

**Travail de fin d'études / Projet de fin d'études : La Fresque de la terre crue : un outil de sensibilisation pour déconstruire les préjugés et obstacles à l'utilisation de ce matériau en Belgique**

**Auteur :** Lkhamrichi, Anissa

**Promoteur(s) :** Hamarat, Yaprak

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master : ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en "urban and environmental engineering"

**Année académique :** 2021-2022

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/16546>

---

*Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---



# LA FRESQUE DE LA TERRE CRUE

Un outil de sensibilisation pour déconstruire les préjugés et obstacles à l'utilisation de ce matériau en Belgique

**Auteur :** Anissa LKHAMRICHI

**Promotrice :** Yaprak HAMARAT

**Membres du jury :** L. COURARD  
C. ELSER  
A. MAERTEN  
I. REUTER

**Diplôme :** Travail de Fin d'Etudes réalisé en vue de l'obtention du grade de Master en Ingénieur Civil Architecte

**Faculté :** Université de Liège | Faculté des Sciences Appliquées

**Année académique :** 2021/2022

## Synthèse

Dans un monde en plein changement et au cœur des dérèglements climatiques, le domaine de la construction fait face à de nombreux défis. L'adaptation de ses pratiques est primordiale pour répondre à ses enjeux. Les matériaux sont particulièrement concernés parmi lesquels la terre crue a sa place. Pour autant, peu d'acteurs de la construction y sont souvent confrontés ou ne la proposent à leurs clients. Ni que quotidiennement nous ne la côtoyons dans l'espace public. Nous nous sommes intéressés à la problématique de la perception et de la sensibilisation en cherchant à savoir quels sont les préjugés et obstacles de ce matériau. Cette étude est également une recherche sur leur déconstruction par l'outil de sensibilisation « Fresque de La Terre crue ». Pour cela, nous avons mené un travail de recherche par le design alimenté par 3 méthodes de récoltes de données : des entrevues, une observation de chantier et un atelier test de l'outil. Les données ont permis d'identifier des catégories de perceptions inductives non considérées au début de l'étude : les limites, les avantages et les solutions/leviers. Les résultats montrent que les principaux préjugés sur la terre crue sont sur sa solidité, ses éléments de définition, son potentiel, ses origines et son rapport à l'eau. Les obstacles sont d'ordre économiques, organisationnels, réglementaires, techniques, environnementaux et insistent sur la formation, la méconnaissance et la sensibilisation. Le matériau est également perçu à travers des limites techniques, de mise en œuvre, environnementales, logistiques et liées à des attentes inadaptées. Ses avantages sont d'ordre environnemental, de confort, social, sensoriel, opportuniste et Polyvalent. Finalement les leviers doivent se concentrer sur la sensibilisation, la formation, la recherche, les aspects politiques, organisationnels, réglementaires et culturels. L'outil Fresque de la Terre crue a été jugé apte à identifier les préjugés et les déconstruire, ainsi qu'à proposer des pistes d'actions. Il est moins performant concernant les avantages et limites et une réserve est mise sur les obstacles du fait de son état de prototype. Il est par ailleurs considéré comme pertinent pour sensibiliser ses utilisateurs au sujet de la terre crue de façon ludique et pédagogique.

## Abstract

In a changing world and at the heart of climate change, the construction industry faces many challenges. The adaptation of its practices is essential to meet these challenges. Materials are particularly concerned, among which raw earth has its place. However, few construction actors are often confronted with it or offer it to their clients. Nor do we come across it daily in the public space. We were interested in the problem of perception and awareness by trying to find out what prejudices and obstacles exist concerning this material. This study is also research on the deconstruction of these prejudices through the awareness-raising tool "Fresque de La Terre crue". To do this, we carried out a design research study using three methods of data collection: interviews, a site observation, and a workshop to test the tool. The data allowed us to identify categories of inductive perceptions not considered at the beginning of the study: limitations, benefits, and solutions. The results show that the main prejudices about raw earth are its strength, its defining elements, its potential, its origins, and its relationship to water. Obstacles are economic, organisational, regulatory, technical, environmental and emphasise training, lack of knowledge and awareness. The material is also perceived through technical, implementation, environmental and logistical limitations, and inadequate expectations. Its advantages are environmental, comfort, social, sensory, opportunistic, and versatile. Finally, the levers must focus on awareness, training, research, political, organisational, regulatory, and cultural aspects. "La Fresque de la Terre crue" tool was good at identifying and deconstructing prejudices, as well as proposing courses of action. It is less effective in terms of advantages and limitations, and a reservation is made about the obstacles due to its prototype state. On the other hand, it is relevant for raising awareness of raw earth among its users in a playful and educational way.

## Remerciements

Je tiens à remercier très chaleureusement ma promotrice, Yaprak Hamarat pour son suivi très régulier, son enthousiasme, sa spontanéité et ses conseils durant la totalité du temps nécessaire pour mener à bien ce TFE. Sa disponibilité et sa bienveillance ont été un réel soutien durant ces 11 mois intenses de recherche.

Je remercie également l'ensemble des membres de mon jury, Madame Catherine Elsen de m'avoir permis d'appliquer mes observations à son atelier de participation citoyenne sur la mobilité, ainsi que Monsieur Luc Courard, Monsieur Anton Maerten et Madame Iris Reuter pour leurs réflexions, leurs encouragements et le temps qu'ils consacreront à lire ce mémoire.

Un remerciement sincère à toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail de recherche. Je pense notamment aux acteurs interviewés, rencontrés ainsi qu'aux participants de chantier et d'atelier qui m'ont accordé leur confiance pour s'exprimer spontanément et bien vouloir me consacrer de leur temps. Je suis très reconnaissante envers ceux qui se sont intéressés de près à mon travail et m'ont notamment conseillé des contacts ou ressources. Je remercie notamment pour cela Monsieur Etienne Guillaume. Un merci particulier à Madame Odile Vandermeeren pour son enthousiasme, pour les ressources qu'elle a pu me conseiller ainsi que de m'avoir donné la possibilité d'appliquer mon étude à son chantier. Un grand merci à Madame Léa Rinino et Monsieur Antoine Peltier pour leur aide et leur partage d'informations pour me permettre de prendre en main ce sujet de recherche. Également, je tiens à remercier mon ami Monsieur Harald Lhomme pour son expertise d'animateur et formateur de Fresque du Climat et pour ses recommandations de ressources et de contacts.

Je souhaite également remercier de tout mon cœur ma famille et mes amis pour leur présence, leur patience infaillible, leurs encouragements réconfortants ainsi que leurs avis aiguisés qui m'ont aidé à faire des choix. Je tiens particulièrement à les remercier de m'avoir imposé des moments de pauses, on ne mesure pas assez à quel point c'est important.

## Avant-propos

Respecter le monde qui nous entoure semble être un concept de base plutôt simple à appliquer au quotidien. Pourtant, en 2018, en sortant d'école d'ingénieur, j'ai fait face à la triste réalité des enjeux environnementaux et pris conscience du dérèglement climatique qui opère de façon brutale. J'ai alors reconsidéré le monde autour de moi avec une vision moins naïve pour repenser ma propre façon de voir mes projets et mes actions. J'ai intégré la formation d'ingénieur civil architecte avec l'envie d'apprendre et concevoir des projets pour faire évoluer les pratiques constructives d'aujourd'hui. Aussi, j'entrais à l'Université de Liège dans l'optique de façonner des projets éco-responsables et respectueux du vivant autant à l'échelle individuelle que collective. C'est pourquoi, mon défi personnel était de retranscrire mes valeurs environnementales dans mes projets d'architecture quitte à ce qu'ils intriguent ou fassent réfléchir.

Ce travail de recherche a débuté spontanément à l'issue de mon Master 1 dans le cadre de l'atelier d'architecture du premier quadrimestre. Mon équipe et moi souhaitons concevoir un projet cohérent avec les enjeux climatiques, écologiques tout en utilisant des matériaux naturels et simples. Nos recherches nous ont mené à découvrir la terre crue. Les réactions étaient très différentes quant à la possibilité d'employer ce matériau dans notre projet : l'étonnement, le rire, l'excitation jusqu'à ce que nous en apprenions plus à son sujet. Nous nous sommes confrontés à différents défis, dont notamment les connaissances à acquérir pour ce faire une première approche théorique de la terre crue, et l'absence de documents techniques. Ce projet nous a permis de déconstruire les idées et préjugés que nous avons sur la terre crue et véritablement la découvrir comme matériau de construction à partir de connaissances claires et fondées.

Je souhaite que l'enseignement autour des matériaux bio et géo-sourcés soit plus développé et ancré dans les cursus dans les années à venir. La terre crue est un sujet peu abordé dans ma formation d'ingénieur civil architecte et le mot "terre crue", en tant que matériau de construction, y était peu présent dans le vocabulaire courant. C'est pourquoi je cherche à comprendre les freins et les préjugés et les obstacles à l'utilisation de ce matériau au travers de mon travail de fin d'étude. Je réalise donc ce travail dans l'optique d'approfondir mes connaissances, acquérir des compétences, être capable de répondre aux interrogations sur ce matériau et participer à sa démocratisation.

# Table des matières

Introduction .....	7
→ <i>Problématique</i> .....	7
→ <i>Contexte : La terre crue en Belgique</i> .....	7
→ <i>Objectifs et question générale de recherche</i> .....	8
→ <i>Le projet du mémoire</i> .....	8
1. ETAT DE L'ART .....	10
1.1. METHODOLOGIE .....	10
1.2. LA TERRE CRUE.....	12
1.2.1. En Belgique et dans le monde .....	13
1.2.1.1. Histoire et techniques .....	15
1.2.1.2. Réseaux .....	24
1.2.2. Les préjugés, obstacles et avantages .....	25
1.2.2.1. Préjugés.....	25
1.2.2.2. Obstacles.....	26
1.2.2.3. Avantages.....	29
1.2.2.4. Pistes d'action .....	31
1.2.3. Un matériau en réponse aux dérèglements climatiques.....	33
1.3. LA SENSIBILISATION A TRAVERS UN OUTIL .....	36
1.3.1. Sensibilisation écologique .....	36
1.3.1.1. Sur les dérèglements climatiques.....	37
1.3.1.2. Sur la terre crue.....	39
1.3.2. L'outil de la Fresque .....	41
1.3.3. Question de recherche.....	43
2. METHODOLOGIE .....	45
2.1. STRATEGIE.....	45
2.2. METHODOLOGIE .....	45
2.2.1. Entrevues .....	47
2.2.2. Observations de terrain .....	49
2.2.3. Participation et observation d'ateliers .....	51
2.2.4. Conception de l'outil .....	52
2.2.5. Un atelier pour tester l'outil et récolter des données .....	59
2.3. TRAITEMENT DES DONNÉES.....	61
2.4. ANALYSES - INTERPRÉTATIONS .....	62
3. RÉSULTATS & ANALYSES .....	64

3.1. ANALYSE GROUPEE .....	64
3.1.1. Que vous évoque le mot « terre crue » ? .....	64
3.1.2. Préjugés .....	66
3.1.3. Obstacles.....	67
3.1.4. Limites.....	69
3.1.5. Avantages.....	70
3.1.6. Solutions et leviers .....	72
3.2. ENTREVUES DES ACTEURS.....	76
3.2.1. Catégorisation et métacatégorisation .....	76
3.2.2. Sphère « Enseignement » vs « Hors Enseignement ».....	81
3.2.2.1. Préjugés.....	81
3.2.2.2. Obstacles.....	82
3.2.2.3. Limites.....	84
3.2.2.4. Avantages.....	85
3.2.2.5. Solutions et Leviers .....	86
3.3. OBSERVATION DE CHANTIER .....	88
3.4. ATELIER TEST DE L'OUTIL .....	92
3.4.1. La fresque de la terre crue .....	92
3.4.2. Expérience des participants .....	96
4. DISCUSSIONS.....	100
4.1. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS .....	100
4.2. BIAIS ET LIMITES.....	106
4.3. OPPORTUNITÉS DE RECHERCHES .....	108
5. CONCLUSIONS.....	109
Bibliographie.....	111
Table des tableaux .....	118
Table des Illustrations .....	118
Annexes .....	120

## Introduction

Ce TFE se concentre sur la place de la terre crue en Belgique et plus particulièrement en Wallonie. Il aborde ce sujet avec une perspective sociale et culturelle. En effet, de nos jours, le béton est le matériau privilégié dans nos constructions modernes. Également, de plus en plus le bois se développe et trouve sa place dans le monde de la construction. Outre ces deux matériaux, nous entendons très peu parler de ceux qui, aujourd'hui, sont considérés comme les "nouveaux matériaux" de demain qui permettent de répondre aux enjeux climatiques dans le domaine de la construction. Les sonnettes d'alarmes sont tirées depuis des décennies par les scientifiques et dans les rapports du GIEC, mais les discours et pratiques publiques évoluent trop lentement dans le milieu de la construction. Réfléchir à un véritable équilibre dans l'utilisation des ressources naturelles employées dans les matériaux de construction est plus que d'actualité. Pourtant, les initiatives et les projets en réponses aux défis écologiques dans ce milieu se multiplient mais ne sont ni suffisamment soutenus et ni mis en lumière pour amorcer une véritable bascule.

### → *Problématique*

En 2022, nous ne pouvons plus nier le changement climatique ou reporter notre attention sur des problématiques autres que celles sociales et environnementales en cours et à venir. Cela doit impacter de nombreux domaines qui doivent se réinventer, évoluer voire disparaître pour faire émerger une société plus soucieuse de son future et active dans sa transformation. Parmi ces domaines celui de la construction en est un des plus emblématiques et cruciaux. Son impact reste considérable à l'échelle planétaire. « L'industrie de la construction est responsable de près de 30% de l'extraction des ressources naturelles et génère 25% de déchets solides dans le monde » (Benachio et al., 2020) pour notamment la fabrication des matériaux de construction. Parmi eux, la terre crue ne génère pas de déchets et fait partie des matériaux alternatifs, complémentaires aux pratiques actuelles (Ciancio and Beckett, 2015; Gauzin-Müller and Fuchs, 2020; Sallavaud, 2020) et au bilan carbone très faible.

Ce matériau a des propriétés physiques pertinentes pour participer (avec d'autres matériaux) à répondre aux problématiques futures du domaine de la construction (Bronchart, 2013; Champire, 2017; GlobalABC/IEA/UNEP, 2018; Moevus et al., 2013). Seulement, dans un monde industrialisé tel qu'aujourd'hui, l'abandon des savoir-faire a entraîné une perte des connaissances, des compétences et du lien social autour de ce matériau. Il est pourtant "redécouvert" comme un matériau nouveau. Mais ce retour est aussi accompagné d'une méconnaissance de ses capacités. Le grand public, les acteurs du milieu de la construction sont peu formés ou renseignés sur ce matériau. Aussi, la terre crue n'est pas un mot que l'on va retrouver dans le vocabulaire courant (au même titre que le béton ou le bois par exemple). Nous avons donc voulu comprendre où nous en sommes dans l'emploi et la considération de ce matériau, quels sont les obstacles à son développement dans le secteur de la construction et comment y remédier à travers un moyen de sensibilisation.

### → *Contexte : La terre crue en Belgique*

La Belgique demeure un pays ayant un passé avec l'emploi de la terre crue en tant que matériau de construction (Akermann et al., 2011; Bronchart, 2013; Pereira-Goncalves, 2017). Le torchis est la technique la plus employée depuis le Moyen-âge et s'étend sur l'ensemble de la Belgique à l'exception des régions frontalières avec la France. (Akermann et al., 2011; Bronchart, 2013; Pereira-Goncalves, 2017). De nos jours, ce matériau est principalement employé et demandé pour les plafonnages et enduits. La construction belge s'intéresse très peu à ce matériau et son déploiement reste très peu médiatisé et très peu visible dans l'espace public.

### → *Objectifs et question générale de recherche*

Nous identifions plusieurs questions de recherche qui peuvent se résumer sous la question suivante :  
“Quels sont les préjugés et les obstacles qui freinent l'utilisation de la terre crue en Belgique ?  
Comment l'outil de la Fresque intervient pour déconstruire ces préjugés et identifier ces obstacles ?”

### → *Le projet du mémoire*

Afin de savoir quels sont les préjugés et obstacles qui empêchent l'utilisation de la terre crue en Belgique, nous avons mis en place une stratégie de **Recherche par le Design**. Cela signifie que nous avons réalisé un Etat de l'Art, suivi d'entrevues qui nous ont permis de concevoir une Fresque de la Terre crue. Il s'agit d'un outil de sensibilisation souvent mobilisé dans le cadre des enjeux écologiques. Ce travail nous a permis à la fois de mettre au point un outil permettant de révéler les obstacles et défaire les préjugés des participants vis-à-vis de la terre crue.

Ce travail s'articule en 5 temps.

**Dans un premier temps**, nous avons réalisé un Etat de l'Art sur la terre crue en tant que matériau de construction. Nous avons voulu connaître le potentiel de ce matériau, ses enjeux, son histoire et ses propriétés physique et aspects techniques. Cet Etat de l'Art a été ensuite orienté sur des aspects plus sociaux et culturels afin de comprendre les obstacles et freins qui empêchent son développement dans le milieu de la construction. De plus, nous avons questionné la place de la terre crue dans la lutte contre le dérèglement climatique et l'impact actuel du domaine de la construction.

**Dans un deuxième temps**, nous avons mené 18 entrevues auprès de différents acteurs qui gravitent autour de la terre crue en Belgique. Nous souhaitons récolter leurs expériences, vérifier et compléter les données issues de l'Etat de l'Art en ce qui concerne les préjugés, obstacles, avantages ainsi que les solutions et leviers de la terre crue en Belgique. Ajouté à cela, a eu lieu une observation auprès de participants à un chantier terre crue dans le cadre d'une journée de sensibilisation publique. Cela nous a permis d'apporter une approche plus humaine, sociétale, objective et subjective sur ce matériau par rapport aux éléments recherchés.

**Dans un troisième temps**, nous avons commencé, en parallèle des entrevues et des observations, un Etat de l'Art sur les méthodes, moyens et outils de sensibilisation sur le changement climatique et sur la terre crue. Ils nous ont permis d'identifier les critères pertinents pour concevoir un outil. Nous avons approfondi cet Etat de l'Art en nous focalisant sur l'outil de La Fresque pour le Climat et les apports de l'interaction en groupe face à un support visuel et participatif.

**Dans un quatrième temps**, nous avons mené 3 entrevues auprès d'animateur et formateur de la Fresque du Climat et auprès d'un créateur de contenu de sensibilisation pour recueillir leurs expériences, leurs conseils et avis sur l'intérêt, les avantages et limites de leur moyens de sensibilisation. Puis nous avons conçu un prototype d'une Fresque sur la Terre crue. Pour cela nous avons pris en compte les éléments clés de la conception d'une fresque et les conseils issus des entrevues avec les experts de La Fresque du Climat.

**Dans un cinquième et dernier temps**, nous avons testé cet outil au sein d'un petit atelier. Nous avons observé s'il a permis de sensibiliser les participants, de déconstruire leurs préjugés et d'être source de propositions pour surmonter les obstacles identifiés. Finalement, nous avons analysé les résultats obtenus pour juger de la pertinence de l'outil.

Un schéma sur l'organisation de notre méthodologie est proposé ci-dessous (Figure 1). Ce schéma illustre les interactions et évolutions chronologiques de nos recherches structurées en 5 phases de recherche. Il permet finalement de comprendre le fil conducteur de notre démarche scientifique.

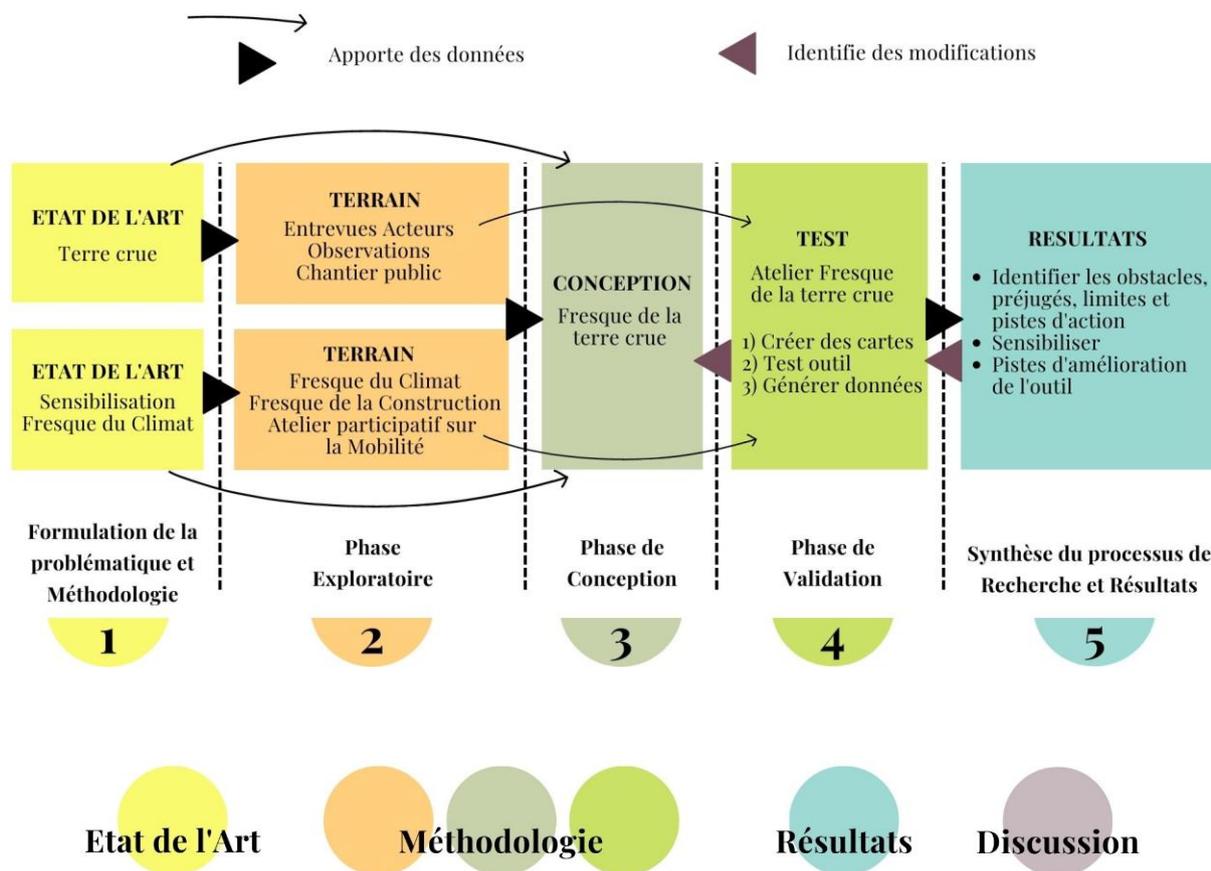


Figure 1 : Démarche du travail de recherche

Ce projet de recherche se découpe en 4 chapitres.

Le chapitre 1 présente l'Etat de l'Art. Il tente de brosser un portrait des dimensions à la fois techniques et sociales de la terre crue en s'appuyant sur une littérature internationale. Dans ce même chapitre nous présentons la situation en Belgique, la place de ce matériau par rapport au contexte de dérèglement climatique et les outils de sensibilisation dont celui de la Fresque. Le chapitre 2 explique la méthodologie employée pour aboutir à la conception d'un prototype de Fresque de la Terre crue et apporter des réponses aux questions de recherche. Un chapitre est consacré aux résultats. Finalement, dans le chapitre discussion, nous pourrions analyser et apporter un regard critique sur les résultats obtenus, proposer des pistes d'amélioration de l'outil et discuter des limites de l'ensemble du travail.

# 1. ETAT DE L'ART

L'Etat de l'Art permet de rassembler et parcourir l'ensemble des connaissances actuelles sur le sujet du travail de recherche. Il permet dans notre cas de définir et expliquer le contenu scientifique concernant le domaine de la terre crue, ses spécificités et l'intérêt qui lui est porté de nos jours. Il se concentre sur les obstacles et préjugés du matériau et ses opportunités. Il justifie les relations entre la terre crue et les dérèglements climatiques ainsi que ses impacts. Finalement, il explique l'intérêt de la sensibilisation à ces dérèglements climatiques et à la terre crue à travers l'emploi d'outils et moyens spécifiques. Et il constate la performance de ces outils et par rapport à ces deux sujets.

Nous répondrons aux questions suivantes :

- Qu'est-ce que la terre crue ? Quelle est sa place en Belgique ?
- Quelles sont ses préjugés et obstacles dans la littérature ?
- Quel est son impact et sa place dans les enjeux climatiques et environnementaux du domaine de la construction ?
- Quel est l'intérêt de sensibiliser sur les sujets écologiques et environnementaux ?
- Quels outils ou moyens sont les plus utilisés pour sensibiliser aux dérèglements climatiques et à la terre crue ?

## 1.1. METHODOLOGIE

Notre méthodologie pour récolter nos articles scientifiques consistait à proposer plusieurs « search string » à explorer sur Scopus et Google Scholar afin d'en ressortir les résultats de recherche les plus ciblés vers notre sujet. Pour chaque Etat de l'Art, nous avons établi un « search string » adapté à partir de mots clés spécifiques. Puis nous complétons l'Etat de l'Art par des articles trouvés par effet « boule de neige ». Il s'agit de recueillir les références de documents pertinents en se basant sur la bibliographie de ceux sélectionnés par Scopus, Google Scholar ou à travers ceux déjà en main du fait de recherches personnelles. Enfin, nous avons ajouté quelques documents provenant de la « Grey littérature », à savoir ceux issus de sites internet ou documents divers.

Source	Nombre d'articles	Articles choisis	Search String ou mots clés	Type de résultats
Scopus	97	14	TITLE-ABS-KEY ( *earth* AND ( rammed OR wattle OR daub OR compressed OR cob OR adobe OR blocks ) AND ( architecture OR construction ) AND ( knowledge ) AND NOT earthquake AND NOT space ) AND PUBYEAR > 2009 AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "cp" ) )	Connaissances fondamentales, Histoire et avancées technologiques, impact face au dérèglement climatique
	24	10	TITLE-ABS-KEY ( *earth* AND ( rammed OR wattle OR daub OR compressed OR cob OR adobe OR blocks ) AND ( architecture OR construction ) AND ( aware* ) AND NOT earthquake AND NOT space ) AND PUBYEAR > 2009 AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "cp" ) )	Préjugés, obstacles et sensibilisation, impact face au dérèglement climatique
Google Scholar	/	7	earth rammed, cob, adobe, block, architecture, knowledge, perception, awareness	Ouvrages sur les fondamentaux
En main	/	5	/	Obstacles en France, documents de vulgarisation scientifique
Boule de neige	/	15	/	Histoire en Belgique de la terre crue
Grey Litterature	/	9	/	Impact face au dérèglement climatique, visuels et exemples

Tableau 1: Type de sources et articles étudiés dans la première partie de l'Etat de l'Art

La recherche et l'analyse de l'Etat de l'Art ont été réalisées en 3 temps.

**Dans un premier temps**, nous avons procédé à un Etat de l'Art sur la terre crue. Le but était de comprendre les fondamentaux du matériau et de rassembler les données sur les préjugés, obstacles et avantages associés ainsi que sa place face au dérèglement climatique. Nous avons pour cela utilisé 2 « search string » sur Scopus qui nous permettaient d'obtenir pour l'un des données sur les connaissances de la terre crue et pour l'autre des résultats sur les préjugés et obstacles. Ces deux « search string » constituaient une base pour ensuite la sélection des documents par effet boule de neige. Nous avons identifié une centaine d'articles, réduits ensuite à 24 (après lecture des résumés respectifs). Nous avons 5 articles en mains issus de recherches personnelles et nous avons ajouté une quinzaine d'articles identifiés dans les sources bibliographiques d'autres articles.

**Dans un deuxième temps**, un Etat de l'Art a été réalisé sur les moyens de sensibilisation dans un contexte de dérèglement climatique pour identifier un outil qui serait pertinent de développer pour conscientiser sur la terre crue. Nous visions environ 25 articles. La recherche par Scopus, à travers 2 « search string », nous a permis de générer une liste de 152 articles dont 31 ont été sélectionnés après la lecture des résumés. La recherche était centrée sur la sensibilisation au dérèglement climatique, les outils développés pour sensibiliser différents publics à cette problématique et les articles présentant plusieurs exemples mis en place. La recherche via Google Scholar et la Grey littérature nous a été particulièrement utile pour trouver des articles en français sur la Fresque du Climat qui est encore très peu, voire pas du tout étudiée dans la littérature internationale. Pour ce qui est de son appellation, les mots sont variés et peuvent rendre la recherche éparpillée voire complexe. En effet sur Scopus nous utilisons le mot clé « serious game » qui ne nous a donné aucun résultat sur cet outil. En revanche, nous obtenions plusieurs résultats sur des outils souvent numériques et, pour la majorité, à destination d'un cadre pédagogique et scolaire. Concernant la recherche de l'état des connaissances sur l'outil Fresque, le but était d'observer le nombre d'articles sur le sujet et les analyses qui en sont faites, comprendre les avantages et inconvénients de cet outil. Il s'agit en plus de constater finalement de sa pertinence ou non pour sensibiliser un public. Pour finir nous avons, de façon plus importante, utilisé l'effet boule de neige pour compléter cette bibliographie.

Source	Nombre d'articles	Articles choisis	Search String	Type de résultats
Scopus	10	6	<i>TITLE (tool AND awareness AND ( climate OR ecology ) )</i>	Intérêt de la sensibilisation au dérèglement climatique, comment sensibiliser une population, exemples d'outils existants (en général et en Belgique)
	142	25	<i>TITLE-ABS-KEY ( ("serious game" OR visual* OR picture OR draw* ), AND (group OR interaction), AND "climate change", AND awar*)</i>	Outils faisant appel à l'interaction et à des supports visuels pour sensibiliser sur le dérèglement climatique
Google Scholar	/	5	/	La Fresque du Climat
En main	/	0	/	/
Boule de neige	/	12	/	Intérêt des outils de visualisation, définitions sensibilisation et persuasion
Grey Littérature	/	2	/	Exemples de moyens ou outils existants

Tableau 2 : Type de sources et articles étudiés dans la deuxième partie de l'Etat de l'Art

## 1.2. LA TERRE CRUE

« La terre est un matériau de construction dont la publicité n'est plus à faire. Et pourtant ! » Pierre Clément, juin 1979 (Doat et al., 1979, p. 4)

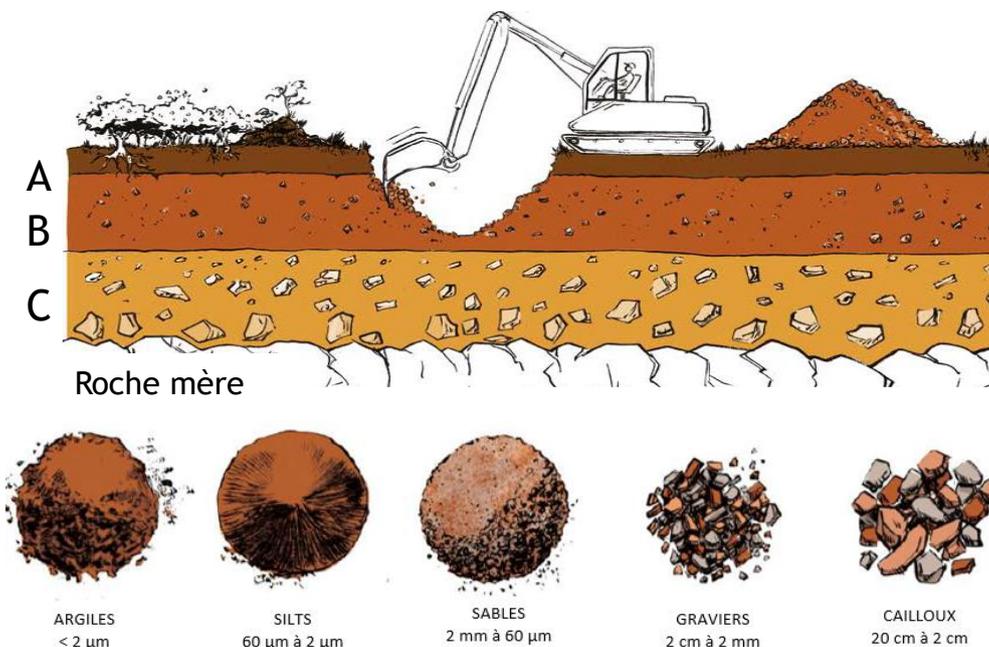


Figure 2 : Les composants solides de la terre crue (Fontaine et al., 2009, p. 102) et Les horizons du sol  
©Terra Award - Pauline Sémon - 2016

Le terme « terre crue » désigne la terre en tant que matériau de construction utilisée avec le moins de transformations. Il permet également de marquer la différence avec la terre cuite. La terre crue est un matériau géo-sourcé composé de constituants gazeux (air), liquide (eau) et solide.

Le matériau terre crue utilisé pour la construction se trouve sous la couche de terre végétale (qui elle reste inadaptée à la construction car propice au développement de végétaux). Il s'agit donc de prélever la terre au niveau d'une couche spécifique de celles qui composent le sol. Ces couches horizontales sont nommées « horizon ». Celle adéquate pour la construction est présente au niveau de l'horizon B comme l'illustre la figure 2 située à 20 ou 30 cm de la surface.

Nous distinguons la terre crue de la terre cuite dans la construction vis-à-vis du procédé de fabrication, de leurs propriétés physiques respectives et de leur impact environnemental. La terre cuite est un matériau céramique issu de la cuisson de l'argile pour la fabrication de briques, tuiles, carrelages, faïences, tuyaux ou poteries. Il s'agit du plus ancien matériau artificiel de construction dont la cuisson est « expérimentée en 2 500 avant J-C en Mésopotamie et dans la vallée de l'Indus » (Banessy et al., 2004). Pourtant Voland (2018) situe au 4<sup>ème</sup> millénaire avant J-C son « apparition en architecture, notamment au Moyen-Orient et en Mésopotamie, comme en témoigne la ziggourat d'Ur, édifiée vers 2100 av. JC ». Au Moyen-âge elle arrive en Europe et s'industrialise fortement jusqu'à la 2<sup>nd</sup> Guerre Mondiale au profit du béton (Voland, 2018). En 1970, elle est utilisée dans les logements individuels et est préférée à la terre crue par rapport à ses qualités de solidité, de résistance aux intempéries et grâce à son industrialisation efficace. En Belgique, elle a remplacé progressivement les pratiques constructives en terre crue pour devenir jusqu'à aujourd'hui un produit très utilisé et indémodable (Van der Linden et al., 2019).

### 1.2.1. EN BELGIQUE ET DANS LE MONDE

« La terre est l'un des trois matériaux premiers, au même titre que la pierre et le bois » (Fontaine et al., 2009, p. 52)

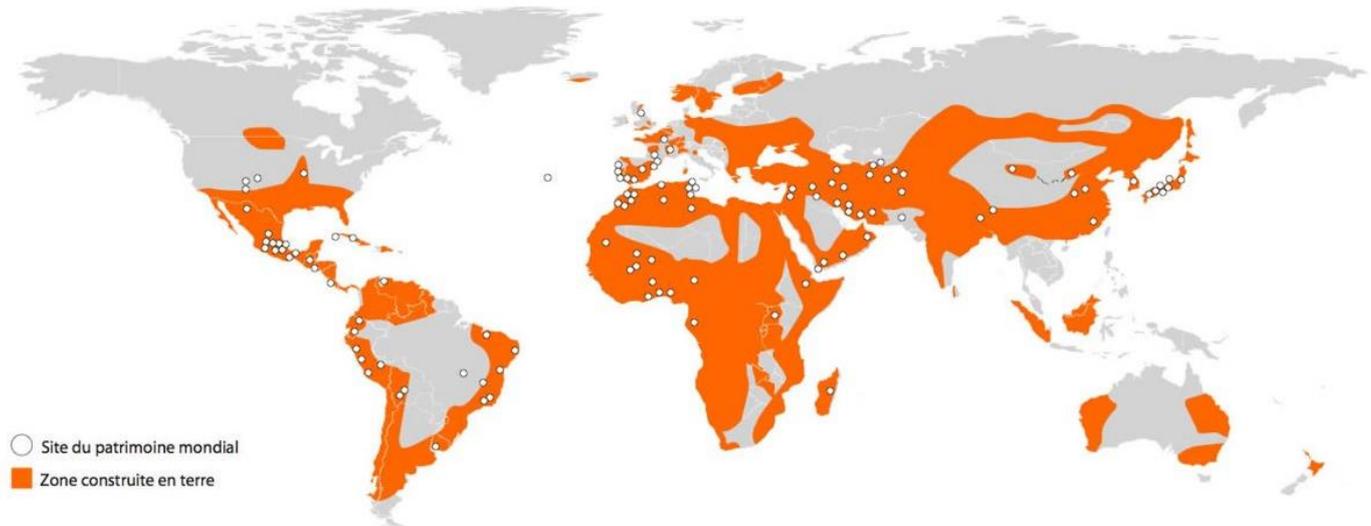


Figure 3 : Carte sur la répartition géographique de l'architecture de terre dans le monde. Les points sont des sites repris au patrimoine mondial de l'Unesco. ©CRAterre (source : <http://craterre.org/>)

Avec le bois et la pierre, la terre crue fait partie des premiers matériaux utilisés pour bâtir et pourtant son histoire est mal connue en tant que matériau de construction (Guillaud and Houben, 2006). Matériau phare de l'architecture vernaculaire, elle est utilisée depuis plus de 11 millénaires (dès Homo Sapiens dans la région de l'actuelle Syrie) (Anger, 2011) puisqu'elle figure depuis toujours comme ressource accessible, abondante et permet de « construire avec ce que l'on a sous les pieds » (Fontaine et al., 2009, p. 9). Pour autant, les scientifiques n'ont pas encore déterminé précisément l'enchaînement des événements concernant l'utilisation de la terre crue dans la construction. Les fouilles et découvertes s'enchaînent sans permettre à l'heure actuelle de déterminer son développement originel.

175 biens/sites classés par l'UNESCO font partie du patrimoine de l'architecture de terre. Le Programme du patrimoine mondial pour l'architecture de terre (WHEAP) vise à l'amélioration de l'état de conservation et de gestion des sites architecturaux en terre dans le monde. Parmi ces architectures protégées, une grande partie est située en Europe et témoigne d'un savoir-faire en déclin. D'autres en revanche, préfigurent dans les records de longévité et durabilité à travers les prouesses techniques mises en œuvre de l'époque (Figure 3).

De nos jours, nous recensons environ 1/3 de l'humanité vivant dans un habitat en terre crue (dont une proportion qui s'élève à plus de 50% pour les pays du Sud) (Guillaud and Houben, 2006). En France, par exemple, l'Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat estime le patrimoine bâti en terre crue à environ 15% du patrimoine architectural français. Les constructions en terre crues restent très présentes en Afrique, Moyen-Orient et Amérique latine mais également dans des constructions vernaculaires en Inde et en Chine (Figure 4). L'Europe a en revanche délaissé ce savoir-faire bien qu'il reste des constructions témoins à travers le Danemark, la Suède, l'Allemagne, les Pays de l'Est, l'Espagne, la France, la Grande-Bretagne et la Belgique (Doat et al., 1979).

	Architectures remarquables	Durée de vie	Spécificité
CITADELLE DE BAM (IRAN)	 Martin Gray © Sacred Sites	2500 ans	« Exemple le plus représentatif d'une ville médiévale fortifiée construite selon la technique vernaculaire utilisant des couches de terre (chineh), des briques de terre séchées au soleil (khesht) » <sup>1</sup>
GRANDE MOSQUEE DE DJENNE (MALI)	 Thierry Joffroy © CRA-terre	1907 (reconstruction)	Edifice en brique ronde en terre crue <sup>2</sup>
GRANDE MURAILLE DE CHINE	 © Bruno Doucin & Lionel Lalaité	4000 ans	A l'origine en terre (pisé) puis recouverte de pierre
PYRAMIDE DU SOLEIL DE TEOTIHUACAN (MEXIQUE)	 Martin Gray © Sacred sites	200 av. J-C	Construite en briques d'adobes et mesure 65m de hauteur (source : INAH)
VILLE DE SHIBAM (YEMEN)	 © George Steinmetz - Getty Images	16 <sup>ème</sup> siècle	En briques de terre crue et jusqu'à des hauteurs de 30 m (en moyenne 7 étages) <sup>3</sup>
TEMPLE D' HORYUJI (JAPON)	 © Jean-Pierre Dalbéra - Flickr	1300 ans	Une partie est construite en pisé non stabilisé (Fontaine et al., 2009, p. 31)

Figure 4 : Exemples d'architectures remarquables classés par l'UNESCO (<https://whc.unesco.org/>)

<sup>1</sup> <https://whc.unesco.org/fr/list/1208> consultée le 02/08/2022

<sup>2</sup> <https://whc.unesco.org/fr/list/116> consulté le 02/08/2022

<sup>3</sup> <https://whc.unesco.org/en/list/192/> consulté le 02/08/2022

## 1.2.1.1. Histoire et techniques

*Mais alors à quel moment nous avons cessé de construire et transmettre les savoirs de la construction en terre crue ?*

Après la 2nd Guerre Mondiale, la terre crue est oubliée au profit d'autres matériaux issus de processus d'industrialisation permettant la « construction bon marché et de garantir des standards d'habitation plus élevés » (Bronchart, 2013). La construction est confiée aux professionnels, les ouvriers se spécialisent dans ces techniques modernes et les lois et réglementations s'alignent pour structurer la filière.

Vers les années 70, une recherche d'alternatives aux ressources non-renouvelables fut au cœur des recherches de plusieurs pays. Dès 1970, l'Europe s'intéresse de nouveau à ce matériau vernaculaire qu'est la terre crue dont la France, l'Allemagne, l'Italie, puis l'Autriche et le Portugal pour la remettre en lumière et se la réapproprier. La crise de l'énergie de 1973 a lancé un nouveau départ pour la recherche d'alternatives à la consommation importante des ressources non renouvelables et énergies fossiles dans l'industrie dont celle du bâtiment (Bronchart, 2013). En 1970 et 1980 nous observons un regain de la Recherche en termes de bioclimatisme qui mettent à l'honneur les performances de la terre (Joffroy et al., 2020). La redécouverte du patrimoine en terre crue et des savoir-faire sont dus à la persévérance de personnalités et à la mise en avant de ce matériau à travers des événements clés (Figure 5).

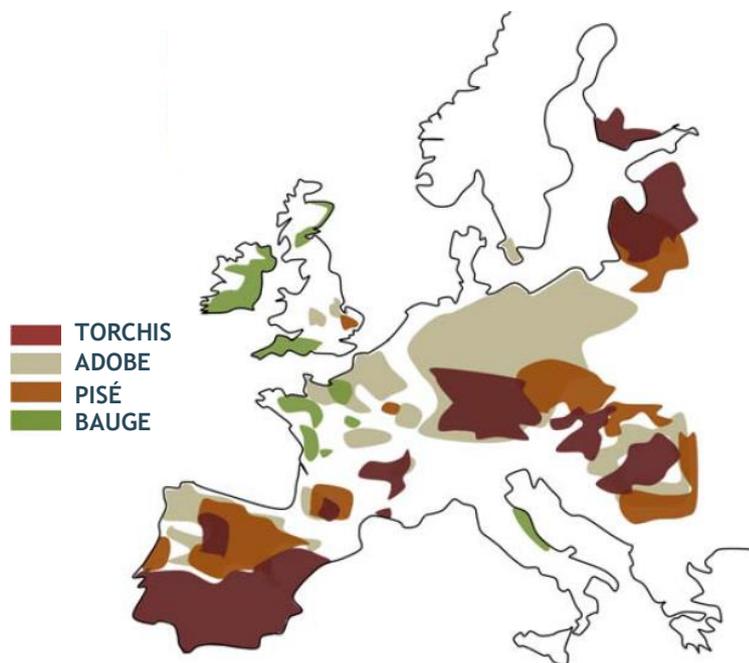


Figure 6 : Type des pratiques constructives en terre en Europe  
(Champire, 2017, p. 24 d'après Akermann et al., 2011)

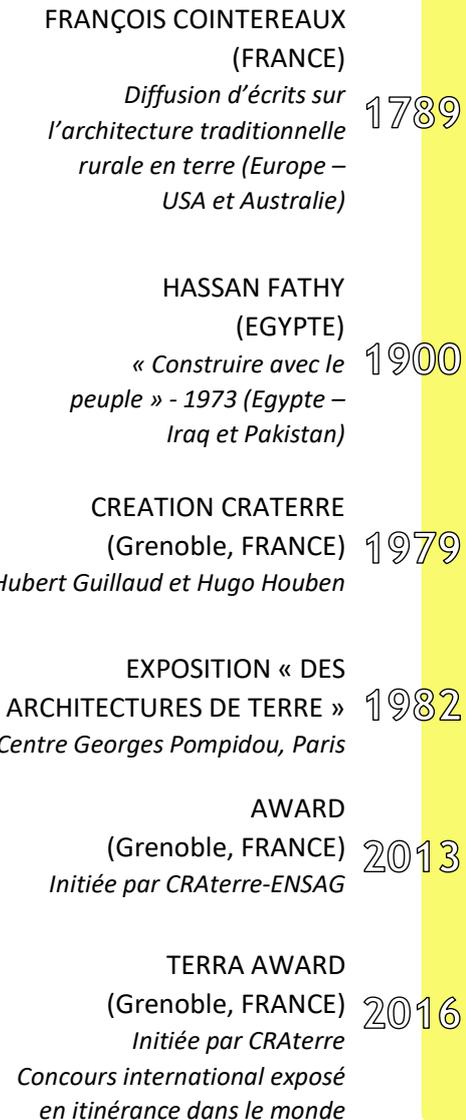


Figure 5 : Chronologie de plusieurs événements marquants sur la terre crue

## EN BELGIQUE

La terre crue est également d'origine belge et pas uniquement utilisée dans les pays chauds. « Il s'agit d'une technique vernaculaire qui est juste remise en lumière et réappropriée car le patrimoine actuel n'est pas assez protégé et mis en avant. » (Thomas, 2021). En effet, le patrimoine belge en terre crue a été longtemps plutôt ignoré, sous-estimé voir dénigré en Belgique par l'image véhiculée illustrant des techniques de construction du « passé ». En effet, la terre crue a disparue des pratiques constructives dès la fin du 19e siècle avec l'industrialisation des procédés de fabrication de la brique de terre cuite et l'essor du béton et du métal. La cessation de l'entretien et le fait qu'il n'y ait pas de mesures de protection patrimoniale forte envers cette architecture, ont notamment entraîné une perte des savoir-faire et l'oubli collectif de ce matériau, « de sa compréhension autant niveau technique que terminologique » (Pereira-Goncalves, 2017 d'après Robert, 1990, pp. 13–18). L'implantation de ces pratiques constructives en Belgique date de l'époque du Néolithique jusqu'au Moyen-âge par l'installation d'Omalien (groupes d'agriculteurs d'Asie Mineure) de 5400 avant J-C à 4800 avant J-C sur des terres fertiles de l'actuelle Hesbaye (Pereira-Goncalves, 2017 d'après DAGNELIE, 2016).

