



COLLECTIF
TERREUX
ARMORICAINS

Construire en terre crue

Règlementation – Assurabilité – Retours d'expériences



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Direction régionale
de l'environnement,
de l'aménagement
et du logement
PAYS DE LA LOIRE



**COLLECTIF
TERREUX
ARMORICAINS**

Construire en terre crue

- 1- Présentation du Collectif Terreux Armoricains**
- 2- Travaux de normalisation (Guides et Règes pro)**
- 3- Cadre Règlementaire**
- 4- Retours d'expériences**



Le **Collectif des Terreux Armoricaains** rassemble des **professionnels** de la construction en terre crue du **Nord-Ouest de la France**, principalement des artisans et des maîtres d'œuvre. Il a été créé en 2012.

Regroupe plus 50 adhérents :

- Artisans
- Formateurs
- Ingénieurs
- Chercheurs
- Architectes

Veille Règlementaire
et Assuranciel

Accompagnement
des collectivités

Animations
Formations

Rédaction de
documents
normatifs

contact@terreuxarmoricaains.org

Exemples de développement

Accompagnement au développement local de la filière terre

ECOMATERRE

Membre du comité de pilotage d'un programme de construction innovant en terre crue sur Rennes métropole



ZAC Maisonneuve Guérande

Accompagnement de l'aménageur pour le réemploi des terres d'excavation



Règlementation & Normalisation

Rédaction de texte normatif et suivie règlementaire

Règlementation

Suivis des règlementation
(environnementale , sismique,
acoustique...)

