

ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi des tuiles de terre cuite



MÉTHODOLOGIE DE DIAGNOSTIC
ET D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES POUR
LE RÉEMPLOI DES TUILES DE TERRE CUITE



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Coordination de l'enjeu

Olivier DUPONT / MECD

Responsable du document

Olivier DUPONT / CTMNC

Contributeurs groupe recherche

Mathieu HERVY, Stéphane LAGREVE, Quentin LEBONNOIS et Mustapha SARI / CTMNC
Carole LE BLOAS et Valérie WESIERSKI / QUALICONSULT

Contributeurs groupe utilisateurs

CSTB

Grenoble Alpes Metropole

Coordination générale de l'atelier sur l'Économie Circulaire

Sylvain LAURENCEAU / CSTB

Décembre 2020

Créée à l'initiative de l'ADEME et du CSTB, la Fondation Bâtiment Énergie est financée par les partenaires fondateurs suivants :





Cadre général Préambule

1. Introduction

1.1 Domaine d'application du document

1.2 Description de la méthodologie

2. Diagnostic du produit dans l'ouvrage existant

2.1 Introduction

2.2 Informations générales
sur le bâtiment existant

2.3 Diagnostic relatif au produit

2.3.1 Description technique du produit

2.3.2 Quantité disponible en réemploi

2.3.3 Accès au gisement (démolition /
abattage sélectif / déconstruction)

2.4 Diagnostic relatif au domaine d'emploi initial

2.4.1 Usage et localisation du produit
sur/dans l'ouvrage existant

2.4.2 Localisation géographique du bâtiment

2.4.3 Typologie de l'ouvrage initial au sens
de la réglementation incendie

2.4.4 Conditions d'exposition extérieure

2.4.5 Sollicitations mécaniques

2.4.6 Autres sollicitations, actions d'entretien
ou de protection vécues par le produit

3. Performances résiduelles et modes de preuves

3.1 Introduction

3.2 Performances

3.3 Récapitulatif des performances
fiabilisées ou à fiabiliser

Annexe A

Glossaire

Annexe B

Chronologie d'un diagnostic réemploi

Annexe C

Normes, règles de l'art et marque de qualité

Annexe D

Performances requises à l'état initial des tuiles
de terre cuite

Annexe E

Fiche réemploi

Annexe F

Précautions à respecter de la dépose
à la remise en œuvre

19

20

21

25

28

32

35

38

38

38

4

5

8

9

9

11

12

12

13

13

16

16

17

17

17

17

18

18

18

Cadre général

Le secteur du bâtiment est à la fois un important producteur de déchets, un important consommateur de ressources, un des secteurs les plus émetteurs de gaz à effet de serre, et un important pourvoyeur d'emplois. Dans ce contexte, un consensus se dégage autour du fait que l'économie circulaire s'imposera progressivement comme alternative durable au modèle économique linéaire dans ce secteur et qu'elle sera créatrice de valeur. Cependant, si le concept général est bien établi, de nombreuses zones d'ombres existent encore à ce jour sur son périmètre, sa déclinaison précise, les indicateurs associés, les moyens de la mettre en œuvre et de la déployer dans des modèles économiques performants.

La Fondation Bâtiment Energie (FBE), reconnue d'utilité publique en 2005, a été créée par quatre acteurs majeurs du secteur du bâtiment et de l'énergie, ArcelorMittal, EDF, GRDF et LafargeHolcim, avec le soutien financier des pouvoirs publics et le support technique de l'ADEME et du CSTB. Elle se mobilise en soutenant des travaux de recherche sur les enjeux environnementaux actuels pour le secteur du bâtiment.

C'est donc tout naturellement que la Fondation Bâtiment Energie a souhaité soutenir des travaux de recherche sur le développement de bases scientifiques à la caractérisation de l'économie circulaire dans le secteur du bâtiment. Ces travaux, coordonnés par le CSTB et menés sur une durée de deux ans -jusqu'en octobre 2020-, ont impliqué de manière transnationale 40 acteurs issus d'horizons très divers : acteurs du monde de la recherche et acteurs opérationnels, acteurs de l'offre et acteurs de la demande, acteurs publics et acteurs privés.

La méthodologie innovante déployée ici -déjà mise en place sur d'autres ateliers soutenus par la FBE- structure les travaux autour de l'articulation entre un « groupe recherche », qui a vocation à développer de nouvelles méthodes ou de nouveaux outils, et un « groupe utilisateurs », qui a vocation à apporter un retour de terrain sur l'applicabilité et l'opérationnalité des connaissances développées. Ce croisement des approches et des compétences est au cœur de la méthodologie que nous avons voulu déployer ici.

Les travaux de recherche sur l'économie circulaire ont porté sur cinq enjeux différents :

- L'évaluation des performances en vue d'un réemploi pour huit familles de produits, afin de proposer un cadre à la sécurisation de ces pratiques qui émergent à nouveau ;
- La caractérisation du contexte local et les méthodologies d'analyse de l'allongement du cycle de la matière, afin de valoriser la conservation de l'existant et d'activer les ressources humaines et matérielles des territoires ;
- La conception pour des bâtiments transformables et réversibles, afin de limiter les déconstructions futures ;
- La conception pour la démontabilité, afin de mieux valoriser les composants après leur future dépose ;
- La capitalisation de la donnée, et en particulier l'identification des données à conserver sur l'ensemble du premier cycle afin de favoriser un réemploi ou un recyclage ultérieur, ainsi que les modalités de conservation et de transfert de ces informations.

Préambule

Courantes dans de nombreux secteurs d'activités, les pratiques de réemploi sont pour le moment marginales dans le secteur du bâtiment. Cependant, celui-ci est à la fois un très gros producteur de déchets – environ 46 millions de tonnes, soit 50% de plus que l'ensemble des déchets ménagers, et un gros consommateur de ressources. Ainsi, le développement des pratiques de réemploi est une piste importante pour diminuer les extractions de ressources, limiter la production de déchets et réduire les émissions de gaz à effet de serre associées aux activités du bâtiment, tout en activant les ressources humaines des territoires.

Bousculant les pratiques, le développement du réemploi soulève de nombreuses questions. On peut en identifier cinq principales :

- Une question juridique, autour notamment du statut des composants d'ouvrage issus du réemploi (déchet, produit, ...) ou du besoin de marquage CE des composants d'ouvrage destinés au réemploi ;
- Une question sur l'organisation de la filière et des responsabilités de chaque acteur, dans un schéma où les responsabilités usuellement prises par le fabricant sont potentiellement à redistribuer. La révision en cours du diagnostic déchet -qui devient un diagnostic relatif à la gestion des produits, matériaux et déchets selon l'article 51 de la loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire- et la structuration de premières filières devraient permettre de préciser cette répartition. Le rôle du diagnostiqueur, premier maillon de la chaîne d'acteurs, est en effet crucial ;
- Une question sur l'évaluation des performances environnementales associées aux pratiques de réemploi : avec l'entrée en vigueur prochaine de la RE2020 et l'intégration croissante de critères environnementaux dans les stratégies et les commandes des maîtres d'ouvrage, la quantification des impacts environnementaux associés au réemploi est un besoin important. Là encore, différents travaux sont en cours, notamment dans un autre enjeu des travaux FBE et en particulier autour de la préparation de la RE2020 ;
- Une question sur les modèles économiques : avec des coûts parfois faibles pour les produits neufs et l'apparition de nouveaux postes de dépense (dépense sélective, requalification, ...) les modèles économiques du réemploi ne sont pas évidents a priori, ou en tout cas pas pour tous types de produits ou matériaux. Les différentes expérimentations en cours, très diverses dans l'organisation du jeu d'acteurs, permettront de clarifier les conditions de réussite du réemploi ;
- Enfin, une question sur la caractérisation des performances des produits issus du réemploi et de l'assurabilité des pratiques. Ce sujet s'avère complexe du fait de la grande diversité des produits, matériaux et équipements et des performances à considérer ainsi que des conditions de vieillissement propres à chaque situation. De fait, il convient d'avancer par étape en se concentrant progressivement sur des familles de produits spécifiques.

Préambule

C'est ce dernier point qui est particulièrement abordé par les travaux de la Fondation Bâtiment Energie. Ces travaux sont basés sur une approche développée au cours de travaux de recherche préalables par le CSTB. L'approche proposée repose sur le développement de guides de caractérisation des performances de produits en vue d'un réemploi spécifique à certaines familles de produits. Il s'agit de préciser, sur une famille de produit ciblée : les différentes performances qui doivent être justifiées pour l'aptitude à l'emploi futur ; les modes de preuves qui peuvent être utilisés pour caractériser chacune de ces performances ; et les précautions à respecter de la dépose sélective à la remise en œuvre. L'objectif est de préciser l'ensemble des modalités qui permettent de justifier un réemploi.

