuvre du produit.
  - L'entreprise consultera le demandeur pour contrôler et valider l'humidité initiale des BTC.
- Le séchage sera plus ou moins rapide en fonction de l'épaisseur du mur, de son niveau de ventilation, de la température ambiante et enfin des apports d'eau au moment de la mise en œuvre (humidité des mortiers et des blocs, intempéries) ou de la mise en œuvre des matériaux environnants.
  - Ainsi, il est recommandé de respecter un délai minimum de séchage de 2 mois avant que ceuxci ne soient réalisés.

## Phase de préparation du support :

Après la phase de séchage, pour uniformiser l'aspect, limiter les effets de laitance et quelques défauts visuels, un léger égrainage de la surface de la maçonnerie, sans trop insister, avec un abrasif - type papier de verre de grain 120 par exemple - sera effectué.

## 9.3 **RÉPARATIONS**

En cas de dommage d'ordre esthétique lors de la manutention ou du montage tel que cassure peu profonde, impact, écornure ou épaufrures, les éléments en terre crue FLEXITERRE et NOVATERRE peuvent être réparés.

La réparation est réalisée au moyen d'un mortier de terre identique à celle qui a servi à la fabrication des blocs et de chaux. Ces produits et des précisions sur leur mode d'utilisation peuvent être fournis par Briques Technic Concept sur demande de l'entreprise de pose dans le cadre de l'assistance technique qu'elle délivre.

Réalisées avec soin, ces réparations permettent pratiquement de restaurer à l'identique l'aspect des éléments en terre crue.

## 10 Modèle de fiche d'autocontrôle de l'entreprise de pose

Mise en œuvre de murs en BTC de « Briques Technic Concept »  CONTRÔLE QUALITE D'EXECUTION			
Référence chantier (noms, adresse) : Responsable de l'assistance chez « Briques Technic Concept » :			
	PRODUITS		
Identifiant du produit BTC =  Type de stratégie de formatage BTC : Pré-formatique BTC	-	-	
Réf mortier de montage NHL = Classe de résistance : M2.5 □ ou M5 □	Fiche technique Modalité de garantie : Essai □	•	
Composants accessoires :	Fiche(s) technique(s) disponible	e(s) □	
Organes de fixations lourdes (si prévu) :	Type = Fiche Protocole de test sur chantier d		
ET	UDE EXECUTION		
Date réunion préliminaire pour inventaires selor	n §1.1 et 1.2 du livret « CONCER	PTION » :	
Plans et élévation de repérage des joints :	Date version :	Visa Briques Technic Concept □	
Plans et élévation de calepinage :	Date version :	Visa Briques Technic Concept □	
Plans de cadencement : Nombre de rangs d'assises maximal empilable	Date version : rangs/jour	Visa Briques Technic Concept □	
	MENT ET RECEPTION BTC		
Date réception :			
	SE EN OEUVRE		
Date formation par « Briques Technic Concept Pour éléments NOVATERRE, validation de la p Pour éléments NOVATERRE, disponibilité des Contrôle de l'ensemble des outillages   Réception des supports des murs BTC	ince de levage par « Briques Te	chnic Concept » □ nce de levage □	
Epaisseur des joints   Joints verticaux remplis  Faces d'appuis et d'attente humidifiées / asperg  Mise en œuvre des mortiers hydrofugés de cim	gées au jet avant hourdage □	□ Hauteur de garde □	
Maintien temporaire en tête des murs □ Etaiement provisoire des planchers lourds □ Emploi des protections perspirantes provisoires des BTC qui resteront apparentes □ Contrôle d'absence d'agressions hydriques et de stagnations d'eau au contact des BTC □ Contrôle des tolérances d'exécution des murs □			



Mur porteur en briques et blocs de terre crue comprimée ATEx de cas « a » - Dossier technique

# Livret « PRODUITS »

Version 3.0 du 08/02/2022



Le dossier technique est composé de 4 livrets, versionnés et indissociables :

Livret « CADRE »

Livret « PRODUITS »

Livret « CONCEPTION/CALCUL »

Livret « MISE EN ŒUVRE »

version 3.0

version 3.0

version 3.0

version 3.0



Nous alertons les usagers de ce dossier technique que son exploitation est indissociable du document édité par le CSTB et formant l'ATEx.

De plus, chaque acteur spécialisé doit prendre connaissance de l'ensemble des livrets.

Typiquement, le concepteur ne doit pas négliger le contenu du livret « MISE EN ŒUVRE », et l'entrepreneur de pose ne doit pas négliger le contenu du livret « CONCEPTION/CALCUL ».

## Le contenu de ce deuxième Livret « PRODUITS » présente :

- Chapitre 1 : Les spécifications (caractérisation et performances) des BTC fabriquées et fournies par « Briques Technic Concept » ;
- Chapitre 2 : Les spécifications minimales des produits (mortiers, accessoires...) en interface avec le procédé de mur, et qui ne sont pas fournies par « Briques Technic Concept » mais par d'autres industriels ;
- Chapitre 3: Les conditions de fabrication des BTC: PAQ, gestion des formulations;
- Chapitre 4: Les conditions d'entretien et de nettoyage des BTC apparentes.
- Chapitre 5 : Les fiches techniques des produits BTC soumises à l'ATEx.

# Table des matières

1	Spéci	fications des BTC fabriquées par « Briques Technic Concept »	5
	1.1	Niveaux de confiance qualité BTC et coefficients γM	5
	1.2	Désignation de la formulation	6
	1.3	Aspect et texture	6
	1.4	Dimensions et tolérances	7
	1.5	Teneur en eau « sortie d'usine »	8
	1.6	Masse volumique apparente sèche	8
	1.7	Module d'élasticité à court terme	9
	1.8	Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie	9
	1.9	Résistance caractéristique au cisaillement de la maçonnerie	9
	1.10	Résistances caractéristiques à la flexion de la maçonnerie	9
	1.11	Résistance à l'abrasion	
	1.12	Dureté de contact	10
	1.13	Propriétés hygrothermiques	10
	1.14	Réaction au feu	10
	1.15	Résistance au feu	10
	1.16	Modèle de la fiche technique du produit BTC	11
2	Snáci	fications des produits non fournis par « Briques Technic Concept »	12
_	2.1	Mortier de montage	
	2.2	Accessoires métalliques	
_			
3		tions de fabrication des BTC	
	3.1	Plan Assurance Qualité	
	3.2	Formulations des BTC	
	3.3	Maîtrise de la matière première terre	13
4	Entre	tien et nettoyage des BTC apparentes	13
5	Fiche	s techniques des BTC soumises à l'ATEx	14
	5.1	Informations disponibles à la commande	
	5.2	Périmètre de la formulation	
	5.3	Gamme FLEXITERRE R2	15
	5.3.1	FLEXITERRE R2 30x15x10	
	5.3.2 5.3.3	FLEXITERRE R2 30x20x10 FLEXITERRE R2 37x18x10	
	5.3.4	FLEXITERRE R2 40x20x10	
	5.4	Gamme FLEXITERRE R3	
	5.4.1 5.4.2	FLEXITERRE R3 30x15x10 FLEXITERRE R3 30x20x10	
	5.4.2 5.4.3	FLEXITERRE R3 37x18x10	
	5.4.4	FLEXITERRE R3 40x20x10	
	5.5	Gamme NOVATERRE R2	
	5.5.1 5.5.2	NOVATERRE R2 120x20x40 NOVATERRE R2 120x30x40	
	5.5.3	NOVATERRE R2 120x40x40	