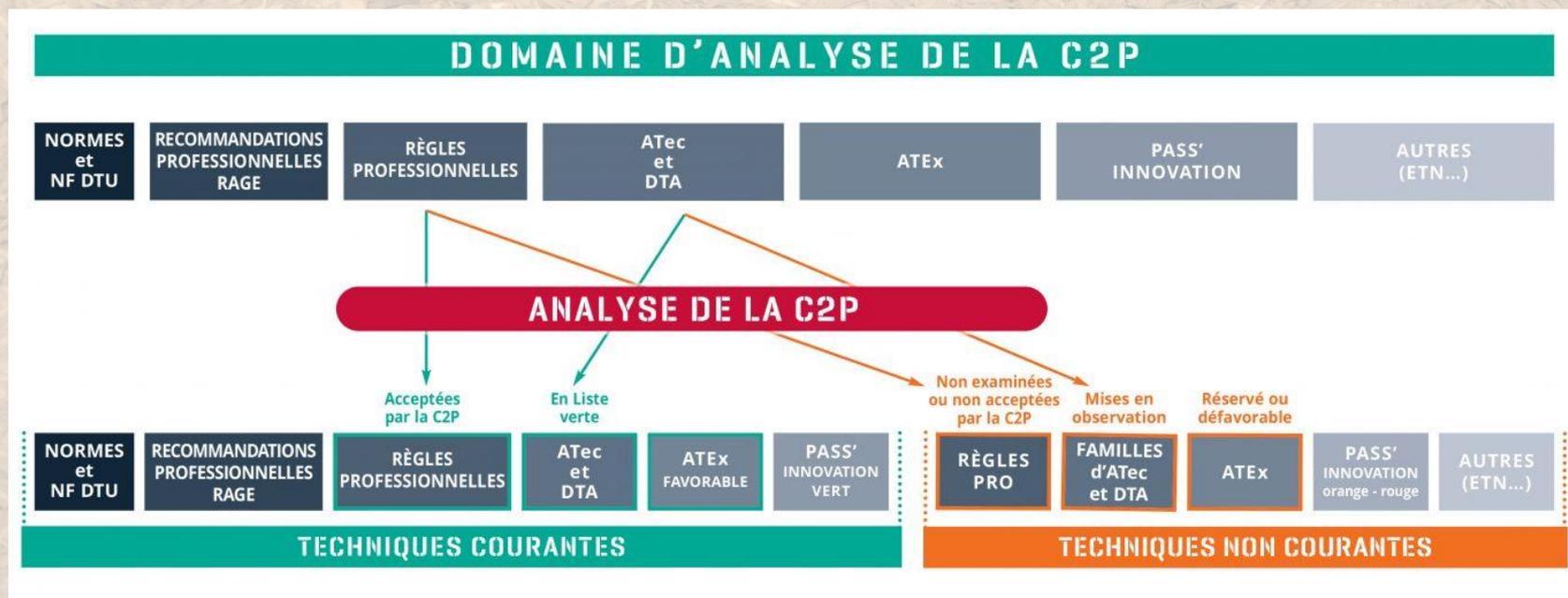
Normalisation

Rédaction des Guides de Bonnes
pratiques



Normalisation

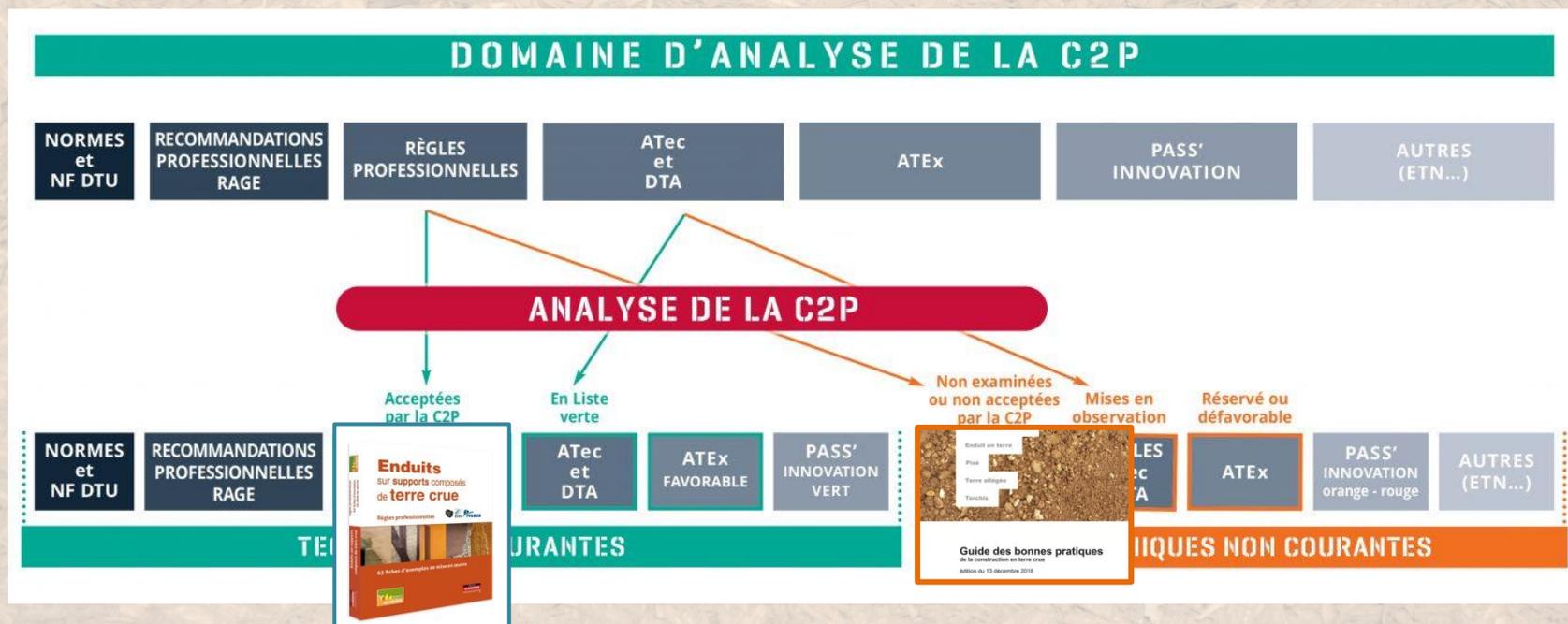
Contexte Normatif



Normalisation

Contexte Normatif

- Pour les artisans un échange avec leur assureur est nécessaire avec par fois une sur prime
- Suivant les projets le contrôle technique doit pouvoir apporter une appréciation du risque
- Si l'élément d'ouvrage présente un risque alors des études peuvent être apportés par un laboratoire ou un bureau d'étude
- Enfin pour des projets ambitieux un ATEX peut être déposé