Ces différents guides poursuivent un objectif simple : sortir de l'analyse chantier par chantier et proposer une méthodologie partagée qui permet de définir un mode opératoire précis de caractérisation des performances en vue d'un réemploi. Cette méthodologie peut ainsi servir de base pour répartir les rôles et les responsabilités des différents acteurs en fonction des différentes configurations. Suivant les différentes configurations envisageables (chantier à chantier, transit par un tiers-lieu de reconditionnement, AMO réemploi, ...), la responsabilité des acteurs sera à questionner.

La méthodologie de travail repose sur une collégialité entre experts du domaine de la caractérisation des performances des produits et experts du réemploi, avec un objectif double : d'une part que ces guides soient le plus cohérents possible avec les pratiques des acteurs déjà en place ; d'autre part, que des évolutions de ces guides puissent ensuite être reconnues par l'ensemble de la profession pour intégrer, à terme, les techniques courantes au sens de l'assurabilité. Les principales étapes du développement des guides ont été les suivantes : Etat de l'art, déclinaison par famille de produit, confrontation des guides avec groupes utilisateurs et consolidation finale.

Les guides développés ici constituent une première étape pour chacune des 8 familles de produits ciblées. Il y a fort à parier que ceux-ci auront besoin d'être précisés ou ajustés en fonction des retours d'expérience et des modèles économiques, notamment sur les modes de preuve ou les règles d'échantillonnage. Ils constituent donc un premier pas vers la reconnaissance des pratiques de réemploi dans l'objectif d'accompagner leur développement.

Ces guides ont vocation à servir de source d'inspiration pour la structuration des filières de requalification et de reconditionnement.

En premier lieu, ils s'adressent aux filières concernées par le réemploi des 8 familles de produits visées ici : elles pourront se les approprier et poursuivre la voie vers la reconnaissance en techniques courantes.

Les autres filières pourront également s'en inspirer pour soutenir le développement de nouveaux guides, afin d'élargir progressivement le champs des possibles et le périmètre des composants d'ouvrage disposants de guides reconnus.

Le monde de la recherche et de l'évaluation technique pourra également s'en inspirer pour questionner les modes de preuve, qui reposent actuellement en grande partie sur la réalisation d'essais de caractérisation. Une amélioration des connaissances sur le vieillissement ou un développement des moyens de

Préambule

contrôles portatifs pourraient à terme limiter le coût de caractérisation des performances et favoriser les modèles économiques.

Enfin, ces guides pourront nourrir le développement des passeports matériaux, en identifiant les données importantes à capitaliser pour justifier d'un réemploi futur. En ce sens, ils pourront aider à structurer de nouvelles bases de données sur la traçabilité des produits et servir de source d'inspiration pour les fabricants soucieux de développer leurs pratiques d'écoconception.

Liste des participants du groupe « Recherche » de l'enjeu sur le réemploi : CSTB, CTICM, CTMNC, Cycl'Up, FCBA, FEDEREC, IFPEB, MECD, Qualiconsult, Setec Ingénierie.

Liste des participants du groupe « Utilisateurs » de l'enjeu sur le réemploi : Alto Ingénierie, AQC, Bellastock, Bruxelles Environnement, CSTB, Doyère Déconstruction, Grenoble Alpes Metropole, Raedificare, Réavie, Rotor, UMGO, VLA Architecture.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

1.

Introduction



1.1. Domaine d'application du document

L'allongement de la durée de vie de produits/procédés/équipements (désignés par la suite « produit ») peut passer par l'intégration de ce produit dans un ouvrage à la suite d'une première vie en œuvre. On parle alors de réemploi ou de réutilisation. La distinction entre réemploi et réutilisation est actuellement sujette à discussion (« Atelier FBE ECB du 20 juin 2019 - Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi des produits de construction »). L'Annexe A précise la définition de ces termes dans le cadre du présent document.

L'objectif de ce document est de décrire une méthodologie, sans identifier le rôle de chaque acteur qui pourra varier du selon le type d'opérations (de chantier à chantier, via des intermédiaires, ...)

- de **diagnostic** (diagnostic ressource sur le bâtiment existant)
- et de **caractérisation des performances** (in-situ lorsque ceci est applicable ou après dépose)

des tuiles de terre cuite émanant d'un ouvrage existant en perspective d'un réemploi.

Ce document a été élaboré en perspective d'un nouvel usage identique et un domaine d'emploi identique à l'emploi initial ou potentiellement différent présentant de moindres contraintes.

Ce diagnostic est complémentaire aux diagnostics réglementaires et à d'autres diagnostics volontaires réalisés sur l'ouvrage.

Pour faciliter la récupération et minimiser les risques de détérioration, ce document vise exclusivement les **tuiles de terre cuite mise en œuvre en toiture sans collage**. Par ailleurs, la facilité de dépose des tuiles constitue l'élément fondamental qui doit être analysé avant de s'engager dans une démarche de diagnostic poussé.

Enfin, ce document porte uniquement sur un réemploi pour d'anciennes tuiles mises en œuvre selon les dispositions précisées dans les normes NF DTU 40.21, NF DTU 40.211, NF DTU 40.22 et NF DTU 40.23. Dès lors que le matériau et/ou la mise en œuvre des tuiles déroge aux Règles de l'Art (techniques non traditionnelles et au sens assurantiel, techniques non courantes (cf. Annexe A), des évaluations du respect des réglementations applicables, de l'aptitude à l'emploi et de la durabilité seront très certainement demandées par les acteurs de la construction.

Note : La présente méthodologie suppose que l'on sache où la tuile va être réemployée. Il existe une autre vision du réemploi qui consiste à déposer directement les produits et à les proposer directement aux utilisateurs (architectes, ...) qui se chargeront ensuite d'évaluer eux-mêmes les performances des produits en fonction de leurs attentes.

1.2. Description de la méthodologie

Les principales étapes chronologiques d'un diagnostic réemploi sont décrites en Annexe B.

Le cœur de ce document s'attache à présenter les principales étapes du diagnostic :

- Etape 1 : recueil des informations documentaires relatives au bâtiment ayant accueilli le produit dans son « emploi initial », diagnostic visuel et/ou par mesure in-situ du produit afin de dresser une « carte d'identité du produit » (cf. tableau 1 - § 2.3 et tableau 3 – Annexe E), diagnostic du domaine d'emploi initial pour dresser le « curriculum vitae » (typologie de bâtiment de « l'emploi initial », situation géographique, sollicitations mécaniques... cf. § Annexe D). A cette étape, il s'agit de caractériser, visuellement ou par mesure in-situ, le produit et son domaine d'emploi initial afin de recenser un maximum d'informations permettant de faire un lien avec les futurs domaines de réemploi ;



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

- Cette étape est basée sur l'Annexe C « Normes, Règles de l'Art et Marque de Qualité », ainsi que sur l'Annexe D « Performances requises pour les tuiles de terre cuite »
- Etape 2 : Identification des conditions de réemploi possibles. A ce stade, il s'agit de faire un lien entre les caractéristiques observées et les domaines d'emploi possibles. Si besoin, cette étape permettra d'identifier les besoins de justifications complémentaires ;
 - Cette étape est basée sur la partie 3. « Performances et mode de preuve ».
- Etape 3 : identification des spécificités de dépose et de remise en œuvre (cf. Annexe F).

Le mode opératoire proposé est donc le suivant :

- Au moment du diagnostic réemploi, établissement d'une fiche réemploi pour les tuiles, sur le modèle proposé en Annexe F ;
- Mise en perspective des informations/caractéristiques/ ... recueillies dans la fiche diagnostic en fonction des performances requises pour les différents domaines d'emploi (tableau 2 de l'Annexe D) ;
- Identification des domaines de réemploi directement possibles ou des performances complémentaires à justifier pour les autres domaines d'emploi ;
- Pour les domaines d'emploi nécessitant une justification de performances complémentaires, proposition de modes de preuve en se basant sur le tableau 3 de la partie 3. ;
- Ensuite, en fonction de la taille du gisement, de la valeur des produits réemployables, de l'élargissement des domaines d'emploi permis pour chaque justification de performance complémentaire, des coûts associés aux modes de preuve (ou de tout autre paramètre comme par exemple les externalités environnementales ou l'existence d'un débouché identifié), les acteurs pourront décider de l'intérêt ou non d'aller vers une dépose sélective et d'un réemploi.

A la suite du diagnostic réalisé, les acteurs concernés par le réemploi pourront juger l'intérêt d'aller vers une récupération totale ou partielle en vue d'un réemploi.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

2.

Diagnostic du produit dans l'ouvrage existant



2.1. Introduction

Il faut faire appel à un « diagnostiqueur/qualificateur réemploi » réunissant les compétences nécessaires à l'élaboration des étapes décrites dans cette partie sont à définir.