## Livret « PRODUITS » version 3.0

5.6	Gamme NOVATERRE R3	26
5.6.1	NOVATERRE R3 120x20x40	26
5.6.2	NOVATERRE R3 120x30x40	27
563	NOVATERRE R3 120x40x40	28

## 1 Spécifications des BTC fabriquées par « Briques Technic Concept »

Les spécifications « produit » (caractérisation et performances) des BTC ne sont couvertes ni par une norme harmonisée européenne (série EN 771) ni par un document d'évaluation européen (EAD) existant.

Ainsi, les spécifications des BTC de « Briques Technic Concept » sont définies par un emploi partiel de la norme XP P13-901 de 2021 et par des spécifications propres à « Briques Technic Concept ».

Les spécifications des §1.1 à 1.15 sont garanties par le fabricant « Briques Technic Concept ».

Les « caractéristiques essentielles » sont inscrites sur la fiche technique qui est fournie avec chaque palette de BTC livrée. Le modèle de cette fiche est donné au §1.16.

« Briques Technic Concept » inscrit sa démarche vers une compatibilité optimale au corpus normatif européen actuel. Dans cet esprit, et en se projetant vers une éventuelle norme de la série EN 771 dédiée aux BTC, la fiche technique des BTC de « Briques Technic Concept » emploi des conventions des déclarations des performances (DoP) des annexes ZA de la série EN 771.

## 1.1 NIVEAUX DE CONFIANCE QUALITE BTC ET COEFFICIENTS $\gamma_M$

En déclinaison de l'article 7.1 du DTU 20.1 P3, la valeur du coefficient partiel de sécurité  $\gamma_M$  à appliquer aux résistances caractéristiques des murs dépend du niveau de qualité des matériaux mis en œuvre.

Ainsi, l'Eurocode 6 (article 3.1.1) emploi la notion de « Catégories I ou II » pour les niveaux de confiance de qualité. Les critères d'appartenance à ces « Catégories I ou II » sont donnés dans chaque norme harmonisée européenne afférente à l'élément de maçonnerie (série EN 771).

Or, pour rappel, les BTC ne sont pas encore couvertes par une norme harmonisée européenne.

Par conséquent, dans le cadre de cette ATEx, 2 catégories sont définies pour décliner le principe :

- Niveau de confiance « qualité BTC II » (le moins fiable)
   Et
- Niveau de confiance « qualité BTC I » (le plus fiable)

Ainsi, le tableau 11 du DTU 20.1 P3 rappelé pour mémoire ci-dessous :

		γ <sub>M</sub> Niveau de contrôle sur chantier	
Catégorie	Matériau		
		IL2	IL1
A	A Éléments de catégorie I, mortier performanciel		2,5
В	B Éléments de catégorie I, mortier de recette		2,7
С	Éléments de catégorie II, mortier de recette ou performanciel	2,8	3,3

## est remplacé par le tableau suivant :

	Niveau de contrôle sur chantier IL1
Niveau de confiance qualité BTC I + mortier performanciel	$\gamma_M = 2.5$
Niveau de confiance qualité BTC I + mortier de recette	$\gamma_M = 2.7$
Niveau de confiance qualité BTC II (quel que soit le type de mortier)	$\gamma_{M} = 3.3$

Le niveau de confiance « qualité BTC II » correspond au niveau conforme au « Plan Assurance Qualité » actuel soumis à l'ATEx du CSTB.

Toutefois, comme indiqué au chapitre 2 du **livret** « **CADRE** » : Le premier objectif (de l'ATEx) est de parfaire la mise au point du système d'évaluation et de vérification de la constance des performances (EVCP) de

*l'entreprise « Briques Technic Concept ».* En effet, « Briques Technic Concept » vise un niveau de contrôle qualité équivalent au niveau 2+ des autres maçonneries bénéficiaires de normes harmonisées, à l'horizon du dépôt de la demande d'Avis Technique. *Dans cette perspective, « Briques Technic Concept » s'engagera dans une certification QB07* au cours de cette phase expérimentale.

Cette démarche permet de définir et d'atteindre le niveau « qualité BTC I », et ainsi de bénéficier des valeurs réduites du coefficient partiel de sécurité  $\gamma_M$ .

Le contenu type de cette démarche « qualité BTC I » est aussi soumis à l'ATEx du CSTB au travers du document confidentiel « Projet de référentiel QB » (document confidentiel).

A minima, tout comme la NF EN 771-6+A1 (octobre 2015), cette démarche « **qualité BTC I** » permet de garantir que la résistance à la compression est déclarée avec une probabilité de 5 % de ne pas atteindre cette valeur.

Naturellement, à la date d'édition de l'ATEx, aucune BTC ne bénéficie du niveau « **qualité BTC I** ». Les concepteurs et entreprises sont donc invités à prendre contact avec « Briques Technic Concept » pour obtenir les informations à jour suivant l'avancement de cette démarche (cf §5.1).

#### 1.2 DÉSIGNATION DE LA FORMULATION

La formulation des BTC est définie par :

- par une composition de mélange des différents constituants (terre, granulats, additifs, liants, eau...),
- et par un process de transformation (compression, cure humide...).

Les formulations détaillées font l'objet de secrets industriels appartenant à « Briques Technic Concept ».

Pour autant, a minima, l'usager (entreprise, bureau d'étude...) des BTC doit connaître les propriétés suivantes :

- Le type et le pourcentage (%) de liant ajouté pour stabiliser les BTC, parmi les chaux hydrauliques naturelles ou aériennes selon NF EN 459-1. Le pourcentage total des ajouts en masse est calculé à partir de la masse sèche de matière inerte du mélange.
- Le type et le pourcentage (%) des éventuels additifs.

Ces propriétés et la « clé d'identification de formulation » sont inscrites sur la fiche technique.

## 1.3 **ASPECT ET TEXTURE**

Le §5.3 de la norme XP P13-901 de 2021 est appliquée par « Briques Technic Concept », qui garantit l'atteinte des critères afférents.

« Les briques ne doivent pas comporter de défectuosité majeure apparente telle que cassure, fissure traversante ou déformation. Leurs faces doivent être planes et leurs arêtes rectilignes dans la limite des tolérances des Tableaux 2 et 3. Le fabricant se doit d'assurer une qualité reproductible sur l'ensemble de sa production afin de limiter les fissures, écornures et épaufrures. Des défauts éventuels ne doivent pas modifier les performances déclarées.