Règles Professionnels

- Le domaine d'application
- Les essais normalisés :
Essais des tensions de retrait au séchage
Essais de résistance au cisaillement

Etudes de cas

- Grand nombre de retours d'expériences
- Grande diversité des formulations d'enduits



Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue

Édition du 15 octobre 2020

Sous la direction de la Confédération de la
construction en terre crue.

Article 1. Domaine d'application

- sans stabilisant d'origine minérale (chaux, ciment).

1.2 Approche performantielle

Le présent document vise une approche performantielle du bâti.

Il s'applique à décrire :

- Les principales sollicitations extérieures auxquelles peut être soumis l'élément d'ouvrage en maçonnerie de briques de terre et les caractéristiques qui peuvent être attendues dans le cas d'un élément produit dans les règles de l'art
- Les principes constructifs essentiels garantissant la pérennité de l'ouvrage dans le temps ; ceux-ci n'étant cependant donnés qu'à titre indicatif, le savoir-faire des professionnels - de la maîtrise d'œuvre ou de la réalisation - devant permettre de trouver des réponses adaptées à chaque projet et de traiter les problèmes spécifiques
- Le guide propose des méthodes de vérification simplifiées de la résistance mécanique d'un ouvrage en briques de terre crue dans le cas où l'ouvrage est plus complexe que le cas le plus simple (qui est décrit). Tout ouvrage qui a davantage de complexité nécessite de faire appel à un bureau d'étude spécialisé

2.1.2 Extraction de la terre

Le choix du matériau pour la construction doit être réalisé par la personne en charge* de la mise en œuvre. Si l'extraction est réalisée par un tiers, la présence du professionnel est recommandée afin de garantir le tri correct des terres.

Les terres à bâtir* peuvent provenir :

- de terrassements sur le site de construction, de terrassements de chantiers avoisinants ou de terre de découverte de carrière,
- du lavage des matériaux de carrière,
- du recyclage d'anciens murs en terre.

En ce qui concerne les terres de terrassements, la couche supérieure du sol, la terre végétale, ne convient pas pour la construction et doit être mise de côté avant l'extraction de la terre à bâtir*. La profondeur d'extraction de la terre à bâtir* doit être validée par un professionnel compétent.

Dans le cas de terres provenant du lavage de matériaux de carrière, les professionnels compétents doivent s'assurer que les éventuels traitements chimiques utilisés pour faciliter le lavage des matériaux en carrière n'ont pas d'impact sanitaire ou technique lors des phases de mise en œuvre et de vie de service de l'ouvrages*.

Dans le cas du recyclage de terre d'anciens murs, une attention particulière doit être portée sur la présence potentielle de sels due à l'usage de l'ancien bâti. Les parties potentiellement contaminées se situent généralement juste au-dessus du soubassement* et ne doivent pas être utilisées comme terre à bâtir*.

3.2 Caractéristiques hygrothermiques*

Les propriétés hygrothermiques* de la bauge sont présentées dans le Tableau 2 -

Propriété	Symbole	Valeur moyenne mini	Valeur moyenne maxi	Unité	Source
Densité*	d	1,3	1,8	SU	Définition
Masse volumique* sèche	ρ	1400	1800	kg.m ⁻³	Définition
Conductivité thermique*	λ	0,4	0,6	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	ACSCNI*
Chaleur spécifique	c	1000	1500	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	(Oliva et Courgey, 2010)
Capacité thermique volumique*	pc	400	750	Wh.m ⁻³ .K ⁻¹	Calcul
Diffusivité thermique*	D	0,22	0,28	x10 ⁻⁶ m ² s ⁻¹	Calcul
Effusivité	E	12	21	Wh ^{0,5} m ⁻² .K ⁻¹	Calcul
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau	μ	4	10	m	(Oliva et Courgey, 2010)
Coefficient d'absorption* d'eau	w	6	13	kg.m ⁻² .h ^{0,5}	(Ziegert, 2013)