Le diagnostic du produit dans l'ouvrage existant dépend des paramètres suivants :

- Intrinsèques au produit : par exemple sa durée de vie en œuvre ou ses performances originelles ;
- Dépendant de sa liaison avec les autres produits : en particulier, les modes de liaisons aux autres produits constitutifs du bâti vont impacter les conditions de dépose et les performances ;
- Dépendant de l'ouvrage dans lequel il est situé. Suivant le type d'ouvrage et sa localisation dans l'ouvrage, le produit peut avoir fait face à différentes sollicitations mécaniques récurrentes (ex : mise en charge, usure), exceptionnelles (ex : tornade) ou environnementales (ex : conditions climatiques, hygrométriques, d'entretien) ou autres lors de son « emploi initial » qui peuvent avoir un impact sur ses performances.

La suite de ce paragraphe propose les points clés d'un diagnostic des tuiles de terre cuite.

Les informations ci-dessous sont à collecter quelles que soient les conditions d'emploi futures envisagées. Elles sont synthétisées dans la fiche réemploi proposée en annexe E. Pour le mode opératoire proposé, voir le paragraphe 1.2.

2.2. Informations générales sur le bâtiment existant

- Adresse du bâtiment
→ *Cela permettra d'identifier la situation de la construction (charges climatiques)*
- Date de dépôt du permis de construire
→ *Les exigences réglementaires applicables sont celles en vigueur à la date d'obtention du permis de construire*
- Année de mise en œuvre du produit
→ *S'il y a évolution de la réglementation, un produit installé dans le respect de la réglementation de l'époque, même dans l'hypothèse du maintien des performances dans le temps, peut ne plus répondre aux nouvelles exigences réglementaires.*
- Date de réception du bâtiment
→ *Date de départ pour la garantie décennale*
- Usage et vie en œuvre
→ *Préciser la situation et zone d'exposition (cf. Annexe B du DTU 20.211 P1-1)*
→ *Préciser l'atmosphère extérieure (rurale non polluée, urbaine, industrielle, ...)*
→ *Préciser les éventuelles interventions (rénovations, ...) sur la couverture*
→ *Préciser les éventuelles pathologies, sinistres connus/constatés sur l'ouvrage (se reporter aux éventuels rapports d'experts (cadre d'une expertise), rapport de diagnostic, ...)*
→ *Préciser les entretiens réalisés sur la couverture et leur fréquence*
→ *Pente et longueur de rampants*
→ *Type de comble et de charpente*
→ *Épaisseur de la lame d'air*

ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

- *Type de fixation et densité*
- *Document(s) justificatif(s) pour une mise en œuvre non traditionnelle*
- *Présence et marquage des produits et accessoires de toiture (closoirs, Écrans de sous-toiture, ...)*

- Autres informations disponibles

Le diagnostic doit faire état des informations réglementaires, techniques et de prescriptions contractuelles connues (Repérages techniques amiante, plomb, termites, ..., Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) et documents liés à la nature des matériaux et à leur pose).

Il est nécessaire d'indiquer les zones polluées. Par exemple, dans le cas d'une toiture en tuiles, ceci pourrait être la présence d'un produit de préservation (traitement antifongique, par ex.), autorisé au moment de sa vie en œuvre, et désormais non-autorisé suite à l'évolution de la réglementation.

Bien qu'un matériau soit pollué, il n'est pas à exclure. Son diagnostic doit être établi car une dépollution pourrait être entreprise.



2.3. Diagnostic relatif au produit

Il s'agit ici de compiler, **autant que possible**, les informations disponibles (cf. § Autres informations disponibles ci-dessus).

2.3.1. DESCRIPTION TECHNIQUE DU PRODUIT

→ *Informations disponibles dans le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) et documents liés à la nature des matériaux et à leur pose - à confirmer via reconnaissance in-situ.*

Identification produit (accessible sans test) :

- Recopier le marquage de la tuile
- Désignation commerciale du modèle de la tuile*
- Famille de tuile
- Nom du fabricant du modèle de tuile*
- Fiche technique initiale du fabricant du modèle de la tuile
- Prescriptions de mise en œuvre du fabricant
- Caractéristiques géométriques (longueur, largeur, épaisseur)
- Masse unitaire
- Nombre de tuiles au m²
- Pose (à joints croisés ou à joints droits)
- Année de production
- Finition (couleur – photo toiture)
- Utilisation de substances appliquées en surface, contenant des composés considérés aujourd'hui comme présentant un risque sanitaire (antifongiques, biocides, antialissures,...)
- Autres (nombre de tenon, forme du nez de la tuile, ...).

** Si ces informations sont disponibles, elles peuvent permettre de remonter aux éventuels certificats, évaluations (DTA, ATE_x, Avis Technique, ...) en cours de validité sur le produit lors de sa mise en œuvre.*

Dans le tableau ci-après, les contrôles visuels peuvent être effectués in-situ après dépose des éléments. L'ensemble des tuiles doit être vérifié sur les critères suivants (extrait de la norme NF EN 539-2) :

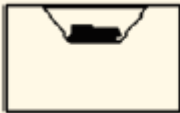
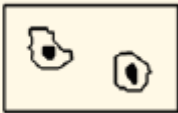
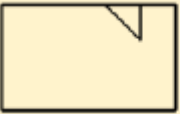
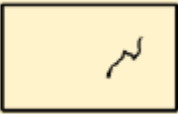
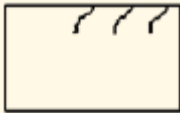
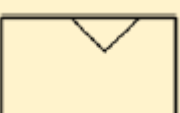
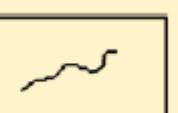
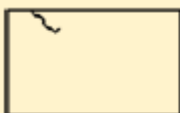
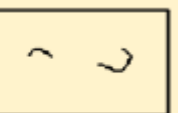
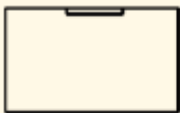
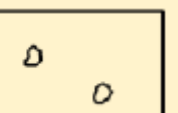
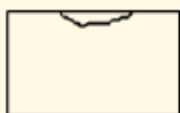
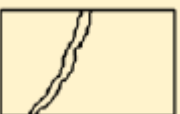
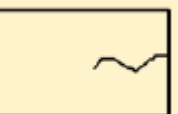
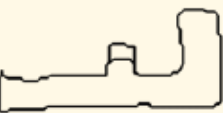
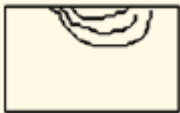
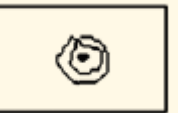
CONTRÔLE VISUEL		REPRÉSENTATION	DÉFINITIONS
CRATÈRE		 	Défaut superficiel consistant en un départ de matière du tesson de dimension moyenne supérieure à 7 mm, dans la partie visible du produit
MICROFISSURE		 	Fente en surface d'une largeur inférieure ou égale à 0,20 mm
AMORCE DE FISSURE			Fissure en formation sans caractère de gravité intéressant les bords de l'éprouvette et qui ne pénètre que peu à l'intérieur du tesson
FISSURE SUPERFICIELLE		 	Fente de largeur supérieure à 0,20 mm, et de longueur supérieure à 30 mm qui ne traverse pas l'épaisseur du tesson
ÉCLATEMENT		Altération caractérisée par une perte de matière du tesson à la surface du produit, la dimension la plus longue étant supérieure à 15 mm et associée à une largeur, mesurée dans le sens perpendiculaire à la longueur, supérieure à 5 mm en son point le plus large	
ÉCLATEMENT	Écaillage	 	Soulèvement, éclat naissant ou fissure qui initie une altération
	Éclat	 	Altération caractérisée par une perte d'une fraction de matière du produit
	Pelage	 	Altération caractérisée par une perte de matière n'intéressant que la couche superficielle du produit
	Exfoliation	 	Altération caractérisée par une perte progressive de matière intéressant tout ou partie de l'épaisseur du tesson
FÉLURE		 	Défaut de structure, consistant en une fente au tracé plus ou moins régulier, intéressant toute l'épaisseur du produit et visible à l'œil nu
PERTE DE BAGUETTE		 	Altération caractérisée par une perte de matière intéressant les reliefs d'emboîtement qui influence leurs fonctionnalités
CASSURE		 	Défaut de structure consistant en une séparation du produit en deux fragments ou plus
FEUILLETAGE		 	Altération sous forme de clivages lamellaires qui peut conduire à une destruction du tesson qui se désagrège en une succession de plans parallèles

Tableau 1 : Guide de diagnostic visuel



2.3.2. QUANTITÉ DISPONIBLE EN RÉEMPLOI

Le nombre d'éléments disponibles en réemploi est déterminé après examen visuel des tuiles et mesures in-situ (selon l'échantillonnage défini).