Les écornures ne sont tolérées que si elles peuvent s'inscrire dans un trièdre trirectangle fermé par un triangle équilatéral de  $côté \le T$ .

Les épaufrures et trous ne sont tolérés que s'ils ne s'étendent pas au-delà d'une longueur T1 mesurée sur les arêtes et d'une profondeur T2 mesurée à partir des arêtes.

Les dimensions de T, T1 et T2 sont données dans le Tableau 2 et illustrées par les Figures 1 et 2.

Les briques de terre crue doivent présenter des défauts dont les dimensions maximales sont indiquées dans le Tableau 2.

Des variations de teinte sur la brique ne sont pas prises en considération. »

Tableau 2 - Tolérances de dimensions des écornures et épaufrures

Lieu du défaut	Т	T1	T2
Longueur autorisé (mm)	20	30	5

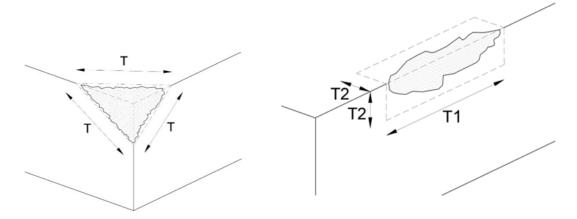


Figure 1 - Cas de l'écornure

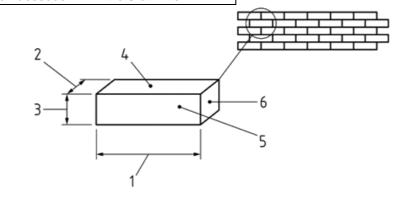
Figure 2 - Cas de l'épaufrure

## 1.4 DIMENSIONS ET TOLÉRANCES

Cette ATEx couvre les dimensions nominales des BTC situées dans la gamme admissible suivante :

Longueur « L » / repère 1 ci-dessous : Entre 30 et 120 cm
 Epaisseur « e » / repère 2 ci- dessous : Entre 14,5 et 40 cm

Hauteur « h » / repère 3 ci- dessous : Entre 9 et 42 cm



## Légende

- 1 Longueur
- 3 Hauteur
- Face avant

- 2 Largeur ou épaisseur
- 4 Face de pose
- 6 About

Les BTC sont produites par compression dans un moule. Ainsi la longueur, l'épaisseur et la hauteur maximale de fabrication d'une BTC sont fixées par les dimensions physiques du moule.

« Briques Technic Concept » dispose de **moules standards**, dont les dimensions standardisées des BTC visées au chapitre 5 (fiches techniques) sont les suivantes :

•	Gammes « Flexiterre » :	[L] 30 cm	[e] 14,5 cm	[h] 10 cm
		[L] 30 cm	[e] 20 cm	[h] 10 cm
		[L] 36,5 cm	[e] 17,5 cm	[h] 10 cm
		[L] 40 cm	[e] 20 cm	[h] 10 cm

Gammes « Novaterre »: [L] 120 cm [e] 20 cm [h] 40 cm
 [L] 120 cm [e] 30 cm [h] 40 cm

[L] 120 cm [e] 40 cm [h] 40 cm

« Briques Technic Concept » est capable de produire des **formats sur mesure** sous réserve de financement du moule spécifique et de rester dans la gamme admissible encadrée en haut de cette page. Ainsi, l'usage des formats des moules standards sont à privilégier, et le concepteur est invité à se rapprocher de « Briques Technic Concept » pour obtenir plus d'informations et la liste actualisée des moules disponibles.

De plus, afin de s'adapter à un calepinage précis en phase d'exécution du projet, les hauteurs nominales des BTC peuvent être modifiées de 10%, sans modifier les propriétés de la fiche technique du produit. C'est pourquoi les fiches techniques des produits font apparaitre dans la ligne « hauteur » les valeurs associées (cf chapitre 5).

Concernant les écarts dimensionnels, le §5.4 de la norme XP P13-901 de 2021 est appliquée par défaut par « Briques Technic Concept », qui garantit le respect de ces écarts admissibles.

Ces écarts dimensionnels par défaut sont de +/- 3 mm pour chacune des 3 dimensions.

## 1.5 TENEUR EN EAU « SORTIE D'USINE »

« Briques Technic Concept » garantit une teneur en eau « sortie d'usine » maximale de 6 %.

Toutefois, selon les besoins du projet, « Briques Technic Concept » est en mesure de garantir une teneur en eau « sortie d'usine » inférieure à 6%, cette propriété étant indiquée sur la fiche technique des BTC livrées.

## 1.6 Masse volumique apparente sèche

Le §5.6 de la norme XP P13-901 de 2021 est appliquée par « Briques Technic Concept », qui garantit l'atteinte des critères afférents.

« Les briques de terre crue sont réparties en catégories de masse volumique apparente selon le Tableau » :

Catégorie de masse volumique apparente	Moyenne de la masse volumique apparente de la brique de terre crue (kg/dm³)
1,4	1,40 ≤ Mv < 1,50
1,5	1,50 ≤ Mv < 1,60
1,6	1,60 ≤ Mv < 1,70
1,7	1,70 ≤ Mv < 1,80
1,8	1,80 ≤ Mv < 1,90
1,9	1,90 ≤ Mv < 2,00
2,0	2,00 ≤ Mv < 2,1
2,1	Mv ≥ 2,10

Tableau 4 – Catégories de masse volumique apparente des briques de terre crue

Par défaut, il convient de retenir que « Briques Technic Concept » produit des BTC dans les catégories « 1,7 », « 1,8 » et « 1,9 ».

Les valeurs mesurées et indiquées dans ces catégories sont les masses volumiques sèches et moyennes.

Dans le domaine d'emploi visé, la teneur en eau des BTC en service ne dépasse pas 3%. Ainsi, l'estimation de la masse d'eau moyenne est réalisée par l'ajout de 50 kg/m³, soit :  $M_{v,3\%} = M_{v,0\%} + 50 \ kg/m³$ 

En application de l'Eurocode 0 (NF EN 1990), dans les cas où l'analyse structurelle serait sensible aux variations de la charge permanente G, il convient de retenir les valeurs suivantes pour les calculs de  $G_{k,inf}$  et  $G_{k,sup}$ :

Pour 
$$G_{k,inf}$$
, fractile  $5\%: \rho_{0.05} = M_{v,3\%} - 200 \ kg/m^3$   
Pour  $G_{k,sup}$ , fractile  $95\%: \rho_{0.95} = M_{v,3\%} + 200 \ kg/m^3$ 

Exemple pour la catégorie « 1,8 » :

Pour  $G_{k,inf}$ , fractile 5%:  $\rho_{0.05} = 1~650~kg/m^3$ Pour  $G_{k,sup}$ , fractile 95%:  $\rho_{0.95} = 2~050~kg/m^3$ 

## 1.7 MODULE D'ELASTICITE A COURT TERME

En déclinaison des articles 3.7.2 et 3.7.3 de l'Eurocode 6 et de l'article 7.3.5 du DTU 20.1 P3, « Briques Technic Concept » fournit le module d'élasticité à court terme  $E_{3\%}$  à utiliser.