Tableau 2 - Caractéristiques hygrothermique* de la bauge

3.4.2.1 Caractéristiques mécaniques à l'état sec

Les études menées sur une grande variété d'échantillons ont montré une forte liaison entre la densité* du matériau en œuvre et ses propriétés mécaniques à l'état sec. Elles donnent une résistance à la rupture* en compression* comprise entre 0,6 et 1,5 MPa* pour des échantillons secs avec une masse volumique* variant de 1400 à 1800 kg.m⁻³.

Les préconisations de l'Article 4. sur les détails techniques visent notamment à anticiper les mouvements du matériau et prémunir celui-ci des accumulations d'eau qui entraîneraient une baisse trop importante de sa résistance mécanique*.

Temps de séchage	Masse volumique*	Résistance mécanique*
1 – 3 (ans)	1400 – 1800 (kg/m ³)	0,6 – 1.5 (MPa*)

Tableau 3- Caractéristiques de la bauge à l'état sec

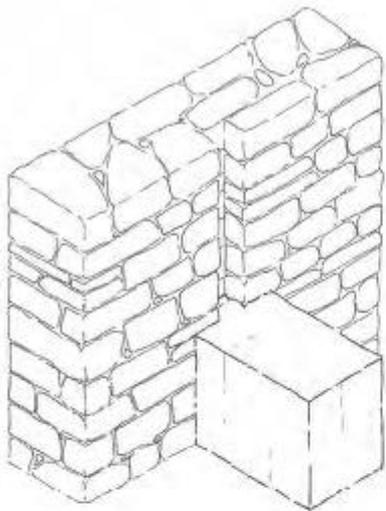


Figure 20: Mur en pierre avec saignées* de 5×5 cm ou 10×10 cm dans lequel le mur vient rentrer.