## PRATIQUES CONSTRUCTIVES EN TERRE CRUE EN BELGIQUE

La terre crue est avant tout un matériau complexe qui met au défi les scientifiques et bouleverse les habitudes de travail. Sous sa forme simple et familière, se cache des interrogations dans de multiples domaines scientifiques et sociologique pour comprendre toutes ses facettes. Parmi ces spécificités, l'aspect technique de la terre crue demeure l'un des sujets de prédilection des chercheurs.

Ce matériau doit être correctement identifié en procédant à des tests pour comprendre avec quel type de terre nous travaillons. Bien que pour se fournir en terre, il soit possible d'employer la terre du site de construction, d'employer une autre terre importée ou de modifier la composition de la terre locale pour l'adapter aux exigences du projet, l'intérêt de ce matériau est avant tout d'adapter la technique de construction au matériau disponible localement et non l'inverse (Röhlen et al., 2013, p. 21). Toutes les terres ne sont pas compatibles avec toutes les techniques constructives car la composition d'une terre varie fortement et ses performances dépendent des conditions locales (Schweiker et al., 2021). Sa composition dépend de la granulométrie, de la texture, du type d'argile, de la teneur en eau et de la présence de fibres.

Il existe 12 méthodes différentes d'utilisation de la terre crue au monde dont au moins 100 variantes (Guillaud and Houben, 2006). Elles sont rassemblées autour d'une roue des techniques (Figure 8) qui permet de situer plus précisément les modes d'utilisation de la terre selon les 5 techniques principales. Un tableau récapitulatif des 6 techniques principales est disponible en Annexes.

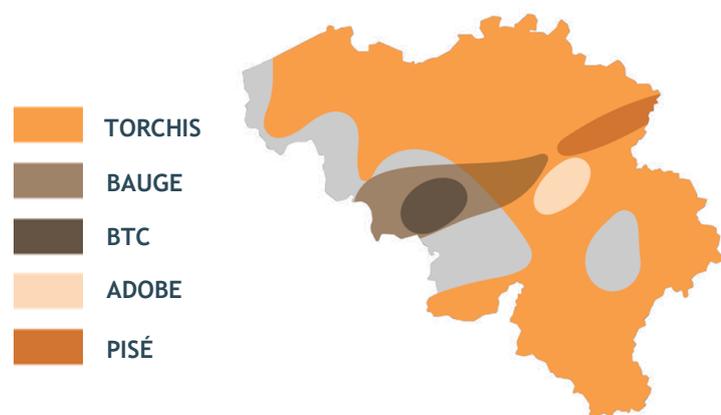


Figure 7 : Carte des pratiques constructives en terre crue en Belgique

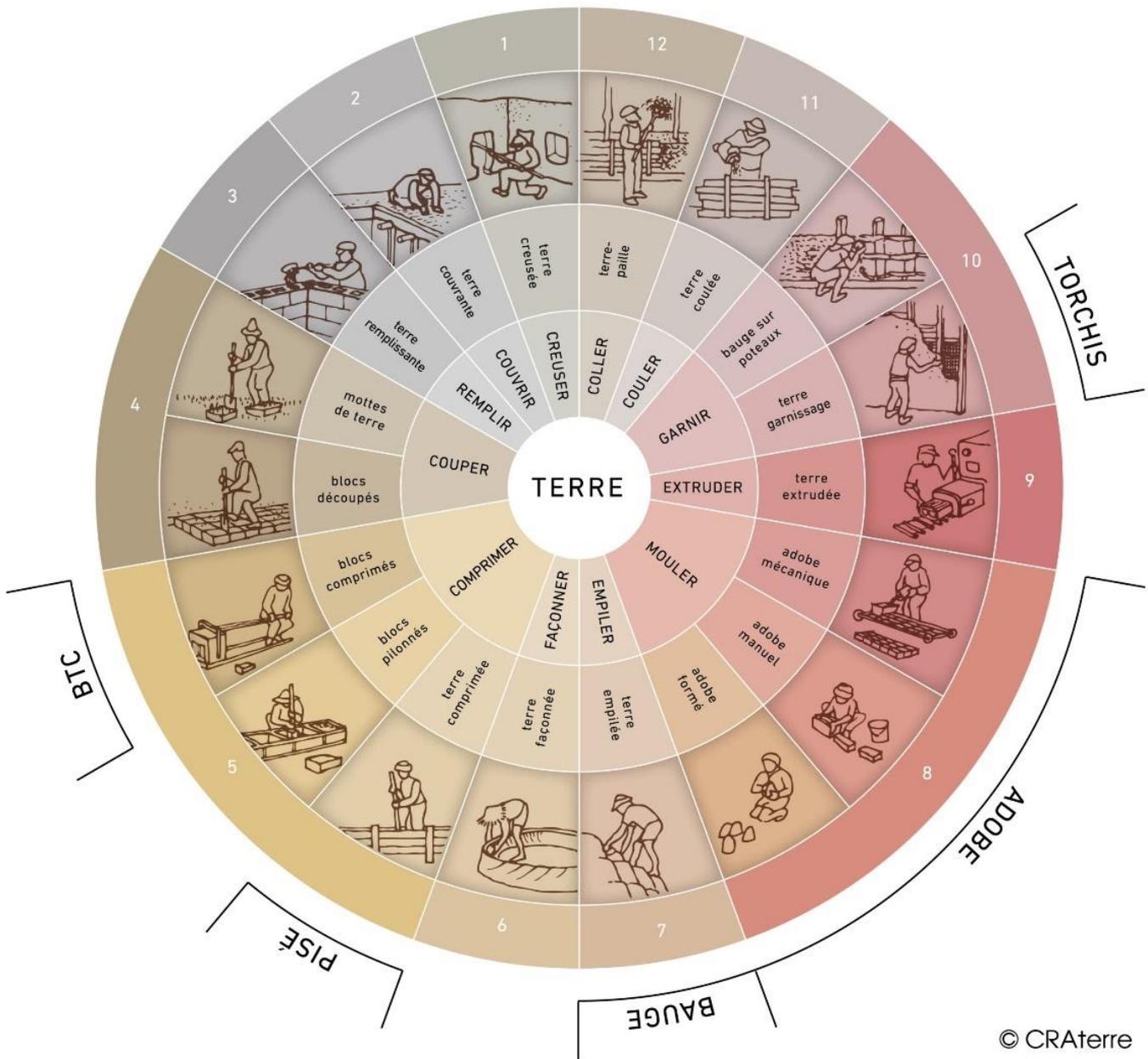


Figure 8 : La roue des techniques par CRAterre

Le territoire de la Belgique présente un sol fin (argile, limon et sable) ce qui le rend plus adapté à certaines techniques comme le torchis, la bauge et la brique de terre crue.

**LE TORCHIS** est une technique plus légère qui utilise également le bois et de la terre argileuse. Elle est caractéristique notamment des bâtiments avec des pans de bois. Le torchis est présent depuis le Moyen-âge jusqu'au 19e siècle dans la construction de grange, d'habitation et d'étables. Du fait des ressources forestières et des sous-sols argileux importants en Belgique (exploités ensuite par l'industrie de la brique), cette technique est la plus utilisée et connue. Au 14ème siècle, il est évoqué dans les archives comme un matériau utilisé en ville comme à la campagne car il s'avère être une technique économique et efficace mais qui ne s'applique pas en auto-construction car elle nécessite l'expertise d'un charpentier et d'un plaqueur. Dans les villes de la vallée de la Meuse, les habitations à colombages remplies de torchis ont été révélées lorsque les enduits sont tombés. Pourtant, dans les années 90, cette technique a cessé d'être employée. De ce fait, les constructions n'ont plus été entretenues et le remplissage en brique de terre cuite a remplacé le clayonnage de terre. Aujourd'hui, le torchis reste plutôt un symbole d'une pratique ancestrale dans les esprits ([Terra Europae, 2011](#)).

**LA BAUGE** (murs massifs) : elle est découverte en 1970 dans certaines régions et employée dans la construction de grange, d'habitation, d'étables et de fours à pain (Bronchart, 2013). Cette technique avait déjà été oubliée auparavant depuis des décennies (Pereira-Goncalves, 2017 d'après BAVAY, Gérard "Patrimoine architectural en Belgique") et les seuls témoins ont été peu entretenus voir délaissés. La plupart sont dans un état proche de la ruine mais dont certains marquent tout de même la durabilité de cette technique en Belgique (Pereira-Goncalves, 2017). Cette technique comportait l'ajout de lisier de vache à l'argile voir de chaux (Akermann et al., 2011).

**LA BRIQUE DE TERRE CRUE** : elle n'est pas référencée dans les archives mais employée sous la forme de brique de terre non cuite. Elle se retrouve au niveau des murs intérieurs, en façade (entre les maisons mitoyennes), comme voussettes (plafond) ou pour les cheminées. Elle existait aussi sous une « forme se rapprochant de l'adobe (section carrée) mais son dernier témoin a été détruit aujourd'hui faute de protection institutionnelle » (Pereira-Goncalves, 2017).

En Belgique, la terre crue était aussi employée au niveau des sols intérieurs, des entrevous (plafonds), comme mortier, enduit, pour faire la jonction entre un plancher et un carrelage ou pour réaliser des fours et des cheminées. « Des fouilles au niveau de vestiges d'habitats ont permis de mettre en évidence une technique de paille structurelle noyée dans un placage d'argile datant de l'époque médiévale » (Pereira-Goncalves, 2017 d'après BAVAY, Gérard "Patrimoine architectural en Belgique"). Le pisé ne fait pas partie du patrimoine ni de la culture belge. Il est rare d'en trouver des traces (Lemaire, 1984) car le territoire ne bénéficie pas de sol caillouteux. Quelques héritages ont été remarqués dans le Limburg, à Tirlemont (Lemaire, 1984), dans le Hainaut (De Francesco, 2015) ainsi que des expérimentations de 1920 en Flandres Occidentales. Il est exporté « en Europe avec l'expansion de l'Islam dès le VIIe siècle : en Espagne dans un premier temps, puis en France (François Cointereaux publiera plusieurs ouvrages) » (Fontaine et al., 2009, p. 33) et en Belgique.



Figure 9 : (En haut à gauche) Bokrijk open air museum, Belgium. © Mariana Correia, Jacob Merten / (En haut à droite) Remise, Wasseignes, Acosse. Adobes. © Gérard Bavay / (En bas à gauche) Grange, Saint-Sauveur, XIXème siècle ou antérieur. Torchis. © Anaïs Pereira-Goncalves / (En bas à droite) Grange, Braine-le-Comte, fin XVIIIème siècle. Bauge. © Anaïs Pereira-Goncalves

## PROTECTION ET MEMOIRE DU PATRIMOINE EN TERRE CRUE

Ce patrimoine de terre crue en Belgique, n'est visible aujourd'hui qu'à travers 2 types de bâtiments : le patrimoine classé et les bâtiments agricoles ou maisons paysannes. Le grand public n'est pas conscient du potentiel de cette architecture en terre et de son importance.

Pour autant, les œuvres d'art sont également un outil de mémoire très efficace et sont parfois plus parlantes et justes pour témoigner des savoir-faire et techniques constructives employées que les souvenirs. Elles nous montrent les typologies et les pathologies de ces bâtiments d'époque. Le travail d'Anaïs Pereira a permis notamment de reconsidérer ces témoignages du passé et de les identifier. Ils permettent de retracer l'histoire des régions belges. Ont été identifiés par son travail (Pereira-Goncalves, 2017) les tableaux de Pieter Brueghel (1525/30-1569)



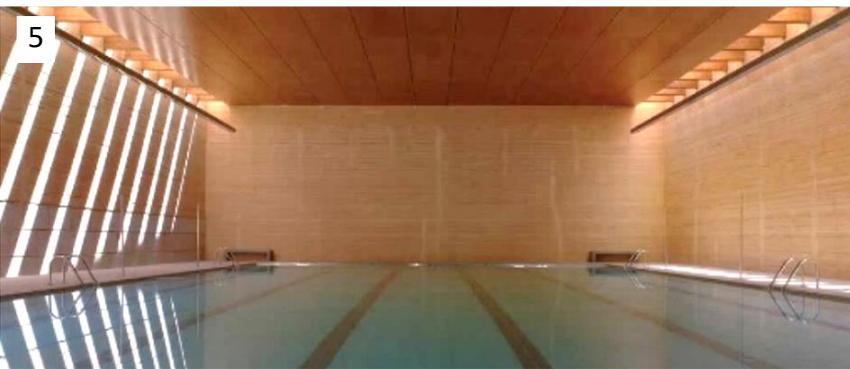
Figure 10 : Pieter Brueghel l'Ancien, Les proverbes flamands, 1559 où les maisons sont en torchis

(Figure 10) et de Henri Van Assche (1774-1841). D'autres archives identifiées comme plus officielles, telles que des cartes géographiques de 1716, permettent d'identifier « des constructions en torchis [...] où le torchis est représenté par les pans de bois » (Pereira-Goncalves, 2017).

Il existe un panel de constructions témoins des savoir-faire belges en terre crue, dont à Bruxelles notamment, qui sont pourtant difficiles à trouver car enduits de ciment ou de chaux ou mixés avec d'autres matériaux de construction, comme la brique de terre cuite. Pour protéger ce patrimoine vernaculaire menacé, des musées en plein air (initiés par la Scandinavie fin 19e siècle) ont été créés dans lesquels sont transférés ces bâtiments à préserver. Transférer signifie démonter puis remonter dans le parc du musée si le bâtiment été voué à être détruit. En Belgique, une 100aine de structures historiques illustrant les savoir-faire de plus de 500 ans en Flandres dont le torchis majoritairement sont exposés au Bokrijk (Genk) (Akermann et al., 2011). En Wallonie, il s'agit du Fourneau Saint-Michel. Ces initiatives ont permis de préserver quelques techniques régionales dont celle du polytric et la torchette de paille qui permettent de protéger les façades des intempéries et d'apporter de l'isolation thermique (Pereira-Goncalves, 2017).

## REGARD SUR LES PRATIQUES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE

La construction en terre crue a fait ses preuves dans le passé et bénéficie d'un regain d'intérêt grandissant de la part des professionnels du bâtiment aujourd'hui. Cet élan encourage l'implication des acteurs pour faire évoluer la filière terre crue et la démocratiser. La Belgique, bien que de façon plus timide, voit émerger des exemples de bâti en terre crue qui se multiplient portés par des acteurs convaincus. Elle diversifie ces techniques de construction et tente de s'ouvrir à un marché qui ne se réduit pas qu'aux enduits. La demande en éco-matériaux en Belgique, sur les 20 dernières années, a été multipliée par 10 (2% à 20%) (Rosar, 2020). Parmi les exemples représentatifs des bâtiments contemporains en Belgique, en voici un aperçu page suivante.



7



8



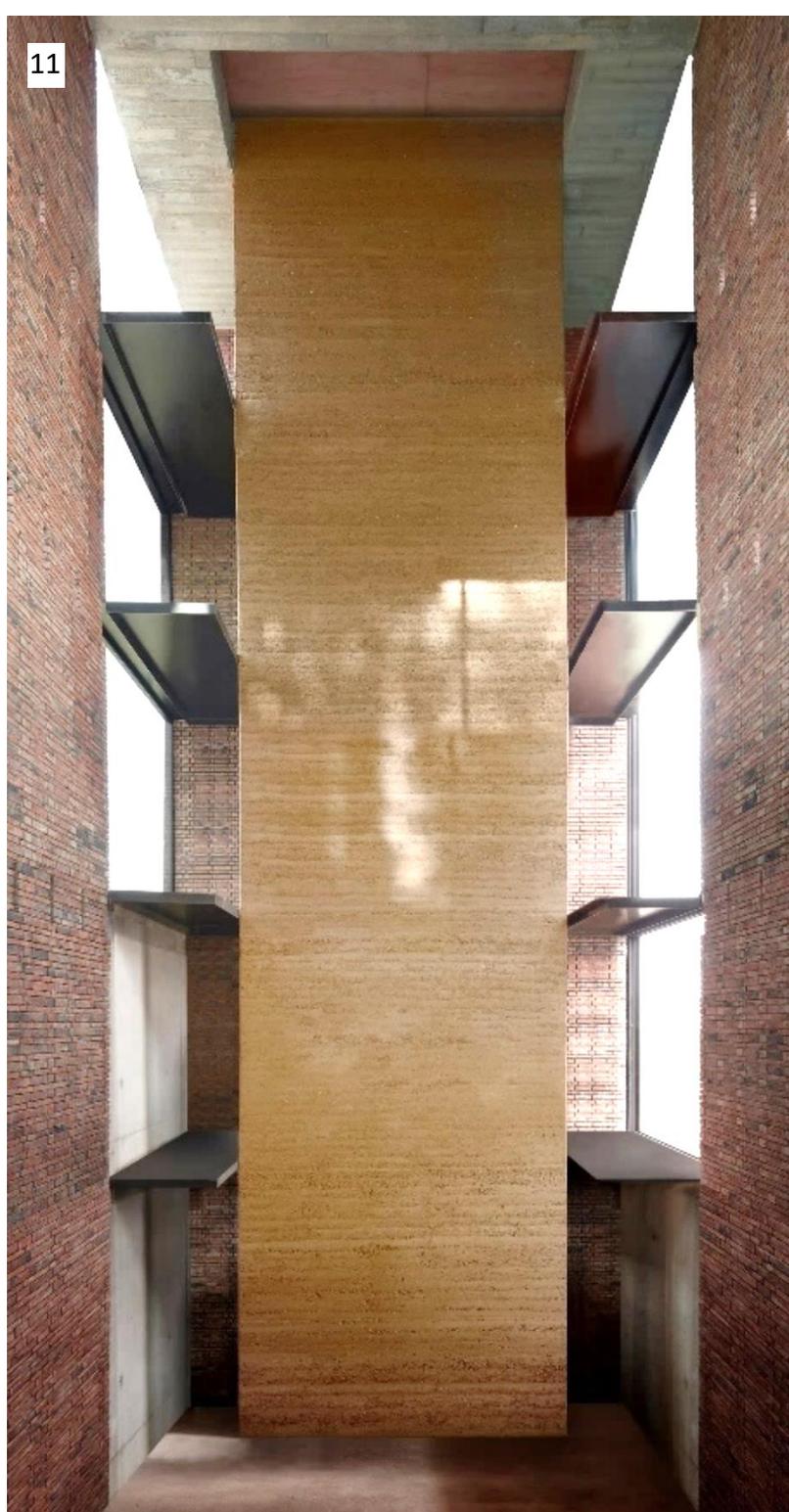
9



10



11



11



13



14



1. **L'ORANGERIE DE LYON CONFLUENCE**, LYON, 2021, ARCHITECTE : FABRICE FOUILLET & CLÉMENT VERGÉLY ARCHITECTES, (PISÉ PORTEUR PRÉFABRIQUÉ ET OSSATURE BOIS INTÉRIEURE (9 M))
2. **CHAPELLE DE LA RÉCONCILIATION**, BERLIN, 1990 – 2000, ARCHITECTE : PETER SASSENROTH AND RUDOLF REITERMANN (MUR OVAL DE 7M DE HAUT EN PISÉ)  
©PICHLER INGENIEURE.COM
3. **MAISON J.**, DARMSTADT, ALLEMAGNE, 2012, ARCHITECTES : SCHAUER + VOLHARD ARCHITEKTEN (TERRE ALLÉGÉE ET BTC EXTRUDES)
4. **MAISON DE VACANCES PLAZZA PINTGIA**, ALMENS, SUISSE, 2013, ARCHITECTE : GUJAN + PALLY ARCHITEKTEN (PISÉ NON STABILISÉ PORTEUR)
5. **PISCINE MUNICIPALE**, TORO, ESPAGNE, 2010, ARCHITECTE : VIER ARQUITECTOS (PISÉ PORTEUR STABILISÉ : 4% CIMENT, 2% CHAUX) © HÉCTOR SANTOS-DÍEZ
6. **LA KUMANCHIKUA HOUSE**, TARECUATO, MEXIQUE, 2017 ARCHITECTE : MORO-TALLER-ARQUITECTURA (FONDATIONS EN PIERRES, MURS EN BTC, BOIS ET COUVERTURE EN TUILES RECYCLÉES) ©CÉSAR BÉJAR
7. **TOUR D'OBSERVATION DE NEGENOORD**, DILSEN-STOKEM, LIMBOURG, 2016, ARCHITECTES : DE GOUDEN LINIAAL © FILIP DUJARDIN (PISE, BETON SOUBASSEMENT) 12 M DE HAUTEUR, NOYAU EN BETON + MUR EXTERIEUR EN PISE 80 CM + STABILISATION CIMENT 8%)
8. **HABITAT SOLIDAIRE**, MONTEGNET (HAVELANGE), ARCHITECTE : ERIC FURNÉMONT ©AAIO (3 MURS DE BRIQUES DE TERRE CRUE CREUSÉS DE RANGEMENTS ET PARCOURUS D'ESCALIERS)
9. **L'ARCHENTERRE : MAGASIN, ATELIER ET HABITATION**, WALHAIN, ARCHITECTE : A L'ABRI DE L'ARBRE (BÉTON DE TERRE 10-12 CM MURS INTÉRIEURS / 25 CM TERRE PAILLE MURS EXTÉRIEURS + 6CM ROSEAUX + CHAUX), SOL (TERRE PAILLE – TERRE BATTUE – HÉRISONS), ENDUITS INTÉRIEURS (FREIN VAPEUR), TERRE DU SITE)
10. **SOURCE O RAMA IN CHAUFONTAINE**, ARCHITECTE : DRUWID ET ARCHIPEL RÉNOVATION ©MICHAËL THONNES (PISE)
11. **COLOSSE DE BRIQUE AUX PIEDS D'ARGILE**, TIRLEMONT, BRABANT FLAMAND, 2017, ARCHITECTE : AST77 2017 (PISÉ DU SITE AJUSTÉ NON STABILISÉ DE 15 M DE HAUTEUR) © STEVEN MASSART
12. **BOULANGERIE DU DOMAINE PROVINCIAL DE BOKRIJK**, COURTRAI, 2016, ARCHITECTE : BC ARCHITECTS & STUDIES (COMPTOIR DE 12M EN PISE ET ENDUITS DE TERRE CRUE) © BC ARCHITECTS & STUDIES ; THOMAS NOCETO
13. **MAISON DE CHASSE**, ALOST, 2012, ARCHITECTES : BC ARCHITECTS (30 M3 DE PISE AVEC TERRE DU SITE) © THOMAS NOCETO
14. **LA MAISON RÉGIONALE D'EDEGEM**, EDEGEM, ANVERS, 2015, ARCHITECTE : BC ARCHITECTS & STUDIES © THOMAS NOCETO (BTC)

## 1.2.1.2. Réseaux

### REDECOUVERTE DE LA TERRE CRUE ET INITIATIVES

Dès 1990, en Belgique, des projets émergent, participant à l'envie d'expérimentation qui animent les professionnels du bâtiment engagés. Un réseau d'acteurs de la construction en terre au sein de l'association Terra Morpho a permis d'introduire la technique de la construction en terre-paille (technique modernisée du torchis) (Akermann et al., 2011, p. 93). Cette technique a aujourd'hui évolué avec la construction en ballot de paille. L'attrait des enduits terre ne cesse d'augmenter et reste la principale technique utilisée en Belgique avec ce matériau en intérieur. La volonté de développer l'utilisation de la terre crue dans la construction est bien présente mais reste compliquée. Nous approfondirons sur ce point dans la suite de notre littérature et dans les entrevues. Par exemple, parmi les acteurs qui ont permis de faire redécouvrir la construction en terre crue, CRAterre (Centre de recherche et d'application en terre), en France, se distingue comme pionnier. Il s'agit plus spécifiquement d'une association co-fondée par Hugo HOUBEN qui est un belge expatrié à Grenoble, en 1979 (Thomas, 2021).

### UN RESEAU QUI CHERCHE A S'ORGANISER EN FILIERE

Il existe plusieurs acteurs en Belgique qui ont été notamment identifiés à travers plusieurs travaux de mémoire d'étudiants (Depret, 2015; Lamarche, 2019; Pereira-Goncalves, 2017; Rosar, 2020). Ces rapports sont complémentaires au niveau de l'identification des acteurs et ensemble ils offrent une vue d'ensemble du niveau de développement de la filière terre crue en Belgique et des compétences actuelles disponibles. Dans le rapport de Rosar (2020) et de Lamarche (2019) des cartographies par acteur sont proposées ce qui permet de visualiser leur répartition géographique en Belgique. Dans celui de Pereira-Goncalves (2017), une proposition de catégorisation des acteurs est proposée pour cerner l'ensemble des parties pouvant contribuer à l'emploi de la terre crue dans le pays. Les rapports de Depret (2015) et de Lamarche (2019) permettent de compléter la liste des acteurs. Un tableau récapitulatif de ces données est disponible en Annexes afin de proposer cette vue d'ensemble actualisée avec les acteurs identifiés pendant ce travail de recherche.

Ces travaux convergent tous pour constater que la filière terre crue en Belgique en est à ses prémices. Il y a une véritable volonté de tendre vers un réseau officiel, visible et fort mais les démarches et actions ne sont pas encore enclenchées. Pour le moment la filière n'existe pas, seul persiste la volonté et l'espoir de la voir émerger.

## 1.2.2. LES PREJUGES, OBSTACLES ET AVANTAGES

*« L'hégémonie du monde industrialisé a été responsable pendant des décennies du complexe d'infériorité des cultures de la construction en terre crue. Aujourd'hui, ce matériau de construction le plus répandu sur la planète est étiqueté comme « alternatif » ou pire « primitif ». » (RAEL, 2009, p. 15)*

La littérature nous permet d'identifier plusieurs préjugés et obstacles du matériau terre crue. Nous considérons comme **PREJUGE** les biais cognitifs et opinions qui nous font voir la réalité sous un certain angle. Ils sont issus d'une ignorance face à un sujet précis ou de pratiques insuffisantes qui ne permettent pas de faire évoluer la pensée collective de façon constructive. Nous appelons **OBSTACLE** ce qui fait défaut ou complique l'état actuel des choses et « qui peut être surmonté après un effort concerté, une gestion créative, un changement de mentalité » (Moser and Ekstrom, 2010) ou une prise de conscience. Il s'agit également de ce qui ralentit, bloque voire empêche le cheminement ou aboutissement d'une idée ou d'un projet. Nous avons souhaité les distinguer dans notre Etat de l'Art afin de mettre l'accent sur ce qui traduit de l'émotionnel et de la spontanéité de ce qui traduit du factuel et de l'expérience.

Nous allons dans cette partie présenter dans l'ordre suivant les préjugés, obstacles, avantages et les pistes d'actions recensés dans la littérature internationale et belge.

### 1.2.2.1. Préjugés

La terre crue bénéficie d'une vision dégradée dans nos sociétés qui se traduit par de nombreuses idées reçues sur ses propriétés, ses performances et son potentiel. Nous avons cherché à connaître ceux mentionnés dans la littérature. Nous en relevons 8 récurrents qui ont été constatés à travers la littérature internationale et belge dont (Antoine and Carnevale, 2016; Ben-Alon et al., 2020; Depret, 2015; Guillaud and Houben, 2006; Hamard et al., 2016, p. 11; Lamarche, 2019; Rosar, 2020).

1. **Un matériau qui est d'ailleurs.** Souvent considérée comme une culture constructive provenant de l'étranger ou des pays du Sud par les mots « cases africaines », « Afrique », « chaleur » ou « Maroc ».
2. **Un matériau qui est associé à la pauvreté.** Souvent qualifiée de matériau du « pauvre » et
3. **Un matériau qui n'est pas résistant.** Les mots les plus récurrent étant « fragile », « pas solide », « résistent peu ou pas aux intempéries ».
4. **Un matériau qui n'est pas durable.** Les expressions employées désignent la terre crue comme « périssable », « éphémère » et « non pérenne ».
5. **Un matériau qui n'est pas intéressant et mis sur un pied d'infériorité** par rapport aux autres matériaux de construction qui est notamment qualifié de « médiocre » ou « matériau de construction choisi par défaut ».
6. **Un matériau qui fait référence à des savoir-faire anciens de milieu rural qui ne sont pas en phase avec les ambitions technologiques de notre époque et futures.** Ce préjugé se traduit à travers les expressions « jugé antique » et « non compatible avec l'idéologie du progrès ».
7. **Un matériau qui ne répond pas aux critères de modernité et d'hygiène** traduit par le qualificatif « sale ».
8. **Un matériau qui est employé par des marginaux** à travers l'expression « pour les hippies ».

La terre crue, en tant que matériau employée dans la construction est soumise à des biais cognitifs ancrés dans les imaginaires collectifs qui ne sont pas ou peu remis en cause. Les aspects liés à la

performance structurelle et des surfaces du matériau face à l'eau et dans le temps sont questionnés. Sa capacité à s'intégrer dans un monde moderne, technologique et faire face à d'autres matériaux industrialisés est mise en doute.

Nous pouvons associer ces biais cognitifs à plusieurs causes dont celle de l'éducation et de l'influence des jouets ou jeux avec lesquels les plus jeunes se divertissent ou se passionnent qui peuvent entraver notre façon de voir les choses plus tard ou nous forger des préjugés très tôt. Nous pointerons notamment du doigt la célèbre histoire des 3 petits cochons qui participe à conditionner notre façon de concevoir les bâtiments. La brique de terre cuite est mise sur un piédestal tandis que la paille est décrite comme fragile et caricaturée comme un matériau inadapté à la construction, suivi du bois.

### 1.2.2.2. Obstacles

Nous avons capitalisé les obstacles identifiés dans la littérature internationale ((Pacheco-Torgal and Jalali, 2012, p. 515 d'après Zami M, 2010), (Ben-Alon et al., 2020), (Sophie et al., 2015), (Niroumand et al., 2013), (Morel et al., 2021), (Morel and Charef, 2019), (Morel and Charef, 2019), (Gallipoli et al., 2017) ), (Zami, 2021)) et celle en Belgique ((Depret, 2015), (Pereira-Goncalves, 2017), (Lamarche, 2019), (Van der Linden et al., 2019 d'après Egenti C, Khatib J. 2016) et (Rosar, 2020)) en Annexes. Le rapport de Rosar propose une identification des obstacles en Belgique selon les acteurs de la terre crue résumé dans le Tableau 4.

Nous distinguons des similitudes dans la littérature car globalement nous retrouvons les mêmes thématiques (clairement énoncées ou non dans les articles) pour classer les obstacles. Nous observons des approches à des échelles différentes de considération de la terre crue. Par exemple si l'étude a été menée uniquement en Belgique, ailleurs dans le monde ou si elle reste générale géographiquement. Comme le synthétise Ben-Alon ces obstacles sont en lien les uns les autres et peuvent être représentés schématiquement par la Figure 12 en considérant les catégories proposées par l'auteur. Il apporte par son observation, que les obstacles et donc les solutions de l'emploi de la terre crue sont interconnectées. Il y a un besoin d'aborder ces questions dans un ensemble cohérent pour ne pas générer de nouveaux biais ou de mauvaises compréhensions sur la terre crue.

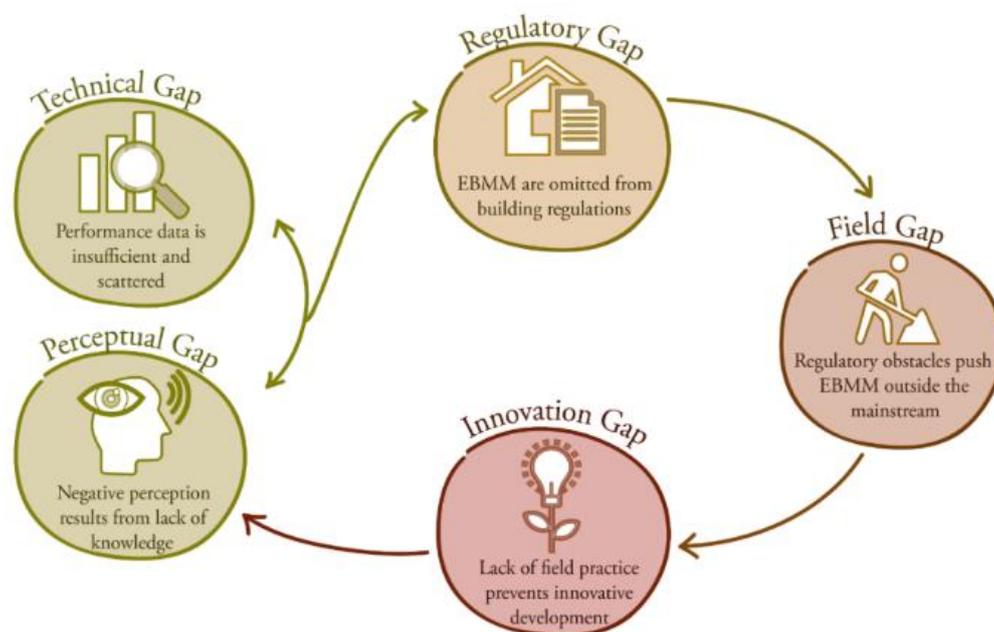


Figure 12 : Cycle des principales lacunes dans l'emploi de la terre crue (Ben-Alon et al., 2020)

DANS LE MONDE			EN BELGIQUE	
(Ben-Alon et al., 2020)	(Morel et al., 2021)	(Morel and Charef, 2019)	(Lamarche, 2019)	(Van der Linden et al., 2019)
Écart de perception Lacunes techniques Lacunes réglementaires Lacunes sur le terrain Lacunes en matière d'innovation	Sociologique Economique Technique Politique Environnemental Organisationnel	Compréhension du client Economie Mécanisme de pilotage Processus Connaissances fondamentales	Plan culturel Plan socio-économique Plan technique-confort Plan politique Plan écologique Plan géographique	Coût financier Aspects techniques Impact environnemental

Tableau 3 : Catégories identifiées dans la littérature

Différentes catégories sont identifiées dans la littérature pour regrouper ces obstacles. Nous les avons capitalisés dans un tableau (Tableau 3) pour observer les similitudes ou différences entre la littérature traitant des obstacles de façon générale dans le monde et celle concentrée sur la Belgique. Nous constatons que parmi ces catégories, plusieurs sont identiques ou se rejoignent. Ainsi en tenant compte de chaque aspect nous pouvons synthétiser la catégorisation suivante :

**PERCEPTION** | **TECHNIQUE** | **ENVIRONNEMENT** | **ECONOMIE** | **REGLEMENTATION**.

La catégorie **PERCEPTION** fait référence aux obstacles qui impactent l'image du matériau, sa crédibilité, la méconnaissance de son existence en tant que matériau de construction contemporain. Le manque d'information et de sensibilisation autour de son potentiel traduit le fait que ce matériau soit absent du vocabulaire courant et de nos standards et habitudes de construction. Il s'agit de faire aussi le lien avec les aspects culturels, d'éducation et de formation en milieu professionnel et scolaire. Dans la littérature belge, l'accent a également été mis sur ces aspects et l'absence d'intérêt à faire enseigner et faire découvrir sérieusement ce matériau aux étudiants afin qu'ils le considèrent à part entière comme une possibilité et une option. Le faible patrimoine belge en terre crue, et les exemples peu nombreux ne participent pas à promouvoir ce matériau ainsi que la vision économique basée sur « la logique de vendre un matériau accessible à tous » (Depret, 2015) et gratuit. Sont inclus dans cette catégorie les préjugés considérés alors comme des obstacles liés à l'émotionnel, l'éducation et le culturel.

La catégorie **TECHNIQUE** regroupe les obstacles liés aux performances, propriétés, techniques et mises en œuvre de la terre crue. L'isolation et l'épaisseur du mur, le climat, la dépendance aux saisons, l'entretien et les compétences requises sont des éléments qui reviennent régulièrement comme obstacles. La durabilité face aux intempéries, à l'eau et aux conditions de précipitations d'un endroit à l'autre, la qualité et les contraintes liées à son extraction ainsi que celles structurelles et celles liées à la stabilisation chimique sont aussi considérées. En effet, il est à souligner que dans la construction en terre crue il existe un moyen de renforcer ou améliorer les qualités du matériau à travers un procédé de stabilisation naturel ou chimique. Elle est pratiquée depuis longtemps mais développée scientifiquement dès 1920 en agissant sur sa texture et sa structure pour modifier la porosité, la perméabilité et/ou la résistance mécanique. Aucune stabilisation miracle ne fait face à tous les problèmes (Guillaud and Houben, 2006, p. 402). Son action principale est de réduire la sensibilité à l'eau et augmenter la résistance en compression du matériau. Elle est à pratiquer avec modération et en dernier recours pour ne pas rendre ce procédé systématique. Pourtant Zami (2021) (Zami, 2021) constate des préjugés parmi les professionnels eux-mêmes concernant ce sujet. Les avis sont partagés et il observe, à la suite de ces entretiens, qu'au Royaume-Uni la logique sera (pour les professionnels débutants avec ce matériau) d'avoir une approche de la terre crue par la stabilisation bien qu'elle soit

déconseillée par les experts. D'autre part un obstacle récurrent concerne l'« éparpillement des données techniques et scientifiques » (Ben-Alon et al., 2020; Niroumand et al., 2013). Cela sème de la confusion et de l'ambiguïté parmi les acteurs et le public qui s'intéresse à ce matériau. Dans l'optique d'apporter plus de lisibilité à l'état des connaissances, des initiatives sont prises dans le domaine associatif et celui de la Recherche comme le travail de synthétisation « Béton d'Argile Environnemental (B.A.E.) : Rapport scientifique » (Moevus, Fontaine, Anger, Doat, 2013) qui propose des graphiques de comparaison des différents matériaux utilisés en construction pour confronter leurs propriétés avec celles des techniques de terre crue.

La catégorie **ENVIRONNEMENT** marque les obstacles tels que le manque d'intérêt envers l'environnement, les conditions climatiques, le type de sol et l'impact environnemental des matériaux non-récupérables ou stabilisés. En Belgique la question du statut attribué à la terre en tant que déchet et le fait qu'il n'existe « Aucune mesure pour faire ressentir les limites des ressources naturelles » (Depret, 2017) prend de l'ampleur. Dans la pratique, surmonter ces obstacles permettrait de rendre ce matériau plus visible sur le marché et le placerait parmi les matériaux à privilégier.

La catégorie **ECONOMIE** rassemble les obstacles liés aux surcoûts qu'engendre la construction en terre crue. Spécifiquement en Belgique, ce surcoût s'exprime à travers le prix de l'exploitation de la terre locale (dû aux tests à effectuer), de la mise en œuvre et des matériaux. Tandis que dans la littérature hors Belgique, il s'agit plus de perception des coûts élevés. Un autre point bloquant est l'absence de filière, ou la mauvaise coordination et visibilité sur les connaissances techniques, le partage et la capitalisation des données. Sont ajoutés le manque d'entreprises ainsi que la complexité de la gestion du travail en équipe multidisciplinaire (Morel et al., 2021) et « l'incompatibilité des professions d'architecte et d'entrepreneur pour éviter tout conflits d'intérêt » (Rosar, 2020). L'accent est également mis sur la rémunération des professionnels qui ne valorise pas leur travail et les compétences mises en application. L'absence d'incitation fiscale, la faible visibilité sur le marché, les lobbys d'autres matériaux et la concurrence avec les produits « prêts à l'emploi » sont autant d'autres obstacles actuels.

La catégorie **REGLEMENTATION** met en lumière l'absence de standardisation des techniques de terre crue, de cadre réglementaire et juridique. Cela engendre des contraintes sur l'assurabilité des ouvrages et la difficulté d'obtenir les permis d'urbanisme. En effet, les règlements d'urbanisme représentent aussi un obstacle à l'utilisation de la terre crue par rapport au respect des architectures et façades acceptées décrites comme conventionnelles qui contraignent certains projets. Ces freins induisent la nécessité de « rédiger un cahier des charges très détaillé » (Depret, 2015) pour rassurer et assurer sur les performances et mises en œuvre de l'ouvrage. Est à noter l'absence de normes ainsi que le retard sur la normalisation et les labels en Belgique comme « le label Benor qui atteste qu'un produit ou service est conforme à un référentiel de qualité technique et qu'il a fait l'objet d'un contrôle interne de qualité approfondi supervisé par un organisme externe indépendant » (Rosar, 2020). Ces états de fait imposent aux maîtres d'ouvrages de déposer des avis techniques expérimentaux engageant leur responsabilité ce qui représente également un obstacle conséquent. Le manque d'incitation et d'implication politique ainsi que de subside pour la Recherche constituent un frein important. Les méthodes de conception sont alors basées sur l'empirisme et bénéficient d'un faible contrôle qualité « [...] peu de données expérimentales fiables sont disponibles concernant le matériau terre pour la construction. Les données sont très parcellaires : elles concernent souvent une seule terre et s'attachent seulement à quelques propriétés. Il existe également très peu de normes pour la construction en terre, et la plupart concernent la maçonnerie en BTC stabilisées au ciment. » (Moevus et al., 2013). Pourtant, nous constatons un intérêt en forte croissance des scientifiques dans le

domaine de la Recherche en comparaison avec le béton et l'acier (Figure 13), mais l'impact dans le domaine de la construction reste minimale : la terre crue reste un matériau très peu connu, très peu utilisé et très peu mis en avant.