Nota : L'indice « 3% » rappelle que la propriété indicée peut dépendre de la teneur en eau des BTC et que le domaine d'emploi de cette ATEx limite la teneur en eau en service à 3% - Donc teneur en eau de référence de calcul.

## 1.8 RÉSISTANCE CARACTERISTIQUE À LA COMPRESSION DE LA MAÇONNERIE

En déclinaison de l'article 3.6.1.2 de l'Eurocode 6 et de l'article 7.3.1.1 du DTU 20.1 P3, « Briques Technic Concept » ne fournit pas la résistance moyenne à la compression des BTC, mais fournit directement la valeur de la résistance caractéristique à la compression du  $\underline{\text{mur}} f_{k,3\%}$  à utiliser.

Nota : L'indice « 3% » rappelle que la propriété indicée peut dépendre de la teneur en eau des BTC et que le domaine d'emploi de cette ATEx limite la teneur en eau en service à 3% - Donc teneur en eau de référence de calcul.

Remarque au sujet de l'homogénéité du mode de compression des blocs de grande dimension NOVATERRE :

Cette homogénéité est garantie par Briques Technic Concept considérant que l'écart-type des essais de résistance à la compression des échantillons issu d'un même bloc est lui-même garanti comme étant inférieur à 15% par rapport à la valeur moyenne de ces échantillons.

## 1.9 RÉSISTANCE CARACTERISTIQUE AU CISAILLEMENT DE LA MAÇONNERIE

En déclinaison de l'article 3.6.2 de l'Eurocode 6 et de l'article 7.3.2 du DTU 20.1 P3, « Briques Technic Concept » fournit :

- La résistance initiale caractéristique au cisaillement  $f_{vk0,3\%}$  Et
- L'angle de frottement interne caractéristique  $\alpha_{k,3\%}$ , dont la tangente est à utiliser en <u>remplacement</u> du coefficient forfaitaire de 0,4 de l'Eurocode 6.

Nota : L'indice « 3% » rappelle que la propriété indicée peut dépendre de la teneur en eau des BTC et que le domaine d'emploi de cette ATEx limite la teneur en eau en service à 3% - Donc teneur en eau de référence de calcul.

## 1.10 RÉSISTANCES CARACTERISTIQUES A LA FLEXION DE LA MAÇONNERIE

En déclinaison de l'article 3.6.4 de l'Eurocode 6 et de l'article 7.3.3 du DTU 20.1 P3, « Briques Technic Concept » fournit les résistances caractéristiques à la flexion hors du plan :

• Plan de rupture parallèle aux lits de pose :  $f_{xk1.3\%}$ 

Plan de rupture perpendiculaire aux lits de pose :  $f_{xk2.3\%}$ 

Nota : L'indice « 3% » rappelle que la propriété indicée peut dépendre de la teneur en eau des BTC et que le domaine d'emploi de cette ATEx limite la teneur en eau en service à 3% - Donc teneur en eau de référence de calcul.

#### 1.11 RÉSISTANCE À L'ABRASION

Le §5.10 de la norme XP P13-901 de 2021 est appliquée par « Briques Technic Concept », qui garantit l'atteinte des critères afférents : « Cette caractéristique ne s'applique que pour les briques destinées à être exposées à des risques d'abrasion résultants de l'activité humaine. ».

La performance est donnée par la catégorie de résistance à l'abrasion :

Ab1 (la plus performante), Ab2 ou Ab3 (la moins performante)

#### 1.12 DURETE DE CONTACT

Les normes P 08-302 et NF EN 771-3/CN sont appliquées par « Briques Technic Concept » qui garantit une profondeur d'impact inférieure à 20 mm lors de 3 impacts de choc dur successifs par bille normalisée avec une énergie de 2.5 Joules.

#### 1.13 Propriétés hygrothermiques

- « Briques Technic Concept » indique et garantit les valeurs des 2 propriétés suivantes :
  - $\lambda_{3\%}$ : Conductivité thermique en service (3%) selon méthode de fil chaud ;
  - μ : Coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau selon méthode coupelle humide.

Nota : L'indice « 3% » rappelle que la propriété indicée peut dépendre de la teneur en eau des BTC et que le domaine d'emploi de cette ATEx limite la teneur en eau en service à 3% - Donc teneur en eau de référence de calcul.

#### 1.14 RÉACTION AU FEU

Un ouvrage de maçonnerie en BTC est classé :

- Euroclasse A1 : sans essai préalable, suivant la norme européenne EN 13501-1 ou Arrêté du 13 août 2003 art. 1.
- Classe M0, selon classement conventionnel de l'annexe 3 de l'Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement.

Pour que ce classement conventionnel soit applicable, Il est attendu que la constitution des BTC n'intègre pas de matériaux combustibles et que les BTC « contiennent ≤ 1,0 % en masse de matériaux organiques répartis de façon homogène » (§5.12 de la norme XP P13-901 de 2021).

## 1.15 RESISTANCE AU FEU

Il s'agit ici :

- De la résistance REI maximale atteignable ;
  - Εt
- De la charge maximale en situation « incendie » à vérifier :  $N_{Ed,fire,max}$

Par exemple, la mention « REI 60 » signifiera que le mur réalisé avec les BTC de la fiche technique permettra d'atteindre le niveau REI 60, en vérifiant que  $N_{Ed,fire} \leq N_{Ed,fire,max}$  et en respectant les prescriptions du §2.6 du **livret « CONCEPTION/CALCUL »**.

La mention « PND » est utilisée pour « Performance Non Déterminée ».

### 1.16 MODELE DE LA FICHE TECHNIQUE DU PRODUIT BTC

Dans le modèle ci-dessous, les champs seront complétés par « Briques Technic Concept » pour chaque BTC garantie. Ces champs sont repérés par le texte #-# qui indique cas échéant le § correspondant de ce livret.

Les champs en italique et suivi de « *(toujours)* » ont des valeurs figées car imposées par le domaine d'emploi de cette ATEx.