Informations à recueillir : Nombre d'éléments disponibles en réemploi ;

2.3.3. ACCÈS AU GISEMENT (DÉMOLITION / ABATTAGE SÉLECTIF / DÉCONSTRUCTION)

→ *Notion de facilité d'accès aux gisements, de possibilité d'évacuation dans des conditions de non altération du produit, spécifications à prendre en compte pour une récupération du produit, ...*

- Voisinage du chantier
- Accessibilité au toit (hauteur/pente)
- Mise en place d'EPC/EPI
- Matériels spécifiques à la dépose (accès chantier, outils démontage...)
- Le démontage des éléments est-il possible en conservant leur intégrité ?
- Démontage possible avec travail en sécurité (glissement) ?
- Les éléments démontés peuvent-ils être évacués du bâtiment sans risque de détérioration (moyens de transport adéquats) ?

2.4. Diagnostic relatif au domaine d'emploi initial

Il s'agit ici de préciser l'usage et le domaine d'emploi initiaux du produit à réemployer ainsi que les sollicitations auxquelles il a été soumis dans sa mise en œuvre :

2.4.1. USAGE ET LOCALISATION DU PRODUIT SUR/DANS L'OUVRAGE EXISTANT

Les tuiles de terre cuite destinées au réemploi sont à l'origine posées en toiture. Les autres cas d'utilisation (bardage par exemple) ne sont pas pris en compte dans ce document.

2.4.2. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DU BÂTIMENT

- Zone sismique : pour information
- Zones de concomitance vent-pluie à préciser (selon DTU)
- Région de vent à préciser (selon NV 65 modifiées)
- Région de neige à préciser (selon NV 65 modifiées)
- Zone de gel : à préciser
- Climat de plaine ou climat de montagne, bord de mer : à préciser
- Zone de termites : à préciser (pour la sécurité à la dépose)



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

- Autres situations (exposée/non exposée) : à préciser

2.4.3. TYPOLOGIE DE L'OUVRAGE INITIAL AU SENS DE LA RÉGLEMENTATION INCENDIE

Cette information est a priori nécessaire uniquement pour les produits soumis à la réglementation incendie (réaction et/ou résistance au feu). Cependant, la typologie de l'ouvrage initial étant bien souvent pertinente pour prouver certaines caractéristiques des produits, il est fortement conseillé de l'intégrer de manière systématique.

HABITATION / LOGEMENT-FOYER <u>Arrêté du 31 janvier 1986, modifié ;</u>	ETABLISSEMENT RECEVANT DU PUBLIC (ERP) <u>Arrêté du 25 juin 1980, modifié</u>	IMMEUBLE GRANDE HAUTEUR (IGH) <u>Arrêté du 30 décembre 2011 modifié</u>	ETABLISSEMENT RELEVANT DU CODE DU TRAVAIL <u>Décret n°2008-244 du 7 mars 2008</u>
Indiquer la famille (1, 2, 3a, 3b ou 4) (pour les définitions, se référer à <u>l'Arrêté du 31 janvier 1986, modifié</u>)	Indiquer la catégorie, le ou les types (pour les définitions, se référer à <u>l'Arrêté du 25 juin 1980, modifié</u>)	Indiquer le type (pour les définitions, se référer à <u>l'Arrêté du 30 décembre 2011 modifié</u>)	Indiquer : - Hauteur du plancher bas du dernier niveau : > 8 m ; - Bureaux ; - Industrie ; - Logistique.

2.4.4. CONDITIONS D'EXPOSITION EXTÉRIEURE

La localisation de la construction existante, et son exposition à un environnement particulier (embruns salins, par ex.), peut donner des indications intéressantes sur les possibilités de réemploi futur (dans des zones comparables en termes d'exposition ou moins sévères, ou dans une application intérieure, le cas échéant).

2.4.5. AUTRES SOLlicitATIONS, ACTIONS D'ENTRETIEN OU DE PROTECTION VÉCUES PAR LE PRODUIT

- Traitements de surface éventuels
- Apprécier l'entretien de la toiture, pour détecter la présence de mousse par exemple



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

3.

Performances résiduelles et modes de preuves



3.1. Introduction

ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Cette partie propose une méthode de caractérisation des performances en vue d'un réemploi.

Au stade du diagnostic, le(les) domaine(s) d'emploi futur(s) du produit n'est (ne sont) pas nécessairement connu(s). Ce guide part du principe que les produits vont être réemployés dans un mode d'emploi similaire ou moins contraignant. Il est par conséquent utile que le « diagnostiqueur/qualificateur réemploi », au-delà des éléments précisés au §2 et en annexe D, réunisse au maximum les informations relatives aux performances du produit :

- Performances pouvant être indiquées dans le diagnostic car contrôlables directement in-situ (contrôle visuel, mesures in-situ, ...) ;
- Performances pouvant être indiquées dans le diagnostic car il y a existence de bases de données (abaques, ...) permettant de « déduire » ces performances à partir :
 - Soit des caractéristiques initiales des fiches techniques du fabricant ;
 - Soit par transposition d'une mesure de performances (ex : masse volumique vs caractéristique thermique) ;
- Informations à destination de la maîtrise d'ouvrage B quant aux contrôles, essais, ... complémentaires à envisager préalablement au réemploi lorsque les performances ne peuvent pas être caractérisées lors de la phase de diagnostic.

Ces éléments étant destinés à donner les informations utiles quant à un potentiel de réemploi, il y a lieu de distinguer, au regard de « l'emploi initial » et de « l'emploi futur » pas nécessairement connu (cependant sur la base du même usage mais le domaine d'emploi pouvant être différent avec moindres contraintes), les différentes caractéristiques en fonction de leur niveau de performance attendue.

Une fois que les performances à justifier ont été identifiées, il s'agit ensuite d'apporter pour chacune d'elle une justification.

Cette justification peut prendre différentes formes, ce en fonction des caractéristiques du produit et du type de performance(s) à justifier :

- Justifications sur la base de connaissances historiques : Fiches techniques initiales du fabricant décrivant les performances annoncées, notice de pose, Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE), Rapport d'essais initiaux, Avis Technique ou Appréciation Technique d'Expérimentation d'époque, certificats, ... ; Dans ce cas, une attention particulière doit être apportée sur les points suivants :
 - Il doit être vérifié que les produits mis en œuvre correspondent bien aux produits visés par les documents (via les marquages des produits, d'éventuelles photographies des conditionnements lors de la mise en œuvre, ...)
 - Les caractéristiques initiales sur les documentations sont des caractéristiques initiales qui peuvent être modifiées pendant la vie en œuvre ou lors de travaux de rénovation. Pour certaines d'entre elles, il s'avèrera nécessaire de recourir aux types de justifications présentées ci-dessous.
- Justifications sur la base de contrôles in-situ. Ces contrôles peuvent être réalisés au stade du diagnostic ou à certaines étapes clés (notamment après dépose ou après reconditionnement). Ils peuvent prendre la forme de contrôles visuels ou de contrôle mobilisant des moyens techniques portatifs permettant des contrôles in-situ. Ils peuvent par ailleurs être réalisés par des experts qualifiés et/ou indépendants.
- Justifications sur la base d'un échantillonnage et d'un protocole d'essais en laboratoire.

Exemple de justifications/contrôles :

- Contrôle amont par le « diagnostiqueur/qualificateur réemploi »
→ **Ex. : défauts visuels**
- Caractérisation aval par l'entreprise
→ **Ex. : Résistance à la flexion**
- Caractérisation par tiers compétent (in situ / ex-situ)
→ **Ex. : Résistance au gel en laboratoire**



3.2. Performances pour le réemploi

À noter : le respect des exigences réglementaires précisées à l'annexe D (indiquée ci-après « réglementaire ») est obligatoire.

Cependant, le respect des performances complémentaires en lien avec la sécurité des personnes et en lien avec l'aptitude à l'emploi listées ci-dessous permettent de renforcer la confiance dans les performances du composant d'ouvrage réemployé.

Toutes les approches présentées ci-après partent des principes suivants :

- Les tuiles déposées satisfaisaient à l'ensemble des réglementations applicables à la date du permis de construire et celles-ci n'ont pas évolué ;
→ En cas d'évolution de la réglementation, il y a lieu d'examiner en quoi cette évolution impacte la caractéristique initiale et d'en informer le futur utilisateur ;
- Les tuiles déposées avaient été utilisées dans son « emploi initial » dans le respect des règles de l'art ou des prescriptions du fabricant idéalement validées par une évaluation technique.

PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES ET SANITAIRES (RÉGLEMENTAIRE)

Dans le cas où aucune communication ne prévoit d'allégation environnementale pour la mise du produit de réemploi sur le marché, il n'y a pas d'obligation d'établir une déclaration environnementale.

S'il y a une volonté de communication sur la qualité environnementale et sanitaire (allégation environnementale), une déclaration environnementale devra être établie. Compte tenu des modifications majeures liées à une première vie en œuvre, au fait du réemploi, ... la déclaration environnementale éventuellement existante sur le produit n'est pas transposable et une nouvelle déclaration devra être établie.