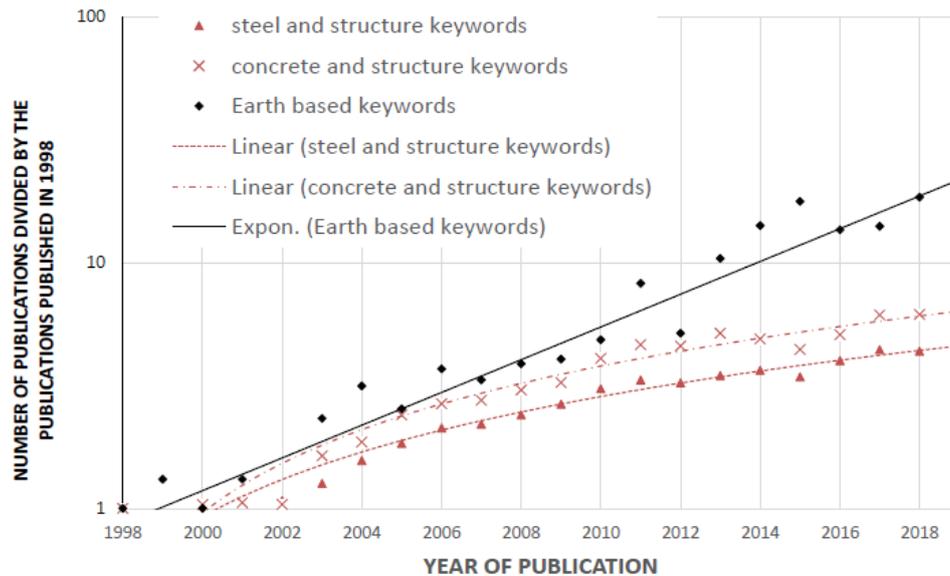


Figure 13: Evolution des publications sur le béton et l'acier en comparaison avec celles sur les architectures de terre sur Scopus depuis 1998 (Morel et al., 2021)

(Rosar, 2020)	OBSTACLES
<b>Artisans</b>	Manque de référentiels technique (complication contrat d'assurance) Difficulté de créer un projet commun (Les études restent souvent isolées et le milieu scientifique ne partage pas suffisamment ses résultats vers l'extérieur, manque de capitalisation des données) Besoin de mutualiser les compétences au sein de petites ou moyennes entreprises
<b>Maîtres d'œuvre</b>	Manque de professionnels qualifiés (mise en œuvre et conception) Structures et entreprises actives rares et absentes des marchés publics Manque de culture générale sur la construction en terre crue (difficile de convaincre) Manque de capitalisation de données et de références (comportements physique)
<b>Producteurs industriels et semi-industriels</b>	Manque de professionnels compétents (donc faible commande publique) Manque de reconnaissance pour les formations de la filière terre crue

Tableau 4 : Obstacles en Belgique selon les principaux acteurs de la terre crue

### 1.2.2.3. Avantages

*Le matériau terre souffre d'une vision désuète et péjorative alors qu'il présente de très nombreux atouts architecturaux et environnementaux. Hubert Guillaud (Chazelles et al., 2015)*

La terre crue apporte plusieurs avantages dans le domaine de la construction. Nous les avons identifiés parmi la littérature internationale (Ben-Alon et al., 2020; Gallipoli et al., 2017; Morel et al., 2021; Niroumand et al., 2013) et belge (Depret, 2015; Lamarche, 2019; Sophie et al., 2015; Van der Linden et al., 2019) dont la capitalisation a été faite dans un tableau présent en Annexes. Le rapport de Rosar (2020) identifie les avantages du matériau, selon les acteurs, résumé dans le Tableau 5.

Les avantages sont à la fois **ENVIRONNEMENTAUX** quant à la circularité de la terre crue, sa disponibilité locale, son abondance, sa réutilisation infinie, ses très faibles émissions de CO2 et

d'énergie grise. Est à noter l'absence de déchets car ils sont revalorisés par le réemploi des terres excavées. La terre crue bénéficie également d'avantages sanitaires car dépourvue de substances nocives pour la santé et d'avantages liés au bien-être et au confort. Ce matériau apporte des réponses aux défaillances actuelles des bâtiments en termes d'inertie et d'économie d'énergie. Il sollicite l'« impératif moral d'être « durable » » (Niroumand et al., 2013). Face à l'urgence climatique, la terre crue fait partie des matériaux à privilégier et à faire connaître sans attendre pour évoluer vers « une société à moindre carbone » (Depret, 2015).

L'aspect **TECHNIQUE** reste très présent parmi les avantages qu'il s'agisse des performances hygrothermique, d'inertie, acoustique, de résistance dans le temps, de solidité et de résistance au feu. Sont également mis en avant son potentiel artistique (Depret, 2015) et créatif. En effet, il est possible de varier les teintes et les couleurs ainsi que les diverses applications réalisables en terre crue en évolution dans le monde ainsi qu'en Belgique.

L'aspect convivial et **SOCIAL** du matériau et la valorisation des savoir-faire traditionnels sont des valeurs fortes diffusées par ce matériau. Il a de bonnes opportunités et capacités à pouvoir s'intégrer au sein du marché belge à travers la continuité du marché de briques de terre cuite (Depret, 2015).

Sur le point **ECONOMIQUE**, sont observés des faibles coûts d'exploitation et une réduction des coûts sur la durée de la vie du bâtiment par le faible impact du transport et de l'approvisionnement du matériau. Dans les pays du Sud, ce dernier permet « la réduction de la fuite des devises par une substitution aux matériaux importés » (Sophie et al., 2015). Construire en terre crue reste accessible tout en « favorisant l'économie locale, la création d'emplois et participe à la lutte contre la pauvreté » (Sophie et al., 2015), encourage l'auto-construction et l'auto-assistance à la maintenance du bâtiment.

(Rosar, 2020)	AVANTAGES
<b>Artisans</b>	Changement de mentalité et de perception en matière de construction en terre crue. Vue comme une ressource novatrice dans le secteur de la construction. L'écoconstruction suscite un regain d'intérêt depuis la fin du 20ème siècle. Les marchés tendent à se diversifier, aussi bien en termes d'accompagnement technique et de diffusion de connaissances, que de gestion de l'approvisionnement dans une dynamique basée sur une production locale et plus responsable.
<b>Maîtres d'œuvre</b>	De plus en plus d'architectes s'intéressent à la terre crue en raison de ses propriétés et ses qualités inhérentes, comme sa faculté de régulation hygrothermique, et son faible taux d'énergie grise et son esthétique remarquable. Valorisation de chantiers exemplaires est un outil de communication performant.
<b>Producteurs industriels et semi-industriels</b>	Il y a une prise de responsabilité des politiques par la valorisation des matériaux de réemploi et du circuit court. Regain d'intérêt de la part des professionnels de plus en plus avertis aux enjeux écologiques et énergétiques.
<b>Formateurs</b>	Reconnaissance culturelle croissante de la construction en terre crue, en particulier chez les jeunes, qui y voient des avantages écologiques et énergétiques. Un taux croissant de formations est proposé dans le but de former et de sensibiliser les différents corps de métier aux intérêts de la filière terre crue. Intérêt des productions de mélanges de terres prêts à l'emploi afin d'amorcer une transition écologique et culturelle dans le secteur du BTP.

Tableau 5 : Avantages identifiés en Belgique par les principaux acteurs de la terre crue

## 1.2.2.4. Pistes d'action

Durant notre Etat de l'Art, nous avons remarqué que plusieurs pistes d'actions et solutions étaient suggérées et à l'étude pour surmonter les obstacles vus précédemment. Nous les avons relevés dans la littérature internationale (Ben-Alon et al., 2020; Morel et al., 2021; Niroumand et al., 2013) et belge (Depret, 2015; Pereira-Goncalves, 2017; Rosar, 2020; Van der Linden et al., 2019).

Comme le synthétise Ben-Alon ces pistes d'actions répondent aux obstacles et sont en lien les unes avec les autres et peuvent être représentés schématiquement par la figure 14 en considérant les catégories proposées par l'auteur.

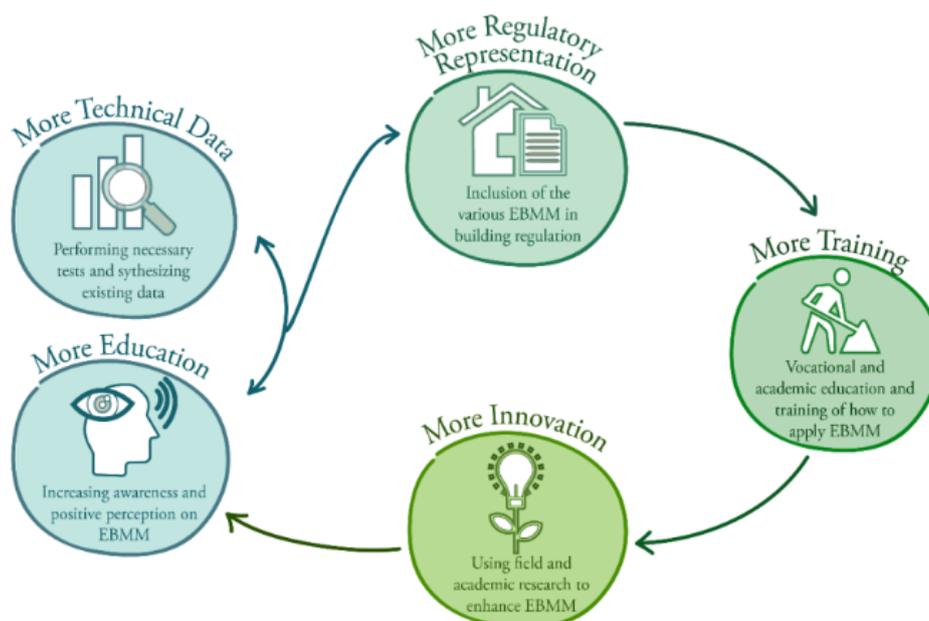


Figure 14 : Etapes des solutions à mettre en œuvre pour favoriser l'emploi de la terre crue (Ben-Alon et al., 2020)

Nous avons regroupé les pistes d'actions formulées dans la littérature autour des catégories suivantes.

**La sensibilisation, la formation et la pédagogie.** Parmi cette catégorie, les propositions encouragent à adapter le discours en fonction des destinataires : « Mettre l'accent sur la réduction des coûts du cycle de vie dans les pays en développement et sur l'appartenance à une industrie qui valorise l'environnement dans les pays développés » (Niroumand et al., 2013). La communication sur les bénéfices environnementaux et la pertinence de la terre crue pour répondre aux enjeux climatiques fait partie des points nécessaires. Son évoqué aussi l'information auprès des clients sur la composition de la terre crue, les avantages, la faisabilité, questionner la pertinence des stabilisateurs. Sensibiliser sur l'architecture vernaculaire, sur les outils de construction en terre, sur les civilisations historiques, sur le rôle d'ICOMOS, sur les diverses applications possibles en terre crue et à travers la pratique (lors de chantiers participatifs par exemple). Une proposition étant de « développer une entité déplaçable présentant le matériau terre et ses possibilités » (Pereira-Goncalves, 2017). Ajouté à cela la formation des professionnels doit se faire de façon plus sérieuse, ainsi que permettre l'accréditation et donner accès à des cours sur les détails de conception et construction. Finalement, un levier tout aussi important est de donner de la visibilité et de la crédibilité au matériau et assurer un transfert de connaissances.

**La Recherche, des connaissances et données précises, des techniques rôdées et de l'innovation.** Une piste récurrente est d'encourager et donner les moyens pour faire de la Recherche. Cela permettrait

de fournir des données techniques, développer les connaissances et l'expertise. Cette expertise servirait pour « concevoir avec des détails intelligents et combiner la terre crue de manière appropriée avec d'autres matériaux » (Van der Linden et al., 2019) ou « développer l'innovation plus spécifiquement sur le torchis, la bauge, la terre coulée et la terre extrudée » (Niroumand et al., 2013). Il s'agirait alors d'étudier l'intérêt de la numérisation et de l'automatisation (Morel et al., 2021) ou de développer des outils pour contrôler la durabilité (Morel et al., 2021; Niroumand et al., 2013). Selon la littérature, la Recherche devrait également être focalisée « sur des aspects non-techniques visant à étudier les aspects organisationnels, sociologiques, politiques et économiques » (Morel et al., 2021). Selon l'étude de Niroumand (2013) (Niroumand et al., 2013), il faudrait « Mettre en avant les murs d'adobes et y concentrer la Recherche pour palier à ses faiblesses et considérer les murs en pisé comme la technique la plus appropriée ». Une autre piste est de s'atteler à fournir des données relatifs à la « réduction des risques pour la santé et à l'amélioration de la qualité de l'air à l'intérieur des matériaux et des bâtiments en terre » (Niroumand et al., 2013).

**L'approche économique, la filière terre crue, le marché, les aides.** Les pistes d'actions proposées s'accordent à prioriser le développement de la filière, recenser et « constituer un réseau d'acteur pour centraliser les données et orienter autant les professionnels par l'entraide et la collaboration que le grand public » (Depret, 2015). Cette collaboration devrait notamment se faire « de la phase de conception à l'entretien » (Van der Linden et al., 2019) de l'ouvrage en terre crue. Il est également conseillé d'accorder une attention particulière à la satisfaction des utilisateurs (Niroumand et al., 2013) afin de recueillir des données et des pistes d'améliorations. En lien avec la filière, une proposition vise à « ajouter à ce réseau les catégories des institutions, réseaux d'écoconstruction, professionnels, entreprises de terrassement, entreprises de transport et de stockage des déblais, matériaux (ressources naturelles), matériaux (produits finis), la Recherche, les lieux dédiés à l'écoconstruction, au développement durable, au recyclage ou au réemploi » (Pereira-Goncalves, 2017). Une piste complémentaire suggère d'établir « des sociétés nationales avec l'aide de l'ICOMOS dans différents pays » (Niroumand et al., 2013). Une autre solution vise à encourager l'évolution et l'intérêt du marché public afin que « les pouvoirs publics privilégient les matériaux géo-sourcés et biosourcés par des motivations financières, aides et avantages fiscaux » (Depret, 2015) pour la construction en terre crue. Cet élan, associé au contexte de transition écologique permettrait alors de faire émerger ce matériau (Rosar, 2020). Dans ce même esprit, « la hausse des coûts de l'énergie et les conditions environnementales pourraient être considérées comme les principaux moteurs de développement » (Niroumand et al., 2013). La question du coût est également abordée et les propositions visent pour certaines à sensibiliser sur le coût d'entretien, le coût des matériaux, le coût de construction et le coût de récupération (Niroumand et al., 2013), tandis qu'une autre piste suggère d'« accepter le prix supplémentaire et aborder la terre comme un produit de construction unique (reflet des valeurs de localité et d'artisanat) » (Van der Linden et al., 2019).

**La réglementation, le cadre juridique, la responsabilité, le statut de déchet.** Les pistes d'actions se concentrent sur l'élaboration d'un cadre réglementaire, normatif et juridique claire sur lequel les acteurs puissent s'appuyer sereinement. Cela permettrait de diminuer la prise de risque qui constitue un frein très important aujourd'hui. D'autre part une piste explore la conception d'un « processus intégré où la responsabilité serait partagée ». Dans cette continuité il s'agirait d'« inclure ces codes dans une réglementation de construction internationale et nationale » et reconnaître l'architecture de terre comme faisant partie intégrante de l'industrie du bâtiment (Niroumand et al., 2013). Il est proposé, dans un but de réduction des coûts, d'industrialiser et standardiser fortement la terre crue. Une proposition suggère de faciliter « l'approche de la terre par l'expérimentation » en considérant la « phase de pré-conception du processus de construction comme une étape importante » à ne pas négliger. Plusieurs pistes d'action visent à revoir le statut des terres en tant que « déchet » pour

permettre la valorisation des terres excavées ou réutilisées. Ajouté à cette proposition, la mise en place d'« un approvisionnement et d'un traitement intelligent des terres d'excavation » (Van der Linden et al., 2019). Finalement, en Belgique, il serait plutôt question de travailler sur le réemploi « à travers la mise en place d'une coopérative de mélange des terres qui proposerait une location longue durée permettant de se projeter sur « l'après » du matériau » (Pereira-Goncalves, 2017).

A titre d'exemple de pistes d'action mises en place, la sensibilisation et l'attrait de la construction en terre crue en Allemagne a su se développer « grâce à différentes initiatives : des constructions de conception résolument contemporaine, une communication dynamique et la mise en place de normes spécifiques » (Röhlen et al., 2013, p. 11). Nous constatons dans cet exemple que le fait d'intervenir sur plusieurs catégories entraîne une évolution notable de l'intégration et l'acceptation du matériau dans la société.

## COMMENTAIRES

Nous observons l'enjeu de la notion de « durabilité » de la terre crue. Elle est à la fois associée à un obstacle, un avantage et proposée dans les pistes d'actions pour encourager à employer ce matériau. Il s'agit de distinguer la durabilité de ce matériau dans le temps face aux intempéries (associé aux obstacles et pistes d'action) ainsi que la durabilité associée aux enjeux environnementaux (identifiés comme avantage).

La standardisation et l'industrialisation des techniques de terre crue ont également été relevés en tant qu'obstacle à l'emploi de la terre crue et comme solution. Une question à se poser serait « est-ce que la terre crue est « standardisable » ? » ou encore « est-il souhaitable d'aller vers une standardisation et industrialisation de ces techniques ? ». Y-a-t-il des inconvénients à le faire ? Est-ce que les avantages seraient majoritaires face aux inconvénients que la standardisation apporterait ? Le besoin d'industrialiser fortement ce matériau n'est-il pas en train de devenir un point clé si crucial pour le développement de la filière terre crue qu'il n'en devient lui-même un obstacle ?

### 1.2.3. UN MATERIAU EN REPONSE AUX DEREGLEMENTS CLIMATIQUES

*« La production mondiale de ciment est en augmentation permanente [...]. Le sable, également constituant du béton, est la deuxième matière minérale extraite avec des volumes en croissance très rapide et de nombreux impacts environnementaux et socio-économiques. La pénurie en est clairement annoncée au même titre que celle des énergies fossiles. » (De Korff et al., 2015)*

Le béton est le matériau le plus utilisé. Il est composé de ciment qui représente 8% des émissions de CO2 dans le monde (Evrard, 2021 d'après Royal Institute of International Affairs – 2018). Le béton, le bois, la maçonnerie, l'acier et les matériaux composites sont les matériaux les plus démocratisés dans la construction (IEA, 2019a). 48% de la consommation mondiale d'énergie dans le monde est dû à l'industrie du bâtiment (Dixit, 2019). Elle est responsable de l'émission de 25% du CO2 (Joffroy et al., 2020) et de 30% des extractions des ressources totales (Dixit, 2019). En Europe, il est responsable d'environ 50% de la production de déchets (Hamard et al., 2018). Le secteur du bâtiment contribue fortement à la production de gaz à effet de serre et à sa part de responsabilité dans le changement climatique qui est évaluée à 15 % (King, 2017). Lorsque nous parlons d'énergie grise liée à un bâtiment, il s'agit d'évaluer l'énergie nécessaire (de toutes sortes) pour produire un bien ou un service sur l'ensemble de son cycle de vie. Par ailleurs, l'empreinte carbone est « la quantité de gaz à effet de serre dont l'émission est liée à l'ensemble de la consommation de biens et services d'une personne ou d'un groupe de personnes » (Le Quéré et al., 2018).

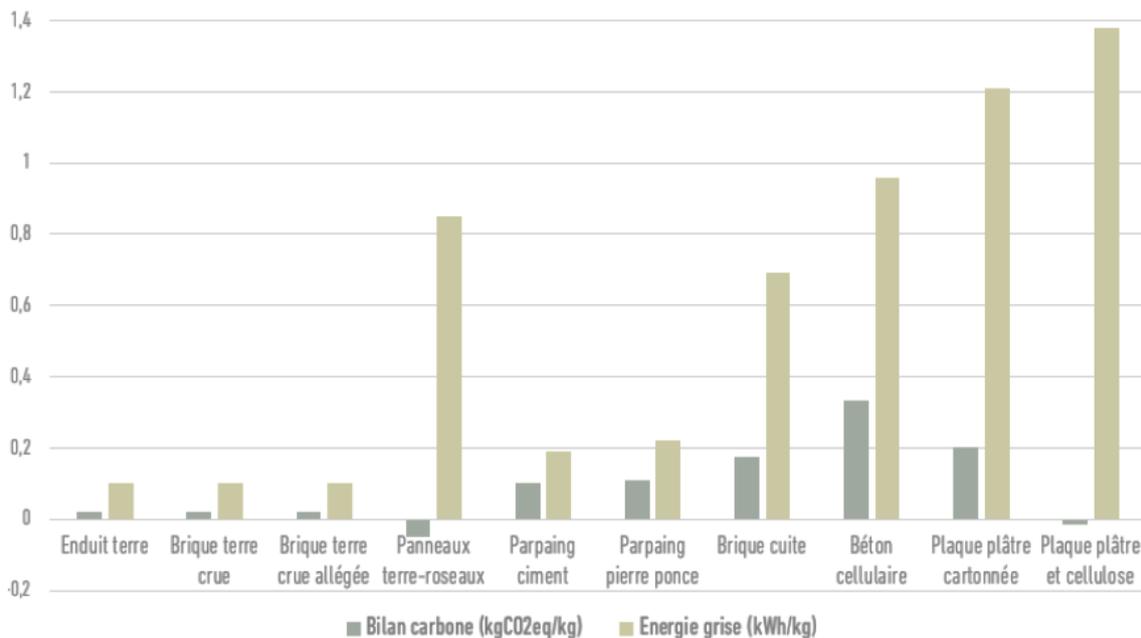


Figure 15 : Bilan environnemental de la terre crue en comparaison avec les matériaux cuits ou stabilisés au liant hydraulique ©amàco, (Oliva and Courgey, 2010)

Le bilan environnemental de la terre crue en comparaison avec les matériaux cuits ou stabilisés utilisés dans la construction, montre une nette distinction en faveur de la terre crue (Figure 15). Les matériaux en terre et en bois ont le bilan carbone le plus faible (moins de 0.01 kg CO<sub>2</sub>eq/kg) (Cabeza et al. 2021).

L'épuisement du sable et la raréfaction des ressources naturelles sont au cœur des gros enjeux du domaine de la construction car leur renouvellement n'est pas aussi rapide que leur extraction. Le sable et le gravier font partis des matériaux les plus extraits au monde (Bendixen et al., 2019) dont l'extraction intensive détruit la biodiversité (Park et al., 2020). Le retour vers l'emploi de matériaux locaux et de façon modérée doit devenir une priorité et une habitude que peut apporter la terre crue. Elle présente un bilan environnemental vertueux au niveau de son analyse de cycle de vie (Figure 16) en comparaison avec les matériaux cuits ou stabilisés au liant hydraulique (Bioul, 2018). Ses bénéfices sont en adéquation avec les recommandations faites dans le 2018 Global Status Report (GlobalABC/IEA/UNEP, 2018) pour diriger le secteur de la construction vers une haute efficacité énergétique et des bâtiments bas carbone. Elles visent à réduire leur impact environnemental par l'approche du cycle de vie. Le GlobalABC Roadmap for Buildings and Construction (GlobalABC/IEA/UNEP, 2020) insiste également sur l'information et la sensibilisation aux matériaux bas-carbone comme le bois, la terre crue ou le béton innovant. Le 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC (Pachauri et al., 2015) souligne l'importance pour les bâtiments de pouvoir s'adapter. L'agence internationale de l'énergie insiste sur l'importance des « gouvernements pour mettre en place des politiques ambitieuses [...] et les gains d'efficacité des matériaux [qui] sont le principal moyen d'éviter la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> à court terme » (IEA, 2021). La terre crue apporte des réponses à des problématiques du développement durable et de préservation de l'environnement écologique, économique, culturel et sanitaire (Bronchart, 2013). Toutefois, ce matériau étant « particulièrement sensible au climat [...] la modification des relations avec l'eau (notamment par les précipitations) va dans l'avenir entraîner de sérieux dégâts au patrimoine en terre » (Rainer et al., 2008, p. 278). Ils seront causés par les débordements de gouttières mais aussi avec l'abrasion « par l'eau et les particules » (Rainer et al., 2008, p. 278). A l'avenir, cela implique une plus grande vigilance au niveau de l'entretien et de la mise en œuvre des architectures de terre crue.

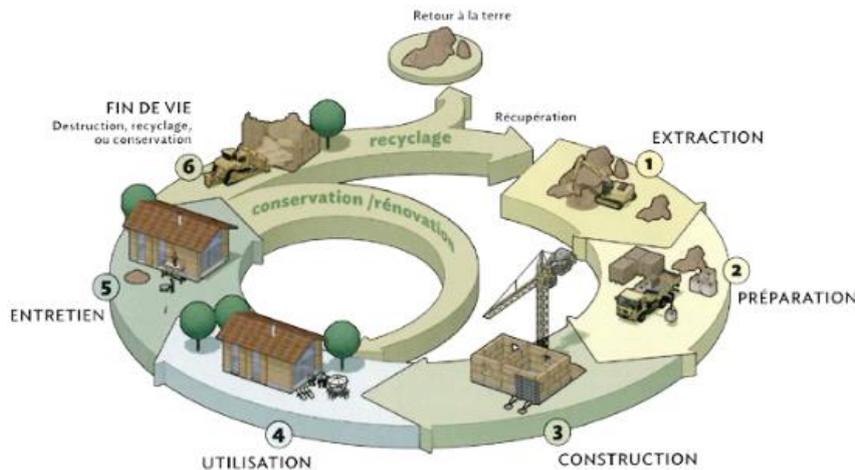


Figure 16: Cycle de vie de la terre crue (Moriset et al., 2018) © CRAterre – A.Misse

## CONCLUSION 1.2

La littérature sur les préjugés, obstacles et limites souligne que ce matériau nécessite beaucoup de main d'œuvre qualifiée pour garantir une durabilité et qualité de mise en œuvre. Il demande du temps, de l'investissement et de la rigueur, ce qui peut contraster avec les pratiques employées avec d'autres matériaux. Il a toutefois cet avantage d'être un matériau sans substance nocive pour la santé, « prélevé localement du sol (quelques kilomètres tout au plus ce qui réduit les coûts de transport), qui nécessite peu de temps de préparation et qui est réutilisable s'il n'est pas stabilisé » (Champire, 2017, p. 32). La stabilisation enlèverait au matériau son pouvoir de circularité et augmenterait les coûts du projet bien que ce sujet soit encore controversé. Ce matériau est particulièrement sensible à l'eau, c'est à la fois l'une de ses plus grandes forces que l'une de ses plus grandes faiblesses. Une force, puisque l'eau lui confère la capacité d'être remanié, modelé, corrigé et entretenu par simple réhumidification. Une faiblesse, car le bâti est fortement impacté par les ruissellements et les pluies battantes si des précautions adéquates de débord de toiture et de soubassement ne sont pas considérées dès la phase de conception. La règle primordiale que nous pourrions qualifier de devise est « Avoir de bonnes bottes et un bon chapeau ! ». Dès lors que cette règle est appliquée correctement, la plupart des conditions pour assurer une durabilité au bâti est assurée et permet d'éviter la stabilisation. Du fait de sa nature, la terre crue peut être façonnée pour ériger des édifices et une fois en fin de vie, pourra retourner au sol et faire partie de cette circularité vertueuse. Par son accessibilité, sa diversité d'application, sa disponibilité et sa mise en œuvre conviviale et simple, l'Homme est placé au cœur de la production de son habitat. Pour autant l'intérêt qu'on lui porte diffère en fonction des pays, de la culture et de l'importance qui lui a été donnée dans les pratiques constructives.

La terre crue dans la construction est adaptée pour répondre au problème mondial d'accès au logement et s'intégrer dans les objectifs du développement durable (ODD) (Sophie et al., 2015). Ce matériau s'inscrit dans une vision du monde plus en harmonie avec son environnement. Il est difficile de détourner ce matériau à des fins peu vertueuses : « La terre crue, c'est le matériau anticapitaliste par excellence. On ne peut pas la vendre puisqu'elle est là sous vos pieds, dans votre lopin. Elle n'intéresse aucune banque (...) ni aucun groupe industriel puisqu'elle ne peut être source de profit » (Bosquet and Gorz, 1981)

## 1.3. LA SENSIBILISATION A TRAVERS UN OUTIL

La sensibilisation fait partie des recommandations exprimées pour informer et déclencher les actions contre les dérèglements climatiques. Elle est également proposée parmi les pistes d'actions prioritaires à mettre en place pour encourager l'utilisation de la terre crue dans la construction en Belgique et dans le monde.

Dans cette partie nous allons aborder la définition et les objectifs de la sensibilisation. Puis, nous verrons sa nécessité dans la prise de conscience des dérèglements climatiques ainsi que des exemples d'outils de sensibilisation qui participent à cette conscientisation. Finalement nous expliquerons l'intérêt d'un outil de sensibilisation pour déconstruire les préjugés, obstacles et limites de la terre crue ainsi que le choix de l'outil que nous faisons pour répondre à la problématique.

La **sensibilisation** est le fait de « susciter l'intérêt d'une personne, d'un groupe » (*"Le Robert," n.d.*) sur un sujet ou un problème afin de le « rendre plus visible et crédible [...] d'informer et éduquer les gens [...] avec l'intention d'influencer leur attitudes, comportements et croyances avec l'intention de les influencer positivement dans la réalisation d'un objectif défini » (*Sayers et al., 2006*). Il s'agit d'un terme assez vague mais comprend par tous qui fait appel à différents outils comme la communication. Par ailleurs, la communication permet, d'après Ballantyne (2016) (*Ballantyne, 2016*), de mettre « l'accent sur l'interaction conversationnelle » et le fait de co-construire ensemble de façon participative en supplément de la transmission d'un message. Il y a donc, dans le fait même de sensibiliser par la communication, l'intérêt qu'elle se pratique à plusieurs et que l'interaction ainsi que l'échange soient au cœur du processus. Nous pouvons ainsi définir l'**outil de sensibilisation** comme le moyen et la façon par lequel le message va passer pour atteindre son objectif.

### 1.3.1. SENSIBILISATION ECOLOGIQUE

*"A fully aware, well informed and properly trained population is the best guarantee of safety and of successful response to any disaster." (Sayers et al., 2006, p. 12)*

En considérant par définition que la sensibilisation mène à l'action, la sensibilisation écologique fait partie des plus grands défis de notre époque pour notamment changer nos habitudes (*Prochaska et al., 1992*). Plusieurs études montrent que les comportements pro-durables sont motivés par ce que l'on peut appeler des "co-bénéfices environnementaux" et spécifiquement lorsqu'il y a un bénéfice social et sanitaire (*Bain et al., 2016; Ben-Alon et al., 2020; Nocke et al., 2008; Thibodeau et al., 2017*). Par exemple, le fait d'informer sur les avantages en termes de qualité de vie grâce à l'action climatique ou que cette dernière permet d'envisager d'autres formes d'interactions et de réseautage, va mobiliser plus de monde.

L'un des défis de l'éducation au développement durable est d'intégrer les « sciences, sciences sociales et sciences de la gestion » pour comprendre l'aspect systémique des enjeux environnementaux. De plus, comme le sujet est complexe et global, l'information et la communication autour de l'écologie et des problématiques environnementales sont très larges et abordent de multiples domaines. Pour y apporter des solutions, il faut intéresser le plus de personnes possibles et avoir un taux de participation très important (*Few et al., 2007*). C'est pourquoi, dans l'optique de structurer l'information et les données, puis les rendre accessibles et compréhensibles au plus grand nombre (*Keim et al., 2008*), des progrès ont été réalisés au niveau de leur représentation visuelle.

« Ces "visualisations" se sont avérées être des outils efficaces pour communiquer la recherche sur le changement climatique et les impacts climatiques » (*Nocke et al., 2008*) en employant notamment les

technologies numériques modernes pour créer des outils. Les outils visuels se révèlent être une façon efficace pour conscientiser et impliquer les gens dans l'action climatique quel que soit le type de public (Ballantyne, 2016; Biggar and Middleton, 2010; Glaas et al., 2015; O'Neill and Hulme, 2009; Sheppard, 2001; Trumbo, 1999) et transmettre l'urgence et la sévérité de certains impacts pour faire réagir (Schroth et al., 2009; Sheppard, 2005). Une étude démontre également l'importance de varier le type de support visuel : des visualisations interactives et d'autres statiques (Newell et al., 2016). Ces deux types de supports, complémentaires, permettent par des données ou éléments statiques plus détaillés d'enrichir les informations plus imagées et abstraites. Ces méthodes font intervenir le fait de persuader (faisant appel à l'émotionnel) et convaincre (faisant appel à des preuves concrètes). La notion de technologie persuasive peut être employée car « conçue pour changer les attitudes ou le comportement des utilisateurs » (Gram-Hansen et al., 2020, p. 208; Perloff, 2003, p. 4). Elle s'inscrit dans un contexte de libre arbitre par différentes formes de communication et transmission de l'information (Perloff, 2003).

La sensibilisation implique d'une certaine manière l'apprentissage de connaissances qui, une fois intégrées, déclenchent le mécanisme de prise de conscience ou de mise en action chez l'individu. La meilleure façon d'apprentissage se fait par l'expérience : on apprend en faisant. (Dieleman and Huisingsh, 2006).

### 1.3.1.1. Sur les dérèglements climatiques

Cette partie présente, en deux catégories que nous proposons, des outils de sensibilisation sur les dérèglements climatiques. Nous distinguons les outils de sensibilisation passive (ou par la théorie), qui ne nécessitent pas d'intervention ou action particulière du public visé, des outils de sensibilisation active (ou par la pratique). Ces derniers nécessitent une implication et des actions de la part du public. Parmi ces deux catégories, nous retrouvons différents outils identifiés à travers la littérature, la liste étant non exhaustive. Nous les synthétisons dans la figure 17 suivante.

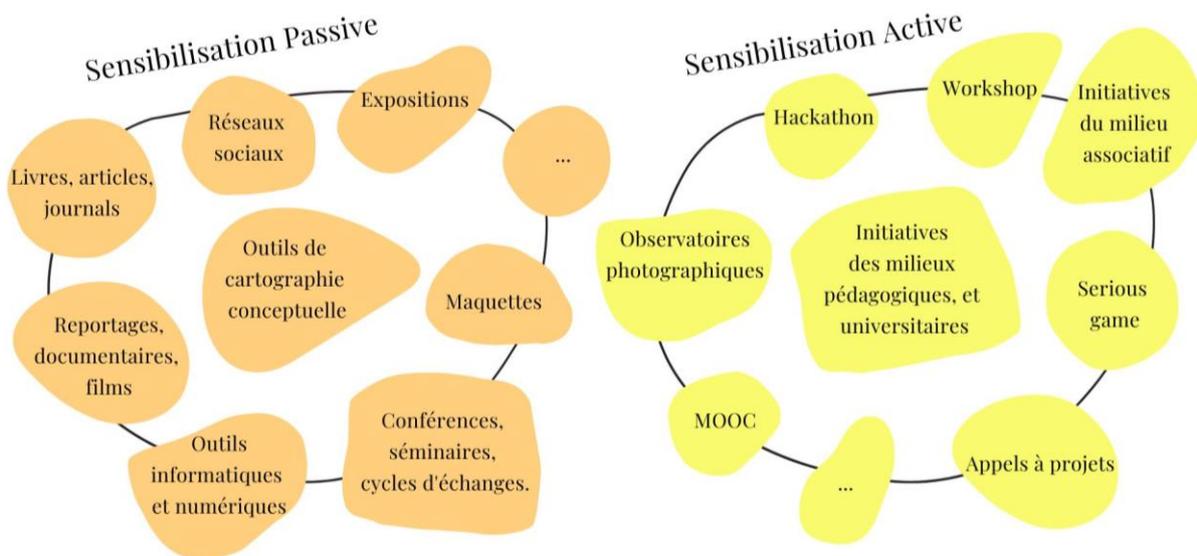


Figure 17 : Moyens de sensibilisation au dérèglement climatique

**Dans la sensibilisation passive**, nous avons identifié les outils de cartographies conceptuels (principe créé en 1972). Ils permettent d'acquérir des notions scientifiques à partir d'un schéma visuel simple de l'enchaînement (linéaire ou non) de mots clés. "L'utilisation étendue et croissante de la cartographie conceptuelle dans le monde entier se reflète dans la popularité des logiciels de

cartographie conceptuelle numérique, leur application dans tous les domaines de la connaissance et par des personnes de tous âges" (Novak and Cañas, 2006). Dans la catégorie « réseaux sociaux », l'étude de Biggar et Middleton (Biggar and Middleton, 2010) démontre le rôle important de cet outil pour fédérer les utilisateurs sur les causes climatiques et environnementales par des initiatives sociales. Elle met en lumière 2 éléments clés pour sensibiliser individuellement aux enjeux climatiques : la compréhension des motivations et des freins à la participation. Ces éléments sont particulièrement pris en compte et discutés sur les réseaux sociaux, d'où leur impact notable. Les Marches pour le Climat et autres initiatives de ces envergures sont le résultat d'une coordination et d'un engouement issus des réseaux sociaux et encouragés ou relayés par des associations. L'outil maquette désigne les représentations physiques, matérielles (interactives ou non) à petite échelle. Il permet de « mettre en évidence visuellement ce que le changement climatique implique en termes d'impacts et d'enjeux » (Ritschard et al., 2019). Ce moyen de sensibilisation est efficace en termes de transmission du message, mais présente des limites. Il demande du temps à être réalisé et est à destination de petits groupes dans un lieu géographique précis car difficilement transportable.

**Dans la sensibilisation active**, les jeux et « serious game » sont appréciés et employés très souvent sur cette problématique. Ils se présentent aussi bien en format numérique qu'hybride ou physique. Une étude a identifié 3 catégories de jeu parmi l'analyse de 9 jeux sélectionnés sur une centaine : les jeux d'auto-analyse et de prise de conscience, les jeux de communication et collaboration et les jeux permettant de comprendre le fonctionnement systémique du problème climatique (Dieleman and Huisingsh, 2006). Parmi cette catégorie est aussi associée l'outil de la Fresque connue en premier lieu par La Fresque du Climat puis déclinée en d'autres thématiques. A travers les initiatives, Bortzmeyer (2021) en identifie 7 qui ont un fort impact au sein des écoles françaises : le Sulitest, le réseau Alumni for the Planet, le mouvement les Grandes écoles de la transition, The Shift Project et le projet FORTES du Campus de la transition (Bortzmeyer, 2021) ainsi que la Semaine du développement durable. Les outils informatiques et numériques concernent plus particulièrement le milieu professionnel. L'outil TOTEM belge « développé par les trois régions dans le but d'aider à évaluer l'impact environnemental des bâtiments tout au long de leur cycle de vie » (Gaino et al., 2018) et de sensibiliser par la même occasion ses utilisateurs, en est un exemple. Toujours dans les outils tournés vers le milieu professionnel, les appels à projets font partis des moyens de sensibiliser à des approches et des échelles différentes. be.exemplary, lancé par le gouvernement bruxellois, en est un exemple. Des observatoires photographiques publics sont également des lieux et des moyens de sensibilisation aux dérèglements climatiques. Par exemple, le Coastsnap Morbihan (l'Observatoire Citoyen du Littoral Morbihannais) « s'adresse aux randonneurs et usagers du littoral et s'appuie sur leurs photos par smartphone. [...] Ils donnent à voir, et apprennent à voir » pour témoigner sur les évolutions du littoral (Ritschard et al., 2019, p. 78).

Deux études menées démontrent que les événements les plus à même de sensibiliser et donner l'impulsion pour agir face aux dérèglements climatiques sont les workshops, conférences, groupes de discussion (Nisbet and Scheufele, 2009; Sheppard et al., 2011), mais il y a une limite par rapport au profil des participants. Il s'agit bien souvent de personnes déjà concernées par le sujet ce qui ne permet pas à l'évènement d'atteindre tout type de public surtout lorsqu'il s'agit de groupes à taille réduite (Few et al., 2007). Les alternatives ou compléments à ces outils sont les technologies de l'information et de la communication. Elles permettent de toucher un public plus large pour aborder des données multiples et complexes à partir de représentations visuelles (Sheppard, 2005; Wiek and Iwaniec, 2014). Il peut alors s'agir d'outils de vulgarisation scientifique ou non.

## REMARQUES :

Nous avons constaté, à travers la littérature sur les dérèglements climatiques, la redondance de l’outil « serious game », principalement numérique. L’outil Fresque du Climat, a notamment attiré notre attention comme outil efficace. Il a l’avantage d’être une combinaison de plusieurs outils de sensibilisation. Il fait partie des « serious game » en format physique et numérique. Il utilise également le concept de cartographie conceptuelle tout en étant fortement associé à ses débuts à des initiatives associatives, pédagogiques et universitaires. Ces dernières années son utilisation est en hausse en France ainsi que sa démocratisation à travers les cursus pédagogiques et éducatifs mais également dans le monde professionnel pour sensibiliser sur les dérèglements climatiques (Bortzmeyer, 2021).

### 1.3.1.2. Sur la terre crue

Les supports de sensibilisation à la construction en terre crue se multiplient et sont complémentaires à ceux sur les dérèglements climatiques. Ils participent à faire (re)découvrir la terre crue et démocratiser ce matériau dans la construction. De même que pour la section précédente, nous les avons regroupés en deux catégories. En voici une liste non-exhaustive dans la figure 18 suivante.

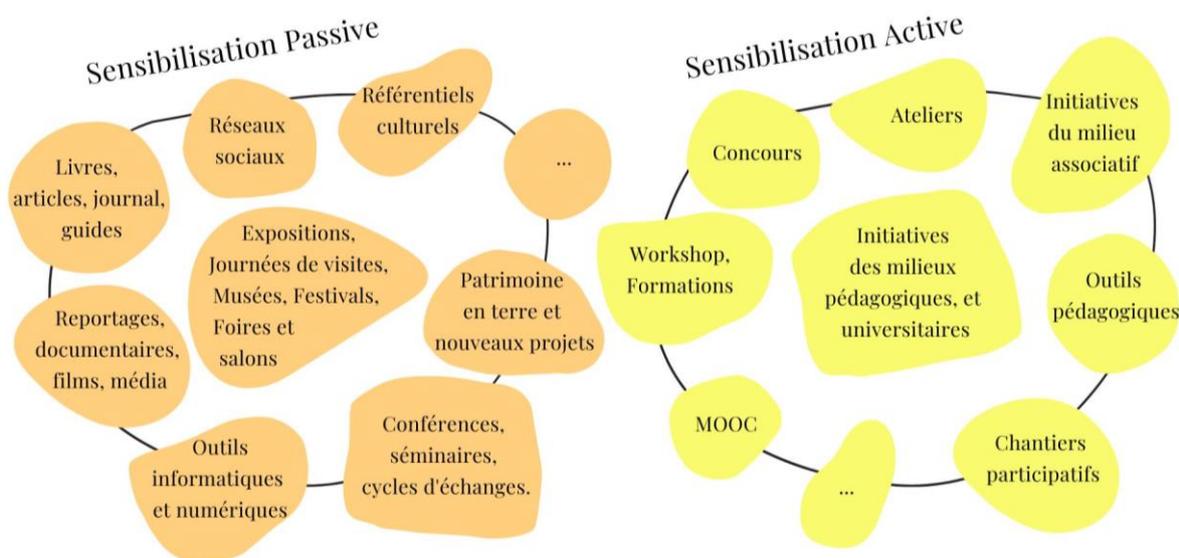


Figure 18 : Moyens de sensibilisation sur la terre crue

La **sensibilisation passive** est composée d’outils tels que des ouvrages tels que la BD TERRE réalisée par une étudiante ingénieur en fin d’études (Rinino, 2021) ou encore des guides. Les guides de bonnes pratiques sur la mise en œuvre des techniques de terre crue (“Guide de bonnes pratiques sur la construction en terre crue,” 2018) et le guide CycleTerre (Ribet et al., 2021) en sont aussi des exemples, ainsi que le « guide à destination des collectivités territoriales pour la réhabilitation et la valorisation du bâti en pisé » (David et al., 2018; Rakotomamonjy and Joffroy, 2020). Dans la catégorie de l’audiovisuel, existe notamment des vidéos éducatives. Celle réalisée sur « l’adobe pour sensibiliser sur le patrimoine au Chili afin de combattre les préjugés » (Munoz and Rivera Vidal, 2017) en est un exemple. Concernant les outils mettant en évidence les constructions en terre crue et référentiels culturels, nous pouvons en citer 2 exemples en France. Le premier est un site web ([www.terrescontemporaines.com](http://www.terrescontemporaines.com)) de recensement de 257 opérations de projets terre crue à travers une carte interactive initié dans le cadre d’un DSA (Antoine and Carnevale, 2016, p. 30). Le deuxième est également une carte mais qui géolocalise les monuments historiques en Auvergne-Rhône-Alpes (cartoterra.net) (Paccoud et al., 2017). Dans le même type d’outils, il existe ceux qui permettent

d'aider à la conception de projets. Hamard (2018) a étudié le développement d'une carte (à l'échelle de la Bretagne en France) pour évaluer la convenance d'un sol à la construction en terre crue (Hamard et al., 2018). Ce type d'outil permet aux acteurs de la terre crue de s'approprier les ressources locales pour leurs projets de construction et se rassurer sur la compatibilité du sol avec leurs ambitions. Dans une approche plus frontale, la sensibilisation passe également par les pétitions pour faire entendre un besoin dans la société. A titre d'exemple, le manifeste « *Habiter la terre : manifeste pour le droit de construire en terre crue* » a été lancé en 2010 (Chaire Unesco and CRAterre, 2010) ou encore le « *Manifeste pour une frugalité heureuse & créative* » lancé en 2018 (Bornarel et al., 2018) pour encourager une construction vertueuse. Finalement il existe des moyens de sensibilisation à travers des événements conviviaux de rassemblement. En Belgique, des journées de visites de projets écoresponsables existant ou en cours (comportant ou non de la terre crue) sont proposées par l'organisme Eco-bâisseurs. Les musées dont ceux à ciel ouverts du Bolkrij (à Genk) et du Fourneau Saint-Michel (en Wallonie) sont des lieux importants pour se rendre compte des traditions et savoir-faire constructifs. Figure également en tant que sensibilisation passive, la visibilité du patrimoine en terre et des nouveaux projets dans l'espace public. Un exemple représentatif sont les résidences collectives du « *Domaine de la Terre* » à l'Isle d'Abeau en France construites en terre crue et terminées en 1985. « Cette opération a été une extraordinaire opération de démonstration de la pertinence de l'utilisation du matériau terre dans notre société contemporaine » (Rakotomamonjy and Joffroy, 2020). Des festivals, comme celui annuel « *Festival Grains d'Isère* » en France « organisé par les gouvernements locaux et par CRAterre [...] permet de s'adresser à une audience très large » (Rakotomamonjy and Joffroy, 2020). Il s'agit de voir au quotidien ce qui existe pour mieux se rendre compte de son ampleur et de sa richesse. Les foires et salons, notamment sur l'auto construction en Belgique, sont l'occasion pour « les professionnels de se faire connaître : Batibouw, Energie+, Energie et Habitat... » (Rosar, 2020) et de sensibiliser sur les matériaux bio et géo-sourcés. Un autre exemple est l'exposition en 2019 « *The Act of Building* » (Lefebvre and BC architects & studies, 2018) à Bruxelles qui « a fait beaucoup de bruit au sein des professionnels de la construction en permettant l'émergence de nouveaux acteurs belges de la terre crue » (Rosar, 2020).