### Modèle de fiche technique :

1. Désignation commerciale produit : #-#

2. Fabricant : « Briques Technic Concept » + site de production

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n° #-# (toujours)

4. Niveau de confiance : Qualité BTC II #§1.1#

Ou Qualité BTC I + mortier performanciel #§1.1#
Ou Qualité BTC I + mortier de recette #§1.1#

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie (toujours)
	Mortier de montage courant à utiliser	#§2.1#
	Appareillages admissibles	<mark>#-#</mark>
Domaine d'emploi	Classe d'exposition maçonnerie	MX1 (toujours)
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs
	Classe d'exposition à read des locaux	(toujours)
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée
	Wode labilication	(toujours)
Fabrication	Formulation – Stabilisation	#§1.2#
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	#§1.2#
	Formulation – Clé d'identification	#§1.2#
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	#§1.5#

Cara	Performances		
	Longueur		
Dimensions nominales		Epaisseur	#§1.4#
		Hauteurs	#§1.4#
Tolérances dimensionnelles			#§1.4#
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	#§1.6#
Module d'élasticité à court term	ie $E_{3\%}$		#§1.7#
Résistance à la compression d (Charge de direction perpendiculaire a			#§1.8#
Résistance caractéristique au	Résista	nce initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$	#§1.9#
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		#§1.9#
Décistemes à la fleviere du mour		Parallèle aux lits de pose $f_{xk_{1,3\%}}$	#§1.10#
Résistance à la flexion du mur		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	#§1.10#
	Réaction au feu		#§1.14#
Sécurité incendie	Résistance au feu		#§1.15#
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		#§1.15#
Coefficient de résistance à la v	apeur d'e	eau $\mu$ (méthode coupelle humide)	#§1.13#
Conductivité thermique en serv	vice $\lambda_{3\%}$ (r	méthode fil chaud)	#§1.13#
Durabilité au gel/dégel			PND (*) (toujours)
Catégorie de résistance à l'abrasion			#§1.11#
Dureté au contact			#\$1.12#
(*) PND pour Performance Nor			

#### 2 Spécifications des produits non fournis par « Briques Technic Concept »

#### 2.1 MORTIER DE MONTAGE

Dans le cadre de cette ATEx, les murs en BTC sont montés exclusivement au mortier de montage courant à la chaux hydraulique naturelle NHL, dont la classe de résistance à la compression doit être de M2,5 ou M5.

Le choix entre M2,5 et M5 doit être compatible avec les spécifications de la fiche technique de la BTC, qui précise la ou les classes de résistance du mortier employable.

La classe de résistance à la compression retenue doit être garantie par l'entreprise de pose, selon une des deux modalités suivantes.

#### Cas 1 : Classe de résistance garantie par des essais menés selon la norme EN 1015-11

Il s'agit ici d'un mortier de recette de chantier de type « sable + liant à la chaux hydraulique naturelle NHL ».

Ce mortier à la chaux est fabriqué (dosés et mélangés) par l'entreprise de pose selon des proportions prédéterminées et pour des propriétés résultantes garanties.

En application du Règlement (UE) n°305/2011, la chaux NHL fait l'objet d'une déclaration des performances (DoP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 459-1. Les produits conformes à cette DoP sont identifiés par le marquage CE.

L'entreprise de pose a la charge de conduire les essais menés selon la norme EN 1015-11 pour garantir la classe de résistance à la compression retenue.

L'entreprise de pose peut aussi se rapprocher de « Briques Technic Concept » qui a conduit des essais avec le fournisseur SOCLI.

#### Cas 2 : Classe de résistance garantie par l'emploi d'un mortier performanciel

Il s'agit ici d'un mortier performanciel à la chaux hydraulique naturelle, d'usage courant «G» et à propriétés garanties.

En application du Règlement (UE) n°305/2011, le mortier performanciel fait l'objet d'une déclaration des performances (DoP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 998-2. Les produits conformes à cette DoP sont identifiés par le marquage CE.

L'entreprise de pose est ainsi dispensée de conduire des essais de performance pour garantir la classe de résistance à la compression retenue.

#### 2.2 ACCESSOIRES METALLIQUES

Dans le cadre de l'application des articles 3.8.2 et 3.8.3 de l'Eurocode 6, les accessoires utilisés doivent être conforme aux spécifications de la norme harmonisée EN 845-1+A1.

Par défaut, les accessoires recommandés seront choisis dans les gammes proposées par les industriels ANCON (www.ancon.ch) et PLAKAGROUP (www.plakagroup.com).

#### 3 Conditions de fabrication des BTC

### 3.1 PLAN ASSURANCE QUALITE

La fabrication des BTC répond à un Plan Assurance Qualité (PAQ) soumis à l'ATEx du CSTB.

Ce PAQ comprend les contrôles internes et externes nécessaires au système d'Evaluation et de Vérification de la Constance des Performances (EVCP) établi.

#### 3.2 FORMULATIONS DES BTC

Une formulation de BTC se caractérise par :

- Les constituants en quantité et en qualité : terre crue, granulats, additifs, liants, eau...
- Son process de fabrication : compression, cure, séchage et critères de contrôle.

Chaque formulation ainsi définie est la propriété de « Briques Technic Concept » (secret industriel).

Chaque formulation est identifiée par une « clé d'identification de formulation » unique, et est stockée dans un registre interne à « Briques Technic Concept ».

Ce « code formulation » est inscrit sur la fiche technique de la BTC livrée pour assurer une traçabilité totale de la BTC employée dans l'ouvrage. Ainsi, dans le cadre d'un audit ou d'une expertise, la fourniture du « code formulation » permet à « Briques Technic Concept » de justifier de la formulation employée et de sa validation préalable au regard des performances requises.

#### 3.3 MAITRISE DE LA MATIERE PREMIERE TERRE

Le Plan Assurance Qualité de Briques Technic Concept soumis à l'ATEx impose un contrôle strict des matières premières utilisables, qui doivent être référencées et caractérisées (provenance, process de préparation, granulométrie, valeur au bleu et classification GTR).

Chaque formulation de BTC vise exclusivement une ou plusieurs matières premières terre référencées. Ainsi, toute utilisation d'une nouvelle matière première implique

- la création d'une nouvelle formulation référencée et caractérisée (constituants, process de fabrication),
- la vérification des performances de cette formulation.

#### 4 Entretien et nettoyage des BTC apparentes

L'attention du maître d'ouvrage sera attirée sur les conditions d'entretien des murs apparents en BTC et des éléments contigus qui ne doivent pas être nettoyés par utilisation d'eau sous pression.

Un nettoyage au jet des BTC stabilisés peut être effectuer occasionnellement, mais il est absolument proscrit d'utilisé un jet d'eau sous pression supérieure à 10 bars.

Les nettoyages réguliers ne devront pas non plus s'effectuer avec des produits agressifs (alcalins, acides chlores, ...) et avec de l'eau d'une température supérieure à 40 °C.

Pour l'entretien des murs BTC, aucune mesure particulière de prévention des accidents n'est à prévoir.

#### 5 Fiches techniques des BTC soumises à l'ATEx

#### 5.1 INFORMATIONS DISPONIBLES A LA COMMANDE

Toutes les caractéristiques et performances minimales affichées sur les fiches techniques sont fixées par avance, à l'exception de 6 lignes.

Ces 6 exceptions sont repérées dans les fiches techniques par la mention *Information disponible à la commande*.