PERFORMANCE ACOUSTIQUE (RÉGLEMENTAIRE)

Il n'y a pas de caractérisation de performance à envisager sur les tuiles de terre cuite dans la mesure où la performance acoustique est apportée par le système de couverture complet.

INCENDIE - RÉACTION AU FEU (RÉGLEMENTAIRE)

La tuile étant classée A1, il n'y a pas de caractérisation de performance à envisager sur l'élément.



CLASSEMENT D'USAGE (APTITUDE À L'EMPLOI)

Pour déterminer le classement d'usage, plusieurs cas de figure peuvent être envisagés.

Classement d'usage connu

L'analyse des documents historiques et le contrôle visuel ont permis de recueillir le classement d'usage.

Deux cas de figures peuvent ensuite se présenter :

- Si les éléments présentent des caractéristiques identiques
→ Alors le classement initial est maintenu.
- Certaines dégradations sont constatées
→ Imperméabilité / gel : le réemploi n'est pas souhaité.
→ Mécanique : le réemploi n'est pas souhaité.

Classement d'usage non connu

L'analyse des documents historiques et le contrôle visuel n'ont pas permis de recueillir le classement d'usage.

Il est alors utile de tester l'ensemble des performances des tuiles.

Échantillonnage / Caractérisation : par exemple tester 1 tuile pour 5m² de toiture déposée

PERFORMANCES THERMIQUES (COMPLÉMENTAIRE)

Il n'y a pas de caractérisation de performance à envisager sur les tuiles de terre cuite dans la mesure où la performance thermique est apportée par le système de couverture complet.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

3.3. Récapitulatif des performances fiabilisées ou à fiabiliser

Il s'agit donc ici d'analyser, pour chacune des performances recensées au tableau de l'annexe D, si la performance peut être considérée comme justifiée ou de recenser les moyens à mettre en œuvre pour la justifier, en suivant les préconisations précisées ci-avant dans cette annexe E.
Le plan d'étanchéité à l'eau est assuré uniquement par la couverture. Il n'est pas envisagé de reporter l'étanchéité de la couverture sur l'écran de sous-toiture.

NATURE de la performance	TYPE de performance	Justification DISPONIBLE	Justification NON DISPONIBLE
	Qualité environnementale et sanitaire des produits de construction	Déclaration environnementale à établir	
SÉCURITÉ DES PERSONNES POUR LA DÉPOSE	Résistance mécanique (flexion)	→ Essai in situ de vérification de sécurité (placer une masse de 100 kg sur une tuile entre deux liteaux sur une surface plane**)	→ Essai en laboratoire (essai normalisé selon NF EN 538) (Tester 1 tuiles tous les 5 m ² déposés, avec un minimum de 10)
	Aspect et structure	Vérifier, par contrôle visuel sur toutes les tuiles, la présence de fissure, cratère sur l'extrados, cloquage, éclat, fêlure cassure et perte de tenon (cf tableau 1 - § 2.3).	
	Résistance au gel	Pour une utilisation des tuiles dans des conditions climatiques identiques ou moins sévères, le vieillissement naturel donne une bonne information sur le maintien des performances. Dans le cas où ces conditions sont changées ou dans le cas où la mise en œuvre est différente entre l'ancien ouvrage et le nouveau, il est alors nécessaire d'effectuer les essais de vérification des performances selon les normes associées. Exemple : anciennes tuiles déposées et réemployées sur le même site avec la même mise en œuvre.	→ Essai de vérification en laboratoire des performances selon les normes associées.
	Imperméabilité	→ Reconnaissance in-situ (avant la dépose) de la présence d'infiltration. Sur la zone pouvant présenter des infiltrations, rester minutieux sur l'examen visuel.	→ Essai in-situ à la pipette de Karsten (Tester 1 tuiles tous les 5 m ² déposés, avec un minimum de 10) → Si doute, essai en laboratoire (essai normalisé selon NF EN 539-1) (Tester 1 tuiles tous les 5 m ² déposés, avec un minimum de 10)

* Le classement W caractérise la résistance à la pénétration d'eau selon la norme NF EN 13859-1. Le classement E correspond à la classification de l'EST selon la certification QB25.

**appliquer une force de 100 daN (cf. norme NF EN 1304) au centre de la tuile, à égale distance des liteaux aux extrémités de la tuile. La surface d'appui doit être ponctuelle (environ 25 cm², équivalent à un talon par exemple)

Tableau 3 : identification des performances fiabilisées ou à fiabiliser



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe A

Glossaire

A1

Définitions génériques (dans le cadre de ce document)

PRODUIT Terme générique désignant tout composant ou toute matière qui entre dans la composition des ouvrages.

PROCÉDÉ ensemble de produits mis en œuvre pour un emploi dans un ouvrage : par exemple, *procédé d'isolation thermique, procédé d'assèchement des murs, procédé d'étanchéité des terrasses...*

ÉQUIPEMENTS Au pluriel, *les équipements* désignent l'ensemble des installations de confort, de sécurité, de domotique... d'un bâtiment : chauffage, ventilation, sanitaires, réseaux électriques, dispositifs d'alarme, etc.

USAGE – EMPLOI Fonction du produit/procédé/équipement dans le bâtiment

DOMAINE D'EMPLOI (pour les besoins de ce document) : Ensemble des informations relatives à l'emploi d'un produit/procédé/équipement comprenant notamment :

- La localisation géographique de l'ouvrage dans lequel le produit/procédé/équipement est employé (vis-à-vis des régions de vent, des régions de neige, des zones sismiques, des atmosphères extérieures, ...) ;
- La typologie du bâtiment (bâtiment d'habitation, Etablissement Recevant du Public, ...) ;
- La description des ouvrages ou parties d'ouvrage réalisés avec le produit/procédé/équipement ou dans lequel le produit est utilisé ;
- La configuration d'emploi, c'est-à-dire les conditions dans lesquelles le produit/procédé/équipement a été employé (type de support, type de mise en œuvre, expositions spécifiques auxquelles le produit est soumis, ...)

EMPLOI INITIAL usage et domaine d'emploi du produit/procédé/équipement que l'on souhaite déposer et réemployer.

EMPLOI FUTUR usage et domaine d'emploi que l'on cible à l'issue de la dépose.

OUVRAGE DE DESTINATION ouvrage ou partie d'ouvrage dans lequel le produit va être réemployé

RÉEMPLOI/RÉUTILISATION

Les types de configurations suivants peuvent être distingués pour le nouvel usage :

- Un usage et un domaine d'emploi strictement identiques à l'usage et au domaine d'emploi initial [Réemploi – Visé par ce document] ;
- Un usage identique mais un domaine d'emploi différent par rapport au domaine d'emploi initial, c'est-à-dire que les performances essentielles à justifier sont différentes de celles du domaine d'emploi initial. 2 cas de figures existent dans cette configuration :
 - Les performances essentielles attendues pour le nouvel usage sont moindres. C'est par exemple le cas pour des tuiles précédemment utilisées en climat de montagne, pouvant être utilisées en climat de plaine [Réemploi – Visé par ce document] ;
 - Les performances essentielles attendues pour le nouvel usage sont plus importantes [Réemploi – Non visé par ce document] ;
- Un usage « différencié » de l'usage initial, par exemple le cas d'une utilisation de tuiles de couvertures en revêtements de façade. Il ne s'agit alors pas de réemploi au sens du présent document et n'est pas visé par le présent document [Réutilisation – Non visé par ce document].

Due diligence d'un bâtiment : La due diligence est une analyse subdivisée en différents éléments clefs (marché immobilier, droit, fiscalité, technique de la construction, environnement (pollution), finance, évaluation financière du bien ...) pour accroître la transparence des projets immobiliers et permettre au bailleur de fonds d'identifier les risques déterminants avant la conclusion d'une transaction. Elle comporte notamment un diagnostic technique destiné à faire ressortir les défauts : non-conformité,

dysfonctionnement, vieillissement, désordre réel, désordre potentiel du bâtiment mais, peut aussi faire ressortir les aspects positifs ou particularités.