**Parmi la sensibilisation active**, les chantiers participatifs font partie des premières approches à considérer pour s'approprier le matériau de façon la plus efficace et juste. Les réseaux Batt'ac en Belgique et Twiza en France regorgent d'appels aux bénévoles à participer. Les workshops (comme peuvent en proposer BC materials en Belgique) ou les ateliers et les formations font également appel à la manipulation de la terre crue et permettent alors une approche complète du matériau. Par exemple, l'atelier « *La tour de sable* » à destination de l'enseignement supérieur et professionnel a pour objectif d'apprendre à « percevoir et à anticiper le comportement de la matière à construire brute et peu transformée, ainsi que ses utilisations dans l'espace architectural » par l'expérimentation et la participation (Anger, 2010). Ensuite il s'agit des concours, dont deux qui ont particulièrement aidé à faire (re)découvrir ce matériau : Le premier Award national en France sur la terre crue de 2013 et le premier Terra Award international de 2016 par CRAterre pour « favoriser une rapide reconnaissance des architectures de terre par les architectes et le grand public » (Lamarque, 2019) et récompenser des projets ambitieux. En Belgique, l'exposition itinérante du Terra Award 2016 a attiré beaucoup de visiteurs. A l'ULB, l'initiative d'une étudiante à vouloir se former aux matières naturelles pour sensibiliser le public lors de cette exposition a fortement impacté la formation en elle-même. Elle a mis en place des workshops sur la terre crue au sein de l'Université pendant un temps et a ainsi permis de redonner une place à ce matériau dans les considérations de pratiques constructives du public concerné. Pour la plupart, ils n'en avaient pas conscience en tant que matériau de construction et découvraient cette possibilité sur le plan conceptuel. (Thomas, 2021). Les initiatives associatives et universitaires ont aussi le pouvoir de faire beaucoup de bruit pour sensibiliser sur la terre crue par des

événements conviviaux. Finalement, des outils pédagogiques existent et sont développés à destination de plusieurs publics (étudiants, professionnels...) pour compléter ou initier leur sensibilisation sur ce matériau. CRAterre en a, par exemple, développé plusieurs dont la Malette pédagogique ELEMENTERRE, Le Programme Plan'erre et Grains de bâtisseurs : construire en terre de la matière à l'architecture (Rakotomamonjy and Joffroy, 2020).

## REMARQUES :

Les outils de sensibilisation sur la terre crue sont en développement et permettent de façon intuitive et convaincante de faire prendre conscience des possibilités et propriétés du matériau terre crue dans la construction. Pour autant, nous constatons que les outils présentent des limites. Ils sont soit spécifiques à un endroit géographique ou domaine précis de la terre crue, soit encombrants (car nécessitent un matériel particulier) ou ne permettent pas d'inclure des exemples sur les possibilités constructives existantes jusqu'à aujourd'hui. Enfin nous observons que la sensibilisation à travers l'interaction s'effectue surtout lors d'activités ou événements de sensibilisation active qui demandent l'implication et la participation du public concerné comme les séminaires, ateliers, chantiers participatifs, workshop etc.

### 1.3.2. L'OUTIL DE LA FRESQUE

*"Tell me, and I will forget. Show me, and I may remember. Involve me, and I will understand." Confucius, circa 450 BC*

Nous nous sommes demandés si l'outil de la fresque (à l'image de La Fresque du Climat) ne pourrait pas être un outil adapté pour sensibiliser sur la terre crue dans la construction et déconstruire les préjugés et obstacles qui l'entravent. Pour cela, nous nous sommes renseignés sur les objectifs et origines de cet outil.

## DEFINITION

Cet outil est récent et démocratisé depuis 2018. Il a été inventé par Cédric RINGENBACH, enseignant français à l'ISAE-Supaéro, ancien consultant et dirigeant du think tank The Shift project (Bortzmeyer, 2021). Il souhaitait faire prendre conscience à ses étudiants de l'urgence climatique tout en leur permettant de comprendre les enjeux globaux, systématiques et scientifiques qui en découlent. Pour cela il a imaginé un outil attractif, participatif de vulgarisation scientifique des phénomènes complexes climatiques le temps d'un atelier de 3h en petits groupes. L'objectif est de répondre à des questionnements généraux à travers des liens de causes-conséquences qui s'articulent entre les cartes. Ils sont matérialisés par des flèches à dessiner par les participants, en se basant sur les rapports du GIEC. « Cette phase de réflexion, faisant appel à l'intelligence collective du groupe, est suivie d'une phase de création, qui permet de souder le groupe en décorant et en s'appropriant la fresque. La dernière phase de l'atelier est une discussion qui recueille les émotions suscitées par cette représentation synthétique du changement climatique et qui explore les solutions qui pourraient le ralentir » (Dryander et al., 2021).

L'outil, sous la forme d'un jeu de 42 cartes réparties en 5 lots comportant des textes explicatifs, a pour support une feuille blanche de 2 m<sup>2</sup>. Il a été très bien reçu et son inventeur a alors créé l'association « La Fresque du Climat » pour permettre son emploi et sa diffusion plus large. L'atelier dans son ensemble est encadré par des animateurs.trices formés.es par l'association et rend éligible tout participant à devenir à son tour formateur, participer à son développement et sa médiatisation (Dryander et al., 2021). Désormais bien connu des milieux scolaires, éducatifs et professionnels en

France, La Fresque du Climat tend doucement à intéresser les pays voisins comme la Belgique. De plus, elle en inspire d'autres pour concevoir des Fresques sur d'autres thématiques (La Fresque de la Construction, La Fresque du Numérique, La Fresque de l'Eau...).

## SENSIBILISATION

« La fresque du climat fait partie des outils de sensibilisation de la catégorie « serious game » (Thual, 2020) qui sont conçus pour avoir un impact sur l'audience ciblée mais qui « en apparence sont camouflés par l'aspect de divertissement » (Greitzer et al., 2007; Kapralos et al., 2013). En effet, l'outil aborde des thématiques différentes pour comprendre leurs liens de cause à effet par l'interaction des participants et ainsi entraîner une prise de conscience (Wibeck et al., 2007), l'acquis de nouvelles connaissances, la proposition de pistes d'action voire motiver à l'action climatique. L'outil se base sur un socle bibliographique solide, une qualité graphique précise et appréhendable par tous. Il a également une dimension ludique et participative centrale qui rend cet outil efficace car comme l'explique une étude « les forces d'un outil visuel sont l'attractivité, la dynamique et l'interactivité pour maintenir l'intérêt de l'audience et la visualisation statique pour pouvoir approfondir la compréhension du sujet » (Newell et al., 2016).

La Fresque permet par son contenu scientifique d'être un outil de sensibilisation pertinent pour convaincre son public. Elle fait appel à la notion de persuasion que nous avons défini précédemment par sa forme accessible et visuelle. Ces deux caractéristiques encouragent les participants à interagir entre eux face aux éléments présentés qui peut les faire rebondir sur leur propre expérience. Elle exploite également le principe de cartographie conceptuelle qui met en évidence ce que le participant connaît déjà sur le sujet (Novak and Cañas, 2006). Ainsi l'animateur.trice peut orienter ses réponses ou les échanges en s'appuyant sur ce socle de connaissances (Novak and Cañas, 2006). L'étude met également l'accent sur la pertinence de concevoir les cartographies conceptuelles (Meyer, 2010) en petits groupes pour tous les avantages que l'interaction peut apporter (Wibeck and Neset, 2020). Pour que l'outil ait un sens, les participants doivent se l'approprier par le dessin notamment. L'atelier prévoit des temps d'expressions collectifs. Les participants peuvent ajouter des éléments graphiques à leur Fresque (flèches, titre, dessin, couleurs, texte...).

A travers un atelier de Fresque sont identifiées des phases par lesquelles les participants évoluent : « On observe le passage de la prise de conscience des enjeux à la compréhension d'actions concrètes associées à un sentiment de responsabilité » (Verzat et al., 2021). Ce schéma est en faveur des objectifs de sensibilisation et d'actions visées. L'étude de Verzat et al. (2021) fait référence à celle de Fernagu-Oudet (2012) pour justifier l'acquisition de l'autonomie et de la responsabilité des participants sur une thématique à travers des formes variées de stimulation : des rencontres, des accompagnements et des ressources pédagogiques (Fernagu Oudet, 2012). Cela se fait tout en laissant le libre choix sur ce qu'ils veulent apprendre, sur les ressources dont ils jugent avoir besoin et la façon dont ils veulent échanger. Ce fonctionnement fait partie de la force de cet outil puisqu'il ne bride pas les échanges et la curiosité ou interprétation que les participants peuvent avoir et permet la co-construction de connaissances.

## LIMITES

Pour autant, l'une des limites à cet outil, comme la plupart des jeux de cartes, est la faible quantité de personnes impactées et sensibilisées lors d'un atelier. En effet, ils se déroulent par groupe de 4 à 8 participants, ce qui est peu et demande plus de logistique pour la participation d'une plus grande audience : plus d'animateurs, de jeux de cartes, de supports car plus de groupes. Pour autant, ce

format permet de faciliter l'interaction et le débriefing, ne nécessite pas de technologie pointue et est très abordable en termes de prix (Wu and Lee, 2015).

Afin de comprendre les enjeux de la terre crue, il nous semble essentiel de saisir les liens et spécificités de ce sujet par rapport au contexte qui l'englobe. L'outil de la Fresque permet ce déchiffrement à différentes échelles et donne la possibilité d'aborder des notions selon le degré de connaissances, d'implication et d'interaction des participants.

## CONCLUSION 1.3

Nous identifions plusieurs formes d'outils de sensibilisation sur le dérèglement climatique dont ceux employant la technologie numérique et ceux faisant appel à des formes de visualisation qui sont en forte croissance et privilégiés (les deux pouvant être combinés). Nous avons constaté que les outils technologiques requièrent un type de matériel spécifique et/ou encombrant et/ou qui nécessite un certain coût et logistique adéquate. Ceux qui proposent des supports visuels sont plus facilement appréhendables et attractifs. Nous notons également l'importance d'avoir un outil qui génère de l'interaction entre les participants et de la co-construction de connaissances. L'outil qui nous semble pertinent à analyser, le plus apte à toucher plusieurs types de public tout en combinant les avantages de quelques moyens de sensibilisation et de persuasion est l'outil « Fresque ».

La recherche des moyens de sensibilisation sur la terre crue a mis en avant l'aspect pratique et expérimental pour comprendre pleinement ce matériau dans sa mise en œuvre et sa matérialité. Pour autant, la communication sur sa pertinence, ses performances et sur les exemples des réalisations existantes jusqu'à notre époque sont rarement synthétisées en un seul outil. Nous remarquons aussi que peu d'outils annoncent explicitement déconstruire les préjugés, obstacles ou limites de la terre crue par son utilisation. Ce processus s'effectue de façon discrète la plupart du temps. Il figure parmi les sous-objectifs atteints en fin d'activité ou d'événement mais est rarement évalué ou quantifié. La Belgique ne semble pas posséder non plus d'outil de sensibilisation répondant à ces critères alors que le niveau de sensibilisation de sa population reste faible.

### 1.3.3. QUESTION DE RECHERCHE

#### OBJECTIF DE L'ETAT DE L'ART

Nous souhaitons comprendre quel est l'état de considération du matériau terre crue en Belgique (préjugés, obstacles et limites) et quels en sont les exemples dans le monde et en Belgique. Puis nous voulions connaître son intérêt dans la lutte contre les dérèglements climatiques. Ensuite, nous souhaitons savoir comment sensibiliser sur la terre crue par l'analogie avec les moyens mis en place pour informer sur les dérèglements climatiques. Finalement, nous souhaitons constater la compatibilité avec l'outil de La Fresque.

#### CE QUE NOUS A APPRIS L'ETAT DE L'ART

Dans la section 1.2, nous avons vu que la terre crue est utilisée depuis toujours, que les exemples se multiplient partout dans le monde et les chercheurs en font un sujet de prédilection. La terre crue se définit à travers plusieurs techniques et savoir-faire. Elle représente des valeurs ainsi qu'une approche différente du monde de la construction. Construire en terre crue, signifie s'ouvrir à des savoir-faire anciens vertueux mais c'est également se soucier des aspects pointilleux, spécifiques de ce matériau et suivre certaines règles pratiques. Son potentiel n'est connu et employé qu'auprès de ceux qui s'y intéressent comme des professionnels et des personnes engagées envers la cause environnementale,

mais aussi la communauté scientifique. Dans les régions du monde où elle est utilisée, elle figure comme un matériau clé dans le secteur de la construction (particulièrement celui de l'habitation) et peut le redevenir dans les régions où le patrimoine en terre crue a toujours existé. En Belgique, elle est peu connue et a été oubliée par le grand public et les professionnels en tant que matériaux de construction. De plus, la revue de littérature montre que la terre crue fait face à des obstacles culturels et sociaux, et à des préjugés. Elle a l'image d'un matériau qui peut s'abîmer facilement, qui n'est ni solide ni durable notamment face aux intempéries. Elle est de plus associée à la pauvreté, au passé, et aux peuples des pays colonisés. Pour résumer, parmi les obstacles sont cités sa méconnaissance, le manque de reconnaissance et visibilité du matériau et de ses artisans, le manque de formation professionnel et éducation, ses limites constructives, le manque de recherche, le manque de consensus scientifique sur certains aspects techniques et le manque de mutualisation des données, le statut de la terre en tant que « déchet », l'absence de filière, le manque de réglementation et normes ainsi que l'impact budgétaire. Finalement, la terre crue se révèle être un matériau qui s'inscrit au cœur des enjeux de demain et qui a sa place pour répondre aux enjeux écologiques dans le secteur de la construction. Ses caractéristiques et techniques de production en font un matériau écologique de plus en plus présent au sein des débats sur l'impact environnemental de l'acte de bâtir.

**La section 1.3** nous éclaire sur les moyens de sensibilisation lié à l'écologie, les enjeux et les intérêts de sensibiliser sur les dérèglements climatiques. Les moyens participatifs, collectifs, pratiques et visuels sont identifiés comme efficaces. Le lien avec la terre crue comme domaine pertinent à mettre en lumière pour tendre vers la construction d'un monde durable est réel. Parmi les outils et moyens de sensibilisation identifiés, celui de la « Fresque » ressort. Il est approprié et complémentaire à ceux existants pour faire connaître la terre crue. Il utilise une façon ludique, simple et modulable par rapport au discours et informations qu'une sensibilisation demande à communiquer aux participants.

## OBJECTIF DU TRAVAIL DE RECHERCHE

Nous avons, dans la section précédente, exposé en détail les enjeux sociaux et culturels. Nous avons également montré que les réponses et les connaissances à ces obstacles et préjugés existent pour les dépasser et y remédier. Cependant, ces connaissances ne sont transmises ni dans le milieu professionnel, ni dans le milieu pédagogique aux architectes et professionnels du bâtiment.

Notre objectif dans ce travail de recherche est de comprendre quels sont les préjugés et les obstacles concernant son emploi en Belgique (plus particulièrement en Wallonie). Et comment l'outil « Fresque » permet, par l'interaction direct avec le public visé, de les déconstruire et de trouver des pistes pour les surmonter. Pour répondre à cette problématique, nous avons identifié 3 questions de recherche :

- Quelle est la **perception** de la terre crue en Belgique identifiée dans la sphère des acteurs de la construction et celle du grand public ?
- Comment déconstruire les **préjugés** et les **obstacles** exprimés sur la terre crue ?
- Cette approche peut-elle se faire par l'outil de sensibilisation écologique « Fresque » ?

Nous allons dans la partie suivante expliquer la méthodologie de recherche pour répondre à ces deux questions et la détailler pour chaque étape réalisée.

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1. STRATEGIE

La terre crue subit de multiples connotations et obstacles. À la lumière de ces états de fait, nous constatons que le besoin actuel est l'information et la transmission des savoirs. Afin de répondre aux questions de recherche, nous avons besoin de connaître dans un premier temps l'état des expériences et des connaissances des acteurs du milieu de la construction en terre crue en Belgique et celui concernant la sensibilisation appliquée à un outil précis. Nous allons conduire des observations et des entretiens de deux types. Auprès d'acteurs de la terre crue en Belgique puis auprès d'animateurs et formateurs de La Fresque du Climat ainsi qu'un acteur de la sensibilisation grand public.

Dans un second temps, nous avons besoin de comprendre, par la conception et l'utilisation d'un outil, les préjugés et les obstacles que rencontre la terre crue comme matériau de construction au sein d'une communauté cible. Nous allons, par l'expérience, révéler les méconnaissances sur la terre crue et y répondre dans le cadre d'une activité de sensibilisation. L'objectif est de concevoir cet outil de sensibilisation pour transmettre des connaissances sur la terre crue. Nous cherchons à ce que ces connaissances soient induites et co-construites des échanges entre les participants (Conversano et al., 2019; Wibeck et al., 2007). Nous l'emploierons auprès d'un groupe de personnes ciblé afin de révéler les obstacles et les préjugés tout en déconstruisant ces derniers pendant son usage. Le double objectif est de sensibiliser par cet outil sur le matériau terre crue.

Nous nous appuyerons sur les résultats de l'Etat de l'Art pour conduire nos entretiens, et à la fois sur l'Etat de l'Art et les entretiens pour concevoir l'outil de sensibilisation. Ce dernier nous permettra à la fois d'enrichir nos données empiriques sur les préjugés et les obstacles et de tester un outil qui vise à remédier à ce problème de transmission de connaissance sur la terre. Nous analyserons ensuite l'ensemble de ces données pour les confronter aux catégories identifiées dans la littérature.

Pour répondre à ce double objectif et à nos questions de recherche, nous adopterons une stratégie de "Recherche par le Design" (Findeli, 2015; Godin and Zahedi, 2014; Zimmerman et al., 2010). Nous nous inscrivons dans une philosophie pragmatique de récolte de données empiriques pour comprendre une situation qu'est la perception de la terre crue en Belgique. Cette philosophie navigue entre les approches déductives et inductives, pour mettre en place une stratégie de recherche par le design qui mobilise des entretiens, des observations et la conception d'un outil de sensibilisation et d'un atelier (Cohen, 2000; Conversano et al., 2019).

### 2.2. METHODOLOGIE

Pour notre méthodologie, nous avons procédé en deux temps. Dans un premier temps, nous avons mis en place une récolte de données à travers des entretiens, des observations et la participation à des activités de sensibilisation sur la terre crue. Et dans un deuxième temps, à travers la conception et la sensibilisation. Ces deux temps permettent respectivement de répondre aux deux questions de recherches. Le schéma 19 montre les liens entre les différentes étapes de la recherche mise en place. Nous nous sommes fixé plusieurs objectifs sous forme de questions qui s'articulent à travers 5 moyens distincts : des entretiens, des observations de terrain, l'observation ou participation de fresques et d'atelier, la conception d'un outil et le test de cet outil. Ceux-ci se sont déroulés dans le temps de façon linéaire ou combinés en fonction des besoins ou contraintes d'organisation (Voir Tableau 6). Chaque moyen mis en œuvre est détaillé dans les sections qui suivent accompagné de leur méthodologie respective.

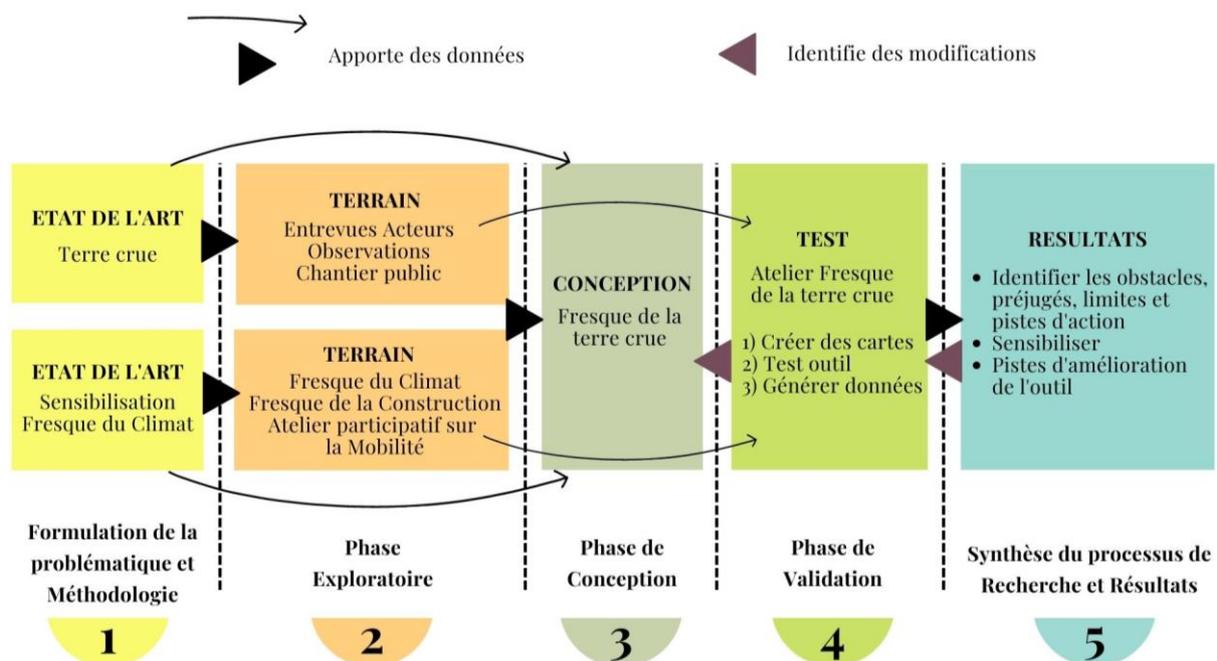


Figure 19 : Stratégie de recherche avec les différentes méthodologies déployées et leur interconnexion

MOYENS	PROFIL	QUESTIONS AUXQUELLES RÉPOND LE MOYEN MIS EN PLACE	PLANNING	LIEUX
ENTREVUES	Experts et praticiens	<b>ACTEURS TERRE CRUE</b> Quels sont les préjugés et obstacles à l'utilisation de la terre crue en Belgique d'après les acteurs de la construction ? <b>ANIMATEUR FRESQUE</b> Combien de temps est nécessaire pour concevoir une Fresque ? Comment en concevoir une ? Toutes les thématiques ou domaines peuvent-ils être abordés ? Existe-t-il une Fresque de la terre crue ? Qu'est-ce qui motive la conception d'une Fresque ?	Mi-décembre à mars (15/12 à 2/03 + 22/03)	Distanciel Présentiel
OBSERVATIONS DE TERRAIN	Grand public (enfants /adultes)	Quelle vision renvoi la terre crue dans l'espace public, du fait de la voir, de participer à sa mise en œuvre et de faire des expériences ? Comment le public appréhende ce matériau ?	Fin mars (25/03 et 26/03)	Présentiel (Louvain-la-Neuve)
PARTICIPATION / OBSERVATION FRESQUES / ATELIER	Tout public	Comment se déroule une Fresque ? Quelles sont les différentes approches pour aborder la thématique ? Quel est le positionnement de l'animateur.trice ? Une Fresque est-elle définie uniquement par les liens de causes-conséquences, ou ce principe est adaptable ? Quel peut-être le degré d'implication des participants et des données qu'ils génèrent ?	Février-Mars-Avril (15/02 ; 25/03 ; 20/04)	Distanciel (Mural) Présentiel (Arlon)
CONCEPTION CARTES FRESQUE DE LA TERRE CRUE	Chercheuse	Quelles interactions et liens mettre en place avec les cartes pour générer de l'interaction pendant l'activité ? Comment agencer les cartes pour aborder les 5 thématiques identifiées dans l'Etat de l'Art ? A travers quel support générer de l'interaction et de la connaissance partagée de façon ludique ? Quelles informations inscrire pour déconstruire les préjugés et obstacles ? Comment intégrer les données des entretiens et observations ?	Mi-février à Fin avril (20/02 à 30/04)	/
TEST DE L'OUTIL EN ATELIER	Etudiants en Ing. Arc. & Archi.	La déconstruction des préjugés et la sensibilisation des participants sur l'utilisation du matériau de la terre crue en Belgique peut-elle se faire à travers l'outil Fresque ? L'outil permet-il d'identifier des préjugés et obstacles du matériau ?	Début mai (02/05)	Présentiel (Liège)

Tableau 6 : Objectifs et planification des moyens utilisés

## 2.2.1. ENTREVUES

Dans un premier temps, nous avons réalisé des entretiens. Nous avons choisi de mener des entretiens semi-dirigés pour cette méthode qualitative de récolte de données. Ce type d'entretien permet à la chercheuse d'avoir en tête la structure et les questions à aborder tout en laissant une grande part d'expression et de spontanéité à la personne interviewée menant parfois à des récits de vie (Sophie et al., 2014). Cette méthode permet aussi de recueillir des anecdotes particulièrement lorsqu'un lien de confiance est établi durant l'entretien (Beaud, 1996; Cardon, 1996) ce qui correspondait à notre démarche. Aussi l'entretien semi-dirigé laisse une liberté de manœuvre, d'approfondissement, de créativité et d'adaptation à la chercheuse (Beaud, 1996; Savoie-Zajc, 2007). Afin de viser une bonne représentativité de notre échantillon de personnes interviewées, nous avons suivi les recommandations de Savoie-Zajc (2007). Nous avons choisi notre échantillon de façon qu'il soit « intentionnel et pertinent par rapport à l'objet et aux questions de la recherche » (Savoie-Zajc, 2007). Enfin, nous estimions que la saturation de notre échantillon était atteinte lorsque nous constatons une répétition des propos et peu d'éléments ou de connaissances nouvelles.

### PROTOCOLE

Deux types d'interlocuteurs ont été ciblés pour les entretiens. C'est la raison pour laquelle nous les avons réalisés en 2 phases dont les critères, paramètres et objectifs sont résumés dans le tableau 7. Nous avons mis en place une grille d'entretien d'une quinzaine de questions (voir Annexes) qui se décline en 3 modèles adaptés à 3 types d'interlocuteurs : Les acteurs de la terre crue, les acteurs dans la formation et l'information du grand public et les acteurs qui conçoivent et animent un outil de sensibilisation. Cette grille présentait la même configuration, quel que soit l'interlocuteur : une section de 10 questions sur son expérience, suivies d'une section de 5 questions sur son opinion.

	ENTREVUE_ phase 1	ENTREVUE_ phase 2
<b>Durée</b>	1h annoncée 30 min à 2h	1h
<b>Type de personnes interviewées</b>	Artisan   Ingénieur   Entrepreneur   Enseignant   Doctorant   Etudiant   Auto-constructeur   Architecte   Formateur   Ingénieur-Architecte	Concepteur, animateur de fresque (ingénieurs de formation) Créateur de contenu de sensibilisation
<b>Nombre interviewé</b>	19	3
<b>Type de sélection</b>	Entretiens : démarche suivie (cartographie) Visite : opportune	Fresque : Réseau personnel de la chercheuse
<b>Statut de l'entretien</b>	Présentiel et distanciel	Distanciel
<b>Type d'entretien</b>	Semi-dirigé	Semi-dirigé
<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier des acteurs de la terre crue en Belgique</li> <li>• Interviewer différents types d'acteurs</li> <li>• Avoir une représentativité des types d'acteurs</li> <li>• Cartographier la localisation des personnes interviewées</li> <li>• Recueillir leur expérience (ou non-expérience) et témoignage avec la terre</li> <li>• Comprendre les préjugés sur la terre crue (les leurs et ceux qu'ils constatent)</li> <li>• Comprendre les limites de l'utilisation de la terre</li> <li>• Identifier les obstacles auxquels ils font face avec la terre crue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recueillir l'expérience de concepteurs, animateurs de Fresque</li> <li>• Comprendre les étapes de conception de l'outil et le temps nécessaire</li> <li>• Comprendre l'animation d'un atelier et de l'attitude de l'animateur.rice</li> <li>• Comprendre la façon dont le public reçoit l'information/ la connaissance diffusée et ce qu'il en fait</li> </ul>

Tableau 7 : Critères, paramètres et objectifs des 2 phases d'entretiens

Nous avons procédé en 7 étapes pour préparer ces entretiens :

1. L'identification stratifiée (Lallemand et al., 2018, p. 75) des catégories d'acteurs de la terre crue à travers une cartographie (en Annexes).
2. L'identification des acteurs belges par catégories et leurs homologues français
3. La sélection d'1 à 2 acteurs par catégorie à contacter pour une entrevue
4. La prise de rendez-vous avec les acteurs qui ont répondu (à distance par la plateforme Zoom ou en présentiel dans le lieu choisi par la personne)
5. Une relance par mail ou téléphone de ceux qui n'ont pas répondu pour viser au minimum un acteur par catégorie par soucis de représentativité
6. L'adaptation de la grille d'entrevue à destination de 3 publics
7. La préparation de la fiche de consentement et l'envoi peu de temps avant l'entrevue

Pour identifier les acteurs, nous avons employé 4 méthodes. L'identification qui se déroule par des **RENCONTRES** à l'issue de visites opportunes de bâtiments exemplaires éco-construits proposées par l'Association Eco-bâisseurs. Quelques-uns présentaient des éléments en terre crue. Nous avons choisi d'en visiter 2 qui comportaient des éléments structurels ou de séparation dense avec ce matériau et de prendre contact pour une entrevue. L'identification à travers l'**ETAT DE L'ART** qui nous fournit une liste d'acteurs de référence. L'identification par nos recherches sur le **WEB** (notamment via le Cluster éco-construction qui propose un répertoire détaillé des acteurs investis dans l'écoconstruction en Belgique). Enfin, l'identification par les **SUGGESTIONS DE CONTACTS** des personnes interviewées.

La phase de sélection des acteurs a été réalisée en fonction des recherches menées sur les différents acteurs identifiés. La cartographie des acteurs identifiés est disponible en Annexes. Nous avons considéré un « acteur socialement compétent » (Savoie-Zajc, 2007, p. 103) dans notre cartographie dès lors qu'il validait 3 critères : être installé en Belgique ; employer ou former sur la terre crue dans la construction et/ou s'y intéresser fortement. Nous avons également privilégié les acteurs qui manient la terre crue sous forme structurelle et pas uniquement en tant qu'enduits.

## SUIVI DES ENTREVUES

À la suite du processus de sélection, est mis en place un suivi cartographique concernant les acteurs contactés, ceux ayant répondu ainsi que le statut de leur réponse concernant l'entrevue (positive ou négative) et le statut des entretiens (réalisés en présentiel ou distanciel). Ce suivi cartographique (voir figure 20) permettait d'évaluer la distance vers les destinations dont les entretiens étaient en présentiel, l'organisation des déplacements à effectuer et de proposer finalement un panorama des acteurs interviewés et contactés sur l'ensemble du territoire belge wallon.

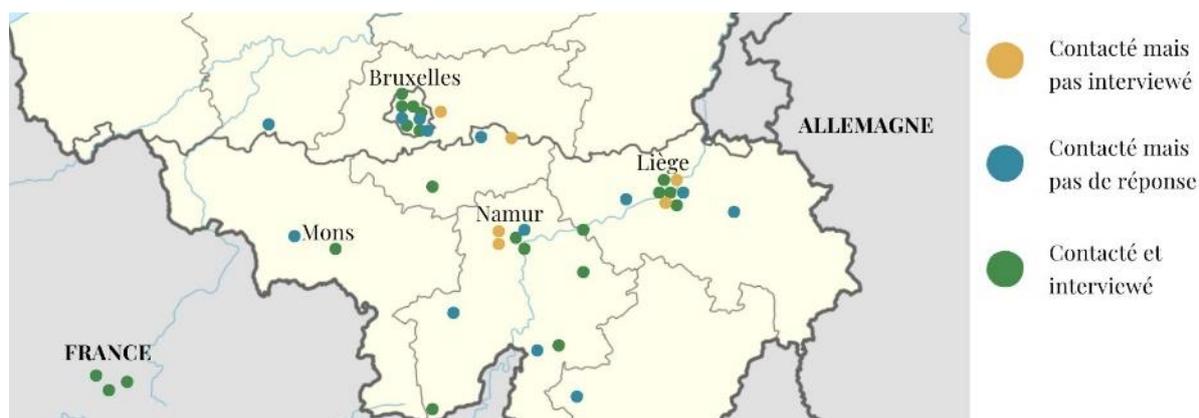


Figure 20 : Suivi cartographique des entretiens

## RECOLTE DES DONNEES

Nous avons utilisé deux outils pour récolter les données. Tous les entretiens en présentiel et en virtuel ont été enregistrés en audio et/ou vidéo (soit par la plateforme Zoom, soit par dictaphone). Durant les entretiens nous avons utilisé la grille d'entretien comme support pour noter les éléments clés à la lumière de nos questions de recherches, y compris les informations particulières et étonnantes.

L'ensemble des entretiens ont été retranscrits à des niveaux différents. L'ensemble de la récolte de donnée est disponible en Annexes. Celles pour les entretiens\_phase 1 ont été incrémentées directement dans un tableau d'analyse avec l'outil Excel pour visualiser les réponses par questions. Parmi ces entretiens, celles réalisées auprès des enseignants ou formateurs ont été retranscrites mot pour mot. Les personnes interviewées ont pris plus de temps d'expression que pour les autres catégories d'acteurs, ce qui amenait les entretiens à atteindre les 2h d'échanges. C'est pourquoi nous avons fait le choix de les restituer de façon plus détaillée (Beaud and Weber, 2010). Les entretiens\_phase 2 ont été retranscrits le plus fidèlement possible à l'enregistrement réalisé, rires et reprises de mots compris. Ces derniers apportent de la profondeur aux échanges (Beaud, 1996).

Pour conclure et résumer, au total nous avons interviewé, 22 personnes (Mason, 2010), dont 19 sur la terre crue en Belgique et 3 sur les outils de sensibilisation, dont celui de la Fresque. Nous avons récolté au total 24 heures d'entretiens, produit deux cartographies sur les acteurs de la terre crue en Belgique et reçu 8 documents ou ouvrages pour approfondir nos connaissances. Ces entretiens nous ont également permis de compléter les informations recueillies dans notre État de l'Art.

### 2.2.2. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Le deuxième moyen mis en place pour récolter des données était des « observations participantes » (Lallemand et al., 2018, p. 165; Soulé, 2007) de terrain accompagnées de questions ciblées. En effet, nous avons eu l'opportunité de participer à un chantier démonstratif de la construction en terre crue sur le Campus de Louvain-la-Neuve, dans le cadre de l'évènement du Printemps des sciences en avril 2022. Il était question d'ériger une sculpture en pisé de quelques mètres de hauteur par la participation du public. Le chantier accueillait des classes inscrites et le grand public venait pour l'occasion ou parce que le chantier les intrigua.

Il était important de compléter cette collecte de données à travers le regard du grand public et des jeunes sur le matériau terre crue dans le cadre de cet atelier-chantier. Il s'agit d'une récolte de données qualitatives mêlant observation et interaction avec chaque sujet étudié pour obtenir les données les plus complètes possibles. Cette méthode est pertinente sous trois angles. Elle permet d'obtenir des réactions à chaud et sincères des interlocuteurs, elle génère des données sur l'attitude physique face aux questions et face à la dimension manuelle de l'activité et enfin elle est plus adaptée face à un échantillon avec des enfants ou des familles (Carnevale et al., 2008). Nous espérons à travers cette approche observer un avant "chantier" et après "chantier" notamment à travers les réactions et l'attitude des participants face à l'œuvre créée ou son avancement. Carnevale (2008) souligne également la « flexibilité [de cette méthode], le fait qu'elle donne le temps d'établir une relation de confiance, soit moins intrusive, qu'elle inclue diverses données comme la communication non-verbal de l'enfant et qu'elle considère le contexte relationnel ».

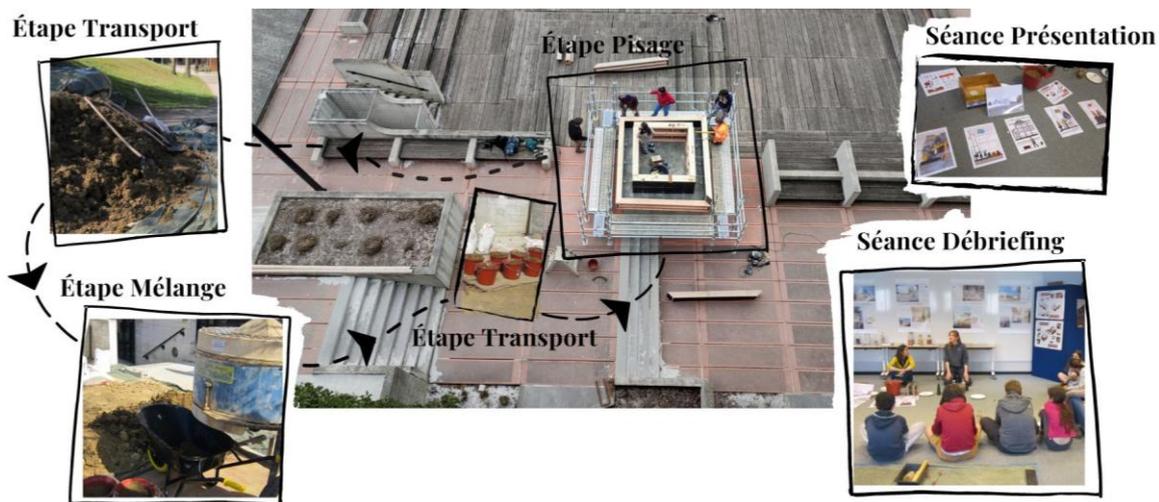


Figure 21 : Enchaînement des étapes du chantier

## PROTOCOLE

Notre enquête s'est déroulée en trois temps (l'ensemble des paramètres est résumé Tableau 8) :

- 1) Une séance de présentation et question-réponse collective ;
- 2) Un temps d'observation durant un roulement sur 4 postes individuels du chantier (Figure 21) ;
- 3) Une séance de débriefing et question-réponses collective.

Afin d'obtenir assez de données pour garantir une représentativité suffisante en 2 jours d'implication, nous visons une trentaine de personnes suivies, interrogées et observées. Il s'agissait de deux types de public (des classes de 10 à 18 ans et le grand public dont des familles). L'ensemble était encadré par des étudiants jobistes, bénévoles et des encadrants architectes qui constituent l'équipe de Printemps des Sciences. En complément pendant ces activités, nous avons interpellé et questionné les trois profils suivants. Deux étudiants jobistes (qui ont participé toute la semaine de chantier) et une bénévole intéressée par le matériau terre crue (qui a participé à un jour de chantier). La grille d'observation (exemplaire disponible en Annexes) présentait un espace de prise de notes pour l'observation et synthétisait dans une première partie les questions de micro-trottoir à poser :

### Avant l'activité

- Peut-on construire en terre crue jusqu'à 5 étages ?
- Qu'est-ce que la terre crue pour vous ? Vous pensez quoi de ce matériau comme matériau de construction ?

### Après l'activité

- Comment s'est passée l'activité ?
- Vous construiriez en terre crue ?
- Vous aimez l'aspect ?
- Faites-vous confiance à la solidité ?

	OBSERVATIONS DE TERRAIN
<b>Durée de l'étude</b>	2 jours (13h-18h) : 25 et 26/03/2022
<b>Durée moyenne du suivi d'une personne</b>	1h30
<b>Nombre de personnes observées et questionnées</b>	41 [1er jour (classes) : 16   2ième jour (public) : 25]
<b>Public</b>	Visiteurs curieux et classes inscrites à l'activité   Tout âge   Public belge
<b>Critères dans la grille d'observation</b>	Type de public (enfant/adulte)   Cible étudié   Heure de début du suivi Observations pendant l'activité (réaction/attitude/action) durant : La <b>présentation</b> , le <b>mélange</b> , le <b>transport</b> , le <b>pisage</b> , le <b>décoffrage</b> (non pris en compte in fine), le <b>débriefing</b> Question(s) posée(s) / Remarques

Tableau 8 : Paramètres des observations de terrain

## RECOLTE DES DONNEES

Nous souhaitons comprendre pour chaque sujet : sa définition du matériau terre crue, ses préjugés, obstacles et limites, ses avantages et inconvénients, sa familiarité avec ce matériau, son interaction avec ce matériau ainsi que ses réactions tout au long de l'étude. Il s'agissait d'opérer rapidement, efficacement et de maintenir une concentration constante tout au long de ces 2 jours. Pour y parvenir, nous étions équipés d'une GoPro, d'un appareil photo et de la grille d'observation pour couvrir au maximum l'ensemble des réactions et actions des personnes ciblées (Jordan and Henderson, 1995) dont les conversations informelles (Carnevale et al., 2008).

Notons que les questions de micro-trottoir étaient posées de façon individuelle ou collective auprès d'un groupe de 2-3 personnes. Par la suite, la récolte des données était faite individuellement pour chaque personne. Notons aussi que la récolte de données n'a pas pu se faire sur l'étape « décoffrage » puisque celle-ci était finalement réalisée entre deux séances de chantier ou n'était pas accessible à tous les participant.e.s. C'est pourquoi nous avons décidé de ne pas la prendre en compte.

Cette étape clôture le recueil des données sur l'expérience, les préjugés, obstacles et limites de la terre crue en Belgique auprès de ses acteurs et du grand public. Nous entrons ensuite dans l'étape de récoltes de données vis-à-vis des moyens de sensibiliser un public au risques climatiques et environnementaux.

### 2.2.3. PARTICIPATION ET OBSERVATION D'ATELIERS

Le troisième moyen mis en place pour récolter des données était la « recherche-action participative » (Kieffer, 2016) à des ateliers de fresques et l'« observation participante » (Soulé, 2007) d'un atelier de participation et sensibilisation citoyenne (voir Tableau 9). Cette activité rentre dans le cadre de notre besoin de comprendre : Quels outils sont utilisés pour sensibiliser aux enjeux climatiques et environnementaux ? Comment se déroule des ateliers de sensibilisation en utilisant des cartes ou des supports visuels ? Quel type et degré d'interaction nous pouvons générer avec ce matériel ? Quels éléments sont les plus utiles et pertinents pour les participants ? De ce qui se dégage de l'Etat de l'Art, nous avons pu identifier que les moyens participatifs, collectifs, pratiques et visuels sont les plus pertinents pour répondre à ce besoin de sensibilisation (Fernagu Oudet, 2012; Newell et al., 2016; Verzat et al., 2021; Wibeck et al., 2007; Wibeck and Neset, 2020).

Comme le dit le fameux proverbe de Confucius, circa 450 BC : “Dis-moi et j'oublierai, montre-moi et je me souviendrai, implique-moi et je comprendrai.” De ce constat, nous nous sommes intéressés à un outil qui revient souvent dans notre Etat de l'Art : le “serious game”, “mini-collage” ou encore l'outil “Fresque”. En France, l'outil “Fresque du Climat” est fortement utilisé et fait ses preuves. Nous avons alors choisi d'étudier 3 types d'ateliers dont deux étant des Fresques : la Fresque du Climat, la Fresque de la Construction et un atelier participatif sur la mobilité. Ces trois ateliers sont indépendants mais tous centrés sur un objectif : celui de bien comprendre un problème pour y apporter des solutions et passer à l'action en mobilisant l'intelligence collective d'un groupe hétérogène. Les paramètres de chaque atelier sont présentés dans le Tableau 9.

## PROTOCOLE

A travers les ateliers de Fresque nous nous sommes inscrits à une session et participé à l'atelier parmi les autres participants. Avant la session nous avons noté les éléments que nous souhaitons comprendre (voir Tableau 9). Après la session nous avons noté ce que nous avons compris et les

autres informations induites à l'issu de l'atelier. Les activités de Fresque étant espacées dans le temps les unes des autres, nous avons à chaque fois alimenté nos questions pour l'atelier suivant des nouvelles questions soulevées par l'atelier précédente.