Ces exceptions sont logiques et en cohérence avec l'ensemble du dossier technique :

- La ligne « Niveau de confiance » est figée au moment de la commande uniquement (cf §1.1) ;
- La ligne « Formulation Clé d'identification » est figée au moment de la commande uniquement (cf §1.2 et §3.2);
- La ligne « Formulation Stabilisation » est figée au moment de la commande uniquement (cf §1.2);
- L'adresse du site de production est variable et figée au moment de la commande uniquement ;
- Comme indiqué au §1.5, le client peut demander une teneur en eau « sortie d'usine » inférieure à 6%, sachant que « Briques Technic Concept » garantit cette valeur et que cette caractéristique ne modifie pas les autres propriétés. Ce choix permet uniquement une optimisation des conditions de mise en œuvre (plan de cadencement etc.) par l'entreprise de pose;
- Et pour finir, la catégorie de masse volumique apparente sèche peut être modifiée par la formulation retenue par « Briques Technic Concept ».

In fine, il convient de retenir que la mention *Information disponible à la commande* de ces 6 lignes **n'impacte en** rien les engagements performanciels garantis par ces fiches techniques.

#### 5.2 Perimetre de la formulation

Toutes les BTC des fiches techniques de ce chapitre appartiennent au périmètre (classe) de formulation suivante :

Stabilisation à la chaux, entre 3 et 7.5 %, avec panachage de chaux NHL (2, 3,5 ou 5) et CL90, dont la NHL constitue au moins 58% du taux total de liant

Aussi, c'est au moment de la commande des BTC par l'entreprise de pose, que « Briques Technic Concept » fixe la formulation précise (clé d'indication) en fonction de ses contraintes de production notamment.

Naturellement, dans tous les cas, la formulation retenue « Briques Technic Concept » respecte les conditions requises pour garantir les performances inscrites sur la fiche technique.

### 5.3 **GAMME FLEXITERRE R2**

# 5.3.1 **FLEXITERRE R2 30x15x10**

1. Désignation commerciale produit : FLEXITERRE R2 30x15x10

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie	
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5	
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Boutisse (ép mur = 30 cm) Boutisse-Panneresse (ép mur = 30 cm)	
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1	
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs	
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée	
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande	
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun	
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande	
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande	

Cara	Performances			
		Longueur	30 cm	
Dimensions nominales		Epaisseur	14,5 cm	
		Hauteurs	9 à 11 cm	
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm	
			Information	
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	disponible à	
			commande	
Module d'élasticité à court term	$eE_{3\%}$		580 MPa	
Résistance à la compression d			1,79 MPa	
(Charge de direction perpendiculaire a	ux lits de po	ose)	.,	
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa	
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg	
Décistance à la flavion du mur	Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$			
Résistance à la flexion du mur		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa	
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1	
Sécurité incendie	Résist	ance au feu	REI 60	
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		195 kN/m	
Coefficient de résistance à la v	6.5			
Conductivité thermique en service $\lambda_{3\%}$ (méthode fil chaud)			0,57 W/(m.K)	
Durabilité au gel/dégel			PND (*)	
Catégorie de résistance à l'abrasion			Ab3	
Dureté au contact	< 20mm à 2,5J			
(*) PND pour Performance Nor				

# 5.3.2 **FLEXITERRE R2 30x20x10**

1. Désignation commerciale produit : FLEXITERRE R2 30x20x10

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie	
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5	
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 20 cm) Boutisse (ép mur = 30 cm)	
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1	
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs	
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée	
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande	
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun	
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande	
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande	

Cara	Performances		
		Longueur	30 cm
Dimensions nominales		Epaisseur	20 cm
		Hauteurs	9 à 11 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	Information disponible à commande
Module d'élasticité à court term	$E_{3\%}$		580 MPa
Résistance à la compression d (Charge de direction perpendiculaire a			1,79 MPa
Résistance caractéristique au	Résistar	nce initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$	0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
Resistance a la llexion du mui		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{\chi k2,3\%}$	0,10 MPa
	Réaction au feu		Euroclasse A1
Sécurité incendie		ance au feu	Panneresse : PND (*) Boutisse : REI 60
		e maximale $N_{Ed,fire,max}$	Panneresse : PND (*) Boutisse : 195 kN/m
Coefficient de résistance à la v	6.5		
Conductivité thermique en service $\lambda_{3\%}$ (méthode fil chaud)			0,57 W/(m.K)
Durabilité au gel/dégel			PND (*)
Catégorie de résistance à l'abrasion			Ab3
Dureté au contact	< 20mm à 2,5J		
(*) PND pour Performance Nor			

# 5.3.3 **FLEXITERRE R2 37x18x10**

1. Désignation commerciale produit : FLEXITERRE R2 37x18x10

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Boutisse (ép mur = 36,5 cm) Boutisse-Panneresse (ép mur = 36,5 cm)
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande

Cara	Performances		
		Longueur	36,5 cm
Dimensions nominales		Epaisseur	17,5 cm
		Hauteurs	9 à 11 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	Information disponible à commande
Module d'élasticité à court term	e <i>E</i> <sub>3%</sub>		580 MPa
Résistance à la compression de (Charge de direction perpendiculaire au			1,79 MPa
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg
Pásistonas à la flavian du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
Résistance à la flexion du mur		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1
Sécurité incendie	Résista	ance au feu	REI 60
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		260 kN/m
Coefficient de résistance à la va	6.5		
Conductivité thermique en service $\lambda_{3\%}$ (méthode fil chaud)			0,57 W/(m.K)
Durabilité au gel/dégel			PND (*)
Catégorie de résistance à l'abrasion			Ab3
Dureté au contact			< 20mm à 2,5J
(*) PND pour Performance Non			

# 5.3.4 **FLEXITERRE R2 40x20x10**

1. Désignation commerciale produit : FLEXITERRE R2 40x20x10

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie	
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5	
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 20 cm) Boutisse (ép mur = 40 cm)	
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1	
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs	
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée	
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande	
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun	
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande	
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande	

Cara	Performances		
		Longueur	40 cm
Dimensions nominales		Epaisseur	20 cm
		Hauteurs	9 à 11 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	Information disponible à commande
Module d'élasticité à court term	$E_{3\%}$		580 MPa
Résistance à la compression d (Charge de direction perpendiculaire a			1,79 MPa
Résistance caractéristique au	Résistar	nce initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$	0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
Resistance a la llexion du mur		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1
Sécurité incendie		ance au feu	Panneresse : PND (*) Boutisse : REI 60
		e maximale $N_{Ed,fire,max}$	Panneresse : PND (*) Boutisse : 260 kN/m
Coefficient de résistance à la v	6.5		
Conductivité thermique en service $\lambda_{3\%}$ (méthode fil chaud)			0,57 W/(m.K)
Durabilité au gel/dégel			PND (*)
Catégorie de résistance à l'abrasion			Ab3
Dureté au contact			< 20mm à 2,5J
(*) PND pour Performance Nor			

### 5.4 **GAMME FLEXITERRE R3**

# 5.4.1 **FLEXITERRE R3 30x15x10**

1. Désignation commerciale produit : FLEXITERRE R3 30x15x10

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie	
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5	
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Boutisse (ép mur = 30 cm) Boutisse-Panneresse (ép mur = 30 cm)	
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1	
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs	
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée	
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande	
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun	
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande	
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande	