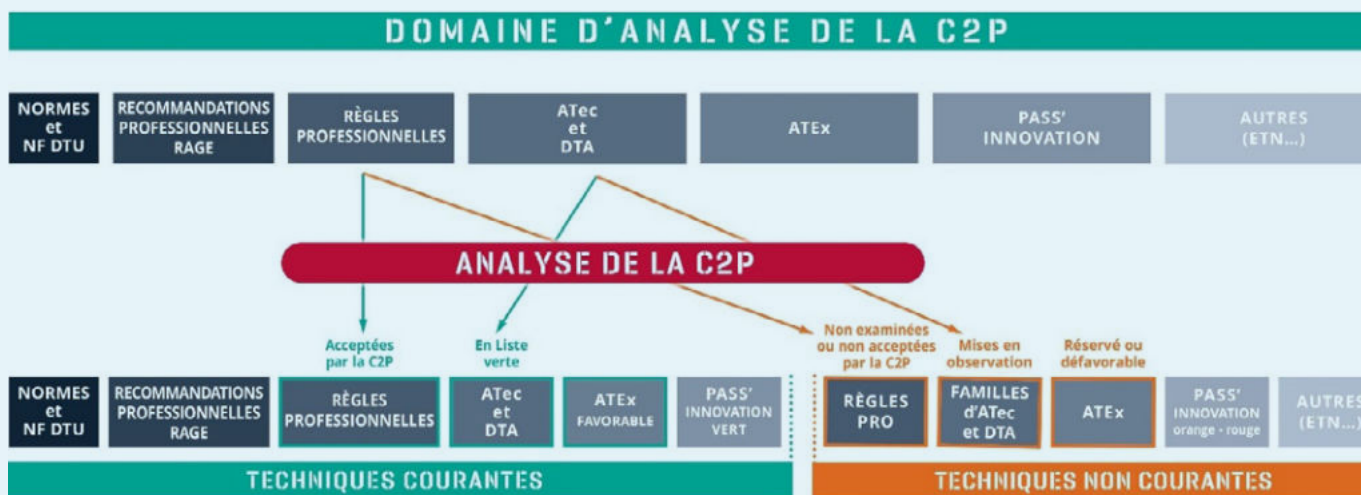
PERFORMANCES Performances du produit après utilisation pendant un cycle d'utilisation

TECHNIQUES TRADITIONNELLES l'ensemble :

- Des produits et procédés dont les normes de production, dimensionnement et mise en œuvre permettent la construction d'un ouvrage pérenne ;
- Des produits et procédés qui résultent pour leur fabrication, leur dimensionnement et leur mise en œuvre de techniques éprouvées de longue date ou couvertes par ce qu'il est convenu d'appeler les règles de l'art.

TECHNIQUES NON TRADITIONNELLES l'ensemble des produits et procédés qui, de par leur nature et/ou leur mise en œuvre, dérogent à ce qu'il est convenu d'appeler les Règles de l'Art.

« **TECHNIQUE COURANTE** » OU « **TECHNIQUE NON COURANTE** » au sens assurantiel du terme sur la base du schéma de l'AQC suivant :



La C2P (Commission Prévention Produits mis en œuvre) de l'AQC, un lien entre domaine traditionnel ou non et techniques courantes ou non

Source: <http://www.qualiteconstruction.com/pole-prevention-produits>

Acteurs

MAÎTRE D'OUVRAGE A maître d'ouvrage propriétaire des produits qui seront réemployés

MAÎTRE D'OUVRAGE B maître d'ouvrage pour lequel les produits issus du réemploi seront mis en œuvre

DIAGNOSTIQUEUR/QUALIFICATEUR RÉEMPLOI Personne en charge du « diagnostic réemploi » dont les compétences sont à définir.

Sigles

- DOE Dossier des Ouvrages Exécutés
- DTA Document Technique d'Application
- ATEX Appréciation Technique d'Expérimentation
- ATEC Avis Technique
- DE Déclaration Environnementale
- DEP Déclaration Environnementale de Produit
- DPM Documents Particuliers du Marché
- DOE : Dossier des Ouvrages Exécutés
- RPC Règlement des produits de construction

A2

Définitions spécifiques aux tuiles de terre cuite

TUILES EN TERRE CUITE éléments destinés à être posés en discontinu sur des toitures en pente et à servir de bardage, obtenus par façonnage (filage et/ou pressage), séchage et cuisson d'une pâte argileuse comportant ou non certains additifs.

TUILES À EMBOÎTEMENT tuiles comportant un dispositif d'emboîtement longitudinal et un dispositif d'emboîtement transversal simples ou multiples.

TUILES À GLISSEMENT tuiles comportant un dispositif d'emboîtement longitudinal ou transversal.

TUILES CANAL tuiles en forme de gouttière, dont la conception permet soit de les fixer en ayant des valeurs de recouvrement variables soit en ayant une valeur de recouvrement fixe due à la présence d'arrêts sur les tuiles.

TUILES PLATES tuiles généralement planes, pouvant présenter ou non de légères cambrures transversales et/ou longitudinales et ne comportant aucun système d'emboîtement.



DTU 40.21

Tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief



DTU 40.211

Tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat



DTU 40.22

Tuiles canal de terre cuite



DTU 40.23

Tuiles plates de terre cuite



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe B

Chronologie d'un diagnostic réemploi

Les phases suivantes d'un diagnostic ont été mises en avant :

- Une première phase documentaire afin de se familiariser avec :
 - Les plans du site ;
 - Les diagnostics du site (repérage amiante, plomb, ...) ;
 - Les Dossiers des Ouvrages Exécutés (DOE) et documents liés à la nature des matériaux et à leur pose ;
 - Tous documents pertinents issus de la Due Dilligence du bâtiment ;
 - Les éléments du marché de démolition et curage, le cas échéant, afin de connaître les premières méthodes de dépose, déconstruction et/ou démolition (situation dans le bâti et moyens de dépose).

Remarque : L'absence de documentation ne remet pas en cause la possibilité de réemploi.

- Une première visite in-situ préparatoire éventuelle sous la forme d'une inspection visuelle :
 - Repérage des différents matériaux ;
 - Identification des matériaux pouvant être a priori réemployés et de l'étendue du gisement ;
 - Localisation de ces matériaux ;
 - Dans le cas de bâtiments encore occupés, réalisation d'interviews auprès des différentes personnes (responsable site / responsables techniques / gardien / usagers) susceptibles d'avoir des informations sur les interventions sur la toiture ;
 - Premières réflexions sur les méthodes de déconstruction possibles à adopter sur le site : démontabilité ou déconstruction et moyens associés en cohérence avec les caractéristiques du site.
- Une phase d'approfondissement des archives disponibles au regard de la première visite et en particulier la recherche, si besoin, de documents techniques justificatifs de l'époque (fiches techniques, notice d'installation, certificats, Avis Technique/ATEX, ...).
- Une seconde visite in-situ si nécessaire (cf. Annexe F) :
 - Qualification fine des gisements réemployables (contrôle visuel, risques identifiés, homogénéité du gisement) ;
 - Tests et échantillonnages si nécessaire ;
 - Récupération de données historiques sur site liées aux différents gisements si nécessaire ;
 - Détail sur la gouvernance des différents matériaux (MOA, partenariat avec un autre MOA, prestation du démolisseur, industriel à l'origine du produit) ;
 - Identification des débouchés possibles de chaque matériau et aide au choix auprès des filières.
- La mise à disposition du rapport de diagnostic réemploi :
 - L'élaboration des fiches matériaux (incluant le diagnostic du produit à déposer, le diagnostic du domaine d'emploi, les performances ayant pu être déterminées in-situ, les modes de preuve à apporter pour les autres performances à caractériser en laboratoire, ainsi que, les préconisations de la dépose à la remise en œuvre).

Préalablement à chaque visite, il conviendra de s'assurer :

- Quelles zones du bâtiment concerné par le diagnostic sont visitables et accessibles dans des conditions de sécurités adéquates (électricité en fonctionnement, présence d'éclairage, pas de dégradation importante du bâti) ;
- Si le port des protections individuelles de sécurité est nécessaire ;
- Des précautions à suivre pour le travail en hauteur ;
- De prévoir les appareils et outils adéquats, à savoir (liste non exhaustive) :
 - Lampe torche (frontale),
 - Tablette numérique,
 - Papier et plan imprimé,
 - Crayons,
 - Appareil photo,
 - Marqueur,
 - Outil de mesure : Mètre mesureur, Télémètre, Humidimètre, Pied à coulisse
 - ...

A ces phases s'ajoutent des interfaces d'échanges en parallèle avec l'équipe projet du site à démolir et, dans le cas d'un réemploi dont le débouché est un site de construction/rénovation connu, l'équipe projet de l'opération de construction accueillante.

Sur le projet du site à démolir, échanger avec le maître de l'ouvrage ou son représentant :

- Sur le lieu et le délai possible de stockage des éléments déposés ;
- Sur les moyens matériels qui sont en place, notamment les moyens de levage (type chariot élévateur) et le maintien en fonctionnement des ascenseurs existants en perspective de la manutention des éléments déposés.