TYPE D'ATELIER	FRESQUE DU CLIMAT	FRESQUE DE LA CONSTRUCTION	ATELIER PARTICIPATIF SUR LA MOBILITÉ
Statut de la chercheuse	Participante	Participante	Observatrice
Statut des participants	Tout horizon, ne se connaissent pas	Tout horizon, ne se connaissent pas	Font partie du même panel, se connaissent
Nombre de participants	4	7	18 répartis en 4 tables (4 participants à ma table)
Sujet	“3h pour comprendre le changement climatique” <sup>4</sup>	“Avoir une vision globale de l'impact actuel du secteur de la construction sur notre environnement, d'une ou d'un ensemble de construction” <sup>5</sup>	“Je me déplace” : aborder les problématiques de déplacement actuelles à Arlon et proposer des solutions
Durée	3h	3h	3h
Support	Cartes sur support en papier blanc	Cartes sur la plateforme en ligne Mural	Post-it et feuilles de support de couleur
Lieu	Présentiel (15/02/2022)	Distanciel (25/03/2022)	Présentiel (20/04/2022)
Organisme	Association <i>Green Office</i>	Association <i>La Fresque de la Construction</i>	Equipe <i>INTER'ACT</i>
Question de la chercheuse	Comment sont construites les cartes ? (Types d'éléments graphiques, interaction entre cartes) Quel est la part de jeu, d'approche ludique ? Comment est-elle générée ? Comment et par quelle narration les liens de causes – conséquences s'enchaînent ? Quelles sont les étapes de l'atelier ? Quelle est la place de l'animateur.rice ? Les éléments abordés génèrent-ils des réactions ?	Questions de la Fresque du Climat auxquelles s'ajoutent : Est-ce que les liens de cause à effet sont présents (voire nécessaires) pour cette thématique ? Combien de lots sont prévus ?	Quel peut-être le degré d'implication des participants ? Comment sont exploitées les données générées par les participants ?

Tableau 9 : Paramètres des ateliers analysés par la chercheuse

## RECOLTE DE DONNEES

Nous avons récolté nos données à travers des photos, la récupération du fichier mural pour la Fresque de la Construction et une prise de notes des réponses que nous obtenions à nos questions. Les observations ont ensuite été exploitées pendant la phase de conception de notre Fresque de la terre crue. Elles nous ont permis de faire des choix et des adaptations correspondant au besoin de l'outil.

### 2.2.4. CONCEPTION DE L'OUTIL

Le quatrième moyen mis en place est la conception d'un outil. Dans le cadre de cette recherche, cet outil a deux objectifs. L'un pour la recherche. Il s'agit de récolter des données sur les préjugés, obstacles et méconnaissances qu'expriment un groupe cible envers la terre crue comme matériau de construction en Belgique pendant une activité. L'autre pour sensibiliser. Il s'agit de concevoir un outil pour déconstruire les préjugés et les obstacles qu'expriment ce groupe cible et répondre au manque

<sup>4</sup> D'après <https://fresqueduclimat.org/>

<sup>5</sup> D'après <https://www.fresquedelaconstruction.org/>

de transmission de connaissance sur la terre crue. A travers l'Etat de l'Art et les l'analyse des entrevues, nous nous sommes rendus compte que le domaine de la construction et les acteurs professionnels en Belgique ne sont pas renseignés ou sensibilisés à ce matériau, au même titre que le grand public. Nous avons choisi de nous adresser à **ce public des professionnels de la construction** ainsi que **ceux en formation en tant que professionnels en devenir** pour concevoir notre outil.

Nous allons dans cette section 2.2.4 expliquer la phase de conception de l'outil et la section 2.2.5 suivante sera dédiée au déroulement de l'activité en atelier et à la récolte des données. Nous expliquons comment l'outil a été utilisé comme "sonde culturelle" (Gaver et al., 1999) ou plus précisément « sonde ludique » (Bernhaupt et al., 2007) pour récolter des données complémentaires sur les préjugés et les obstacles. Il s'agit avant tout de mettre en place un outil de dialogue autour de la terre crue et qui vise à sensibiliser le public concerné par rapport à ce matériau. Comme le dit Mattelmäki (2005) et Wallace (2013), un outil visuel, manipulable et interactif permet une approche ludique de l'expérience pour recueillir et comprendre des données profondes de l'utilisateur (Mattelmäki, 2005; Wallace et al., 2013). Les sondes permettent également « aux utilisateurs d'exprimer leurs besoins et idées [et de participer et inspirer la conception de l'outil] par l'interaction entre le concepteur et l'utilisateur » (Mattelmäki, 2005, p. 87). Notre cas se focalise sur leurs préjugés et ressentis vis-à-vis du matériau terre crue que les participants expriment durant son utilisation. Les sondes ludiques permettent cette approche à travers « les opinions, les attitudes et les idées des participants » (Bernhaupt et al., 2007, p. 13).

Il nous paraissait pertinent d'aborder ce matériau par un outil physique autour d'un atelier participatif et interactif du fait du caractère spécifique de la terre crue. En effet, ce-dernier ne s'appréhende réellement qu'en l'expérimentant manuellement. Cependant, nous avons fait le choix de ne pas nous orienter vers une activité manuelle au contact direct de la terre crue. Nous souhaitons concevoir une activité répliquable quel que soit le lieu et nécessitant le moins de matériel et préparation possible. Nous cherchions à obtenir en fin de conception un kit utilisable et appropriable facilement (Mattelmäki, 2005). Nous prenons en compte dans la conception de ce « serious game » la pyramide des besoins des joueurs (Greitzer et al., 2007, p. 13). Nous appliquons dans la conception de l'outil et de la stratégie mise en place, l'approche "Probes", puisqu'il ne s'agit pas uniquement de créer un outil pour obtenir des données, mais bien de l'utiliser, l'améliorer et le faire vivre après ce travail d'étude à travers d'autres ateliers (Bernhaupt et al., 2007, p. 13).

## PROTOCOLE

La conception de notre outil vise 3 objectifs :

1. Obtenir un objet physique et manipulable : **les cartes**
2. **Adapter le concept** de Fresque à celui de la terre crue (approche ludique et rigoureuse)
3. **Sensibiliser** par la co-construction de connaissances, **comprendre** et **déconstruire** les préjugés, les obstacles et **encourager** la proposition de solutions
4. **Éveiller** un intérêt envers ce matériau

La conception de cet outil a nécessité 7 phases que nous expliquons par la suite :

1. Définir un protocole d'utilisation des cartes et un lexique propre à l'activité
2. La « carte des challenges » qui consiste à déterminer les thématiques générales à aborder
3. Définir les catégories des obstacles et limites à considérer à partir de l'Etat de l'Art sur l'utilisation de la terre crue en Belgique
4. Composer un style graphique, visuel et un format des cartes adapté au contexte d'usage

5. Créer les cartes et choix du public visé
6. Concevoir des interactions entre les cartes
7. Inscrire les références bibliographiques et les légendes de chaque image ou schéma utilisés

#### **DÉFINIR UN PROTOCOLE D'UTILISATION DES CARTES ET UN LEXIQUE PROPRE À L'ACTIVITÉ**

*Nous avons nourri notre réflexion à partir des résultats d'analyse des ateliers de Fresque du Climat, de Fresque de la Construction et de Mobilité.*

Cette première phase se concentre sur la création de l'activité avec les cartes, la façon dont elles sont présentées, disposées, comment elles vont interagir et présenter les informations et quels supports seront nécessaires. C'est également durant cette phase que nous avons défini les objectifs de cette activité "cartes", l'expérience d'éveil que nous cherchons à faire vivre et les informations que nous souhaitons recueillir avec l'outil. Nous avons aussi choisi de le nommer "Fresque de la terre crue" du fait des inspirations qui nous ont guidés et finalement étant donnée la forme que prend le kit. Ses objectifs sont de générer par le **dialogue, la co-construction de connaissances, le partage d'information et l'appropriation des supports** (cartes, supports graphiques), une **conscientisation** du potentiel de la terre crue, son ancrage et Histoire en Belgique, **comprendre** et **identifier** ce qui traduit des idées préconçues, des obstacles ou limites du matériau et **proposer** des pistes d'action.

Pour établir ce protocole, nous nous sommes inspirés de notre expérience participative des Fresques pour proposer 4 scénarios qui se déroulent tous en 3 étapes. Ces scénarios alternatifs sont consultables en Annexes. Ils tentent tous de mettre en place une expérience de découverte du matériau terre crue et de déconstruction des préjugés et des obstacles. Nous les avons testés à partir de cartes en papier et nous avons dressé un tableau de comparaison de ces scénarios (en Annexes) et observé les points forts et faibles de chacun. Nous avons ensuite dressé une liste des points retenus pour créer un scénario 5 qui répond aux enjeux de l'outil et à nos exigences et constitue le protocole du kit final de notre outil de « Fresque de la terre crue ».

Ces critères finaux sont les suivants :

- |  |   |
|--|---|
| ✓ Mise en place de cartes "Préjugés"                   | ✓ Mettre en place un tri des données utilisateurs derrière chaque catégorie   |
| ✓ Mise en place de cartes "Obstacles"                  | ✓ Recouvrir les cartes "préjugés" et "obstacles" des cartes "pistes d'action" |
| ✓ Mise en place de cartes de brainstorming             | ✓ Permettre plusieurs temps de débat et discussion                            |
| ✓ Mise en place de cartes de "Pistes d'action"         | ✓ Encourager à l'échange et le partage d'informations                         |
| ✓ Mise en place de cartes "Catégories"                 |   |
| ✓ Mise en place de 5 Catégories présentant 1 ou 2 Lots |   |
| ✓ Permettre une vision d'ensemble du matériau          |   |
| ✓ Partir d'un brainstorming sur le mot "terre crue"    |   |

Le scénario final recomposé est en 6 étapes :

- **BRAINSTORMING** – Il est demandé aux participants d'inscrire sur des cartes prévues en conséquence ce que leur évoque la terre crue dans la construction et de les disposer autour de la carte support "Terre crue". Une discussion sur les raisons des mots choisis est lancée.
- **TRI PAR CATÉGORIES** - Après avoir présenté les cartes Catégories, il est demandé de regrouper les cartes du brainstorming parmi ses catégories.
- **MINI-FRESQUE** – Le lot d'une première catégorie est distribué (lot Perception) en deux temps (répartition en deux sous-lots) et les participants sont invités chacun leur tour à analyser le recto des cartes, de partager les informations et expliquer les notions comprises. Puis, ils lisent le verso et disposent les cartes sur la table et les mettent en relation. Le débat est ouvert. L'activité se

poursuit jusqu'à ce que tous les lots des Catégories soient abordés et forment une Fresque. Les participants choisissent un nom pour la Fresque et 1 personne récapitule les grandes idées.

- **IDENTIFICATION DES PRÉJUGÉS ET OBSTACLES** - Les participants sont invités à récupérer les réponses du brainstorming et les poser sur les cartes qui y répondent, puis leur assigner la carte Préjugé ou Obstacle. Le débat est ouvert pour argumenter en faveur de l'un ou l'autre.
- **PISTES D'ACTION** - Les participants peuvent proposer des pistes d'actions à inscrire sur les cartes prévues à cet effet et les disposer sur les cartes Obstacles.
- **ÉVALUATION DES SOLUTIONS** – Les participants classent les cartes pistes d'action sur un nouveau support "l'Axe de faisabilité" pour évaluer les solutions apportées. Chacun s'exprime.

**LA CARTE DES CHALLENGES**  
*Nous nous sommes basés sur l'État de l'Art et les résultats d'entrevues.*

Pour débiter la réflexion autour de l'organisation et la structure des cartes, nous avons composé une « carte des challenges » de la terre crue (Figure 22). Ce moyen d'aide à la décision met en évidence les catégories importantes à aborder dans l'outil. Il s'agit de repérer visuellement les grosses thématiques sensibles et critiques qui répondront aux questionnements des utilisateurs des cartes. Nous entendons par ces catégories répondre à des questionnements d'ordre technique, social, économique, environnemental tels que : *Comment définir et décrire le matériau terre crue ? Quelle est l'utilisation traditionnelle et actuelle de la terre crue en Belgique ? Quelles techniques existent ? Quels sont les impacts du matériau et ses enjeux ? Quelles sont les dépendances et vulnérabilités du matériau ?*

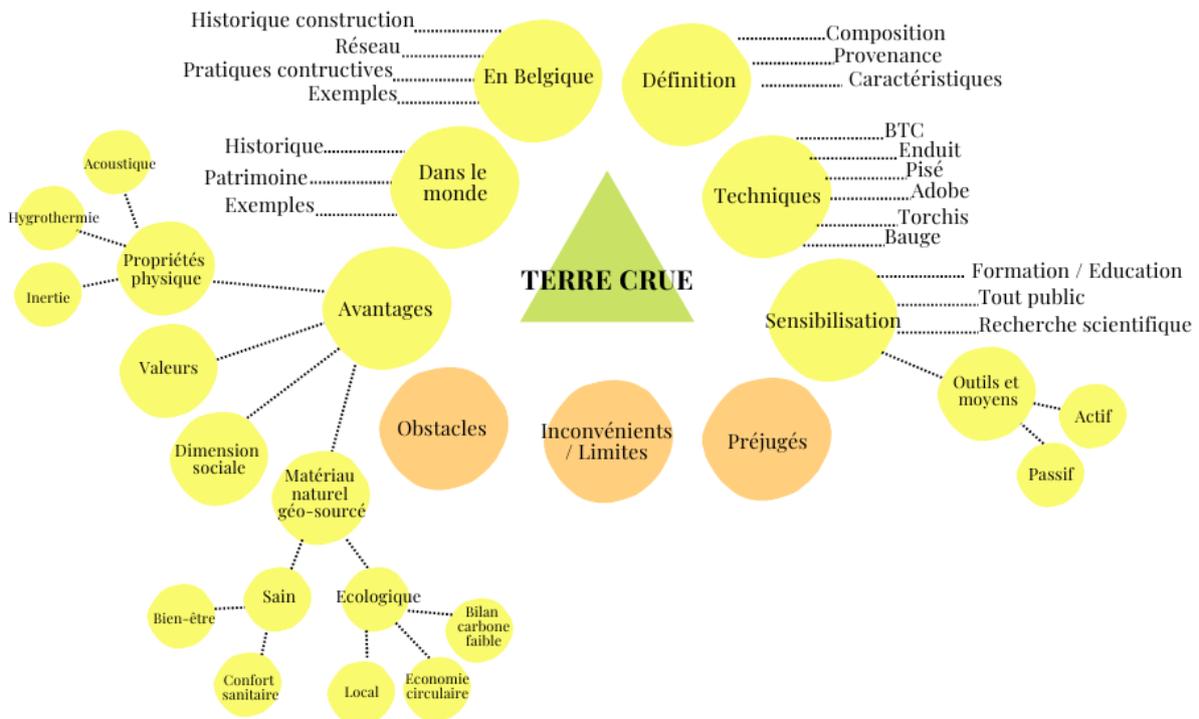


Figure 22 : Carte des challenges

## DÉFINIR LES CATÉGORIES AUTOUR DE L'UTILISATION DE LA TERRE CRUE EN BELGIQUE

*Nous nous sommes basés sur l'État de l'Art.*

La deuxième phase de conception était centrée sur l'identification des catégories à aborder dans l'outil. Nous avons confronté celles issues de l'État de l'Art et avec celles qui se dégagent à travers les entretiens et observations de terrain (Annexes).

Nous en avons extrait les 5 catégories les plus représentatives des données récoltées :

1. **PERCEPTION** – Il est question d'aborder l'image du matériau dans les imaginaires collectifs, de montrer des exemples existants, de faire un point sur l'historique de la terre crue et de répartir des définitions importantes.
2. **TECHNIQUE** – Sont évoquées les différentes performances et propriétés du matériau, son rapport avec l'eau, les techniques de construction et leur mise en œuvre.
3. **RÉGLEMENTATION** - Cette catégorie met en avant les difficultés en termes de normes et réglementations ainsi que le flou existant sur la considération de la terre crue comme matériau adéquat à la construction.
4. **ENVIRONNEMENT** – Sont expliqués les enjeux environnementaux et climatiques ainsi que le potentiel de la terre crue pour y répondre en comparaison à d'autres matériaux.
5. **ÉCONOMIE** – La place du matériau est caractérisée par le développement de sa filière en Belgique et son impact dans la société en référence aux coûts de construction notamment.

## COMPOSER UN STYLE GRAPHIQUE, VISUEL ET UN FORMAT DES CARTES

*Nous nous sommes inspirés des cartes de la Fresque de la construction et du climat.*

Pour cette phase, nous avons déterminé l'aspect esthétique de notre outil. Nous avons cherché à concevoir des éléments graphiques simples, colorés et identifiables. Ensuite, la question du format des cartes s'est posée. Il nous paraissait important de proposer un format suffisamment petit pour être facilement manipulable, transportable et posé sur le support sur la table. Nous cherchions à atteindre un compromis entre l'encombrement, la maniabilité de la carte et la visibilité des textes, images et autres éléments graphiques. Nous nous sommes inspirés du format et de l'aspect visuel des cartes des Fresques pour obtenir un format à peine plus grand soit du 8x15cm. Les cartes de brainstorming et de pistes d'actions devaient être de la même taille que les cartes catégories pour pouvoir être rassemblées en tas. Celles des préjugés et des obstacles étaient environ réduites de moitié (6x11cm) pour s'intégrer plus facilement entre les cartes de la Fresque. Nous voulions laisser ces cartes visibles même après cette étape afin de voir celles qui sont connectées ou pointées. Un aperçu du design de cartes est proposé figure 24. Le kit de l'outil doit pouvoir tenir dans une boîte et permettre de se fournir en matériel additionnel facilement (comme le support blanc en papier).

## CRÉER LES CARTES

*Nous nous sommes basés sur l'État de l'Art, les recherches supplémentaires, les résultats d'entretiens et d'observations sur le terrain.*

La phase de création des cartes était au cœur du processus. C'est également cette phase qui a nécessité le plus de temps. Le travail de conception des cartes a nécessité **3 mois de recherches, ajustements, correction et rééquilibrage** des lots. Nous avons utilisé le logiciel Power Point pour débiter les premières esquisses et avoir un affichage modulable. Il nous permettait d'interchanger la disposition des cartes entre elles et de les répliquer facilement. Ce qui est très pratique lorsqu'il s'agit de créer un recto et un verso. Le recto contient des éléments imagés ou graphiques. Le verso est textuel (100 à 150 mots maximum), il propose une explication et/ou un complément d'information

ainsi que les légendes des éléments du recto. Nous avons identifié un Canvas type pour les cartes des différents Lots (Figure 23). Le contenu des cartes, dont les titres des sujets abordés sont présentés dans le Tableau 10, a été réalisé en s'appuyant sur l'État de l'Art et sur des références bibliographiques supplémentaires pour compléter les données graphiques et numériques. Celles-ci sont présentées sur une carte spécifique du kit qui justifie les informations exploitées. Un aperçu de ce kit ainsi que sa composition est disponible Figure 24.

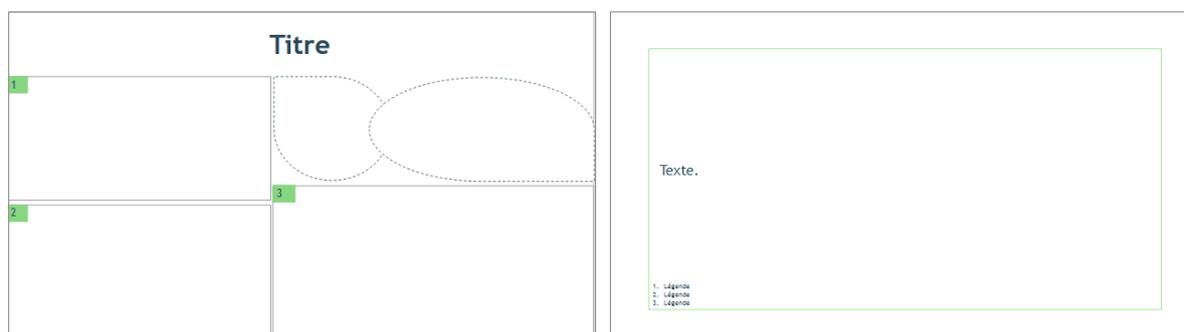


Figure 23 : Canvas recto-verso des cartes

PERCEPTION	TECHNIQUE	ENVIRONNEMENT	RÉGLEMENTATION
Standards et habitudes de construction	Type de terre	Enjeux du secteur de la construction	Normes en Belgique
Narration dès le plus jeune âge	Diversité d'application	Rénovation / Construction	Incitations fiscales et aides
L'Art, témoignage du patrimoine belge	Modes d'utilisation	COV et Santé	Volonté politique
Pratiques constructives en Belgique	Adobe	Face aux aléas climatiques	Expérimentations qui font avancer la Recherche
Patrimoine belge	BTC	Un matériau naturel	La Recherche
Bâtiments belges depuis 1990	Pisé	Déchets	
Bâtiments contemporains en Belgique	Torchis	Bilan carbone	
Bâtiments publics contemporains	Bauge	ACV	
Formation et éducation	Enduit		
Bâtiments d'habitation contemporains	Stabilisation	<b>ÉCONOMIE</b>	
Projets de bâtiments d'envergure	Performances mécaniques	Un matériau gratuit	
Dans l'imaginaire collectif	Performances acoustiques	Marché belge	
Un matériau accessible à tous	Performances hygrométriques	La place des artisans	
Évolution des méthodes constructives	Performances thermiques	Retour sur investissement / Rentabilité	
La terre crue	Performances face à l'eau	La filière terre crue en Belgique	
La terre cuite	Résistance au feu		
Un matériau universel	Pathologies		
Historique de la construction en terre crue	Prévention		

Tableau 10 : Sujets des cartes de la Fresque de la terre crue

Par contrainte de temps et d'exploitabilité, nous avons prévu de ne concevoir que 2 Lots correspondant à 2 catégories. Il s'agit de la catégorie PERCEPTION et TECHNIQUE. Les 3 autres sont prévues, fixées, mais non terminées au niveau de leur rendu visuel et textuel. L'objectif étant avant tout de pouvoir essayer l'outil et voir s'il est cohérent, pertinent et utilisable.



Figure 24 : Composition et charte graphique du kit de Fresque de la terre crue

L'outil n'a pas pour vocation de proposer un cours dispensé par un ou une animateur.rice, mais bien de permettre aux participants à travers la multitude d'information qu'abordent les cartes, de discuter entre eux, de faire un choix d'interprétation de l'information captée et de la partagée aux autres. Chaque carte regorge d'idées et de pistes de réflexion que les participants choisissent ou non d'évoquer et d'approfondir en fonction de leur sensibilité, leur questionnements propres et la dynamique de groupe. Ensemble, et en collectant les données, nous souhaitons qu'ils créent leur propre approche du sujet. Pour résumer ce kit : les cartes se veulent génératrices de pistes de réflexion, l'interaction révélatrice des limites et préconceptions et les participants créateurs de pistes d'actions.

#### **GÉNÉRER DES INTERACTIONS ENTRE LES CARTES**

*Nous nous sommes basés sur l'État de l'Art et notre retour d'expérience des Fresques.*

À l'inverse de la Fresque du Climat, la thématique de la terre crue engendre peu de liens de cause à effet. Particularité que la Fresque de la Construction a su se défaire en proposant une restitution et disposition intuitive des cartes sur le support. De plus, une des forces que nous avons constatées dans les Fresques est de générer des interactions ou liens ludiques de manipulation et interaction des cartes. Aussi nous avons choisi d'intégrer cette technique dans notre outil. Nous nous attendons à capter davantage l'intérêt des participants et permettre une approche détendue (voire inattendue) pour aborder des notions scientifiques et techniques. Nous avons, pour ce prototype de Fresque de la terre crue, réalisé 3 interactions entre les cartes (Figure 25). Par interaction, nous signifions que les cartes s'assemblent entre elles pour compléter leurs informations respectives, apporter des éléments de discussion supplémentaire par un effet puzzle ou bien tout simplement créer un lien de connexion logique entre deux cartes et générer un débat.

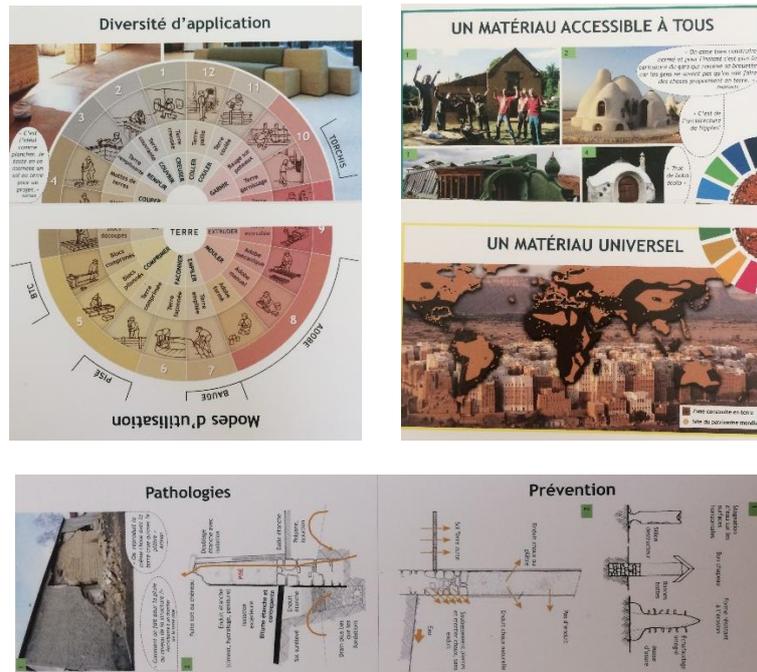


Figure 25 : Interactions entre les cartes : pour compléter la roue des techniques (en haut à gauche), pour compléter le cercle des ODD et aborder le sujet (en haut à droite) et pour observer un miroir entre ce qui engendre les pathologies et comment les prévenir (en bas)

## 2.2.5. UN ATELIER POUR TESTER L'OUTIL ET RECOLTER DES DONNEES

Le cinquième et dernier moyen a été mis en place pour récolter deux types de données à travers un atelier. L'atelier permet de :

- 1) Tester l'outil afin de relever si la Fresque de la terre crue répond aux besoins identifiés. Au-delà du fait de concevoir un outil qui dans notre cas s'élargit à l'échelle d'un kit autonome, nous nous devons de le tester pour valider trois éléments : le concept de cartes, le contenu des cartes et le protocole.
- 2) Identifier des préjugés, obstacles, limites et leurs raisons dans le groupe cible.

Notre méthode de conception d'outil se rapproche de la méthode de Design Thinking au sein de laquelle, comme l'explique INNELLA (2016), la phase de prototypage est nécessaire le plus tôt possible dans le processus de conception pour identifier des points bloquants. Le fait de tester un outil rapidement permet de garder une marge acceptable pour les modifications ou changements (INNELLA et al., 2016). C'est pourquoi le test de notre Fresque prototype à travers un atelier (Gilliot et al., 2018) nous semblait pertinent et en phase avec nos objectifs de récolte de données.

Pour structurer et organiser cet atelier de test, nous nous sommes appuyés sur nos expériences de Fresque et des conseils obtenues à travers les entrevues des animateurs et concepteurs de Fresque. Nous avons défini ses paramètres dans le Tableau 11. Notre public cible étant les professionnels de la construction, nous avons choisis de réaliser l'atelier test auprès de la communauté étudiante en études d'architecture. De plus, ce choix nous permettait une facilité logistique et organisationnelle.

## PROTOCOLE

La préparation de l'atelier a nécessité un appel à participation auprès de la communauté étudiante Architecte et Ingénieur Civil Architecte par les réseaux sociaux, par mail et via une affiche (Annexes). Nous rappelons que l'atelier se déroule en 6 étapes auxquelles nous ajoutons une étape d'introduction, de présentation, de brise-glace en début d'atelier et une étape de clôture d'activité et d'atelier complété par un retour de l'expérience des participants :

- 1) Brainstorming
- 2) Tri par catégories
- 3) Mini-Fresque
- 4) Identification des préjugés/obstacles
- 5) Pistes d'action
- 6) Évaluation des solutions

<b>Durée</b>	2h30
<b>Nombre de participants</b>	5 participants / table
<b>Statut de l'atelier</b>	Présentiel
<b>Type d'encadrants</b>	1 animatrice 1 soutien logistique
<b>Matériel</b>	Kit Fresque de la terre crue Support de la Fresque (papier blanc grand format) Feutres et stylos 1 protocole 1 table

Tableau 11 : Paramètres de l'atelier de test de l'outil



Figure 26 : Atelier test de la Fresque de la Terre crue

Durant l'atelier, l'animatrice a été plusieurs fois amenée à intervenir pour apporter des informations en réponse à une question directe ou indirecte qui alimente un débat ou une longue discussion entre les participants. L'animatrice apporte des éléments de réponse ou d'éclaircissement, de réflexion et/ou de connaissance lorsque le besoin se fait sentir. Le but étant au maximum de rendre les participants autonomes sur leur compréhension du matériau terre crue en intervenant le moins possible sur des notions de connaissance. L'intervention est nécessaire pour éviter la mauvaise compréhension d'une notion ou l'illusion d'avoir saisi des enjeux faussés par les interactions.

## RÉCOLTE DES DONNÉES

L'atelier a été enregistré en vidéo et en audio par une caméra et avec un dictaphone. Ces moyens ont permis une analyse minutieuse et ultérieure à l'activité (Thibaud, 2001). Par la réécoute, les pauses, nous avons pu nous attarder sur certains passages et décrypter les intonations de voix, l'attitude ou les gestes. Un appareil photo a également été utilisé pour figer des moments d'interaction ou des étapes de disposition de cartes bien précis. L'enregistrement vidéo a été cadré de façon à observer le support de la Fresque sur la table ainsi que les cartes qui y étaient disposées, les interactions et les échanges des participants tout en conservant leur anonymat. Enfin, un questionnaire a été envoyé par mail à chaque participant pour obtenir leurs retours et leur expérience avec l'outil et durant l'atelier.

### 2.3. TRAITEMENT DES DONNÉES

Le traitement des données s'est effectué de deux façons :

- En continu
- À l'issue de phases spécifiques nécessitant des données précises générées dans le cadre d'une autre phase

Les étapes de traitement et utilisation de données que nous souhaitons réaliser en fonction de ces deux temporalités sont dans le Tableau 12. En effet, nous avons identifié deux phases de recherche qui ont nécessité l'utilisation des données des phases antérieures pour être ensuite réalisées. Il s'agit de la phase de conception de l'outil et de la phase de l'atelier test. Les données sur les préjugés, obstacles, avantages et les connaissances sur la terre crue ont été traitées en continu, car elles figuraient comme base pour le travail de recherche.

Les moyens mis en œuvre pour le traitement des données étaient réalisés au fur et à mesure du travail de recherche et de la récolte de données par phase. En effet, certaines données étaient nécessaires pour les phases suivantes de recherche ou de recueil de données. Donc il fallait pouvoir les traiter avant la fin des phases de récolte de données. Les moyens employés par types de données sont détaillés dans le tableau suivant. La méthode employée consistait à retranscrire l'ensemble des échanges pour les entretiens et l'atelier test et les traiter dans un tableur Excel (Annexes). Concernant les entretiens nous avons considéré un niveau de détail adapté en fonction des types d'acteurs (précisé précédemment dans la section 2.2.1). Les observations ont été traitées directement dans un tableur Excel (Annexes). Une nomenclature des profils des personnes interviewées et participant aux chantiers et atelier est disponible en Annexes. Elle permet de référencer les données présentées dans la section 3 *Résultats et Analyses* tout en conservant l'anonymat des sujets.

<b>DONNÉES À TRAITER</b>	<b>MOYENS DE TRAITEMENT DES DONNÉES</b>	<b>DONNÉES À TRAITER</b>	<b>MOYENS DE TRAITEMENT DES DONNÉES</b>
<b>ÉTAT DE L'ART</b>		<b>OBSERVATIONS DU CHANTIER</b>	
Connaissances terre crue		Perception du matériau	Nuage de mots
Outils de sensibilisation		Préjugés, obstacles	Tableau d'analyse par catégories Relever les attitudes et questions
<b>ENTREVUES_PHASE 1</b>		<b>ENTREVUES_PHASE 2</b>	
Préjugés, obstacles, avantages, inconvénients, leviers	Tableau d'analyse par catégories	Expérience de concepteur	Liste points d'attention/conseil
Perception (3 mots)	Nuage de mots	Expérience d'animateur	Liste points d'attention/conseil

<b>CONCEPTION DES CARTES DE LA FRESQUE DE LA TERRE CRUE</b>	
Pertinence du contenu des cartes pour sensibiliser	Relever les réactions sur la découverte et compréhension du contenu des cartes (recto/verso) (Compléter avec le sondage) Relever les mots du brainstorming (impressions sur la terre crue) en nuage de points Identifier les cartes apportant des réponses aux questions Relever les interventions de l'animatrice apportant des informations complémentaires
Pertinence des cartes pour identifier et déconstruire les préjugés	Relever les réactions et les cartes qui déconstruisent les préjugés
Lisibilité, esthétique des cartes	Traitement Excel pour les retours du sondage (sondage et atelier)
Pertinence du contenu pour identifier les obstacles, limites et pistes d'actions	Relever et compter les cartes aidant à identifier les obstacles et limites par les participants et les éléments communs (s'il y en a) Compter les pistes d'actions proposées
<b>TEST DE L'OUTIL EN ATELIER</b>	
Pertinence du protocole pour partager l'information et s'appropriier les cartes	Relever l'évolution du partage d'information Relever les interventions de l'animatrice pour encourager à communiquer et partager
Pertinence du protocole pour sensibiliser	Évaluer le degré d'interaction (par une jauge) par le nombre de questions posées Identifier les réactions, remarques des participants sur les questions dont ils cherchent la réponse Relever le moment de ces questions et celui des réponses apportées Relever les interventions de l'animatrice pour informer sur les étapes de l'atelier et rassurer sur le déroulement Relever les étapes du protocole où il y a eu des révélations ou réactions
Pertinence du protocole pour identifier et déconstruire les préjugés	Identifier les étapes où les participants ont identifié et déconstruit les préjugés
Pertinence du protocole pour identifier les obstacles et limites et proposer des pistes d'actions	Identifier les étapes du protocole qui ont permis aux participants d'identifier les obstacles et limites (Tableau en fonction des étapes)

Tableau 12 : Grille d'analyse et de traitement des données générale

## 2.4. ANALYSES - INTERPRÉTATIONS

Le traitement des données a permis de retranscrire et de comprendre le type de données que nous avons récolté. Il a ensuite été analysé et interprété pour répondre à 3 objectifs. Par souci de lisibilité nous nommerons « thématiques » les éléments de préjugés et d'obstacles, « catégorie » ce qui rassemble plusieurs préjugés ou obstacles et « métacatégorie » ce qui rassemble des catégories.

L'analyse nous a permis d'identifier des catégories à partir des données des entrevues, de l'observation de chantier et de l'atelier test. Tout d'abord au sein même de chacune des méthodes à partir des fichiers de retranscriptions des données. Nous avons pour les entrevues été plus loin en distinguant des métacatégories. À chaque fois nous indiquions le nombre d'occurrences. À partir de ce point, l'analyse diffère en fonction des objectifs de recherche. Nous avons souhaité générer un nombre important d'éléments visuels et schématiques par souci de lisibilité des résultats.

### **Obtenir une vision générale des préjugés et obstacles en Belgique.**

L'analyse s'est faite de façon groupée, nous avons recherché des métacatégories communes aux trois méthodes. Elles représentaient les principaux thèmes critiques pour chaque thématique. Nous avons également noté les impressions qui ressortent de chaque méthode lorsque les interlocuteurs ont exprimé ce que la terre crue évoquait pour eux. Puis, nous avons observé les priorités de chacun des groupes d'interlocuteurs en analysant les tendances par méthodes. Nous avons comparé ces résultats

avec ceux des thématiques. Nous avons choisi d'approfondir le niveau de détail et compléter l'analyse en distinguant deux sphères d'acteurs pour les entrevues : celle de l'Enseignement et celle Hors Enseignement pour observer les variabilités des résultats.

Pour la phase d'interprétation, nous avons d'abord observé les données issues de l'État de l'Art de celles issues de nos résultats pour voir si elles se rejoignaient. Dans le cas où les catégories concordaient, nous interprétons les résultats en accord avec la littérature. Dans le cas où elles divergeaient, nous observions les thématiques inscrites dans ces catégories pour comprendre les points de divergence et nous les notions. Nous souhaitons comprendre si cela provenait de la métacatégorisation et des choix de la chercheuse pour rassembler les données. Ou s'il s'agissait d'une spécificité dû au contexte belge du fait des données.

### **Juger l'efficacité de l'outil Fresque de la Terre crue à identifier les préjugés et obstacles du matériau et générer des pistes d'actions.**

L'analyse consistait à comparer les catégories issues de l'atelier test avec celles des entrevues et du chantier. Nous avons également relevé les cartes qui ont permis d'identifier des obstacles et celles qui ont permis de déconstruire des préjugés ainsi que leurs occurrences respectives. Nous comparons ces cartes avec les préjugés déconstruits pendant l'atelier ainsi qu'avec les obstacles. Nous comparons ensuite respectivement avec ceux de l'État de l'Art.

L'interprétation consistait à observer si les catégories concordaient. Dans le cas où les perceptions concordaient par les termes (ou synonymes) des catégories identifiées, nous interprétons cela comme un succès. Si elles divergeaient, nous observions les éléments mis en cause et nous en discutons.

### **Juger l'efficacité de l'outil Fresque de la Terre crue à sensibiliser ses utilisateurs à ce matériau**

Pour la phase d'analyse, nous avons relevé les cartes qui ont été les plus utilisées durant l'atelier. Puis nous avons évalué le degré d'interaction entre les participants durant l'atelier et le nombre de questions posées ainsi que le sujet associé. Enfin, nous avons analysé les retours du sondage pour noter ce que les participants ont pu apprendre, sur les réponses que l'outil a pu leur apporter, sur ce qu'ils trouvaient de plus étonnant et moins intéressant, sur ce qu'ils pensent de l'outil, les améliorations qu'ils suggèrent et enfin s'ils recommanderaient cette Fresque à d'autres personnes ainsi que leur état d'esprit avant et après l'atelier.

Pour la phase d'interprétation, nous avons comparé les résultats avec les critères de succès identifiés dans l'État de l'Art. Puis nous les avons croisés avec les moyens qui ont permis de sensibiliser les acteurs de la terre crue à ce matériau pour juger de la pertinence de cet outil.



Nous avons recueilli auprès des acteurs terre crue interviewés, des participants du chantier et de ceux de l'atelier respectivement sur la terre crue : 3 mots, leurs impressions et les mots du brainstorming lorsque nous leur avons demandé ce qu'elle leur évoquait. Les listes de mots sont disponibles en Annexes et les résultats obtenus sous forme de nuage de mots Figures 27.

## RÉSULTATS

Les résultats des entrevues sont de **47 mots obtenus sur 18 entrevues** menées. Les mots qui reviennent le plus sont « écologique » (4 occurrences), « chaleureux », « confort », « couleur », « doux », « local » et « tactile » (3 occurrences). Les résultats du chantier sont composés des 17 impressions récoltées auprès des enfants (10 à 18 ans) et des 32 impressions récoltées auprès des adultes ce qui a permis d'identifier **38 expressions ou mots**. Ceux qui revenaient le plus étaient « argile » (4 occurrences), « pas solide » (3 occurrences), « esthétique », « torchis », « beau », « solide », « naturel » et « écologique » (2 occurrences). L'atelier quant à lui a **récolté 21 mots issus du brainstorming** de départ d'activité des 5 participants. Un mot a été cité plus d'une fois, il s'agit de « brique » (2 occurrences).

## ANALYSE

L'analyse que nous pouvons faire concerne la distinction du vocabulaire employé par les 3 publics. Nous observons des mots qui s'inscrivent davantage dans le thème **du ressenti, de l'émotionnel et des valeurs** du côté des acteurs de la terre crue interviewés. Ils emploient des mots positifs et précis décrivant notamment des avantages du matériau. Nous avons à faire à des personnes renseignées pour la majorité. Les participants au chantier ont exprimé des groupes de mots plutôt inscrits dans le thème du **pragmatisme, de la fonctionnalité** et orienté pour la plupart sur **des éléments de définition** comme « terre glaise », « vers de terre » ou encore « terre sans cailloux ». Nous observons des formes négatives telles que « pas solide » et « ne connais pas » ou des contradictions comme « solide » et « pas solide » qui marquent le doute et l'hésitation. Pour l'atelier, nous remarquons peu de mots qui se démarquent ou qui ont des occurrences à l'exception du mot « **brique** ». Le thème qui se dessine est plus **technique** avec des mots précis pour certains comme « vernaculaire », « adobe » et « pisé ». Nous observons que les participants ont des connaissances en construction.

### 3.1.2. PREJUGES

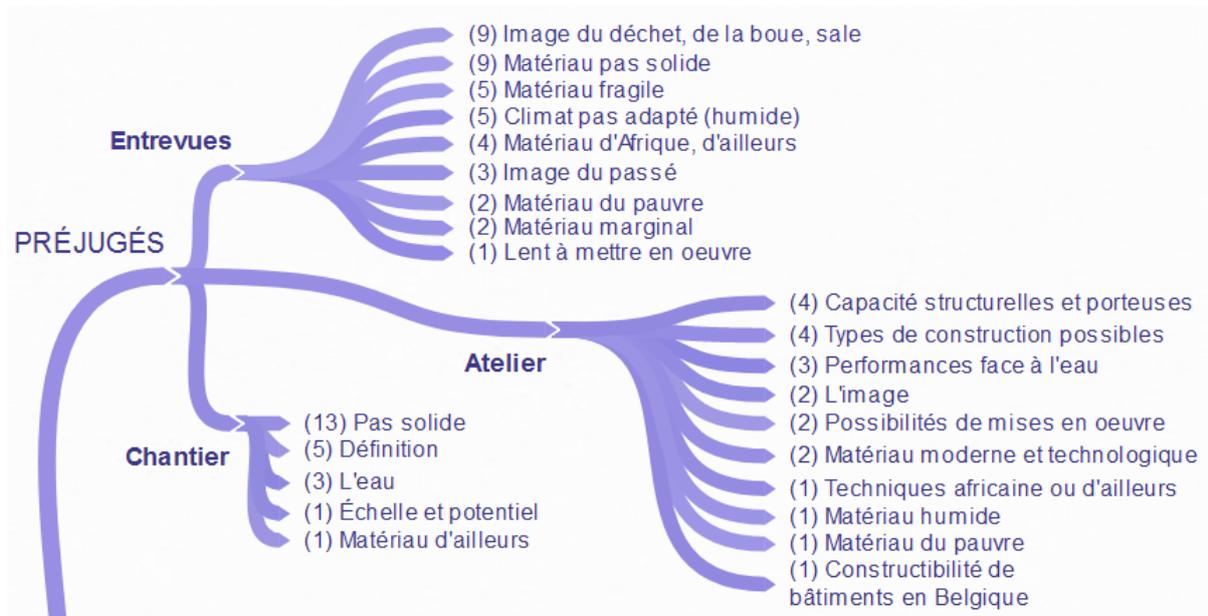


Figure 28 : Résultats des catégories de préjugés sur la terre crue recueillis

Nous obtenons **8 catégories** de préjugés issues des entrevues, **5 des observations** de chantier et **10 de l'atelier test**.

#### ANALYSE COMPARATIVE DE L'OUTIL

Nous comparons les résultats des préjugés d'atelier avec les deux autres méthodes. Nous observons des concordances pour :

- 4 préjugés sur les 4 identifiés en chantier : « Pas solide (13) », « Définition (5) », « Eau (3) », « Échelle et potentiel (1) » ainsi que « Matériau d'ailleurs (1) »
- 5 préjugés sur les 9 des entrevues : « Image du déchet, de la boue, sale (9) », « Matériau pas solide (9) », « Climat pas adapté (humide) (5) », « Matériau d'Afrique, d'ailleurs (4) » et « Matériau du pauvre (2) »

#### ANALYSE GROUPÉE

Nous notons que le préjugé le plus important de chaque méthode est respectivement :

- « L'image du déchet, de la boue, sale » et « Matériau pas solide » : nous constatons qu'ils présentent une occurrence moyennement élevée par rapport aux autres préjugés qui suivent (4 occurrences). Ces deux préjugés préfigurerait comme premier point d'intérêt ou de questionnement identifiés par les experts et acteurs de la terre crue.
- « Pas solide » : nous constatons une occurrence bien supérieure aux autres catégories de la méthode d'observation sur chantier pour ce préjugé : 13 occurrences contre 5 pour la catégorie suivante « Définition ». Il s'agirait du sujet qui intéresse, interpelle et questionne en premier lieu les participants (comprenant des enfants, familles et passants) lors d'un chantier de terre crue.
- « Capacité structurelle et porteuse » et Types de construction possibles » : leurs occurrences sont à 4 ce qui ne les distingue que de très peu des autres catégories. Il s'agirait tout de même

des premières préoccupations qui interpellent les futurs professionnels de la construction non sensibilisés.

En considérant l'ensemble des catégories et en rassemblant les redondances, nous obtenons **5 métacatégories de préjugés**.