Cara	Performances				
		Longueur	30 cm		
Dimensions nominales		Epaisseur	14,5 cm		
		Hauteurs	9 à 11 cm		
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm		
			Information		
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	disponible à		
			commande		
Module d'élasticité à court term	e $E_{3\%}$		580 MPa		
Résistance à la compression d			1,92 MPa		
(Charge de direction perpendiculaire a	ux lits de po	ose)			
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa		
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg		
Déciste de la flevier du mun	Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$				
Résistance à la flexion du mur		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa		
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1		
Sécurité incendie	Résistance au feu		REI 60		
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		195 kN/m		
Coefficient de résistance à la v	6.5				
Conductivité thermique en service λ <sub>3%</sub> (méthode fil chaud)			0,57 W/(m.K)		
Durabilité au gel/dégel			PND (*)		
Catégorie de résistance à l'abra	Ab3				
Dureté au contact	< 20mm à 2,5J				
(*) PND pour Performance Nor					

# 5.4.2 **FLEXITERRE R3 30x20x10**

1. Désignation commerciale produit : FLEXITERRE R3 30x20x10

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie	
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5	
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 20 cm) Boutisse (ép mur = 30 cm)	
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1	
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs	
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée	
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande	
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun	
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande	
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande	

Cara	Performances		
		Longueur	30 cm
Dimensions nominales		Epaisseur	20 cm
		Hauteurs	9 à 11 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
Catégorie masse volumique apparente sèche			Information disponible à commande
Module d'élasticité à court term	$E_{3\%}$		580 MPa
Résistance à la compression d (Charge de direction perpendiculaire a			1,92 MPa
Résistance caractéristique au	Résistar	nce initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$	0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de	e frottement interne $lpha_{k,3\%}$	22,5 deg
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
Resistance a la llexion du mur		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa
	Réaction au feu		Euroclasse A1
Sécurité incendie		ance au feu	Panneresse : PND (*) Boutisse : REI 60
		e maximale $N_{Ed,fire,max}$	Panneresse : PND (*) Boutisse : 195 kN/m
Coefficient de résistance à la v	6.5		
Conductivité thermique en service $\lambda_{3\%}$ (méthode fil chaud)			0,57 W/(m.K)
Durabilité au gel/dégel			PND (*)
Catégorie de résistance à l'abr	Ab3		
Dureté au contact	< 20mm à 2,5J		
(*) PND pour Performance Nor			

# 5.4.3 **FLEXITERRE R3 37x18x10**

1. Désignation commerciale produit : FLEXITERRE R3 37x18x10

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Boutisse (ép mur = 36,5 cm) Boutisse-Panneresse (ép mur = 36,5 cm)
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande

Cara	Performances		
		Longueur	36,5 cm
Dimensions nominales		Epaisseur	17,5 cm
		Hauteurs	9 à 11 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	Information disponible à commande
Module d'élasticité à court term	e <i>E</i> <sub>3%</sub>		580 MPa
Résistance à la compression d (Charge de direction perpendiculaire a			1,92 MPa
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
Nesistance a la liexion du mui		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1
Sécurité incendie	Résistance au feu		REI 60
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		260 kN/m
Coefficient de résistance à la v		au $\mu$ (méthode coupelle humide)	6.5
Conductivité thermique en serv	0.57 W/(m.K)		
Durabilité au gel/dégel			PND (*)
Catégorie de résistance à l'abra	Ab3		
Dureté au contact	< 20mm à 2,5J		
(*) PND pour Performance Nor	Détermi	née	

# 5.4.4 **FLEXITERRE R3 40x20x10**

1. Désignation commerciale produit : FLEXITERRE R3 40x20x10

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 20 cm) Boutisse (ép mur = 40 cm)
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande

Cara	Performances				
		Longueur	40 cm		
Dimensions nominales		Epaisseur	20 cm		
		Hauteurs	9 à 11 cm		
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm		
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	Information disponible à commande		
Module d'élasticité à court term	$E_{3\%}$		580 MPa		
Résistance à la compression d (Charge de direction perpendiculaire a			1,92 MPa		
Résistance caractéristique au	Résistar	nce initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$	0,09 MPa		
cisaillement du mur	Angle de	e frottement interne $lpha_{k,3\%}$	22,5 deg		
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa		
Resistance a la nexion du mui		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{\chi k2,3\%}$	0,10 MPa		
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1		
Résis Sécurité incendie		ance au feu	Panneresse : PND (*) Boutisse : REI 60		
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		Panneresse : PND (*) Boutisse : 260 kN/m		
Coefficient de résistance à la v	au μ (méthode coupelle humide)	6.5			
Conductivité thermique en service $\lambda_{3\%}$ (méthode fil chaud)			0.57 W/(m.K)		
Durabilité au gel/dégel			PND (*)		
Catégorie de résistance à l'abr	Ab3				
Dureté au contact					
(*) PND pour Performance Nor					

### 5.5 **GAMME NOVATERRE R2**

# 5.5.1 **NOVATERRE R2 120x20x40**

1. Désignation commerciale produit : NOVATERRE R2 120x20x40

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 20 cm)
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande

Cara	Performances			
		Longueur	120 cm	
Dimensions nominales		Epaisseur	20 cm	
		Hauteurs	36 à 42 cm	
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm	
Catégorie masse volumique ap	narente s	sàche	Information disponible à	
Categorie masse volumique ap	parente	Scoric	commande	
Module d'élasticité à court term	e E <sub>3%</sub>		1160 MPa	
Résistance à la compression d (Charge de direction perpendiculaire a			1,92 MPa	
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa	
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg	
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa	
Resistance a la llexion du mui		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa	
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1	
Sécurité incendie	Résistance au feu		PND (*)	
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		PND (*)	
Coefficient de résistance à la v	Coefficient de résistance à la vapeur d'eau $\mu$ (méthode coupelle humide)			
Conductivité thermique en service λ <sub>3%</sub> (méthode fil chaud)			0,57 W/(m.K)	
Durabilité au gel/dégel			PND (*)	
Catégorie de résistance à l'abrasion			Ab3	
Dureté au contact	< 20mm à 2,5J			
(*) PND pour Performance Nor				

# 5.5.2 **NOVATERRE R2 120x30x40**

1. Désignation commerciale produit : NOVATERRE R2 120x30x40

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M5
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 30 cm)
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée
Fabrication	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande
	Formulation – Additif spéciaux	Aucun
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande

Cara	Performances		
		Longueur	120 cm
Dimensions nominales	Epaisseur		30 cm
		Hauteurs	36 à 42 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	Information disponible à
			commande
Module d'élasticité à court term	e $E_{3\%}$		1160 MPa
Résistance à la compression de (Charge de direction perpendiculaire a			1,92 MPa
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
Resistance a la nexion du mui		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1
Sécurité incendie	Résist	ance au feu	REI 60
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		195 kN/m
Coefficient de résistance à la va	6.5		
Conductivité thermique en serv	0.57 W/(m.K)		
Durabilité au gel/dégel			PND (*)
Catégorie de résistance à l'abra	Ab3		
Dureté au contact	< 20mm à 2,5J		
(*) PND pour Performance Non			