Enfin, la notion de calendrier est importante pour s'assurer de l'efficacité du diagnostic déchet. Sur le site démolé, celui-ci doit intervenir avant le lancement des travaux de curage et de façon optimale avant la consultation des entreprises de curage/démolition. Sur le site de réemploi (le cas échéant) relativement tôt dans la phase de conception (Esquisse/ APS par exemple) pour être intégré au processus de choix des matériaux et permettre ainsi de prévoir une solution alternative dans le CCTP en cas de non viabilité du réemploi.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe C

Normes, règles de l'art et marque de qualité

C1

Normes et Règles de l'Art

Les principales références normatives

Norme produit :

- **NF EN 1304** : Tuiles et accessoires en terre cuite

Normes de mise en œuvre :

- **NF DTU 40.21** : Couverture en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief
- **NF DTU 40.211** : Couverture en tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat
- **NF DTU 40.22** : Couverture en tuiles canal de terre cuite
- **NF DTU 40.23** : Couverture en tuiles plates de terre cuite

Normes d'essais :

- **NF EN 538** : Détermination de la résistance à la rupture par flexion
- **NF EN 539-1** : Détermination des caractéristiques physiques – Essai d'imperméabilité
- **NF EN 539-2** : Détermination des caractéristiques physiques – Essai de résistance au gel
- **NF EN 1024** : Tuiles de terre cuite pour pose en discontinu

C2

Marque de qualité

Le principal référentiel est le référentiel de certification de la marque NF Tuiles est le référentiel NF 063.

La Marque de qualité « NF Tuiles de Terre Cuite » s'applique aux tuiles au départ de l'usine. Celle-ci ne préjuge pas de la qualité de leur mise en œuvre. Pour que les produits donnent entière satisfaction, leur pose doit être conforme au DTU du modèle visé.

Les caractéristiques certifiées par la marque NF sont :

- L'aspect,
 - Les caractéristiques géométriques,
 - La résistance à la rupture par flexion,
 - L'imperméabilité,
 - La résistance au gel,
 - La résistance au gel en situation « climat de montagne » (si cette dernière est revendiquée),
 - L'aptitude à être utilisée pour des couvertures à faible pente (si cette dernière est revendiquée).
- Valable uniquement pour les tuiles relevant du NF DTU 40.21 et des Règles Professionnelles de septembre 2015 : Règles Professionnelles pour la pose à faible pente des tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief.

Le réemploi en climat de montagne et en faible pente n'est pas visé par ce présent document.

Les modalités de marquage sont :

- Logo NF sur au moins 1 tuile sur 40
- Identification de la société sur au moins 80% des tuiles,
- Identification du site de fabrication si nécessaire (2), sur au moins 80% des tuiles,
- Identification de la ligne de fabrication si nécessaire (3), sur au moins 80% des tuiles,
- Date de fabrication : mois et année sur au moins 80% des tuiles,
- Identification du pays d'origine sur au moins 80% des tuiles.

Exemples :



X

Identification de
la société

Y

Identification du
site de fabrication

1

Ligne de
fabrication

2.13

Mois et année de
fabrication

F

Identification du
pays d'origine



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe D

Performances à l'état initial des tuiles de terre cuite

Certaines contraintes pouvant conduire à un réemploi réhibitoire du produit, les performances ont été hiérarchisées : les réglementaires, celles liées à la sécurité des personnes, celles liées à l'aptitude à l'emploi puis d'autres performances complémentaires.

D1

Performances réglementaires

Il s'agit d'identifier les réglementations applicables à « l'emploi initial » car transposables (aux évolutions réglementaires près) à « l'emploi futur » pour un domaine d'emploi identique ou domaine d'emploi moins contraignant(s).

Les réglementations indiquées dans le tableau suivant sont concernées :

- soit parce qu'applicables intrinsèquement au produit ;
- soit parce qu'applicables aux composants associés au produit.

RÉGLEMENTATIONS	APPLICABLE ?		ÉLÉMENTS / INFORMATIONS À RÉUNIR*
	OUI	NON	
Thermiques (neuf ou rénovation)		X*	
Réglementation qualité de l'air intérieur (étiquetage)		X	
Substances dangereuses (REACH)		X	
Biocides		X	
Qualité environnementale et sanitaire des produits de construction	X		Cf. ci-dessous (si allégation environnementale lors de la mise sur le marché)
Acoustique	X*		
Incendie / Réaction au feu	X*		Cf. ci-dessous
Incendie / Résistance au feu	X*		Cf. ci-dessous
Sismique		X*	
Accessibilité		X	
*fonction de l'ouvrage (cf. ci-dessous)			

Tableau 2 : Performances réglementaires

Pour certaines réglementations (exemple thermique, acoustique, ...), le produit peut n'être qu'un contributeur à la satisfaction de la réglementation.

Avant d'envisager des essais, il sera utile d'apprécier la pertinence technique, mais également économique, de faire des essais sur un échantillonnage.

Les réglementations incendie et sismique s'appliquent à une structure complète de bâtiment et non pas aux éléments pris individuellement. La connaissance des propriétés mécaniques des éléments en terre cuite permet de répondre aux exigences de ces réglementations applicables à l'ouvrage.

QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE DES PRODUITS DE CONSTRUCTION

Cette réglementation s'applique lorsqu'une allégation à caractère environnemental accompagne la commercialisation d'un produit du bâtiment (consommation des ressources, déchets solides valorisés ou éliminés, changement climatique, acidification atmosphérique, pollution de l'air ou de l'eau, formation d'ozone photochimique, eutrophisation ...). Le responsable de la mise sur le marché est alors tenu d'établir la déclaration environnementale de son produit et de la faire vérifier par une tierce partie indépendante. La mise en place de la RE2020 viendra certainement modifier ces conditions.

Principaux textes réglementaires à la date de rédaction du document :

- [Arrêté du 23 décembre 2013](#), modifié relatif à la déclaration environnementale des produits de construction et de décoration destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment.
→ Cette réglementation précise les informations que doit spécifier la déclaration environnementale, les formats d'unités fonctionnelles pour chaque catégorie de produit, les méthodes d'évaluation et de calcul des informations à déclarer.
- [Arrêté du 31 août 2015](#) relatif à la vérification par tierce partie indépendante des déclarations environnementales des produits de construction, des produits de décoration et des équipements électriques, électroniques et de génie climatique destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment.
→ Cette réglementation précise les modalités de vérification des déclarations environnementales par tierce partie ainsi que les conditions de reconnaissance de cette tierce partie par un organisme ayant signé une convention avec les ministres chargés de la construction et du logement.

Élément/information requis : Déclaration environnementale (DE) de la tuile de terre cuite.

- Les tuiles en terre cuite font l'objet d'une DE. Cette « Déclaration Environnementale de Produit (DEP) Tuile terre cuite » a été établie en novembre 2014 par le CTMNC.

INCENDIE / RÉACTION AU FEU / RÉSISTANCE AU FEU

Les tuiles de terre cuite sont classées A1. La résistance au feu de l'ouvrage doit être considérée en tenant compte du système global de toiture.

En application de directives européennes, l'arrêté du 14 février 2003 traite de l'évaluation des performances des toitures et couvertures de toiture lorsque celles-ci sont exposées à un incendie extérieur au bâtiment ou à l'établissement. Il donne le classement des toitures établi à la suite d'essais. Extrait des articles 2 et 3 de l'arrêté du 14 février 2003 :

- « Les toitures et couvertures de toiture sont soumises à la méthode d'essai n° 3 de la norme ENV 1187 »
- « Les conditions de la classification de la performance des toitures et couvertures de toiture exposés à un incendie extérieur sont définies dans la norme NF EN 13501 - partie 5. »

Deux classes pour qualifier les toitures sont utilisées, elles résultent des essais BROOF de passage du feu au travers de la toiture et de propagation du feu à la surface de la toiture. Pour le premier essai, il s'agit d'un temps, pour le second c'est la durée de l'événement qui est pris en compte.

- Passage du feu : pour un temps de passage du feu au travers de la toiture supérieur à 30 minutes ;
- Propagation : pour une durée de la propagation du feu à la surface de la toiture supérieur à 30 minutes.

D2

Performances en lien avec l'aptitude à l'emploi

Il s'agit ici d'identifier les caractéristiques d'aptitude à l'emploi du produit vis-à-vis du domaine d'emploi visé, sans lesquelles l'ouvrage serait impropre à destination.

Les aspects d'étanchéité à l'eau, à l'air, de comportement à des sollicitations mécaniques (vent, neige, chocs, usure, ...) ou chimiques, ... et de durabilité sont à apprécier.

Pour les tuiles (normes NF EN 1304), les critères à valider pour l'aptitude au réemploi sont :

- La résistance mécanique (NF EN 538)
- L'imperméabilité à l'eau (NF EN 539-1)
- La résistance au gel (NF EN 539-2)



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe E

Fiche réemploi

Fiche réemploi n°

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE BÂTIMENT EXISTANT

- Adresse du bâtiment de la 1ère utilisation :
- Date d'obtention du permis de construire :
- Année de mise en œuvre du produit à déposer :
- Date de réception du bâtiment :
- Usage et historique relatifs au produit à déposer (éventuels changements de destination du local, éventuelles interventions, application d'un produit en surface, éventuelles pathologies pouvant avoir impacté le produit, ...)