- **SOLIDITÉ (31)**
  - Pas solide (13)
  - Fragile (5)
  - Capacité structurelle porteuse (4)
  - Matériau pas solide (9)
- **DEFINITION (20)**
  - Image du déchet, de la boue, sale (9)
  - Définition (5)
  - Matériau humide (1)
  - L'image (2)
  - Matériau du pauvre (2)
  - Matériau du pauvre (1)
- **POTENTIEL (14)**
  - Échelle et potentiel (1)
  - Lent à mettre en œuvre (1)
  - Types de constructions possibles (4)
  - Possibilités de mises en œuvre (2)
  - Matériau moderne et technologique (2)
  - Image du passé (3)
  - Constructibilité de bâtiment en Belgique (1)
- **EAU (11)**
  - L'eau (3)
  - Climat pas adapté (humide) (5)
  - Performances face à l'eau (3)
- **ORIGINE (8)**
  - Matériau d'ailleurs (1)
  - Techniques africaines ou d'ailleurs (1)
  - Matériau d'Afrique, d'ailleurs (4)
  - Matériau marginal (2)

### 3.1.3. OBSTACLES

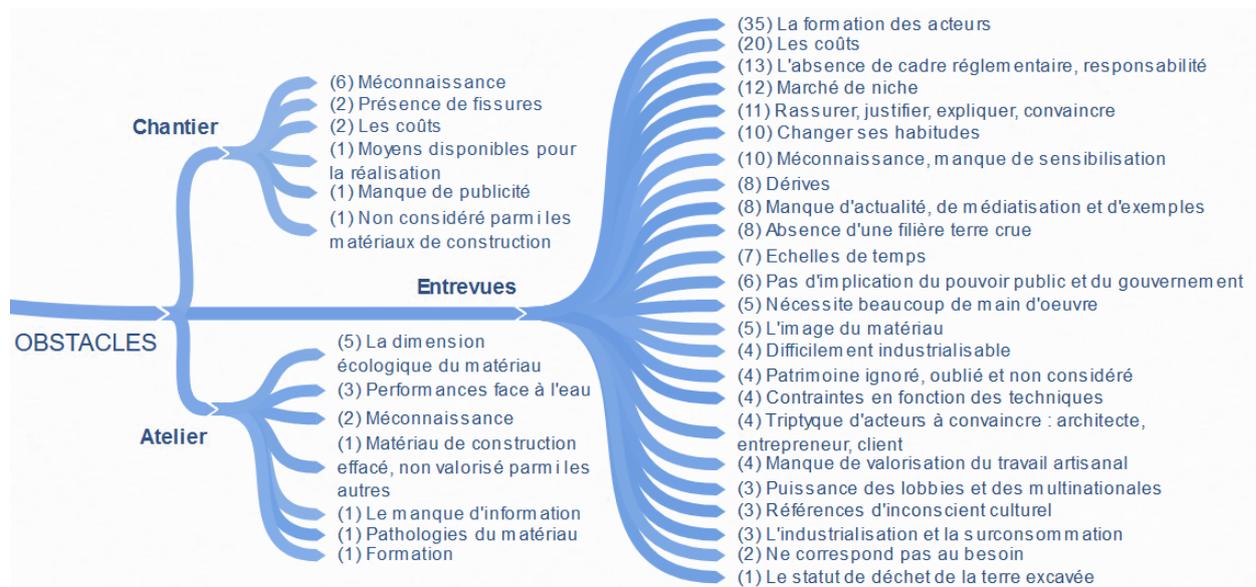


Figure 29 : Résultats des obstacles sur la terre crue recueillis

Nous obtenons **24 catégories** d'obstacles issues des entretiens, **6 des observations** de chantier et **7 de l'atelier test**.

## ANALYSE COMPARATIVE DE L'OUTIL

Nous comparons les résultats d'obstacles d'atelier avec les deux autres méthodes. Nous observons des concordances pour :

- 4 obstacles sur les 6 identifiés en chantier : « Méconnaissances (6) », « Non considéré parmi les matériaux de construction (1) », « Manque de publicité (1) », « Présence de fissures (2) »
- 3 obstacles sur les 24 des entrevues : « Méconnaissance, manque de sensibilisation (10) », « Manque d'actualité, de médiatisation et d'exemples (8) », « La formation des acteurs (35) »

## ANALYSE GROUPÉE

Nous notons que l'obstacle le plus important de chaque méthode est respectivement :

- « La formation des acteurs » (35 occurrences) : la catégorie suivante « Les coûts » est à 20 occurrences suivie de celles aux alentours de 10. Aussi nous considérons que pour les entrevues ces deux premières catégories sont à considérer, car largement plus importantes que les suivantes. Ces deux obstacles préfigureraient comme premier point de blocage considéré par les experts et acteurs de la terre crue à l'utilisation de la terre crue en Belgique.
- « La méconnaissance » (6 occurrences) : cette catégorie présente une occurrence moyennement élevée par rapport aux autres catégories qui suivent (2 occurrences). Il s'agirait du premier obstacle constaté parmi un échantillon de 41 participants au chantier (comprenant des enfants, familles et passants) à l'utilisation du matériau.
- « La dimension écologique du matériau » (5 occurrences) : son occurrence est légèrement plus grande que la catégorie « performances face à l'eau » suivante de 3 occurrences. Il s'agirait de l'obstacle le plus bloquant et discuté, parmi les participants à l'atelier test, qui serait un point bloquant pour l'utilisation de la terre crue.

En considérant l'ensemble des catégories et en rassemblant les redondances, nous obtenons **8 métacatégories d'obstacles**.

- **ÉCONOMIQUE (69)**
  - Les coûts (2)
  - Les coûts (20)
  - Marché de niche (12)
  - Dérives (8)
  - Absence d'une filière (8)
  - Industrialisation et surconsommation (3)
  - Difficilement industrialisable (4)
  - Manque de valorisation du travail artisanal (4)
  - Nécessite beaucoup de main-d'œuvre (5)
  - Puissance des lobbies et multinationales (3)
- **FORMATION (38)**
  - Non considéré parmi les matériaux de construction (1)
  - Matériau de construction effacé, non valorisé parmi les autres (1)
  - Formation (1)
  - La formation des acteurs (35)
- **ORGANISATIONNEL (25)**
  - Triptyque d'acteur à convaincre : architecte, entrepreneur, client (4)
  - Changer ses habitudes (10)
    - Rassurer, justifier, expliquer, convaincre (11)
- **MÉCONNAISSANCE (20)**
  - L'image du matériau (5)
  - Patrimoine ignoré, oublié et non considéré (4)
  - Références d'inconscient culturel (3)
  - Méconnaissance (2)
  - Méconnaissance (6)
- **SENSIBILISATION (17)**
  - Manque de publicité (1)
  - Manque d'information (1)
  - Manque d'actualité, de médiatisation et d'exemples (8)
  - Ne réponds pas au besoin (2)
  - Échelles de temps (5)
- **RÉGLEMENTAIRE (14)**
  - Absence de cadre réglementaire (13)
  - Processus de certification prennent du temps (1)
- **TECHNIQUE (10)**
  - Pathologies (1)
  - Performances face à l'eau (3)
  - Présence de fissures (2)
  - Contraintes en fonction des techniques (4)
- **ENVIRONNEMENT (5)**
  - La dimension écologique (5)

### 3.1.4. LIMITES

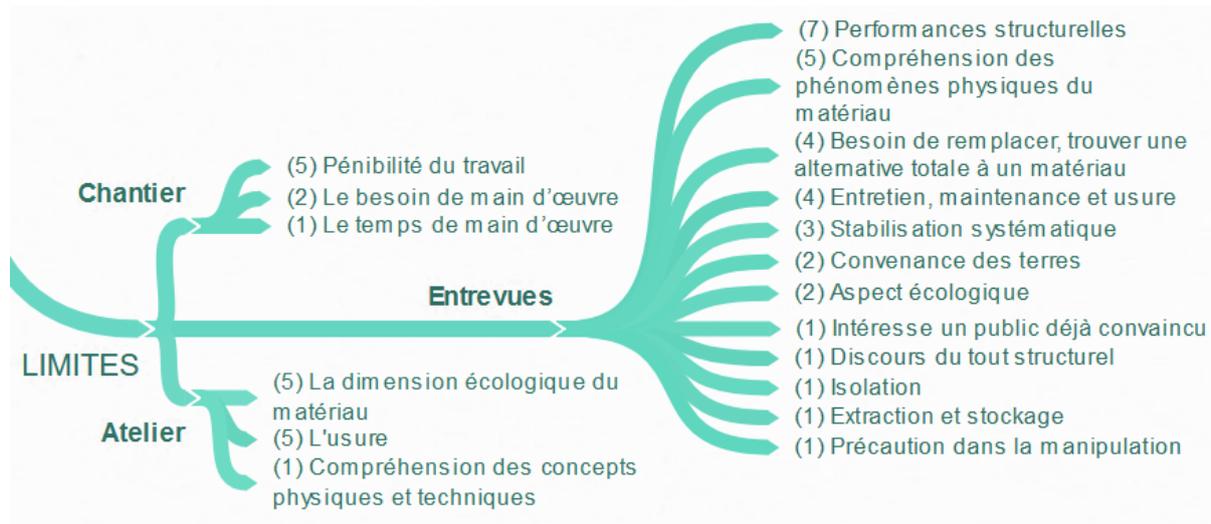


Figure 30 : Résultats des limites sur la terre crue recueillies

Nous obtenons **12 catégories** de limites issues des entretiens, **3 des observations** de chantier et **3 de l'atelier test**.

#### ANALYSE COMPARATIVE DE L'OUTIL

Nous comparons les résultats de limites d'atelier avec les deux autres méthodes. Nous observons des concordances pour :

- 0 limites sur les 3 identifiés en chantier : Néant.
- 3 limites sur les 12 des entretiens : « Aspect écologique (2) », « Entretien, maintenance et usure (4) », « Compréhension des concepts physiques et techniques (5) »

#### ANALYSE GROUPÉE

Nous notons que la limite la plus importante de chaque méthode est respectivement :

- « Les performances structurelles » (occurrence 7) : la catégorie suivante « Compréhension des phénomènes physiques du matériau » est à 5 occurrences ce qui est très proche. Ces deux obstacles seraient considérés comme première limite du matériau considéré par les experts et acteurs de la terre crue à l'utilisation de la terre crue en Belgique.
- « La pénibilité du travail » (occurrence 5) : cette catégorie présente une occurrence moyennement élevée par rapport à la catégorie suivante (2 occurrences). Il s'agirait de la première limite constatée parmi un échantillon de 41 participant.e.s au chantier (comportant des enfants, familles et passants) à l'utilisation du matériau.
- « La dimension écologique du matériau » et « L'usure » (occurrence 5) : l'occurrence de la catégorie suivante étant à 1, nous observons que ces deux limites feraient partie des premiers points bloquants que constatent les professionnels de la construction non sensibilisés au matériau.

En considérant l'ensemble des catégories et en rassemblant les redondances, nous obtenons **5 métacatégories de limites**.

- **TECHNIQUE (29)**
  - Isolation (1)
  - Performances structurelles (7)
  - Compréhension des phénomènes physiques du matériau (5)
  - Compréhension des phénomènes physiques du matériau (4)
  - Usure (5)
  - Entretien, maintenance, usure (4)
  - Stabilisation systématique (3)
- **MISE EN ŒUVRE (9)**
  - Pénibilité du travail (5)
  - Le besoin de main-d'œuvre (2)
  - Le temps de main d'œuvre (1)
  - Précaution dans la manipulation (1)

- **ENVIRONNEMENT (7)**
  - La dimension écologique (5)
  - Aspect écologique (2)
- **ATTENTES (6)**
  - Besoin de remplacer, trouver une alternative totale à un matériau (4)
  - Discours du tout structurel (1)
  - Intéresse un public déjà convaincu (1)
- **LOGISTIQUE (3)**
  - Extraction et stockage (1)
  - Convenance des terres (2)

### 3.1.5. AVANTAGES

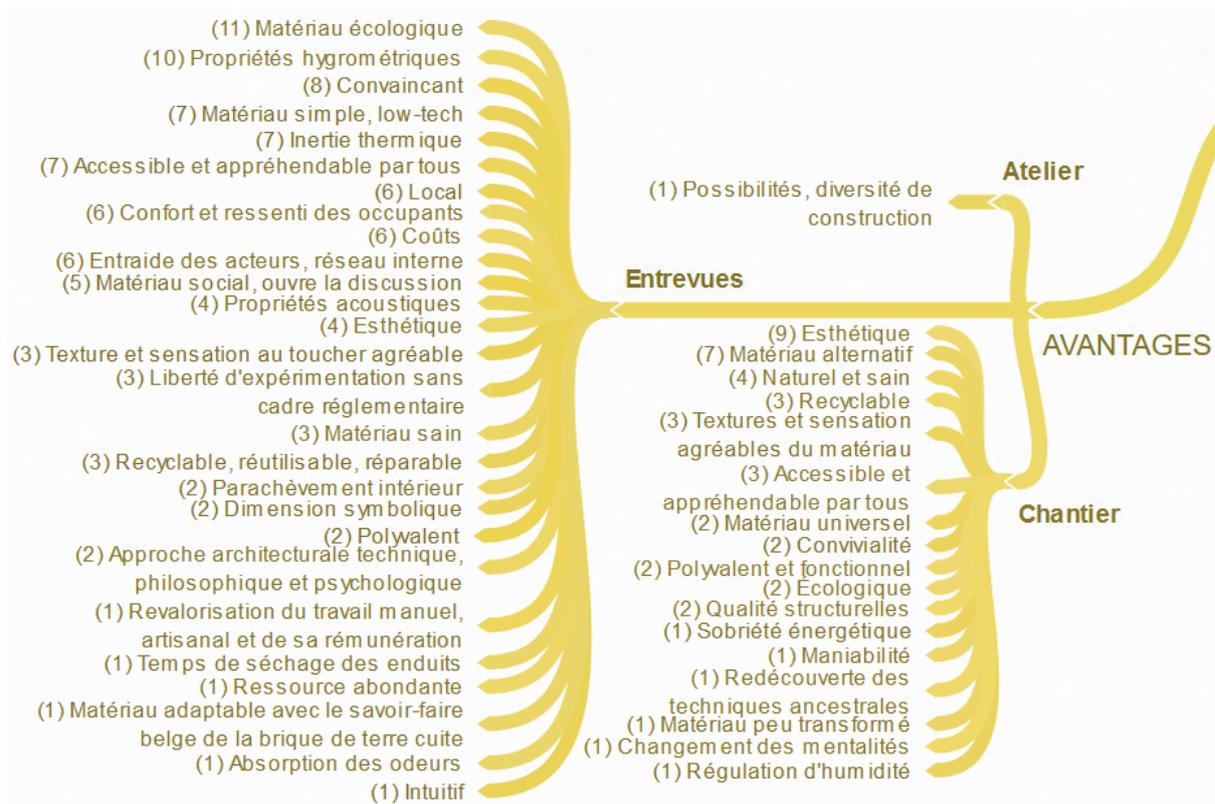


Figure 31 : Résultats des avantages sur la terre crue recueillis

Nous obtenons **27 catégories** des avantages issues des entretiens, **17 des observations** de chantier et **1 de l'atelier test**.

## ANALYSE COMPARATIVE DE L'OUTIL

Nous comparons les résultats d'avantage d'atelier avec les deux autres méthodes et observons des concordances pour :

- 1 limite sur les 17 identifiées en chantier : « Polyvalent et fonctionnel (2) »
- 1 limite sur les 27 des entrevues : « Polyvalent (2) »

## ANALYSE GROUPEE

Nous notons que l'avantage le plus important de chaque méthode est respectivement :

- « Matériau écologique » (11 occurrences) : se situe à occurrence de la catégorie suivante « Propriétés hygrométriques ». La dimension écologique du matériau en ferait un avantage redoutable auprès des experts et acteurs de la terre crue pour l'utilisation de ce matériau.
- « Esthétique » (9 occurrences) : cette catégorie est légèrement plus importante que la suivante. Pour les participants du chantier, comprenant des enfants, familles et passants, l'esthétique du matériau figure comme le premier avantage à utiliser la terre crue.
- « Possibilités, diversité de construction » (1 occurrence) : il s'agit de l'unique catégorie de cette méthode qui a été constatée par les participants d'atelier comme avantage du matériau.

Les avantages des 3 méthodes se rejoignent se rassemblent 6 métacatégories d'avantages.

- **ENVIRONNEMENT (44)**
  - Matériau écologique (11)
  - Matériau local (6)
  - Matériau simple, low-tech (7)
  - Sobriété énergétique (1)
  - Ressource abondante (1)
  - Matériau écologique (2)
  - Recyclable, réutilisable, réparable (3)
  - Alternatif (7)
  - Recyclable (3)
  - Universel (2)
  - Peu transformé (1)
- **CONFORT (36)**
  - Confort et ressenti des occupants (6)
  - Inertie thermique (7)
  - Absorption des odeurs (1)
  - Propriétés acoustiques (4)
  - Propriétés hygrométriques (10)
  - Régulation humidité (1)
  - Matériau sain (3)
  - Naturel et sain (4)
- **SOCIAL (36)**
  - Matériau social, ouvre la discussion (5)
  - Accessible et appréhendable par tous (7)
  - Accessible et appréhendable par tous (3)
  - Matériau intuitif (1)
  - Une approche architecturale technique, philosophique et psychologique (2)
  - Convivialité (2)
  - Réseau et acteurs se connaissent (6)
  - Dimension symbolique (2)
  - Convaincant par ses qualités (8)
- **SENSORIEL (20)**
  - Esthétique (9)
  - Esthétique (4)
  - Maniabilité (1)
  - Texture et sensation au toucher agréable (3)
  - Texture et sensation au toucher agréable (3)
- **OPPORTUNISTE (13)**
  - Revalorisation du travail manuel, artisanal et de sa rémunération (1)
  - Coûts (6)
  - Liberté d'expérimentation, car cadre réglementaire flou (3)
  - Redécouverte des techniques ancestrales (1)
  - Matériau adaptable avec le savoir-faire belge de la brique de terre crue (1)
  - Changement de mentalités (1)
- **POLYVALENT (10)**
  - Parachèvement intérieur (2)
  - Temps de séchage des enduits (1)
  - Polyvalent (2)
  - Polyvalent et fonctionnel (2)
  - Qualité structurelle (2)
  - Possibilités, diversité de constructions (1)

### 3.1.6. SOLUTIONS ET LEVIERS

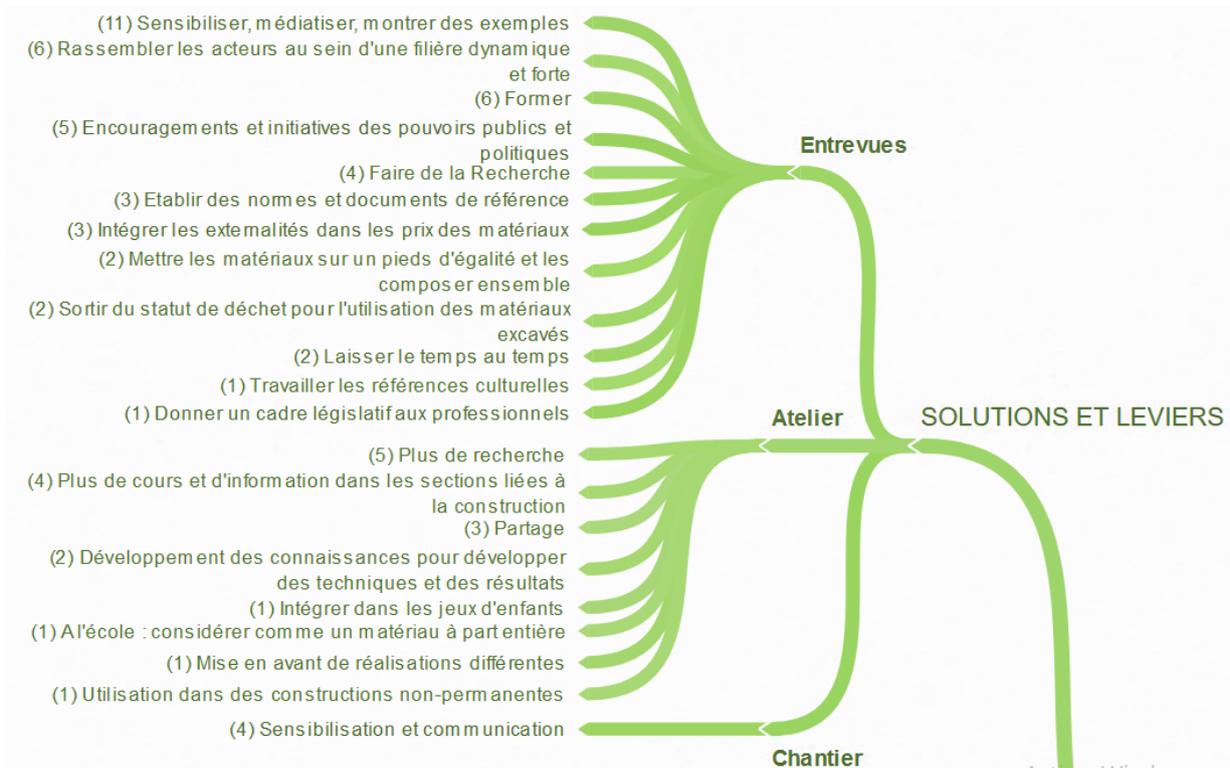


Figure 32 : Résultats des solutions et leviers sur la terre crue recueillis

Nous obtenons **12 catégories** de solutions et leviers issus des entretiens, **9 des observations** de l'atelier test et **1 du chantier**.

#### ANALYSE COMPARATIVE DE L'OUTIL

Nous notons comparons les résultats de solutions et leviers d'atelier avec les deux autres méthodes. Nous observons des concordances pour :

- 1 levier sur le seul identifié en chantier : « Sensibilisation et communication (4) »
- 7 leviers sur les 12 des entretiens : 2 fois « Faire de la Recherche (4) », « Former (6) », 2 fois « Sensibiliser, médiatiser, montrer des exemples (11) », « Travailler les références culturelles (1) », « Mettre un matériau sur un pied d'égalité et les composer ensemble (2) »

#### ANALYSE GROUPÉE

Nous notons que la solution ou levier le plus important de chaque méthode est respectivement :

- « Sensibiliser, médiatiser, montrer des exemples » (11 occurrences). La catégorie suivante étant à 6 occurrences, il s'agirait du levier le plus proposé parmi les acteurs et professionnels de la construction en terre pour encourager l'utilisation de ce matériau en Belgique.
- « Sensibilisation et communication » (4 occurrences) est l'unique levier de la méthode employée d'observation participante du chantier. Elle est complémentaire avec la solution la plus mise en avant par les entretiens et serait considérée comme le levier à prioriser d'après les participants au chantier pour favoriser l'utilisation du matériau.
- « Plus de recherche » (5 occurrences) est tout juste devant la catégorie « Plus de cours et d'information dans les sections liées à la construction ». Les participants à l'atelier ont mis en

évidence la nécessité de concentrer les efforts sur la recherche comme levier important à l'emploi de la terre crue.

Les solutions et leviers des 3 méthodes se rejoignent en **7 métacatégories de solutions et leviers**.

- **SENSIBILISATION (20)**
  - Sensibiliser, médiatiser, montrer des exemples (11)
  - Sensibiliser, médiatiser, montrer des exemples (4)
  - Laisser le temps au temps (2)
  - Partager les informations (3)
- **FORMATION (13)**
  - À l'école : considérer comme un matériau à part entière (1)
  - Plus de cours et d'information dans les secteurs de la construction (4)
  - Former (6)
  - Mettre les matériaux sur un pied d'égalité et composer ensemble (2)
- **RECHERCHE (11)**
  - Faire de la recherche (4)
  - Plus de recherche (5)
  - Développement des connaissances pour développer des techniques et des résultats (2)
- **POLITIQUE (10)**
  - Sortir du statut de déchet pour l'utilisation des matériaux excavés (2)
  - Encouragements et initiatives des pouvoirs publics et politiques (5)
  - Intégrer les externalités dans les prix des matériaux (3)
- **ORGANISATION (7)**
  - Rassembler les acteurs au sein d'une filière dynamique et forte (6)
  - Donner un cadre législatif aux professionnels (1)
- **RÉGLEMENTATION (3)**
  - Établir des normes (3)
- **CULTURE (2)**
  - Travailler les références culturelles (1)
  - Intégrer dans les jeux d'enfants (1)

## **RESULTATS DE LA SECTION ANALYSE GROUPÉE**

### **ANALYSE COMPARATIVE DE L'OUTIL**

Les résultats de comparaison montrent que les résultats d'atelier correspondent à :

- **PRÉJUGÉS** : 4/4 du chantier et 5/9 des entrevues à partir de 10 résultats d'atelier
- **OBSTACLES** : 4/6 du chantier et 3/24 des entrevues à partir de 7 résultats d'atelier
- **LIMITES** : 0/3 du chantier et 3/12 des entrevues à partir de 3 résultats d'atelier
- **AVANTAGES** : 1/17 du chantier et 1/27 des entrevues à partir de 1 résultat d'atelier
- **SOLUTIONS ET LEVIERS** : 1/1 du chantier et 7/12 des entrevues à partir de 9 résultats d'atelier

Les résultats d'atelier concordent avec une majorité de ceux des **préjugés**, des **obstacles du chantier** ainsi que ceux des **solutions et leviers**. En revanche, les résultats s'accordent très peu pour les limites, les avantages et les obstacles des entrevues.

### **ANALYSE GROUPÉE**

Les participants perçoivent majoritairement la terre crue comme un matériau :

- *Entrevues* : **écologique, chaleureux, confortable, coloré, doux, local et tactile**
- *Chantier* : composé d'**argile** ou **torchis**, **pas solide** pour la majorité, **solide** pour d'autres, **esthétiquement beau, naturel et écologique**
- *Atelier* : en forme de **brique**

Nous observons que les impressions des interlocuteurs concordent pour certaines avec les « métacatégories » de la thématique :

- **PRÉJUGÉS** : **Solidité et Définition.**
- **AVANTAGES** : **Environnement, Confort, Sensoriel**

Les résultats des 3 méthodes de récolte de données montrent des **concordances** au sein des préjugés, obstacles, limites, avantages et solutions et leviers les plus citées en tant que première catégorie :

- **PRÉJUGÉS** : « L'image du déchet, de la boue, sale », « **Matériau pas solide** », « **Pas solide** », « **Capacité structurelle et porteuse** » et « Types de construction possibles »
- **OBSTACLES** : « La formation des acteurs », « La méconnaissance » et « La dimension écologique du matériau »
- **LIMITES** : « Les performances structurelles », « La pénibilité du travail », « La dimension écologique du matériau » et « L'usure »
- **AVANTAGES** : « Matériau écologique », « Esthétique » et « Possibilités, diversité de construction »
- **SOLUTIONS ET LEVIERS** : « **Sensibiliser, médiatiser, montrer des exemples** », « **Sensibilisation et communication** » et « Plus de recherche »

L'aspect écologique du matériau terre crue revient à la fois en tant qu'**obstacle, limite et avantage** et l'aspect structurel en tant que **préjugé et limites**.

Les métacatégories identifiées pour chaque thématique sont :

- **PRÉJUGÉS** : Solidité (31), Définition (20), Potentiel (14), Eau (11), Origine (8)
- **OBSTACLES** : Economique (69), Formation (38), Organisationnel (25), Méconnaissance (20), Sensibilisation (17), Réglementaire (14), Technique (10), Environnement (5)
- **LIMITES** : Technique (29), Mise en Œuvre (9), Environnement (7), Attentes (6), Logistique (3)
- **AVANTAGES** : Environnement (44), Confort (36), Social (36), Sensoriel (36), Opportuniste (13), Polyvalent (10)
- **SOLUTIONS ET LEVIERS** : Sensibilisation (20), Formation (13), Recherche (11), Politique (10), Organisation (7), Réglementation (3), Culture (2)

Nous constatons que **18 catégories** ont plusieurs profils multiples et nous observons une interdépendance des métacatégories entre elles de par ces profils multiples :

- En effet, les aspects structurels sont à la fois vus comme un préjugé, une limite et un avantage. Ceux en rapport aux performances face à l'eau sont catégorisés **préjugés et obstacles**.
- Ceux concernant la quantité de main d'œuvre, le temps de mise en œuvre et les aspects modernes et technologiques sont classés comme **préjugé, obstacle, limite et avantage**.
- Quant aux coûts et à l'approche architecturale, technique, philosophique, psychologique et de changement des mentalités elle intervient comme **obstacle et avantage**.
- La formation est à la fois un **obstacle et une solution/levier**, tout comme l'impact des pouvoirs public et du gouvernement, l'impact des référentiels d'inconscient culturel et jeux d'enfants, ou encore le fait de considérer les matériaux en terre crue sur un pied d'égalité parmi les autres, et pour finir la présence d'une potentielle filière terre crue et le fait de sensibiliser, médiatiser et montrer des exemples.
- Comme **préjugé, obstacle, limite, avantage et solution/levier**, nous constatons que l'image du matériau comme déchet sans esthétique est fortement connectée au statut de la terre crue comme déchet de construction.
- L'aspect local de la terre crue peut être mis en parfaite opposition avec le « matériau d'ailleurs » et classé **préjugé et avantage**.
- Ensuite nous avons tout ce qui concerne les possibilités, diversités constructives et polyvalences du matériau en tant que **préjugé, avantage et solution/levier**.
- L'image de la terre crue est considérée comme un **préjugé et un obstacle**.

- L'aspect écologique est un sujet observé comme **obstacle, limite et avantage**.
- Pour finir, les aspects normatifs sont vus comme un **obstacle, un avantage et un une solution/levier**.

À travers les résultats de cette première section, nous observons une tendance propre à chaque méthode de récolte des données. En effet, pour le chantier, les termes employés sont **plus orientés sur un côté pragmatique et surtout de l'ordre de l'expérience** notamment par les mots « fissures », « réalisation », « pénibilité », le « temps de mise en œuvre », « besoin de main-d'œuvre » ou encore au niveau des avantages tout le champ lexical de la vue et du toucher « Esthétique », « texture », « sensation », « maniabilité », ainsi que la vision de « "convivialité » et de fonctionnalité qui s'en dégage. Pour les entrevues, nous avons globalement beaucoup plus de résultats et des **réponses beaucoup plus englobantes** qui balayent tout le spectre du sujet. En ce qui concerne l'atelier, nous constatons des **catégories précisent** sans redondance entre elles.

Nous avons analysé les solutions pour les attribuer en réponse aux obstacles :

SOLUTION ET LEVIERS A METTRE EN PLACE	OBSTACLES
(15) Sensibiliser, médiatiser, montrer des exemples	(11) Manque d'information médiatisation et exemples (18) Méconnaissance (2) Ne correspond pas au besoin (4) Patrimoine ignoré, oublié et non considéré
(11) Former pour considérer le matériau	(36) La formation
(9) Plus de recherche	(3) Performances face à l'eau (4) Difficilement industrialisable
(6) Rassembler les acteurs au sein d'une filière dynamique et forte	(8) Absence d'une filière (4) Tryptique d'acteurs à convaincre
(5) Encouragements et initiatives des pouvoirs publics et politiques	(6) Pas d'implication du pouvoir public et du gouvernement (22) Les coûts (12) Marché de niche
(3) Établir des normes et documents de référence	(13) L'absence de cadre réglementaire (responsabilité) (11) Rassurer, justifier, expliquer, convaincre
(3) Intégrer les externalités dans les prix des matériaux	(5) La dimension écologique
(2) Mettre les matériaux sur un pied d'égalité et les composer ensemble	(2) Non considéré parmi les matériaux de construction
(2) Sortir du statut du déchet pour l'utilisation des matériaux	(1) Le statut de déchet de la terre excavée
(2) Travailler les références culturelles et jeux d'enfant	(3) Références d'inconscient culturel (5) L'image du matériau
(2) Développement des connaissances pour développer des techniques et des résultats	(4) Contraintes en fonction des techniques (6) Nécessite beaucoup de main d'œuvre
(1) Donner un cadre législatif aux professionnels	(4) Manque de valorisation du travail artisanal
(1) Mise en avant de réalisations différentes	
(1) Utilisation dans des constructions non-permanentes	
(2) Laisser le temps au temps	(10) Changer ses habitudes (7) Échelles de temps
(3) Partage	(8) Dérives
	(3) Puissance des lobbies et des multinationales
	(3) L'industrialisation et la surconsommation

## 3.2. ENTREVUES DES ACTEURS

Dans cette section nous présenterons d'abord les résultats de catégorisation et métacatégorisation, puis ceux en lien avec le questionnaire et enfin ceux en lien avec deux sphères d'acteurs que nous nous proposons de dissocier. Pour l'analyse des entretiens, nous avons tout d'abord fourni un traitement des données de l'ensemble des acteurs interviewés. Puis nous avons dissocié les données des acteurs de la terre crue dans l'enseignement de ceux en dehors. La répartition des acteurs est disponible en Annexes. Rappelons que ces entretiens ont pour objectif de répondre à la sous-question de recherche suivante :

- Quels sont les **préjugés** et **obstacles** à l'utilisation de la terre crue en Belgique d'après les acteurs de la construction ?

### 3.2.1. CATEGORISATION ET METACATEGORISATION

Les extraits que nous avons lus des entretiens nous donnent des catégories affinées inductives qui s'inscrivent dans des métacatégories pour les 5 thématiques à savoir : **12 préjugés rassemblés en 5 métacatégories, 42 obstacles en 13 métacatégories, 2 limites en 1 métacatégorie, 7 avantages en 3 métacatégories et 16 solutions et leviers en 4 métacatégories**. Nous les présentons dans un tableau disponible en Annexes. Il est à préciser que ces métacatégories pour certaines sont le regroupement au sein d'une catégorie inductive existante d'autres catégories inductives, d'où la répartition des occurrences qui ne représente pas celles de la catégorie principale lorsque nous les additionnons.

Nous avons une majorité de catégories induites des données. Pour autant 3 catégories ont été alimentées par des données obtenues à l'issue d'une question posée. Il s'agit de la métacatégorie « *Image de marketing de luxe pour convaincre* », « *Puissance des lobbies et multinationales* » et « *Les coûts* ». 3 acteurs ont évoqué des obstacles dans ces catégories par le fait d'avoir rebondi sur des éléments qui venaient directement du questionnaire. Est à préciser le fait que ces 3 métacatégories n'ont pas été constituées uniquement par ces données, mais bien par celles inductives avant que cette question n'intervienne.

#### Réponses des acteurs sur la vision de la terre crue comme matériau du pauvre, fragile et sale :

Dans les entretiens nous avons posé directement la question en fin de questionnaire « **Pensez-vous que la vision de la terre crue comme matériau du pauvre, fragile et sale évolue ?** » pour comprendre leur vision sur l'image du matériau. Cette question arrivant en fin de questionnaire nous permettait soit d'aborder un point non discuté soit de revenir sur l'image du matériau. Quelques interlocuteurs avaient déjà parlé de cette vision en citant d'eux-mêmes **au moins l'un des 3 mots (7 sur 18) avant** de l'aborder avec la question. **4 sur 18 était d'accord avec au moins l'un des qualificatifs** de la question pour caractériser le matériau et **6 sur 18 étaient étonnés et opposés** à ce vocabulaire. Plus particulièrement l'expression « **matériau du pauvre** » a **régulièrement surpris** : « *C'est rigolo parce que "l'argile du pauvre" c'est une image qu'on n'a jamais perçue, dans les feedbacks qu'on a ! On n'aura jamais le truc du pauvre !* » (Entrepreneur 1, E) « *Étant donné qu'il y en a un [un coût] on ne peut pas dire que c'est le matériau du pauvre ! Les gens qui sont venus voir la maison étaient plutôt des gens avec un pouvoir d'achat élevé, voire très élevé et s'orientaient un peu vers un truc luxueux* » (Auto-constructeur). Les deux autres mots n'ont pas autant interpellé, mais ils ont plutôt fait réfléchir : « *Fragile et sale.... C'est marrant ! alors fragile ? Ouais, c'est un mot, c'est c'est, c'est marrant, parce que quand tu vois le pisé finalement, c'est vraiment pas fragile.* » (Chercheur).

Enfin par rapport à l'évolution de cette vision, sur **14 personnes** qui ont répondu, **7 considèrent qu'elle évolue lentement**. **3 acteurs précisent qu'elle évolue, mais qu'au sein d'une « niche de personnes qui sont intéressées par l'écologie. Là, ça évolue bien ! »** (Ingénieur Architecte 2, E). À l'inverse, **3 acteurs évaluent la tendance plutôt à l'état de « stagnation »** : « [...] je pense que ça stagne un peu [...] que la situation actuelle de la terre crue ne se détériore pas, mais elle ne s'émancipe pas non plus dans les constructions en Belgique. » (Étudiant 1, E), tandis qu'une ne se prononce pas.

#### Réponses des acteurs sur la réglementation actuelle de la terre crue :

Un autre exemple dans l'analyse des données inductives est lié à une question en particulier des entrevues. Il s'agit de l'aspect normatif et du cadre réglementaire de la terre crue. Nous nous sommes aperçus que **5 acteurs sur 18 ont évoqué spontanément** ce sujet comme un obstacle avant que la question « *Quelles sont les règles techniques (que vous connaissez) en application pour la construction en terre crue en Belgique ?* » soit posée. Par ailleurs, cette question a permis deux choses. La première, d'observer **une non-connaissance au sein des acteurs du cadre réglementaire autour de la terre crue**. L'analyse des réponses à cette question a mis en évidence que **9 acteurs sur 18 interviewés avaient des éléments de réponses** ainsi qu'une analyse de la situation en Belgique. Pour autant la redondance des expressions « je ne sais pas » (4 sur 18), « je pense, j'imagine » (3 sur 18) ou « demande à ... il saura mieux te répondre » (3 sur 18) à été constatée : « *Alors j'y connais rien du tout ! D'autres sauront mieux.* » (Chercheur) « *Je suppose que comme tous les autres matériaux, il y a une façon de mettre en œuvre un matériau d'une certaine manière ... il n'y a pas de règle écrite, mais ... la règle communément admise par tous les entrepreneurs pour la mise en œuvre d'un matériau et c'est le ... enfin le bien construire quoi, je ne retombe pas dessus désolé ... Des règles de bonnes pratiques c'est ça !* » (Étudiant 1, E) « *Très bonne question ! Je suppose qu'il y a des agréments à avoir pour les murs porteurs ect. BC Materials doit avoir ça. Mais ça faut demander au CSTC, ils sont ouverts pour ça, ils n'ont pas l'habitude, mais ils s'y intéressent !* » (Formateur). La deuxième constatation est que l'absence de règles techniques est aussi **un avantage pour 3 acteurs**, car cela leur permet plus de liberté pour expérimenter (Figure 31) : « *Mais ça donne aussi une liberté de faire différemment quand il n'y a pas de normes, donc je ne suis pas sûr que rajouter des normes ça va aider ! En tout cas pas au niveau des particuliers.* » (Entrepreneur 1, E).

Ce constat a été amplifié par le traitement des données, sur l'importance de réponses contenant l'expression, « j'imagine », « je ne sais pas » auprès de tous les acteurs tels que : « *C'est vraiment le côté manque de normes, je ne sais pas si c'est un manque de normes, mais en tout cas toutes les normes d'aujourd'hui ne prennent pas en compte le matériau* » (Architecte 1, E), « *Peut-être justement à l'inverse, j'imagine que quand on met en œuvre le matériau il finit par sécher et que l'humidité à un moment donné est totalement sèche. Et que peut-être au niveau de l'inertie alors que ça empêcherait la chaleur de passer vers l'extérieur et que ça ferait un peu effet de serre à l'intérieur, je ne sais pas !* » (Étudiant 2, E), « *Je ne sais pas, le marché par rapport à la construction au complet c'est minime, l'enduit ou le bloc c'est une petite partie de tout ce qui existe dans le bâtiment donc j'imagine que ça va augmenter, mais je n'ose pas dire de pourcentages.* » (Ingénieur). Nous avons cherché à comprendre si l'emploi de ce vocabulaire était associé à un sujet en particulier abordé durant les entrevues. Nous avons recherché les mots clés « je ne sais pas », « j'imagine » et « je sais pas » (pour considérer la familiarité du discours dans la retranscription) dans notre récolte de données. Nous avons repéré les expressions ainsi que les sujets et acteurs concernés. Nous avons relevé **58 expressions** contenant ces mots clés que nous avons répartis en 7 catégories : l'avis, le questionnement, l'abus de langage, le souvenir, la réflexion, la méconnaissance et la réaction. Nous avons considéré les sujets qui ont provoqué le plus grand nombre de ces mots clés (supérieure à 4). Le Tableau 13 présente les résultats. L'analyse de ces résultats fait également la distinction entre les

2 sphères d'acteurs. Nous observons que les expressions employant les mots clés liés à la méconnaissance sont de **6 dans la sphère « HORS ENSEIGNEMENT »** et de **16 dans la sphère « ENSEIGNEMENT »** sur l'ensemble des catégories considérées. Celle relevant **des règles techniques a généré plus de la moitié des expressions** (16 sur 28) de la sphère « ENSEIGNEMENT »

SUJETS IDENTIFIES PAR LES MOTS CLES	OCC.	HORS ENSEIGNEMENT	ENSEIGNEMENT
« Quelles sont les <b>règles techniques</b> (que vous connaissez) en application pour la construction en terre crue en Belgique ? »	11	(3) <b>Méconnaissance</b>	(1) Avis (7) <b>Méconnaissance</b>
« Quels sont les <b>obstacles, freins et préjugés</b> que vous avez rencontrés pendant votre utilisation de la terre crue ? Pourquoi si peu de projets avec ce matériau en Belgique ? »	9	(1) Réflexion (3) <b>Méconnaissance</b>	(2) Abus de langage (2) <b>Méconnaissance</b> (1) Questionnement
« Quel est votre <b>rapport/expérience</b> avec le matériau terre crue ? Comment avez-vous <b>découvert</b> ce matériau ? »	8	(1) Avis (1) Abus de langage	(3) Avis (2) Abus de langage (1) Souvenir
« De votre expérience, quels sont les <b>avantages / inconvénients</b> de la terre crue ? »	6	(2) Avis	(4) <b>Méconnaissance</b>
« Que répondez-vous à quelqu'un qui vous questionne sur le <b>prix</b> d'une construction en terre crue ? » (Avez-vous ce genre de questions ?) »	6	(1) Réflexion	(2) Réflexion (3) <b>Méconnaissance</b>

Tableau 13 : Sujets identifiés par les mots clés

De ses résultats, nous avons constaté que ce sont les étudiants au sein de la sphère « ENSEIGNEMENT » qui employaient le plus ces mots clés. Nous avons analysé les données relatives à la formation qu'ils ont suivie. Sur les 4 étudiants interviewés, **3 avaient déjà eu un cours sur la terre crue** au sein de leur cursus d'architecte : « On avait des cours de matériaux en 1ere et il y avait tout un registre de matériaux qu'on a vu avec la terre crue, enfin différentes manières de travailler la terre. Il y avait le pisé, et même des espèces de terres mélangées avec des brindilles, y avait des trucs qu'on compresse, enfin il y avait plein de trucs un peu ...des matériaux comme ça que je ne connaissais pas du tout et on a eu tout un cours sur ça c'était super intéressant ! » (Étudiant 3, E). **Le quatrième étudiant explique n'avoir « jamais été en relation avec ce matériau et durant mes études on ne m'en a jamais vraiment parlé et mes professeurs ne sont pas du tout orientés vers ce matériau-là »** (Étudiant 2, E) puis ajoute également « On a vaguement évoqué pendant les études que c'était possible de faire quelque chose avec la terre crue, donc je savais que c'était faisable » (Étudiant 2, E). En effet les résultats montrent un **oubli** de la part de l'étudiant, mais également une méconnaissance auprès des jeunes architectes : « Je pense, mais je ne suis vraiment plus sûr, qu'il y a un avantage au niveau de la perméabilité, que ça ne fait pas passer l'eau et que ça fait comme un effet pare-pluie. Mais je ne suis pas sûr ! J'ai honte de ne pas m'être renseignée plus que ça ! » (Étudiant 2, E) ou encore « J'avoue, je ne crois pas avoir eu de préjugés de base. Je me suis dit que c'était une super idée, mais je crois que j'étais surtout très ignorant parce qu'en gros j'étais là "ah bah oui ça doit être vraiment bien !", mais c'est tout ce que je savais, ça restait mystérieux pour moi aussi qui suis censé être un acteur de la construction quoi ! » (Ingénieur Architecte 1, E). La plupart ont annoncé ne pas avoir suffisamment de connaissances notamment sur les **propriétés et caractéristiques du matériau** (les étudiants). D'autres (les enseignants), ont prévenu sur le manque de sensibilisation et de connaissances solides transmis aux étudiants dans les cursus.