# 5.5.3 **NOVATERRE R2 120x40x40**

1. Désignation commerciale produit : NOVATERRE R2 120x40x40

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie
	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL
	Mortier de montage codrant à diniser	Classe de résistance M5
Domaine d'emploi	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 40 cm)
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande
Fabrication	Formulation – Additif spéciaux	Aucun
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande

Cara	Performances		
		Longueur	120 cm
Dimensions nominales		Epaisseur	40 cm
		Hauteurs	36 à 42 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	Information disponible à commande
Modulo d'élacticité à court torm	o F		1160 MPa
Module d'élasticité à court term Résistance à la compression de (Charge de direction perpendiculaire au	u mur $f_{k,j}$		1,92 MPa
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg
Déciste de la flavior de com		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
Résistance à la flexion du mur		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa
	Réaction au feu		Euroclasse A1
Sécurité incendie	Résistance au feu		REI 60
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		260 kN/m
Coefficient de résistance à la va	6.5		
Conductivité thermique en serv	0,57 W/(m.K)		
Durabilité au gel/dégel	PND (*)		
Catégorie de résistance à l'abra	Ab3		
Dureté au contact	< 20mm à 2,5J		
(*) PND pour Performance Non	Détermi	née	

### 5.6 **GAMME NOVATERRE R3**

# 5.6.1 **NOVATERRE R3 120x20x40**

1. Désignation commerciale produit : NOVATERRE R3 120x20x40

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie
Domaine d'emploi	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M2.5
	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 20 cm)
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs
Fabrication	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande
	Formulation – Additif spéciaux	Aucun
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande

Caractéristiques essentielles			Performances
		Longueur	120 cm
Dimensions nominales		Epaisseur	20 cm
		Hauteurs	36 à 42 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
			Information
Catégorie masse volumique ap	parente s	sèche	disponible à
			commande
Module d'élasticité à court term	ie $E_{3\%}$		1160 MPa
Résistance à la compression du mur $f_{k,3\%}$ (Charge de direction perpendiculaire aux lits de pose)		2,6 MPa	
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de	e frottement interne $lpha_{k,3\%}$	22,5 deg
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1
Sécurité incendie	Résistance au feu		PND (*)
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		PND (*)
Coefficient de résistance à la vapeur d'eau $\mu$ (méthode coupelle humide)			6.5
Conductivité thermique en service λ <sub>3%</sub> (méthode fil chaud)			0,57 W/(m.K)
Durabilité au gel/dégel		PND (*)	
Catégorie de résistance à l'abrasion		Ab3	
Dureté au contact			< 20mm à 2,5J
(*) PND pour Performance Nor	Détermi	née	

# 5.6.2 **NOVATERRE R3 120x30x40**

1. Désignation commerciale produit : NOVATERRE R3 120x30x40

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

	Usage prévu	Murs porteurs en maçonnerie
Domaine d'emploi	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL Classe de résistance M2.5
	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 30 cm)
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs
Fabrication	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée
	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande
	Formulation – Additif spéciaux	Aucun
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande

Caractéristiques essentielles			Performances
		Longueur	120 cm
Dimensions nominales		Epaisseur	30 cm
		Hauteurs	36 à 42 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
Catégorie masse volumique apparente sèche			Information
			disponible à
			commande
Module d'élasticité à court term	e $E_{3\%}$		1160 MPa
Résistance à la compression du mur $f_{k,3\%}$ (Charge de direction perpendiculaire aux lits de pose)		2,6 MPa	
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de	e frottement interne $lpha_{k,3\%}$	22,5 deg
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1
Sécurité incendie	Résistance au feu		REI 60
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		195 kN/m
Coefficient de résistance à la vapeur d'eau $\mu$ (méthode coupelle humide)			6.5
Conductivité thermique en service λ <sub>3%</sub> (méthode fil chaud)		0,57 W/(m.K)	
Durabilité au gel/dégel		PND (*)	
Catégorie de résistance à l'abrasion		Ab3	
Dureté au contact		< 20mm à 2,5J	
(*) PND pour Performance Non Déterminée			

# 5.6.3 **NOVATERRE R3 120x40x40**

1. Désignation commerciale produit : NOVATERRE R3 120x40x40

2. Fabricant : « Briques Technic Concept », site de production = Information disponible à commande

3. Référentiel technique : ATEx cas « a » n°...

4. Niveau de confiance : Information disponible à commande

5. Désignation technique :

Usage prévu		Murs porteurs en maçonnerie	
Domaine d'emploi	Mortier de montage courant à utiliser	Chaux hydraulique naturelle NHL	
	Mortier de montage courant à diniser	Classe de résistance M2.5	
	Appareillages admissibles	Panneresse (ép mur = 40 cm)	
	Classe d'exposition maçonnerie	MX1	
	Classe d'exposition à l'eau des locaux	EA, EB ou EB+ locaux privatifs	
	Mode fabrication	Brique en Terre crue Compressée	
Fabrication	Formulation – Stabilisation	Information disponible à commande	
	Formulation – Additif spéciaux	Aucun	
	Formulation – Clé d'identification	Information disponible à commande	
	Teneur en eau maximale en sortie d'usine	Information disponible à commande	

Caractéristiques essentielles			Performances
		Longueur	120 cm
Dimensions nominales		Epaisseur	40 cm
		Hauteurs	36 à 42 cm
Tolérances dimensionnelles			+/- 3 mm
Catégorie masse volumique apparente sèche			Information disponible à commande
Module d'élasticité à court term	e <i>E</i> <sub>3%</sub>		1160 MPa
Résistance à la compression du mur $f_{k,3\%}$ (Charge de direction perpendiculaire aux lits de pose)		2,6 MPa	
Résistance caractéristique au	Résistance initiale caractéristique $f_{vk0,3\%}$		0,09 MPa
cisaillement du mur	Angle de frottement interne $lpha_{k,3\%}$		22,5 deg
Résistance à la flexion du mur		Parallèle aux lits de pose $f_{xk1,3\%}$	0,05 MPa
		Perpendiculaire aux lits de pose $f_{xk2,3\%}$	0,10 MPa
	Réacti	on au feu	Euroclasse A1
Sécurité incendie	Résistance au feu		REI 60
	Charge maximale $N_{Ed,fire,max}$		260 kN/m
Coefficient de résistance à la vapeur d'eau $\mu$ (méthode coupelle humide)		6.5	
Conductivité thermique en service $\lambda_{3\%}$ (méthode fil chaud)		0,57 W/(m.K)	
Durabilité au gel/dégel		PND (*)	
Catégorie de résistance à l'abrasion		Ab3	
Dureté au contact		< 20mm à 2,5J	
(*) PND pour Performance Non Déterminée			