INFORMATIONS RELATIVES AU PRODUIT

		Avec finition mise en œuvre EN USINE	Avec finition mise en œuvre IN-SITU
TUILES	Références	Marquage : ☐ Non ☐ Oui _____ Modèle : ☐ Non ☐ Oui _____ Famille de tuile : _____ Fabricant : ☐ Non ☐ Oui _____ Disponibilité fiche technique : ☐ Non ☐ Oui _____ Disponibilité prescriptions mise en œuvre : ☐ Non ☐ Oui _____ Le produit est-il déjà un produit réemployé : ☐ Non ☐ Oui _____	
	Description	Année de production : ☐ Non ☐ Oui _____ Masse unitaire : _____ Nombre de tuiles au m² : _____ Pose : ☐ A joints croisés ☐ A joints droits	
	Certificat NF Tuiles	☐ Non ☐ Oui _____	
	Caractéristiques géométriques	Longueur : _____ mm Largeur : _____ mm Épaisseur globale : _____ mm	
	Autres données	_____ _____ _____ _____	

ASPECT GÉNÉRAL	☆☆☆☆
ASPECT DÉTAILLÉ (CF. TABLEAU 1 DU § 2.3)	Cratère : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Microfissure : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Amorce de fissure : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Fissure superficielle : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Éclatement - Écaillage : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Éclatement - Éclat : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Éclatement - Pelage : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Éclatement - Exfoliation : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Fêlure : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Perte de baguette : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Cassure : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation Feuilletage : ☐ Non ☐ Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation
QUANTITÉ DISPONIBLE EN RÉEMPLOI	Possibilité de réemploi: ☐ Non ☐ Oui – Quantité (m²) : _____

SI LE MATÉRIAU DEVAIT ÊTRE UN DÉCHET, IL SERAIT :

☐ Inerte ☐ Non dangereux ☐ Dangereux

INFORMATIONS RELATIVES AU DOMAINE D'EMPLOI INITIAL

Usage et localisation du produit sur/dans l'ouvrage existant

- Zone sismique :
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Sans objet
- Régions de vent (utilisation en extérieur) :
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ Sans objet
- Régions de neige (utilisation en extérieur) :
☐ A1 ☐ A2 ☐ B1 ☐ B2 ☐ C1 ☐ C2 ☐ D ☐ E ☐ Sans objet
- Zone de gel (utilisation en extérieur) :
- Climat plaine/montagne (utilisation en extérieur) :
☐ Plaine ☐ Montagne ☐ Bord de mer
- Zones de termites : _____
- Autre (préciser) :
- Réglementation incendie :
☐ Habitation/Logement-foyer (Arrêté du 31 janvier 1986 modifié) - Famille : _____
☐ ERP (Arrêté du 25 juin 1980 modifié) - Catégorie et le ou les type(s) _____
☐ IGH (Arrêté du 30 décembre 2011 modifié) - Classe : _____
☐ Code du travail (Décrets n°92-332 et 92-333)
☐ Hauteur plancher bas : _____
☐ Bureaux ☐ Industrie ☐ Logistique ☐ Autre (préciser) : _____
- Exposition extérieure (utilisation en extérieur)
☐ Rurale non polluée ☐ Urbaine normale ☐ Urbaine sévère ☐ Mixte
☐ Marine : ☐ < 3km ☐ de 3 à 10 km ☐ de 10 à 20 km
☐ Particulière(préciser) : _____
☐ Sans objet
- Autres informations disponibles :
☐ Pose en climat de montagne
☐ Pente : _____ ☐ Pose en faible pente
☐ Longueur du rampant : _____
☐ Type de comble : _____
☐ Type de charpente : _____
☐ Épaisseur de la lame d'air : _____
☐ Type de fixation : _____ / ☐ Densité : _____
☐ Closoir : _____
☐ Autres sollicitations vécues par le produit
Préciser (ex : Application de revêtements pendant la vie en œuvre (cire, huile, ...), mise en œuvre de revêtement de sol au-dessus)

PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES POUR LA DÉPOSE ET LE STOCKAGE

Complexité de la dépose : ☆☆☆☆☆

- Dépose permet-elle de conserver l'intégrité des éléments
☐ Non ☐ Oui ☐ Sans objet
- Dépose manuelle : ☐ Non ☐ Oui
- Outillage léger nécessaire : ☐ Non ☐ Oui _____
- Outillage lourd nécessaire : ☐ Non ☐ Oui _____
- Encombrement particulier : ☐ Non ☐ Oui
- Poids important : ☐ Non ☐ Oui (manutention manuelle impossible)
- Tri nécessaire avant entreposage : ☐ Non ☐ Oui
Si oui : ☐ Sur site ☐ Lieu intermédiaire ☐ Lieu spécialisé
- Spécificités du stockage/transport :
☐ A plat ☐ en % HR adapté
☐ sur palette ☐ en Grand Réservoir Vrac ☐ empilable
- Doit être protégé :
☐ Normalement pour le transport
☐ A l'abri des températures excessives
☐ A l'abri de l'humidité (% HR)
☐ A l'abri de la lumière
☐ A l'abri de la poussière



Annexe F

Précautions à respecter de la dépose à la remise en œuvre

F1

Dépose

Cela comprend entre autres les points suivants pour chaque matériau réemployable identifié :

- Appréciation des besoins matériels et humains pour mettre en place la méthodologie de déconstruction (le but est ici d'identifier toute problématique de mise en place de matériels lourds incompatibles avec les qualités intrinsèques du bâti à déconstruire). Il conviendra de se poser les questions suivantes :
 - La dépose :
 - Est-ce que la dépose est possible dans des conditions de sécurité optimales ?
- Note : Lorsque l'on travaille sur une toiture, il s'agit de s'assurer de la sécurité des personnes vis-à-vis du travail en hauteur. Il convient de s'assurer que la personne en charge de la dépose puisse marcher en sécurité sur la toiture : mettre en place des équipements de protections (harnais, ligne de vie, ...), vérifier l'intégrité de la charpente et de la couverture.
- Quels sont les moyens de manutention adéquats (sécurisés et peu pénibles)
- Le déplacement des éléments dans le bâtiment :
 - Présence d'un monte-charge ou ascenseur en fonctionnement ?
 - Est-ce que les dimensions de ces équipements permettent le transport des éléments ?
- Lieu du tri
 - Le tri des éléments est effectué sur le site de déconstruction. Lors de la dépose, regrouper les tuiles par lot afin de les ordonner correctement sur palette.
 - Dans le cas où il y a lieu de faire un échantillonnage en perspective d'essais en laboratoire sans reconditionnement intermédiaire, il y a lieu de réaliser ce tri sur le lieu de déconstruction afin de respecter les zones de prélèvement le cas échéant.
- Méthodologie de déconstruction préconisée ;
 - Retirer l'ensemble des tuiles dans le sens inverse de l'ordre de pose ;
 - Effectuer un contrôle visuel comme précédemment indiqué sur l'ensemble des produits ;
 - Isoler les produits défectueux (non visés par ce guide) ;
 - Stocker les produits de façon à faciliter la manutention.

F2

Transport / Lieu du stockage

Lors du transport et dans tous les lieux de stockage, les tuiles de terre cuite doivent être entreposées sur des palettes de façon à garantir la tenue de ces éléments. Le cerclage des produits doit être effectué pour éviter l'entrechoquement des tuiles. De plus, il est nécessaire de prévoir un système d'évacuation afin d'éviter l'eau stagnante sur la palette. Usuellement, le cerclage des produits, par famille, est réalisé comme suit :

- NF DTU 40.22 (tuiles canal) : cerclage unique par niveau
- NF DTU 40.21 (tuile à emboîtement à relief), NF DTU 40.211 (tuiles à emboîtement à pureau plat) et NF DTU 40.23 (tuiles plates) : cerclages des tuiles par paquet de 10 plus un cerclage par niveau.

F3

Préparation de la ressource

- Etat attendu à réception et détail des opérations :
 - De remise en état/préparation (contrôler, réparer, nettoyer et le lieu : sur site, sur site par une unité spécifique, dans une filière extérieure spécifique).
 - De transport si nécessaire entre le site d'entreposage et le site de réemploi (palettisation, vrac, autres spécificités...).
- Dans le cas où les produits de réemploi passent par des intermédiaires de revente, il est nécessaire de garantir la traçabilité du produit grâce à la fiche fournie en Annexe F.

L'analyse de la rentabilité du réemploi ne fait pas partie du périmètre de ce document. Cependant, une analyse, a minima sommaire, des impacts économiques associés à un réemploi (surcoûts de dépose, coût de requalification, valeur estimée à la revente, ...) au moment de la phase de diagnostic est un point clé pour engager la chaîne d'acteurs dans un processus de dépose sélective en vue d'un réemploi (voir mode opératoire proposé au paragraphe 1.2).



FONDATION
BÂTIMENT
ÉNERGIE