## Réponses des acteurs aux questions de sensibilisation :

Nous avons également relevé plusieurs éléments de données à partir de 4 questions distinctes posées. Tout d'abord en analysant les réponses à la question « **Comment avez-vous été sensibilisé à la terre crue ?** » de chaque interlocuteur, nous souhaitons comprendre la façon dont chacun a été sensibilisé à la terre crue. Il est à noter qu'un acteur pouvait énoncer plusieurs éléments qui l'ont sensibilisé. Le résultat (Figure 33) montre davantage que la sensibilisation, dans leur cas, s'est faite par la **famille ou les ami.e.s** (4 occurrences sur 16 réponses) puis par les **enduits**, le fait d'assister à un **séminaire ou une conférence**, d'avoir **voyagé** ou du fait de **travailler au sein d'une entreprise** amenée à s'intéresser au sujet (3 occurrences sur 16 réponses). Nous ajoutons que nous avons observé que le mot **workshop** revenait dans les données auprès de 6 acteurs pour parler de leur façon de découvrir de façon plus approfondie ce matériau.

Puis, les données (Figure 34) recueillies à la question « **Quels étaient vos préjugés avant de découvrir la terre crue ?** » permettent d'observer que la plupart des personnes (5 sur 16 réponses données), faisant partie de notre échantillon d'acteurs de la terre crue, annoncent **n'avoir jamais eu aucun préjugé** sur le matériau terre crue. Il est à noter qu'un acteur pouvait énoncer plusieurs préjugés à la fois. Puis les 3 préjugés « Pas solide », « Pays chaud » et « Pluie et terre pas compatibles » sont énoncés 2 fois à chaque fois. 6 acteurs avaient des préjugés, plus de la moitié des répondants et beaucoup n'en avaient pas non plus.

Ensuite, à la question « **Quels matériaux de construction choisiriez-vous pour un futur projet ?** », les réponses (Figure 35) mettent en avant **une majorité d'acteurs prêts à inclure de la terre crue** dans des projets futurs (6 personnes sur 9 réponses), 4 précisent qu'ils ajouteraient (en plus de la terre crue ou non) des matériaux écologiques, 1 envisage ce matériau à la condition que « ça ait un sens dans le projet » et enfin 3 envisagent d'y employer (en plus ou non) des matériaux minéraux comme le béton et/ou la brique de terre cuite). Nous observons une **tendance à aller vers ce matériau**, mais surtout les **matériaux écologiques en général**, toutefois les **projets traditionnels restent bien ancrés**.

SENSIBILISATION	
Sur 16 réponses	
Famille/ami	4
Conférences/séminaire	3
Voyage	3
Les enduits	3
Travail	3
Livre	2
Internet	2
Exposition	2
Workshop	2
Rencontre	2
Prise de conscience	2
Salon	1
Formation	1
Visite	1
Cours	1

Figure 33 : Sensibilisation des acteurs

PRÉJUGÉS	
Sur 11 réponses	
Pas de préjugés	5
Pas solide	2
Pays chaud	2
Pluie et terre pas compatibles	2
Faible	1
Aucune utilité	1
Pas moyen de stabiliser	1
Matériau du pauvre	1
Artisanal	1
Fissuration	1

Figure 34 : Préjugés des acteurs

PROJET	
Sur 9 réponses	
Inclus de la terre crue (enduit ou structurelle)	6
Matériaux écologiques	4
Inclus de la terre crue si ça a un sens dans le projet	1
Béton et/ou brique cuite	3

Figure 35 : Projet de construction des acteurs

Finalement, nous leur avons demandé « *Avez-vous déjà visité une maison en terre crue ?* ». Question à laquelle nous avons obtenu 16 réponses sur les 18 personnes interviewées (Figure 36). **12 acteurs de la terre crue avaient déjà visité une maison en terre crue dont 8 font partie des acteurs de la sphère « Hors Enseignement ».** Parmi eux, 7 ont précisé les éléments en terre crue qu'ils avaient observés et identifiés. Dans la sphère « Enseignement », **3 acteurs avaient déjà visité une maison en terre crue.** Parmi eux, 1 seul a indiqué qu'il s'agissait d'enduits. Les éléments observés sont répartis selon les deux sphères dans la Figure 37. 8 acteurs ont spontanément précisé ces éléments dont 2 étaient combinés : « BTC et cloison intérieure » et « enduit et cloison intérieure ». Nous avons représenté l'ensemble des éléments séparés de sorte à observer le spectre global des éléments. Nous pouvons constater que **les enduits sont les types d'éléments les plus représentés** (4 occurrences) suivis par les cloisons intérieures (2 occurrences). Enfin, 2 acteurs respectivement dans chacune des sphères, ont indiqué avoir « peut-être » visité une maison en terre crue en précisant : « *Pas du tout, ou alors je ne suis pas au courant. C'est bête, mais parfois on ne sait pas forcément, parce que parfois les maisons en terre crue sont recouvertes d'enduit ect. Donc si tu ne poses pas la question tu ne le sais peut-être pas forcément je me dis donc si ça se trouve je suis déjà allé dans une maison en terre crue, mais je ne le savais pas. Donc à ma connaissance non, mais sans certitude.* » (Ingénieur Architecte 1, E) et « *On a visité une maison l'année passée ou l'année avant [...] et il me semble que dans une partie il utilisait de la terre, mais je ne sais plus si c'est de la terre cuite ou de la terre crue.* » (Étudiant 2, E).

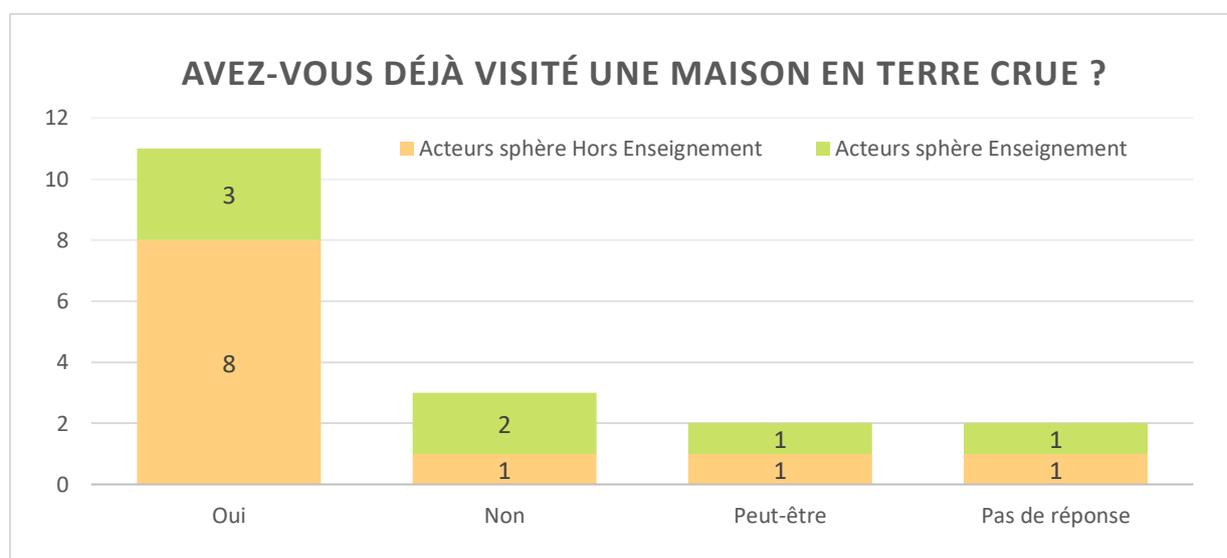


Figure 36 : Répartition des réponses concernant la visite d'une maison en terre crue

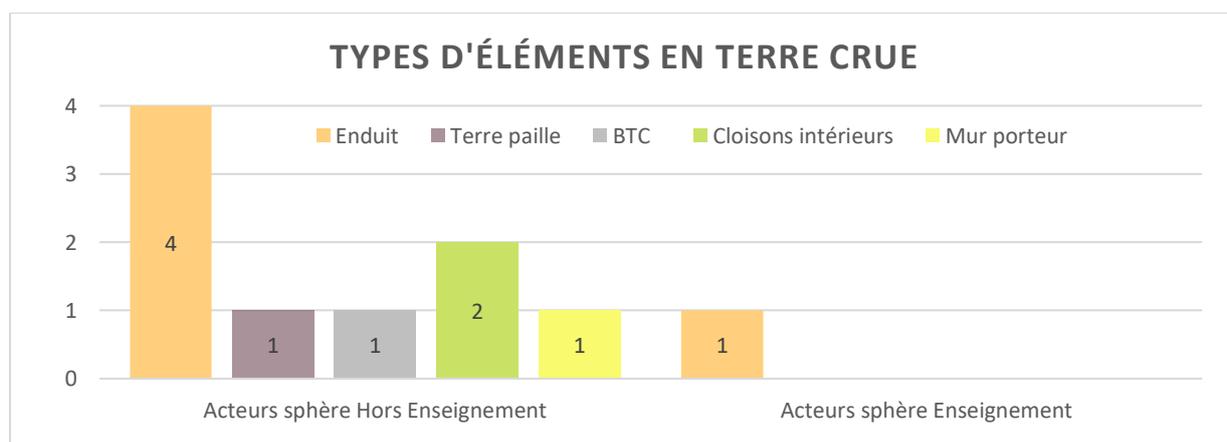


Figure 37 : Répartition des éléments en terre crue observés par les interviewés durant leur visite

### 3.2.2. SPHERE « ENSEIGNEMENT » VS « HORS ENSEIGNEMENT »

Dans cette section, nous présentons respectivement les Préjugés, les Obstacles, les Limites, les Avantages ainsi que les Solutions et Leviers constatés de la distinction par sphère d'acteur. Nous avons commencé par l'analyse des résultats de la sphère « *Hors enseignement* » comportant **11 acteurs** puis celle de la sphère de l'« *Enseignement* » **comportant 7 acteurs** pour évaluer les différences de ressentis, priorités et expériences vis-à-vis de l'utilisation de la terre crue en Belgique.

#### 3.2.2.1. Préjugés

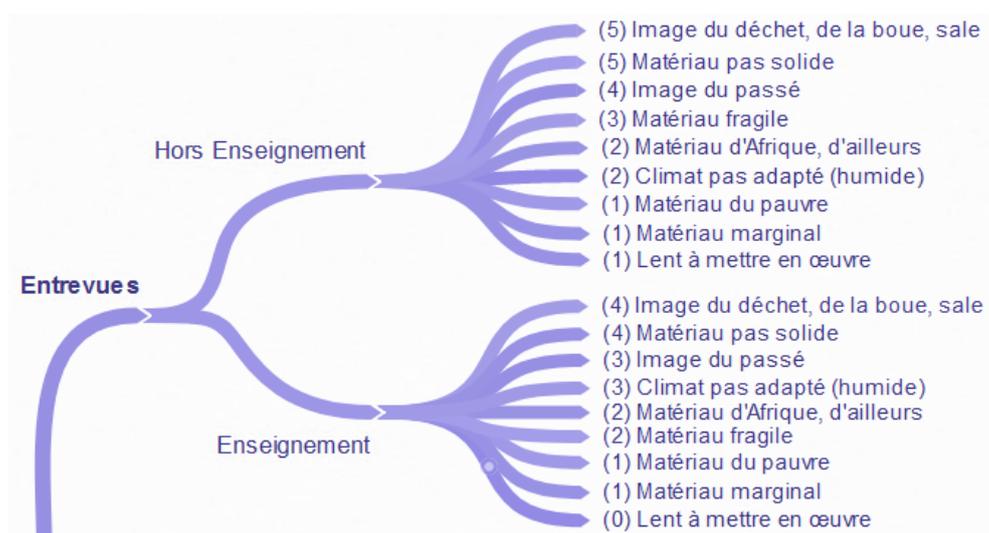


Figure 38 : Catégorisation des préjugés en fonction des 2 sphères

Nous obtenons **9 catégories dans la sphère « Hors Enseignement »** contre **8 pour la sphère « Enseignement »** qui n'a pas de préjugé concernant la vitesse de mise en œuvre de la terre crue. Nous constatons qu'elles ont quasiment le même agencement et que les 3 premières catégories sont identiques à 1 occurrence près. Il s'agit des catégories : « **Image du déchet, de la boue, sale** » (occurrence 5 contre 4) et de « **Matériau pas solide** » (occurrence 5 vs 4).

Pour ces résultats, les retours des acteurs se rejoignent dans les deux sphères. Pour autant nous avons observé une nuance entre les réponses des deux types d'acteurs par rapport aux préjugés sur l'image et la solidité du matériau et le climat (humide). Les acteurs « Hors Enseignement » ont évoqué les préjugés dont ils étaient **témoins autour d'eux** ainsi que **ceux qu'il avaient à l'époque**. Tandis que les acteurs « Enseignement », et plus spécifiquement les **étudiants** ont évoqué, en plus des **préjugés qu'ils percevaient de leur entourage, ceux qu'ils ont toujours**. L'analyse de leur discours relève surtout ceux sur les **performances techniques et structurelles des matériaux** : « *J'ai une appréhension sur la résistance de la terre crue à la pluie et je sais qu'en Belgique ce n'est pas une chose rare* » (Étudiant 1, E) « *Des préjugés, j'en ai toujours actuellement, pour moi la terre crue quand je l'imagine c'est pas solide. Dans un pays comme la Belgique où il fait humide presque toute l'année j'ai l'impression que ce n'est pas compatible* » (Étudiant 2, E). De plus une distinction peut être faite en considérant les 4 profils des étudiants et leur niveau de sensibilisation des informations recueillies (Tableau 14). Nous notons que, ceux qui n'ont pas ces à priori actuellement ont été sensibilisés soit par **des recherches personnelles**, un **projet de cours** ou d'atelier ou des **activités pratiques** (workshop ou formation).

Étudiant 1	Étudiant 2	Étudiant 3	Étudiant 4
Cours bac 2 Visite	Cours (à priori) Conférence en anglais Visite	Cours bac 1 Projet de cours Recherches personnelles	Cours (à priori) Projet d'atelier Workshop Formation pratique
À toujours des préjugés	À toujours des préjugés	Pas de préjugés	Pas de préjugés
Se sent prêt à le proposer aux clients, mais doit se renseigner plus	Pas prêt à le proposer doit encore se renseigner	Se sent prêt à le proposer aux clients	Se sent prêt à le proposer aux clients

Tableau 14 : Type de sensibilisation des étudiants interviewés

### 3.2.2.2. Obstacles

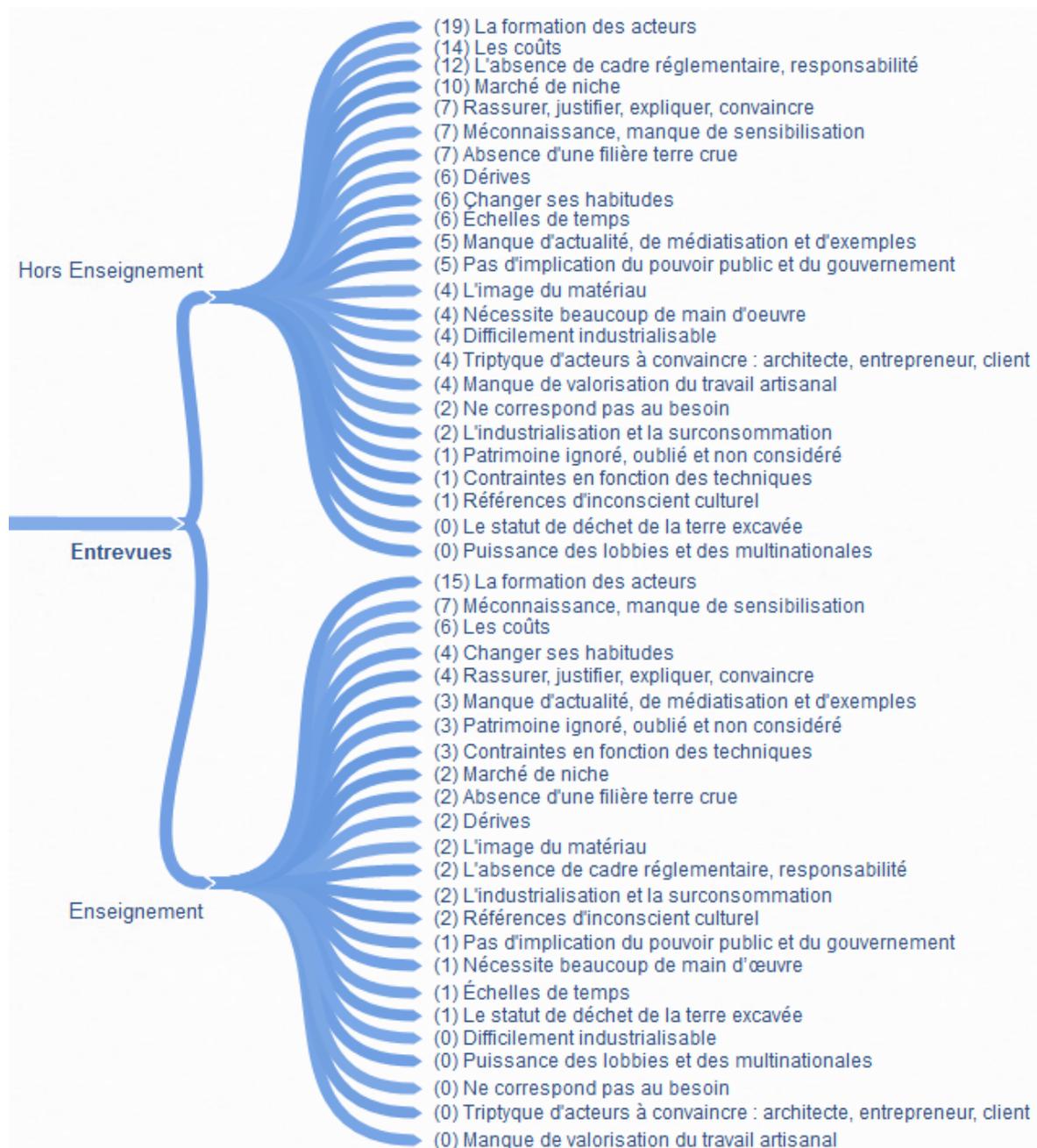


Figure 39 : Catégorisation des obstacles en fonction des 2 sphères

Nous obtenons **22 catégories** d'obstacles dans la **sphère « Hors Enseignement »** contre **19 pour la sphère « Enseignement »**. Nous notons du fait de cette dissociation, l'absence de plusieurs catégories d'obstacles de chaque côté. La sphère « Enseignement » perd 5 catégories contre 2 pour la sphère « Hors Enseignement ». Nous notons que l'obstacle le plus important est le même pour chaque méthode. Il s'agit de « **La formation des acteurs** » (19 occurrences contre 15). Globalement nous observons qu'à part quelques exceptions, les grandes idées et agencements des obstacles restent cohérents aux catégories en commun (Annexes).

Nous choisissons de nous attarder sur une catégorie que nous avons choisi de nommer « **Dérives** » qui rassemble plusieurs obstacles. Il s'agit notamment de ceux qui nous ont interpellés pendant les entrevues par l'attitude et l'émotion avec laquelle les interviewés se sont exprimés. Cette catégorie est composée de 8 témoignages sur des dérives constatées surtout par les acteurs de la sphère « Hors Enseignement » (6 occurrences). Selon eux, elles sont néfastes et représentent un obstacle voire un danger au développement de l'utilisation de la terre crue en Belgique. Il s'agit des points suivants :

- **Le développement industriel des produits de terre en big-bag** : « *Mais malheureusement les commerçants et industriels se sont emparés de la question pour proposer de la terre en big bag : "vous n'avez pas la bonne terre", il faut de "l'argile", donc ça rajoute un coût. 1 m3 de terre enduit = 200L de terre et 800L de sable, de 25 on passe à 225€ le big bag. La marge est énorme !* » (Artisan)
- **L'utilisation du béton dans le mélange qui n'est pas précisé et dit clairement** : « *Faire attention aussi parce qu'il y a aussi beaucoup de mensonges avec quand c'est lié avec le béton quoi ! Donc ça aussi par contre, c'est plutôt l'inconvénient de Terra Awards que finalement ce n'était pas très très clair. Tous les projets qui étaient liés avec une terre crue brute et une terre crue liée avec le béton. Donc ça, il met en avant une esthétique, une couleur et des choses comme ça, mais finalement ils n'étaient pas très transparents sur ça. Et le truc c'est que si on le lit avec du béton on a quand même tout perdu, mais bon...* » (Chercheur)
- **Le prétexte social du chantier participatif pour inventer « le travail gratuit »** : « *On a inventé le travail gratuit avec soi-disant de la formation, mais il n'y en a pas ! S'il y a un accident sur le chantier... bon dieu j'ai jamais demandé que tous ces gars soient là ! Mon but c'est de créer de l'emploi, j'en fait quoi de mon ouvrier ? Les gens disent souvent : oui on a essayé les chantiers participatifs, mais là on est fatigué du coup on voudrait que quelqu'un prenne le relais [...] est-ce que c'est vraiment l'aspect social qui est au cœur de la réflexion ? On fait croire que c'est l'aspect social alors que c'est économique. À la fin le but c'est de créer des emplois et là ça ne participe pas à ça [...] Le problème c'est qu'on ne propose pas des chantiers publics c'est que pour du privé ! Il faut que ça soit un cercle vertueux entre tous les participants.* » (Artisan)
- **La terre qui pourrait devenir le nouveau béton (2)** : « *Malheureusement les mecs du béton, ils sont aussi sur la terre et qu'ils sont en train de faire des réglementations [...] sur "quel est le taux de béton qu'il faudrait, pour pouvoir avoir des capacités proches du béton" je ne sais pas quoi pour monter dans les étages. Ou des choses comme ça. Alors c'est bien, c'est pas bien, c'est horrible, mais néanmoins il faut passer par là. Donc il faut faire les 2, il faut accepter ça. Il faut aussi les laisser faire et c'est très bien. Il faut leur dire aussi que c'est pas bien et il faut éduquer nos étudiants en disant c'est pas bien parce que si on revient dans le béton, on a rien compris ! Et qu'il faut plutôt adapter notre architecture à la vraie terre crue sous toutes ses formes plutôt qu'à ça, parce que ça pourrait être le nouveau béton quoi ! Réellement la terre pourrait être le nouveau béton, quoi ! Et donc une facilité pour le mettre en œuvre pour machine et d'une grande grande grande facilité. [...] Qu'on soit pas aveuglé par des nouveaux logos vert de terre quoi !* » (Chercheur), « *Il faut juste éviter un peu le "efairy bond" parce que si certains producteurs de*

béton peuvent couper 10% d'émissions de CO2 y a certains qui disent "ah bah oui on peut de nouveau utiliser plus de béton quoi !" parce que c'est moins nocif et c'est moins... Donc là c'est quelque chose à éviter ! » (Entrepreneur 3, E)

- **L'utilisation et la vente de produits en terre importée :** « Argilus entreprise française vend en Belgique de la terre de Vendée dans les magasins Ecobati ! ça me choque ! ça fait un trajet de fou alors que le client a de la terre chez lui ! Arnaud Hins vend des enduits belges avec du sable qui ne vient pas du tout de Belgique et les gens veulent du blanc et ça vient d'Allemagne : c'est une logique économique et pas écologique ! C'est un gros problème pour moi ! » (Artisan)
- **La vision essentiellement économique du potentiel du matériau :** « Il faut promouvoir ce matériau avec le Cluster Eco-construction ou peut-être les grosses entreprises, mais de façon sincère et bien faite ! L'entreprise Knauf voit le produit surtout niveau économique. Ils ont envisagé, à un moment donné, de faire des briques porteuses en les mélangeant avec de la chaux, mais ils n'arrivaient pas à être vraiment rentables par rapport à la brique traditionnelle et ils perdaient les propriétés du matériau et ont abandonné l'idée... » (Entrepreneur 4, E)
- **Les idées arrêtées et le manque de souplesse par rapport aux pratiques actuelles :** « Ce que je constate c'est que s'ils sont très écologiques, ils veulent faire des ossatures bois, ils proposent aussi tout ce qui est chaux chanvre et des enduits à base d'argile aussi, mais ils restent selon moi peut-être un peu freinés dans leurs idées que tout doit être écologique ! Je comprends, mais le bâtiment a aussi résisté plusieurs années ! On ne va pas exclure le béton, il faut quand même être ouvert à autre chose. Je trouve dommage qu'ils restent trop convaincus dans leurs produits et qu'ils ne regardent pas le reste : "ça c'est bon et le reste c'est mauvais !". Un produit n'est pas meilleur qu'un autre il faut juste savoir l'application et les alternatives. » (Ingénieur)

### 3.2.2.3. Limites

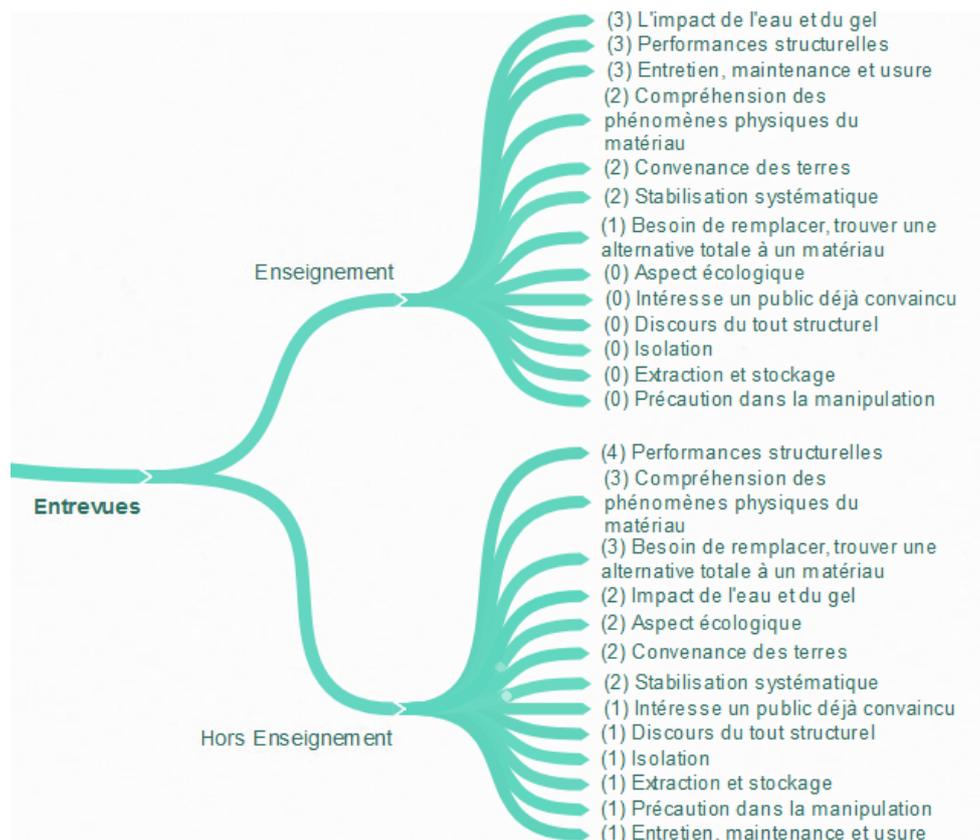


Figure 40 : Catégorisation des limites en fonction des 2 sphères

Nous obtenons **13 catégories** de limites dans la **sphère « Hors Enseignement »** contre **7 pour la sphère « Enseignement »**. Nous observons du fait de la dissociation, l'absence de plusieurs catégories pour la sphère Enseignement qui perd 6 catégories. De plus, à l'inverse des résultats précédents, l'agencement des catégories est beaucoup plus désordonné et différent en fonction des 2 sphères. Nous notons que la solution ou levier le plus important pour chaque méthode est respectivement :

- « Performances structurelles » (4 occurrences)
- « L'impact de l'eau et du gel », « Performances structurelles » et « Entretien, maintenance et usure » (3 occurrences)

Les acteurs des deux sphères se rejoignent sur la limite des performances structurelles de la terre.

### 3.2.2.4. Avantages

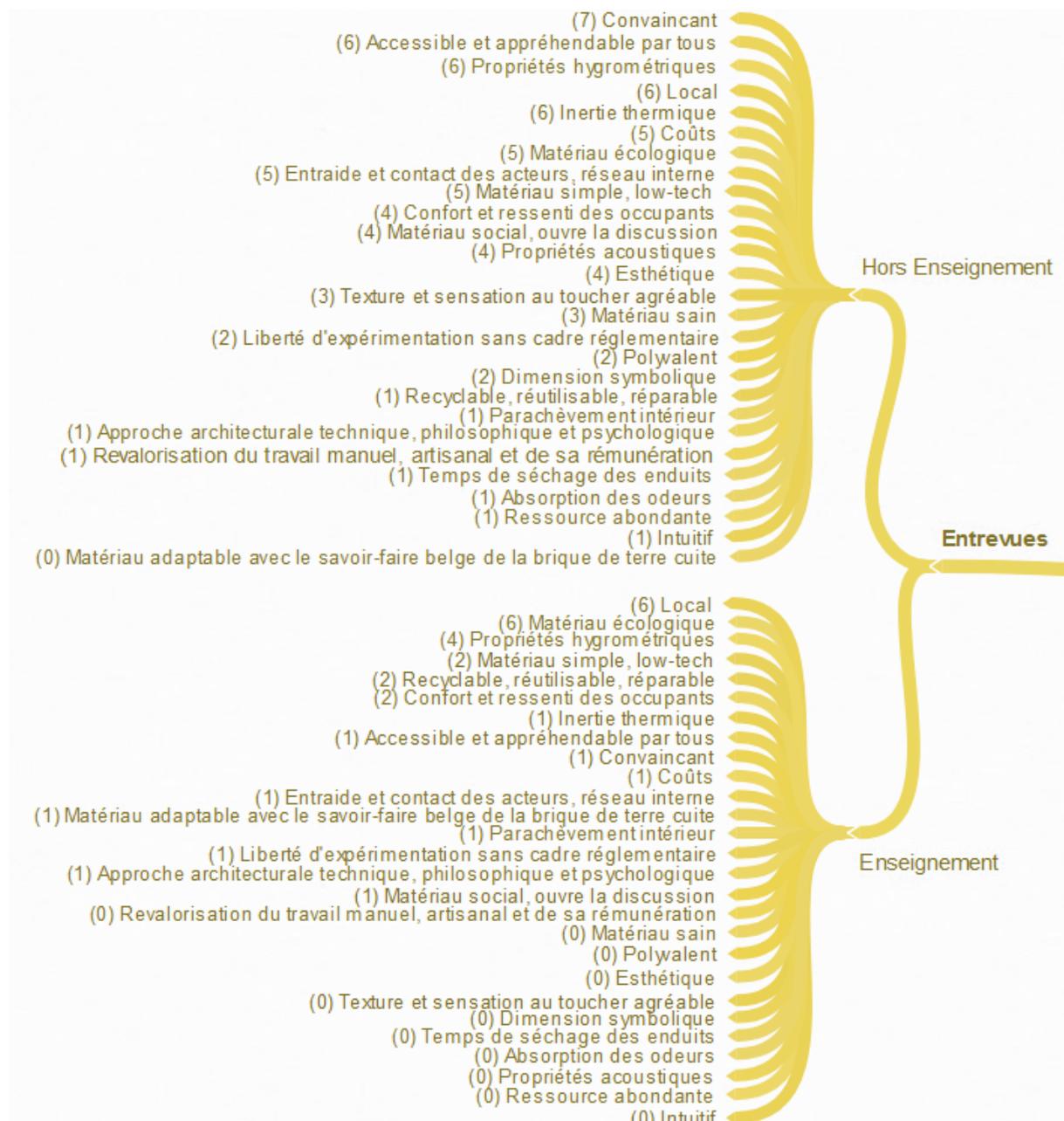


Figure 41 : Catégorisation des avantages en fonction des 2 sphères

Nous obtenons **26 catégories** de limites dans la **sphère « Hors Enseignement »** contre **16 pour la sphère « Enseignement »**. L'agencement des catégories est différent entre les deux. Nous constatons que la catégorie la plus importante respectivement est :

- « Convaincant » (7 occurrences)
- « Local » et « Matériau écologique » (6 occurrences)

Les acteurs des deux sphères n'ont pas le même avis sur l'avantage le plus important de la terre.

### 3.2.2.5. Solutions et Leviers

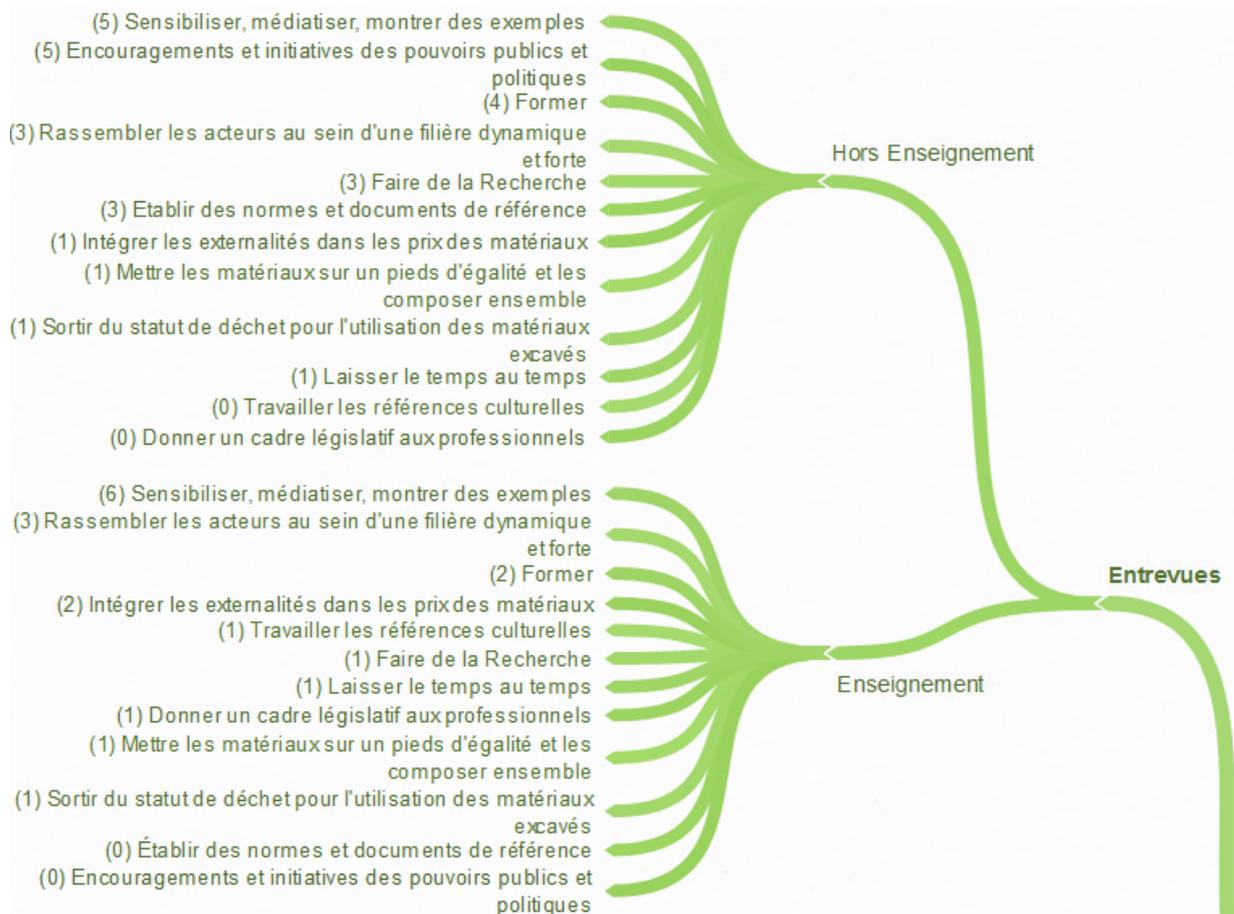


Figure 42 : Catégorisation des solutions et leviers en fonction des 2 sphères

Nous obtenons **10 catégories** de solutions et leviers pour **les deux sphères**. Nous notons que le levier le plus cité pour chacune est :

- « Sensibiliser, médiatiser, montrer des exemples » et « Encouragements et initiatives des pouvoirs publics et politiques » (5 occurrences)
- « Sensibiliser, médiatiser, montrer des exemples » (6 occurrences)

Les acteurs des deux sphères se rejoignent sur le fait de **sensibiliser, médiatiser et montrer des exemples** comme levier prioritaire pour favoriser l'utilisation de la terre crue en Belgique.

## RÉSULTATS DE LA SECTION ENTREVUE

### **Vision de la terre crue comme matériau :**

- Du pauvre : 7/18 la constate, 6/18 se sont opposés
- Du pauvre, fragile et sale : 4/18 au moins un qualificatif

**Évolution de cette vision :** Globalement le ressenti est mitigé, bien qu'une majorité ait répondu favorablement.

- Lentement : 7/14
- Au sein d'une niche : 3/14
- Stagnation : 3/14

**Connaissance du cadre réglementaire et normatif :** Égalité entre les deux sphères, les acteurs restent toutefois peu informés et particulièrement auprès des étudiants sur les sujets de propriétés et caractéristiques du matériau.

- Ne sait pas : 9/18
- À des éléments de réponse : 9/18
- Absence de cadre réglementaire est un avantage : 3/18

### **Méconnaissance des acteurs :**

- **ENSEIGNEMENT :** prononcée notamment sur les sujets de **propriétés et caractéristiques du matériau**, 16 expressions dont 16/28 pour la question du cadre réglementaire, majoritairement des étudiants (3 ayant eu des cours, 1 ne s'en souviennent pas puis s'en souviennent ensuite),
- **HORS ENSEIGNEMENT :** sur le cadre réglementaire, 6 expressions

Les acteurs sont sensibilisés majoritairement par leur entourage et connaissance proches, puis par des voyages, des séminaires ou conférences, les voyages, ainsi que leur contexte de travail et finalement par l'approche des enduits. Le workshop a été souligné comme base pertinente de sensibilisation ou d'approfondissement des connaissances. Une majorité n'a jamais eu de préjugés, tandis que ceux qui revenaient étaient « **Pas solide** », « **Pays chaud** », « **Pluie et terre pas compatibles** ». Ensuite, les acteurs avaient pour la plupart déjà visité une maison en terre et deux d'entre eux ne pouvaient pas se prononcer, car ils expliquent que caché derrière un enduit il est possible qu'ils en aient visité. Enfin nous observons que les enduits sont les éléments de terre crue le plus identifiable lors des visites. Dans le cas d'un projet futur, la plupart comptent employer des matériaux écologiques, mais les ceux traditionnels restent ancrés dans les esprits des étudiants.

### Sensibilisation des acteurs :

- **Famille/ami :** 4/16
- **Enduits, Séminaires ou conférence, Voyage, Travail :** 3/16
- **Livre, Internet, Exposition, Workshop, Rencontre, Prise de conscience :** 2/16
- 6/18 ont participé à un **workshop comme un moyen d'approfondir les connaissances** (4/18) ou de se sensibiliser (2)

### Préjugés des acteurs avant leur sensibilisation :

- **Pas de préjugés :** 5/16
- « **Pas solide** », « **Pays chaud** », « **Pluie et terre pas compatibles** » : 2/16 (6 acteurs)

### Visite des acteurs d'une maison avec des éléments de terre crue (Oui / Non) :

- Oui : 12 (dont 8 HORS ENSEIGNEMENT) | Non : 3 | Peut-être : 2

Éléments remarquables : Les enduits comme éléments les plus remarquables et représentés

### Matériaux pour un futur projet de construction des acteurs :

- Matériaux écologiques bien dans les esprits et une tendance à choisir la terre crue, mais le béton et la brique sont aussi envisagés.

Pour résumer les résultats avec cette dissociation en sphères « *HORS ENSEIGNEMENT* » et « *ENSEIGNEMENT* » nous avons identifié respectivement :

- **7 préjugés, 22 obstacles, 7 limites, 16 avantages et 10 solutions et leviers ;**
- **8 préjugés, 19 obstacles, 13 limites, 26 avantages et 10 solutions et leviers.**

Il est à noter que les catégories n'ont pas été remaniées. Nous sommes partis des mêmes catégories identifiées en commun dans la première partie des résultats et nous avons analysé les occurrences pour chaque sphère. Un premier constat est que l'ensemble des acteurs ont formulé un nombre de préjugés, d'obstacles et de solution et levier du même ordre de grandeur. La distinction est plus marquée pour les limites et les avantages. Les résultats montrent également que les acteurs de la terre crue du milieu de l'enseignement et ceux en dehors **se rejoignent** globalement sur les premières catégories à savoir :

- **PRÉJUGÉS** : « Image du déchet, de la boue, sale » et « Matériau pas solide »
  - ENSEIGNEMENT (Étudiants) : De leur entourage et actuels (sur les performances techniques et structurelles)
  - HORS ENSEIGNEMENT : De leur entourage et ceux d'avant leur sensibilisation
  - Sensibilisation des étudiants, pour ceux qui n'ont pas de préjugés, a été faite par des recherches personnelles, projets de cours ou d'atelier ou des activités pratiques et manuelles.
- **OBSTACLES** : « **La formation des acteurs** »
  - **Dérives** : obstacle voire danger au développement de l'utilisation de la terre crue
    - Développement industriel des produits de terre en big-bag
    - L'utilisation du béton dans le mélange qui n'est pas précisé et dit clairement
    - Prétexte social du chantier participatif pour inventer « le travail gratuit »
    - Terre qui pourrait devenir le nouveau béton
    - L'utilisation et la vente de produits en terre importée
    - Vision essentiellement économique du potentiel du matériau
    - Idées arrêtées et le manque de souplesse par rapport aux pratiques actuelles
- **LIMITES** : « **Performances structurelles** », « L'impact de l'eau et du gel » et « Entretien, maintenance et usure »
- **AVANTAGES** : « Convaincant », « Local » et « Matériau écologique »
- **SOLUTIONS ET LEVIERS** : « **Sensibiliser, médiatiser, montrer des exemples** » et « Encouragements et initiatives des pouvoirs publics et politiques »

### 3.3. OBSERVATION DE CHANTIER

Dans cette section, nous présenterons les résultats obtenus avec la méthode d'observation participante sur un chantier de démonstration en terre crue, réalisée par la technique du pisé. Le traitement de la récolte de données est disponible en Annexes. Nous analyserons d'abord les retours des participants par rapport aux questions posées durant les deux jours de récolte de données. Puis, nous évaluerons leurs attitudes face aux activités et le contexte. Enfin nous afficherons les résultats d'évolution de leur participation et de leur sensibilisation. Rappelons que ces observations ont pour objectif de répondre aux sous-questions de recherches :

- Quelle vision renvoie la terre crue dans l'espace public, du fait de la voir, de participer à sa mise en œuvre et de faire des expériences ?
- Comment le public appréhende ce matériau ?

Nous avons observé et interviewé ponctuellement **41 participants** au chantier terre crue dont **25 enfants et 16 adultes**. Il s'agissait de famille et de classes accompagnées d'encadrants inscrits ainsi que du public curieux (famille, couples, personnes solitaires). Avant le chantier, nous leur avons posé

la question suivante : « **Peut-on construire en terre crue jusqu'à 5 étages ?** ». 4 passants sont venus observer l'activité et ont pris part au micro-trottoir, nous avons inclus leurs réponses dans nos résultats. Les résultats obtenus (Figure 43) auprès de 45 personnes indiquent que **30 personnes ont répondu favorablement** dont 20 enfants de 10 à 18 ans, **contre 15** incluant 11 enfants. 2 personnes ne se sont pas prononcées en justifiant par "Je n'ai pas du tout les connaissances techniques pour répondre à cette question aucune idée !" (Participant 34, C) pour la première et "Je ne sais pas ce que c'est que la terre crue donc j'aurai un peu du mal à vous répondre !" (Participant 35, C) pour la seconde. Il est à noter qu'il s'agissait d'un couple curieux venu observer le chantier et discuter avec les encadrants. Nous avons également noté les types de réponses obtenues. De façon générale les **réponses positives ont été plus nombreuses à être données rapidement** (18 réponses). Les réponses positives et négatives avec justification ou questionnement sont quasiment équivalentes (respectivement 12 et 13 réponses).