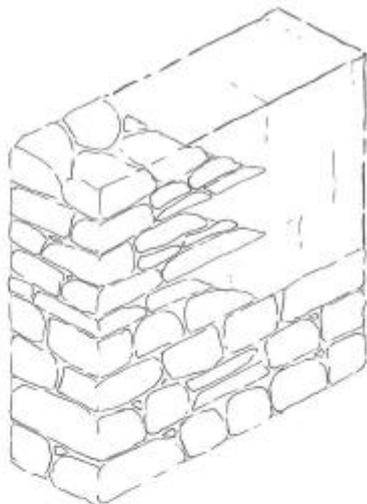


Figure 21: Jonction pierre/bauge

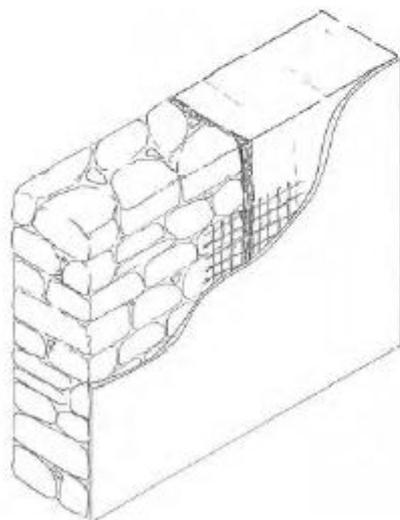


Figure 22: Joint droit et enduit

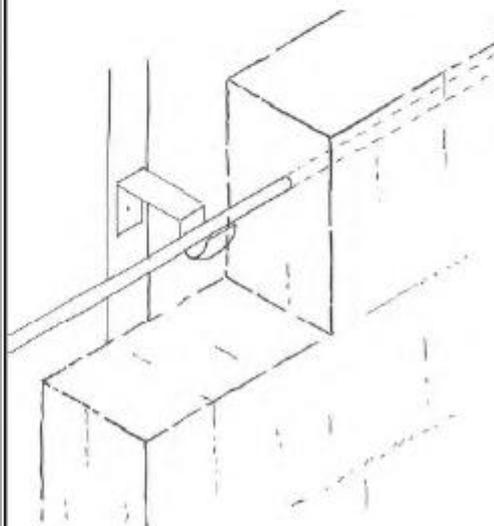


Figure 23: Liaison souple

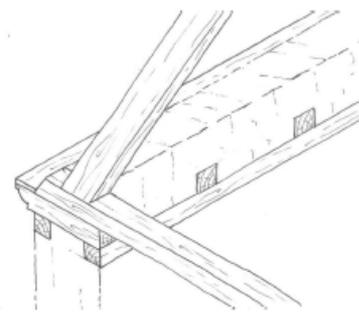


Figure 32: Exemple d'appui de toiture



Figure 33: Exemple d'appui de toiture

Règlementations

RT 2012 devient RE2020



2020

- Terre Allégée
- Pisé
- Brique de terre comprimée
- Enduits

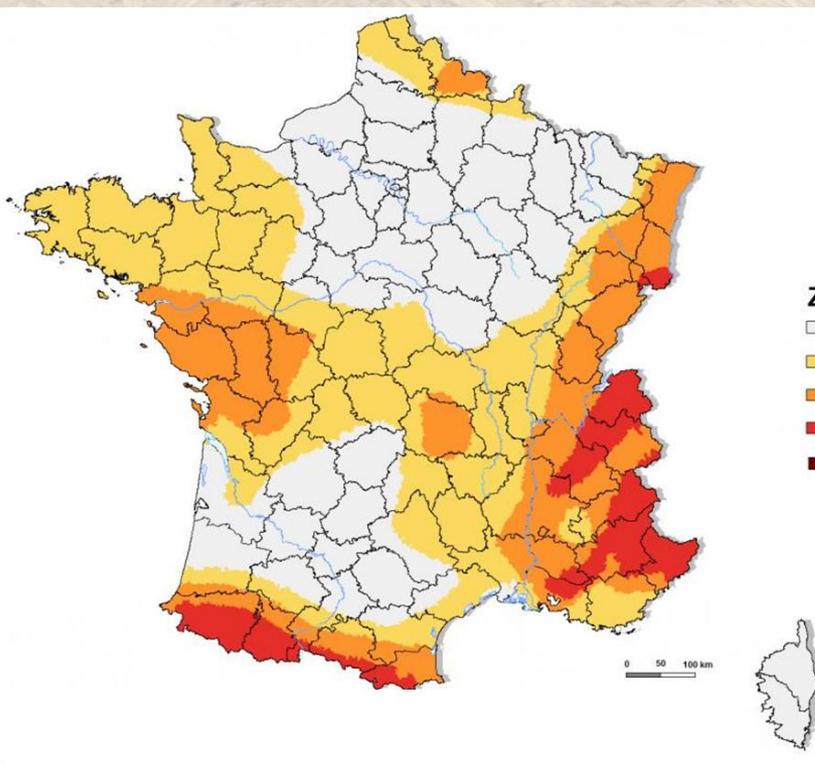


Objectifs 2021

- Bauge
- Briques d'adobes

Règlementations

Sismique



- Cas des ouvrages non structurels :

Remplissages de briques ; terre allégée ou torchis

Les enduits

- Cas des ouvrages structurels :

Pisé ; bauge ; briques

Contraintes limitée pour les zones 1 et 2

Contraintes fortes à partir de la zone 3

Bureau d'étude et bureau de contrôle avec compétence en terre crue

Essais de laboratoire

Règlementations

Acoustique

Loi de masse

Pour les éléments massifs :

- Masse volumique suffisante
- Epaisseur suffisante
- Un suivi qualité peut être demandé

Détail techniques

Limiter les ponts phoniques

- Doubles ossatures
- Ossature noyée toute ou partie

Règlementations

Feu – information essais au feu enduits terre sur bottes de paille

Appréciation de laboratoire

CSTB

Enduits de terre sur bottes de pailles

De 0% de fibre à 22%

Le taux de fibre n'a pratiquement pas d'incidence sur la tenue au feu

Aucune chute d'enduit

Le terre résiste une tenue > 120min
(temps de l'essais)

Conclusion CSTB

Pour les exigences de résistance au feu,

- (R)EI 120

Pour les exigences de comportement au feu de l'isolant combustible,

- Tenue de l'enduit > 15 minutes sans atteindre la température de pyrolyse de la paille

Pour quels bâtiments ?

- Petit collectif pour l'habitation
- ERP petits en hauteur et sans locaux à sommeil

D'autres bâtiments possibles (toutes les habitations et tous les ERP) avec des justifications supplémentaires vis-à-vis de la propagation du feu par les façades

Règlementations

Feu – Terre Chanvre

Essais COFRAC

Terre chanvre

Masse volumique de **190 à 350 kg/m³**
*Plus haut taux de fibres parmi les techniques de
construction en terre crue*

B – S1 – d0

Soit M1 (non inflammable)

Variabilité des
mélanges de terre



Appréciation du risque pour le
contrôle techniques



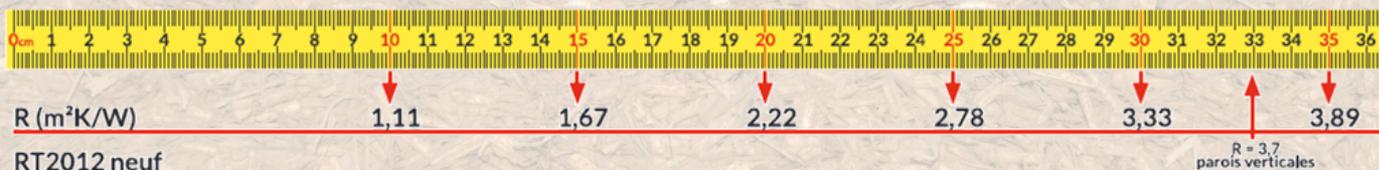
Règlementations

Thermiques – Terre allégée

Essais COFRAC

Terre chanvre

Masse volumique de **190 à 350 kg/m³**



Conductivité thermique (319 kg/m³) 0,090 W/m.K (10°C sec)

norme NF EN 12667,
valeur certifiée COFRAC

Valeurs produites grâce au travaux de





COLLECTIF
TERREUX
ARMORICAINS

Construire en terre crue

Définir sa bonne typologie d'ouvrage en fonction de :

- L'ambition de la maîtrise d'ouvrage
- L'évolution du cadre normatif et réglementaire
- En s'entourant d'une équipe compétente (conception – réalisation – contrôle)

Non structurel

Cadre facilité : sans ATEX – torchis remplissage d'ossature



Ecole de Baulon 35

140 m² de torchis

Non structurel

Cadre facilité : sans ATEX – Terre allégée et enduits

Ecole de Mouais 44



50 m² de terre allégée



150 m² d'enduits

Non structurel

Cadre facilité : sans ATEX – bauge ou brique auto portée



Ecole Bouvron 44

200 m² bauge et briques

Non structurel

Cadre facilité : sans ATEX – Torchis



Pôle Espace verts
Bougenais 44

100 m² torchis

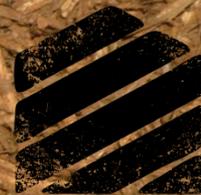
Porteur

Cadre très complexe : Pisé porteur R+2 – démarche d'ATEX



Bureaux Lyon 69

Arches en pisé préfabriqué



COLLECTIF
TERREUX
ARMORICAINS

Merci pour votre attention



Liberté • Egalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Direction régionale
de l'environnement,
de l'aménagement
et du logement
PAYS DE LA LOIRE

contact@terreuxarmoricains.org