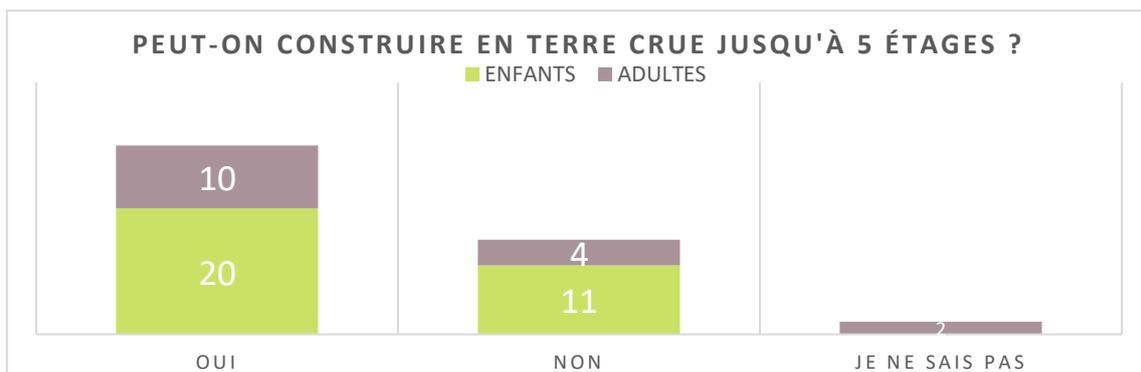


Figure 43 : Résultats des réponses pour construire jusqu'à 5 étages en terre crue

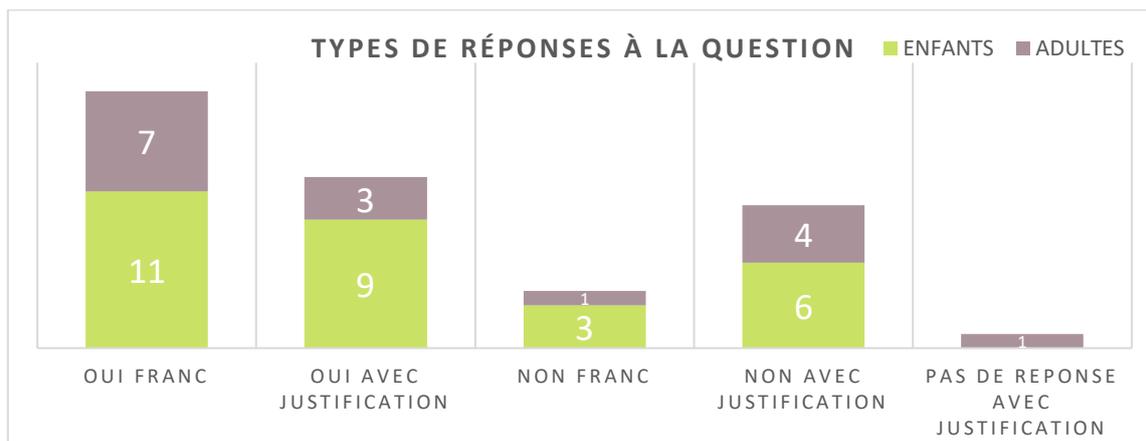


Figure 44 : Types de réponses à la question

Durant la phase d'observation, nous avons relevé le taux d'interactivité des participants à travers notamment le nombre de questions qui ont été posées en fonction de l'étape d'activité (Figure 45) à savoir : la séance de présentation, le chantier et la séance de débriefing. Nous avons constaté **45 questions**, dont **15 durant la séance de présentation**, **23 pendant le chantier** et **7 en phase de débriefing**. La répartition des questions est très **homogène** vis-à-vis du type de participant enfant ou adulte.

Durant l'analyse, les données ont révélé certaines **limites du matériau terre** du fait de sa **mise en œuvre et sa manipulation**. À savoir la **pénibilité du travail** : « Ah c'est super lourd ! » (Participant 7, C en portant un seau de terre), le **temps de mise œuvre** et le **besoin de main-d'œuvre** : « Ah ouais c'est

ça c'est parce que c'est plus difficile à mettre en œuvre ! » (Participant 30, C) « Que ici, bon là ça fait une semaine qu'on est sur ce mur 8h/jour, mais un mur comme ça en béton en une aprem on le coule et c'est plié ! Là on y est, mais avec des classes donc on y va doucement. Je pense que la raison pour laquelle on ne voit pas beaucoup de terre c'est son prix, c'est que c'est plus cher... » (Participant 43, C) « Ah moi je dirais pas que c'est le prix, j'aurai dit plutôt la complication de la mise en œuvre tu vois ! » (Participant 44, C). Nous constatons également que certaines ont été observées lors de **débats** entre les participants.

D'autres données ont permis d'observer plusieurs **avantages** et **solutions et leviers** à l'utilisation de la terre crue énoncés par les participants spontanément lors de la question : « **Qu'est-ce que la terre crue pour vous ? Vous pensez quoi de la terre crue comme matériau de construction ?** ». Il s'agit de 17 catégories d'avantages détaillées dans la section 3.1.5 Figure 31 qui mettent principalement en avant les **aspects visuels, haptiques et fonctionnels** du matériau. Pour les solutions et leviers, 1 catégorie a été fortement marquée à savoir la **sensibilisation et communication**. Ces 2 données découlent des propos tenus par les participants entre eux ou en réponse à la question posée.

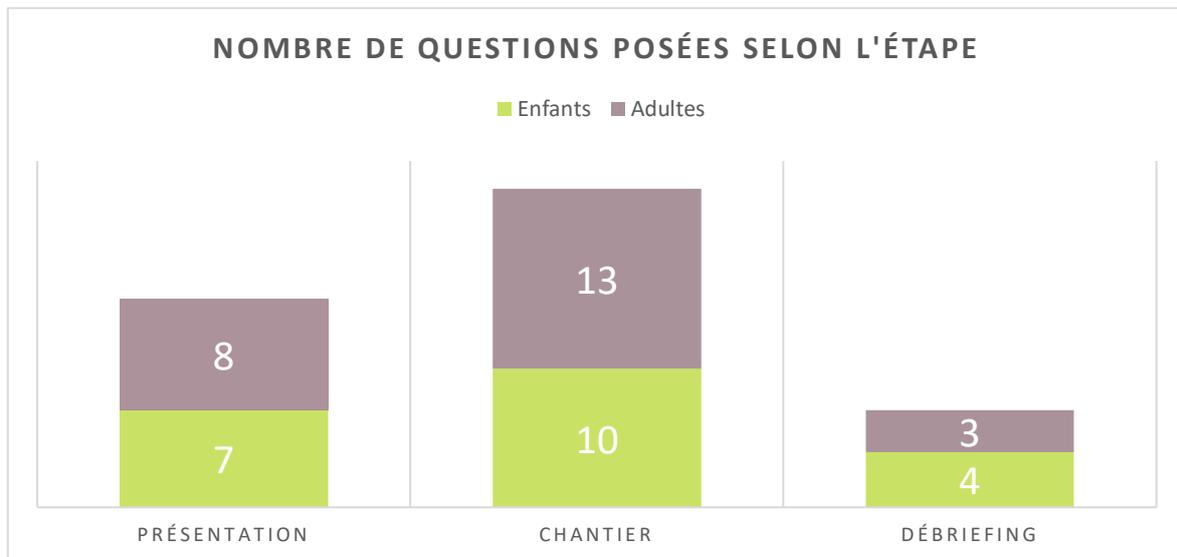


Figure 45 : Nombre de questions posées selon l'étape

Nous avons relevé ensuite les attitudes des participants sur les trois étapes de chantier : la présentation, le chantier et le débriefing. Nous avons relevé la répartition de ces attitudes en fonction du type de participant et des étapes et phase de chantier disponible en Annexes. Les résultats de l'observation sont indiqués dans le Tableau 16 et mettent en exergue différentes attitudes observées :

- **LA CONCENTRATION** (gestes sûrs, s'appliquent, prises d'initiatives, écoute)
- **LE TRAVAIL EN GROUPE DYNAMIQUE** (répartition des tâches spontanée)
- **L'OBSERVATION** (s'intéressent à la machine, touchent la terre, regardent et écoutent les manipulations et prennent part ou non à l'activité de leur côté silencieusement)
- **L'ENTRAIDE**
- **LA MANIPULATION DE LA TERRE** (jeux avec la terre, mettent leur main dedans, la frottent et la touchent)
- **L'INTERROGATION** (beaucoup de questions techniques)
- **LA RÉACTION** (visage d'étonnement, exclamations)
- **LA NON-PARTICIPATION** (patientent, accompagnent, discutent et/ou commentent les activités)
- **LA PARTICIPATION ANIMÉE** (rires, discussions, questions, blagues, jeux avec la terre)

ÉTAPES		ENFANTS	ADULTES
<b>Présentation</b>		Concentration Observation Réaction Interrogation	Concentration Observation Réaction Interrogation Non-participation
<b>CHANTIER</b>	<b>Mélange</b>	Interrogation Entraide Réaction Observation Concentration Travail en groupe dynamique Participation animée Manipulation avec la terre	Interrogation Entraide Réaction Observation Non-participation Manipulation avec la terre
	<b>Transport</b>	Entraide Travail en groupe dynamique Participation animée Interrogation Réaction	Observation Non-participation
	<b>Pisage</b>	Observation Concentration Interrogation Réaction Entraide Manipulation avec la terre	Observation Concentration Interrogation Réaction Non-participation Participation animée Manipulation avec la terre
<b>Débriefing</b>		Concentration Observation Réaction Interrogation	Concentration Observation Réaction Interrogation Non-participation

Tableau 15 : Tendances des attitudes observées durant le chantier

Pour finir, nous avons synthétisé par quelques verbatims la tendance d'évolution de la perception de la terre crue au fil du temps et des étapes (Figure 46). Nous constatons des tendances à savoir :

- **PRÉSENTATION** : La découverte théorique du matériau lors de l'étape de présentation. Les participants posent des **questions** et donnent leurs **premières impressions**.
- **CHANTIER** : La phase d'exploration pratique et réaction au matériau. Ils **questionnent** sur des points plus précis et concrets et réagissent entre eux.
- **DÉBRIEFING** : La phase de réaction à l'activité et de réflexion. Ils reviennent sur leur **ressenti** et **expérience** vécue tout en approfondissant leur vision du matériau après chantier.

"J'ai pas vu la terre sur le chantier !"	"Je ne connais pas mais c'est une genre de terre glaise ? peut-être du torchis non ?"	"Bah quand il y a les bonnes proportions de limon, d'argile et de sable, bah ça peut être vachement solide !"	"C'est hyper beau les lignes !"	"Pourquoi on met pas de l'eau ?"	"Moi je trouve ça bien ! En vrai c'est un bon compromis par rapport au sable parce que ça a un peu les mêmes propriétés et ça coûte moins cher, c'est meilleur pour la nature !"	"J'ai mal aux mains !"	"La terre c'est moins solide que le béton mais la terre si on tasse bien ça peut être plus solide."
"C'est pas solide ! Si c'est cuit c'est solide."	"C'est bien, c'est écologique je suppose ! Je sais juste pas si c'est hyper solide !"	"Est-ce qu'avec l'érosion, ça va se casser ou pas ?"	"Et il n'y aura rien autour pour le stabiliser ?"	"Ah c'est super lourd !"	"C'est difficile de casser à la main, c'est un cailloux ça ?"	"Je m'imagine bien faire ça chez moi et construire avec ça plus tard !"	"Moi je me suis rendu compte que dans la terre crue il y avait de l'argile !"
<b>PRÉSENTATION</b>		<b>CHANTIER</b>			<b>DÉBRIEF</b>		
"S'il pleut sur le mur, ça va tenir pareil ?"	"Et la terre, c'est de la terre spéciale que vous prenez ?"	"Alors moi, 'terre crue' je vais penser des vers de terre, plantation et mouillé"	"Ah ouais c'est ça ! C'est parce que c'est plus difficile à mettre en oeuvre !"	"Qu'est-ce que vous faites en fait ?"	"Moi je veux surtout dire que c'est un matériau qui est hyper beau esthétiquement, c'est le premier truc auquel j'ai pensé !"	"C'était physique aussi, c'était dur en fait !"	"C'était super ! Hyper intéressant aussi !"
"Et c'est un matériau qui existe traditionnellement en Belgique ?"	C'est vrai que la première réaction serait de dire : est-ce que ça ne dégage pas de la poussière ?	"Parce que la question qui vient après c'est pourquoi c'est moins utilisé que...enfin c'est pas tellement connu comme matériaux !"	"Justement c'est ça qui m'étonne c'est que y a des gens dedans !"	"Ouais c'est ça, mais c'était étonnant ! Parce que même en Afrique ils ont tendance à construire pas mal en ciment quoi !"	"Et y a déjà des constructions qui se font comme ça ?"	"On pourrait avoir même des bancs dans l'espace public par exemple en pisé ce serait génial ?"	"C'est aussi un peu l'avenir j'ai l'impression qu'on en parle de plus en plus ect ! Et puis même à travers les ateliers ici y a beaucoup de participations, y a de plus en plus de gens qui connaissent. Peut-être les autres générations [...] construiront plus en terre [...]. On commence à de plus en plus entendre parler autour de nous !"
"J'imagine de la terre qui n'est pas cuite (rires) et je crois que ça s'arrête là ! Oui moi je me demande un peu comment ça tient. C'est ce qui me vient à l'esprit"		"Et en isolation vous mettez quoi ?"	"Moi j'ai une question, est-ce que on pourrait quand on a un mur comme ça, couper pour faire une entrée ou est-ce qu'il faut laisser le tout à la base ?"				

Figure 46 : Évolution des verbatims des participants selon les étapes de chantier

### 3.4. ATELIER TEST DE L'OUTIL

Nous analysons dans cette section les résultats des données récoltées sur l'outil Fresque de la Terre crue à travers son utilisation par les participants ainsi que l'expérience des participants dans l'utilisation de cet outil. Rappelons que l'atelier test a pour objectif de répondre aux sous-questions de recherche suivantes :

- La déconstruction des **préjugés** et la **sensibilisation** des participants sur l'utilisation du matériau de la terre crue en Belgique peuvent-elles se faire à travers l'outil Fresque ?
- L'outil permet-il d'identifier des **préjugés** et **obstacles** de ce matériau ?

La conception de l'outil Fresque de la Terre crue visait à répondre aux sous-questions de recherche suivantes. Ces questions ont été en partie répondues durant la conception de l'outil, mais doivent être vérifiées à travers l'analyse de l'atelier et complétées avec le retour des utilisateurs :

- Quels **éléments** mettre en place avec les cartes pour générer de l'interaction et de la connaissance partagée de façon ludique pendant l'activité ?
- Quels **agencement** et **protocole** concevoir pour aborder discuter des préjugés et obstacles ?
- Quelles informations inscrire pour **déconstruire les préjugés et obstacles** ? Comment intégrer les **données des entretiens et des observations** ?

#### 3.4.1. LA FRESQUE DE LA TERRE CRUE

Nous avons évalué à travers plusieurs critères la pertinence de la Fresque de la Terre crue pour déconstruire les préjugés, obstacles et sensibiliser sur le matériau. Nous avons d'abord observé les cartes et relevé celles qui ont été les plus utilisées durant l'atelier (Figure 47). Parmi les plus importantes (occurrences > 6) il y a les **5 cartes** : *Dans l'imaginaire collectif* et *Stabilisation* (occurrence 10), *Pisé* (occurrence 8), *Un matériau universel* et *Projets de bâtiments d'envergure*

(occurrence 7). Nous avons aussi relevé que celles qui ont permis d'identifier des obstacles à l'utilisation de la terre crue (Figure 48) à travers des réactions tels que " Bah je pense que globalement il y a plusieurs cartes qui montrent cette idée de culture, en tout cas en Belgique qui n'est pas vraiment tournée vers la terre crue. Autant ici l'idée est que dès le plus jeune âge on ne nous apprend pas la terre crue !" (Participant A, 3) sont les **7 suivantes** : **Narration dès le plus jeune âge** (2 occurrences), **Terre cuite, Formation et éducation, Pathologies, Performances face à l'eau, Standards et habitudes de constructions** et la carte thématique « **Technique** ». Enfin, nous avons analysé celles permettant de déconstruire les préjugés des participants (Figure 48), du fait qu'ils aient réagi en conséquence : « Bah moi encore un truc ... Une claquette ! bah elle m'a montré sa carte en me disant que c'est de l'impression 3D et je ne m'attendais pas du tout que ça pouvait aller ensemble quoi ! » (Participant A, 4) « Je n'imaginai déjà pas que ces bâtiment-là étaient réalisés en terre crue et ensuite en Belgique encore moins [...] » (Participant A, 3) ou encore « Ah bah moi je me suis pris un peu une claque ! » (Participant A, 4). Il s'agit des **6 cartes suivantes** : **Dans l'imaginaire collectif, Un matériau universel** et **Projets de bâtiments d'envergure** (4 occurrences) ainsi que **Bâtiments belges depuis 1990, Performances hygrométriques** et **Évolution des méthodes constructives** (2 occurrences). Les préjugés ont été surtout déconstruits par des cartes présentant des exemples de constructions dans différents contextes, et présentant des témoignages des entrevues et du chantier.

L'analyse des résultats permet de constater que les cartes qui ont déconstruit les préjugés sont plus importantes en nombre que celles pour les obstacles. Les préjugés qui ont été déconstruits sont en accord avec les cartes analysées par les participants. Les obstacles ont été identifiés à travers 8 cartes, ce qui est peu en comparaison avec les données d'entrevues. Cependant, il y a eu 7 obstacles résultants, ce qui est plus que satisfaisant en termes de ratio : une carte identifie un obstacle.

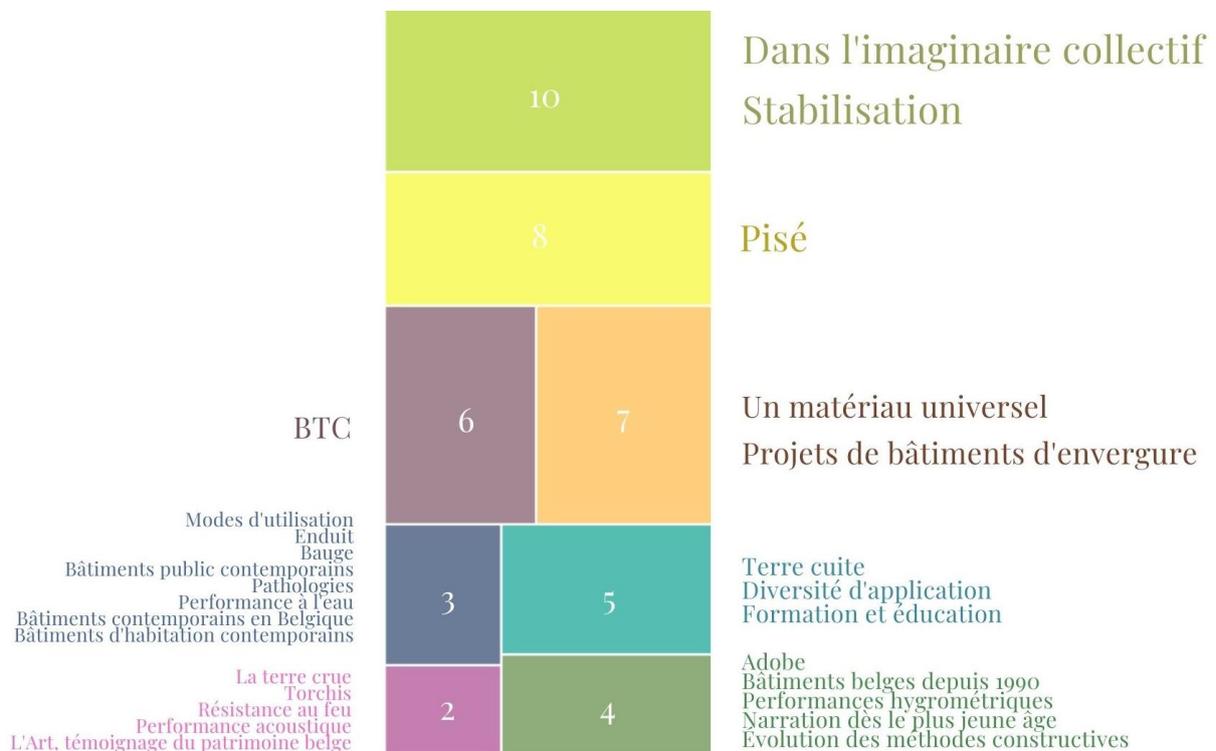


Figure 47 : Cartes qui ont été les plus utilisées durant l'atelier

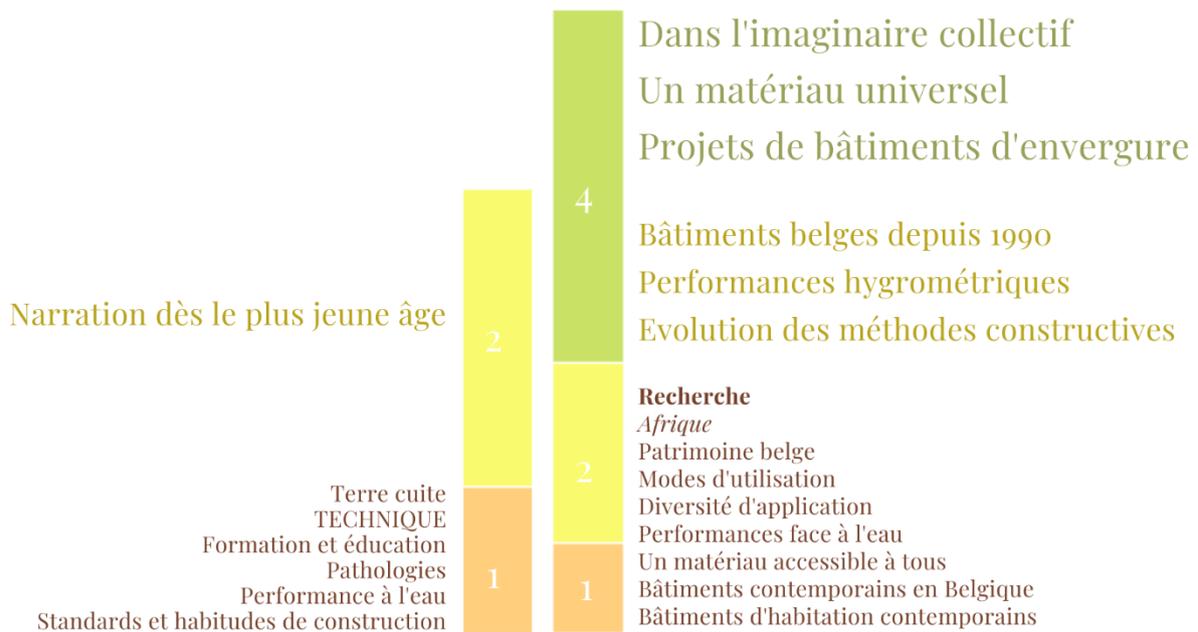


Figure 48 : Cartes qui ont permis d'identifier des obstacles (à gauche) et de déconstruire des préjugés (à droite)

Pour compléter l'analyse des données de cette section, nous avons évalué l'interaction durant les différentes étapes de l'atelier ainsi qu'au sein des 3 phases inter-Lot à savoir : lorsque les participants lisent le recto de la carte, le verso et lorsqu'il disposent les cartes sur le support (Figure 49). Nous avons pour cela relevé le **type d'interaction** que nous observons ainsi que le **dynamisme de ces échanges** pour juger du **degré d'interaction** (aucun, faible, moyen, fort et très fort). Voici les critères que nous avons pris en compte pour chaque degré :

- **Aucune**
- **Faible** : peu d'échanges (<2).
- **Moyenne** : partage de connaissances essentiellement. On observe du dynamisme, des réactions, de l'entraide, des questions, du partage de connaissances, des explications et des discussions entre participants sur la compréhension et sur l'analyse des cartes).
- **Forte** : Exclamation et réactions fortes, réflexions, analyses, commentaires sur les cartes, bonne dynamique de groupe, rebondissement sur les dires des uns et des autres.
- **Très forte** : effet ping-pong lors des échanges de cartes et des avis, volume sonore plus élevé.

Etapas de la Fresque		Interaction	Durée	Révélation	Déconstruction préjugés	Questions posées
Introduction		Aucune	6 min 30			
Brainstorming		Faible	6 min	x		2
Tri par catégories		Très forte	7 min	x		3
Mini-Fresque	1_1 recto		1h15 min	x	1	1
	1_1 verso	Moyenne		x	2	4
	1_1 dispo			x		1
	1_2 recto	Forte		x	2	1
	1_2 verso			x	1	3
	1_2 dispo			x		
	2_1 recto			x	1	6
	2_1 verso			x		1
	2_1 dispo			x		1
	2_2 recto			x		3
2_2 verso		x	2	6		
2_2 dispo		x				
Identification préjugés/obstacles			4 min 30			1
Pistes d'action			15 min	x	1	3

Figure 49 : Évaluation de l'interaction durant la Fresque

Les interactions ont été les plus intenses lors des **phases de disposition des cartes et tri des cartes**. Puis elles étaient très fortes en fin d'atelier pendant les deux dernières phases. Ainsi que lors de la **prise de connaissance des cartes** du sous-lot n°2 **Perception**. Il s'agissait de celles présentant les **exemples de bâtiments multiples**. Nous avons relevé **36 questions posées** à destination de l'animatrice et des autres participants et particulièrement sur le **Lot Technique** (17 questions). Nous pouvons constater que c'est lors des étapes de mini-fresque et plus spécifiquement au moment de l'analyse du **Lot Perception** que des préjugés ont été déconstruits (6 sur 10). De plus, **25 moments spécifiques ont été observés où il y a eu échange de connaissances et compréhension de notions spécifiques** entre participants (22 occurrences) et avec l'animatrice (3 occurrences). Enfin, nous avons noté que les moments de révélation et réaction vis-à-vis des préjugés ou par la découverte d'une information donnée par les cartes, les interactions ou l'animatrice étaient répartis sur l'ensemble de l'atelier sauf l'étape Introduction et Identification des préjugés et obstacles.

Par ailleurs nous avons observé que les participants se sont prêtés facilement au fait de **se partager l'information** (Figure 51). L'animatrice n'avait pas besoin de les encourager à le faire régulièrement. Il leur a permis de comprendre des notions mal comprises durant la lecture, ou lors des échanges d'informations pendant la découverte des rectos des cartes. Il était employé par les participants lorsqu'ils voulaient justifier leur pensée et expliquer un mot utilisé ou écrit. Nous avons observé qu'il permettait de vulgariser les informations techniques ou visuelles des cartes et de l'inscrire dans la réalité et l'actualité des participants. Il a également permis de sensibiliser sur les thématiques des cartes qui ne sont pas en possession des autres participants et de développer les idées, lancer des discussions, analyses ou débats. Cela leur a permis de comprendre ensemble de quoi parle la carte et de quels indices elle dispose.



Figure 50 : Phase de Brainstorming



Figure 51 : Exemple de situation de partage de données

Nous avons constaté plusieurs résultats qui ressortent des données inductives. La première constatation est l'**identification de limites** (Figure 30) sur la terre crue. En effet, parmi les points bloquants, relevés par les participants, à son utilisation certains étaient intrinsèquement **liés au matériau et à ses propriétés** : « *Mais par contre ouais est-ce que la terre crue c'est vraiment écologique ? ...Avec toutes les conséquences ...* » (Participant 1, A) ou encore "*Si la finition qu'ils appliquent sur le mur dès qu'il est fini, si ça se dégrade, on perd du coup cette ...*". (Participant 2, A) "*Elle se dégrade, mais moins que si tu n'en as pas*" (Participant 1, A). Aussi il nous a paru pertinent de les distinguer des obstacles. La deuxième constatation est l'identification **d'avantages** (Figure 31), en l'occurrence une seule catégorie qui est induite des échanges entre les participants. Il s'agit des « **Possibilités et diversités de construction** ». La dernière constatation concerne les réponses apportées aux questions des participants. Nous remarquons 2 types de réponses : celles données **par l'animatrice** et celles données **par les participants entre eux en s'appuyant sur les cartes**. Parfois un élément de réponse est donné par un participant et est complété par l'animatrice.

Nous avons repéré à deux reprises des moments où les participants se laissent aller dans des **récits d'expériences personnelles** notamment pour poser une question ou argumenter une réponse. "Du coup tout ça c'est en rapport avec les techniques, parce que moi j'habite dans une maison comme ça [en pointant une carte], mais l'intérieur du mur j'imagine doit être en torchis, mais d'extérieur... quand on la voit de l'extérieur, après j'habite dans une grange qui est une vieille ferme normande, parce qu'à l'époque où ça a été construit, le béton n'était pas ...enfin ils faisaient avec ce qu'ils trouvaient et c'était peut-être quelque chose qu'ils trouvaient plus simple"(Participant 2, A), « Ouais c'est ça ! Je ne sais pas, mais à chaque fois quand on va dans un musée où on nous dit de ne pas toucher à ça, c'est toujours le truc qu'on veut toucher ! Et là quand on voit la perception, enfin le rendu que ça peut avoir, enfin je ne sais pas moi j'aurai plus envie de toucher ça qu'un mur en béton ! Bon après c'est peut-être que je ne le connais pas assez !" (Participant 3, A).

Finalement à l'issue de cet atelier, nous **n'avons constaté qu'un débat** au sujet de **l'usure des bâtiments en terre crue** lors de l'étape « Pistes d'action ». De base, nous en prévoyions plusieurs à chaque phase de sous-lot mais il y a eu davantage de discussions, d'échanges d'informations et de questionnements que de débats. Un dernier point ressort des données d'observation et d'analyse des échanges.

Plusieurs participants à quelques reprises posaient des **questions concernant d'autres catégories** de la Fresque, mais non exploitable, car non disponible : « Mais par contre ouais, est-ce que la terre crue c'est vraiment écologique ? ... Avec toutes les conséquences ..." (Participant 2, A) "Ah c'est vrai qu'on n'aborde pas le point, c'est dommage c'est intéressant !" Il est à noter que ce genre de questions ont toutes concernées chacune des 3 autres catégories : *Environnement, Réglementation* et *Économie*.

### 3.4.2. EXPERIENCE DES PARTICIPANTS

"J'ai vu l'annonce sur le groupe et ça m'a intéressé parce que **c'est un matériau qui m'intéressait déjà avant et qu'on connaît pas beaucoup**, en tout cas on a **pas beaucoup d'information**. Je m'intéressais un peu aussi à l'architecture en Afrique en fait et voit souvent ce matériau là dans les constructions dans ces région et je trouvais ça plutôt intéressant. Et puis aussi **permettre de faire développer un TFE** ça peut toujours servir !" (Participant 1, A)

"Je me suis dis que c'était intéressant de **découvrir un peu ce que c'était ce matériau**, enfin je suis **venu grâce à eux** ! Donc heu mais voilà découvrir plus, essayer d'apprendre un peu autre chose sur ce matériau qu'on considère un peu comme alternatif par rapport aussi aux matériaux traditionnels" (Participant 3, A)

"Un peu comme tout le monde, le matériau de terre crue c'est quelque chose qu'on...dont **on a très peu d'info**, on sait que **ça existe mais on ne sait pas comment c'est mit en place** ! Et qu'on **ne voit pas forcément** !" (Participant 4, A)

"Coline nous a proposé de venir pour bah **l'aider dans ton travail** et bah du coup c'est vrai que la terre crue on en entend pas beaucoup en cours du coup **c'était l'occasion un peu d'en apprendre davantage**. Et c'est vrai que c'est des matériaux qu'on trouve plus en Afrique peut-être parce que c'est plus simple d'accès pour eux et heu bah **nous on n'en voit pas forcément souvent en ville** ou quoique ce soit, du coup c'était intéressant de **voir ce qu'on peut en faire quoi** !" (Participant 2, A)

"La terre crue c'est...ouais...on en a beaucoup parlé, enfin **quand même pas mal parlé en architecture** et on l'a laissé tomber dans les autres études que je fais et donc **éuh...reprendre un petit peu...j'voudrais en apprendre un peu plus** !" (Participant 5, A)

#### Motivation ?

Figure 52 : Motivations des participants à participer à l'atelier test de l'outil Fresque de la Terre crue

Dans cette partie, nous abordons les résultats de l'utilisation de la Fresque de la Terre crue comme outil de déconstruction des préjugés, obstacles et de sensibilisation. Pour cela nous présenterons les motivations qui ont amené les participants à se prêter au jeu, les attentes qu'ils avaient ainsi que les retours et avis qu'ils ont sur l'outil.

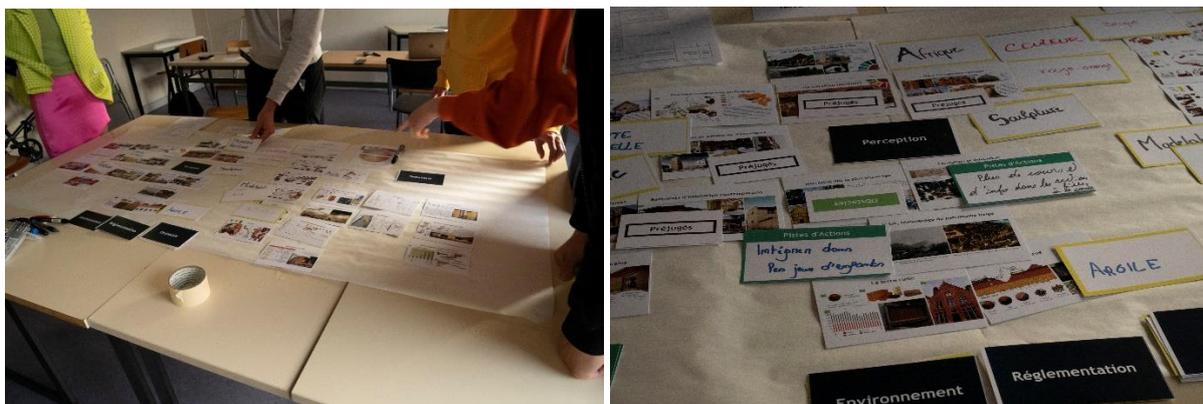


Figure 53 : Phase d'identification des Préjugés, Obstacles et des Pistes d'Action

Nous avons constaté que les motivations (Figure 52) principales de leur participation à cet atelier est **l'envie de connaître davantage la terre crue** (3 occurrences), **sa place en ville par des exemples**, découvrir les **possibilités de mise en œuvre**, obtenir plus **d'information** et l'envie d'aider à développer un TFE (2 occurrences). Sur les 4 participants qui ont répondu à notre retour d'enquête, ils ont tous appris quelque chose (Tableau 17) sur la terre crue et particulièrement en ce qui concerne la **diversité des applications possibles du matériau** (3 occurrences) et **l'importance du patrimoine et des bâtiments en terre crue existants** (2 occurrences). Nous notons que parmi eux, le Participant 1, A cherchait à **obtenir des réponses sur la mise en œuvre** tandis que le Participant 4, A ne s'intéressait pas spécialement à la terre crue, mais qu'à l'issue de l'atelier il a constaté qu'**il lui avait permis de se poser plusieurs questions**. Nous avons également relevé dans cette enquête les points bloquants de l'outil. La phase de disposition des cartes sur le support est abstraite ce qui amenait les participants à parfois les disposer aléatoirement. Dans la même logique, les **cartes Catégories de la Fresque restent très larges** et rendent l'étape de tri hasardeuse (Tableau 18). Un participant a fait remonter le **manque de clarté de certaines cartes contenant des graphiques** et un autre suggère **d'agrandir leur format** de façon générale pour plus de lisibilité. Nous notons des contradictions et des attentes différentes. A l'inverse, la qualité et l'esthétique du contenu a été souligné par 3 participants et appuyé durant l'atelier : « [...] *hautement intéressant avec les petites bulles ! Et bah les deux vont bien ensemble [...]* » (Participant 4, A). 2 participants ont indiqué qu'ils auraient souhaité **découvrir les autres thématiques** de la Fresque. Enfin nous avons recueilli les suggestions d'amélioration comme « **présenter des échantillons pour constater les différentes variations de la terre** » et de « **comparer la brique de terre crue et brique cuite** ». Enfin, une autre personne relève la nécessité pour les participants d'avoir un socle de connaissances de base pour pouvoir appréhender les concepts abordés.

L'OUTIL A-T-IL PERMIS:		RÉPONSES DES PARTICIPANTS A L'ENQUÊTE
D'apprendre quelque chose	4 Oui	(3) Sur la <b>diversité des applications</b> possibles (plancher en terre, revêtements de sol, polyvalent) (2) Sur <b>l'importance du patrimoine et des bâtiments</b> existants (1) Sur le côté <b>écologique</b> du matériau (1) Sur le fait de se <b>rendre compte de ses propres idées préconçues</b> (1) Sur la nécessité de <b>considérer la terre crue parmi les matériaux</b> de construction
D'obtenir des réponses à des questions qu'ils se posaient	3 Oui 1 Sans réponse	« Je me demandais <b>comment on mettait cette matière en œuvre</b> dans le bâtiment. Maintenant je sais qu'il existe beaucoup de techniques différentes (autres que les enduits ou les briques) » « Ce n'était <b>pas forcément un sujet</b> sur lequel je me posais beaucoup de question (désolé). Mais <b>l'atelier m'as amené à me poser plein de questions.</b> » « J'aurais bien voulu continuer le jeu avec les autres thèmes pour en apprendre davantage »

Tableau 16 : Ce que la Fresque de la Terre crue a permis d'apprendre de nouveau ou les réponses qu'elle a pu apporter

	LE MOINS INTÉRESSANT	LE PLUS ÉTonnant
	<p>(3) Rien / Pas d'avis / « Pas eu le temps de m'ennuyer »</p> <p>(1) <b>Repositionner les cartes dans la Fresque</b> : « Je trouvais que c'était très <b>abstrait</b> et au final je mettais un peu n'importe où, car l'ensemble des cartes étaient connectées »</p>	<p>(3) Les <b>possibilités</b> : techniques, architecturales et d'application</p> <p>(1) Son <b>adaptabilité</b></p> <p>(1) Les <b>caractéristiques techniques</b></p> <p>(1) Le <b>manque de connaissances</b> malgré les cours : « De croire que je connaissais la terre crue avec les cours alors que pas vraiment »</p>
AVIS SUR LES CARTES	<p><b>CONTENU</b></p> <p>(3) Cartes <b>agréables</b> (juste équilibre image / texte / couleur)</p> <p>(3) Cartes <b>bien pensées/faites/organisées</b> : suffisamment d'information au verso pour échanger « tout en étant assez mystérieuses pour donner envie de lire le texte explicatif au recto » « pour en savoir plus et répondre à nos questions ».</p> <p>(1) Cartes <b>parlent d'elles-mêmes</b></p> <p>(1) Cartes avec <b>les graphiques ne parlent pas assez</b> d'elles-mêmes</p> <p>(1) Certaines <b>catégories sont vagues</b> : phase de tri au hasard, car plusieurs catégories possibles</p> <p><b>FORMAT</b></p> <p>(3) <b>Bon format</b></p> <p>(1) <b>Agrandir pour faciliter</b> les échanges et la vue sur les images</p>	
AVIS SUR LES CONSIGNES ET LE DÉBAT	<p>(3) <b>Clairs</b> « le but était pour moi d'échanger et de faire découvrir plusieurs thématiques sur le sujet de la terre crue avec un aspect collaboratif »</p> <p>(1) <b>Appréhension en début</b> d'atelier sur « s'il n'y a pas d'échanges, il ne se passera rien... »</p> <p>(1) Commencer par <b>les préjugés aide à démarrer</b> la conversation</p> <p><b>PLACE DE L'ANIMATRICE</b></p> <p>(4) <b>Interventions au bon moment</b> « quand c'était plus calme pour relancer ou poursuivre le débat. » ou « s'il nous fallait un complément d'information il suffisait de demander »</p>	
AMÉLIORATIONS ET REMARQUES	<p>(2) <b>Découvrir les autres thématiques</b></p> <p>(1) Présenter des <b>échantillons des différentes variations</b> de la terre crue</p> <p>(1) <b>Comparer</b> la brique de terre crue et la brique "standard"</p> <p>(2) <b>Intérêt difficile à cerner de positionner les cartes</b> dans une certaine disposition (laissée à l'appréciation des participants)</p> <p>(1) nécessité d'avoir <b>des connaissances de base</b> ou un fort « intérêt au domaine de la construction »</p>	

Tableau 17 : Retours des participants sur les cartes et l'atelier



Figure 54 : Retours sur l'intérêt de La Fresque de la Terre crue

Les participants ont **tous (4/5) indiqué qu'ils pourraient recommander cette Fresque** à d'autres personnes pour 3 raisons (Figure 54) :

- **Sensibiliser à la terre crue et déconstruire les préjugés** : « Simplement pour faire découvrir ce matériau et permettre de réduire les préjugés de certains sur les caractéristiques de la terre crue »
- **L'apprentissage efficace** : « on apprend plus vite, on comprend et on retient plus, je pense » ; « car tout simplement j'ai appris pas mal de choses ! »
- **L'aspect ludique** : « cette manière d'en apprendre plus sur un sujet est très intéressante [...] c'est plus fun que de lire des textes ou autres »

Nous terminons et clôturons cette section par la comparaison des états d'esprit avant et après l'utilisation de l'outil. Nous constatons beaucoup de **curiosité** et d'attentes au début et plutôt de la **satisfaction** en fin d'atelier (Figure 55).

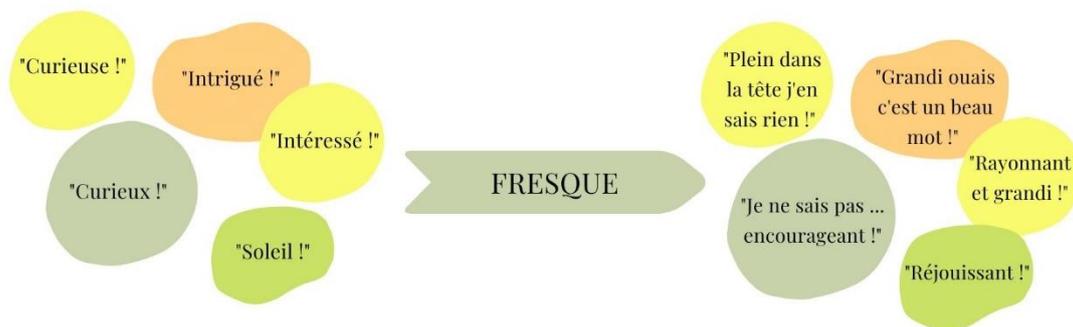


Figure 55 : État d'esprit des participants avant et après l'atelier test

## 4. DISCUSSIONS

Dans cette section nous effectuons un travail d'**interprétation des résultats**. Il s'agit de croiser et de rassembler les informations obtenues à travers 3 méthodes distinctes dans le but de répondre aux questions de recherche et à la problématique. Ce travail de recherche présente des **biais et des limites** que nous soulignerons pour évaluer la qualité des résultats. Nous terminerons par une réflexion sur des **opportunités de recherche** vers lesquelles cette étude peut tendre. Nous rappelons les questions qui ont guidé ce travail pour répondre à la problématique suivante : *“Quels sont les préjugés et les obstacles qui freinent l'utilisation de la terre crue en Belgique ? Comment l'outil de la Fresque intervient pour déconstruire ces préjugés et identifier ces obstacles ?”*

- Quelle est la **perception** de la terre crue en Belgique identifiée dans la sphère des acteurs de la construction et celle du grand public ?
- Comment déconstruire les **préjugés** et les **obstacles** exprimés sur la terre crue ?
- Cette approche peut-elle se faire par l'outil de sensibilisation écologique « Fresque » ?

### 4.1. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les 3 méthodes ont permis de se faire une idée de la perception de la terre crue en Belgique et de juger de l'efficacité et pertinence d'un outil de déconstruction des préjugés et d'identification des obstacles. Cela s'est effectué à travers le regard et l'expérience de 18 acteurs de la construction, l'expérimentation de 45 participants à un chantier public de terre crue et la participation de 5 étudiants du domaine de l'architecture et de la construction à un outil de sensibilisation

Obtenir une vision générale des préjugés et obstacles en Belgique, complétée par les limites, avantages et solutions et leviers :

L'analyse a permis de sortir des données une perception de la terre crue par le prisme de différentes métacatégories réparties dans les 5 thématiques. Nous en avons obtenu : **5 pour les préjugés, 8 pour les obstacles, 5 pour les limites, 6 pour les avantages et 7 pour les solutions et leviers**. Nous allons évaluer leur pertinence et comprendre la perception qu'elles génèrent sur la terre crue.

- **PRÉJUGÉS** : Solidité (31), Définition (20), Potentiel (14), Eau (11), Origine (8)

Dans la littérature lue, les préjugés font partie d'une catégorie unique « perception » ou « culturel » intégrée dans les obstacles. Nous avons choisi de les étudier et les différencier dans notre recherche. En comparant avec la littérature de l'État de l'Art, nous constatons que nos catégories (avant la métacategorisation) sont très similaires sur le ressenti du matériau. À l'exception des préjugés sur la durabilité et le désintérêt envers le matériau que nous ne constatons pas parmi nos données récoltées. L'État de l'Art ayant été réalisé à la fois sur la littérature belge et internationale, il est probable que nous observions des différences de perception. Pour autant nous verrons dans la suite que ces deux paramètres ont été au cœur des échanges de l'atelier test et des entrevues. Cette catégorie est assez spécifique puisqu'il s'agit de perception et elle s'effectue à un moment donné dans un contexte donné ce qui amène beaucoup plus de variabilité que pour les catégories suivantes.

Nous avons constaté la concordance des métacatégories avec les impressions des interlocuteurs. Il s'agissait de celles sur la Solidité, Définition pour la thématique préjugés et Environnement, Confort et Sensoriel pour celle des avantages. En effet, nous avons relevé des expressions ou groupes de mots en relation avec des avantages ou des éléments de définition du matériau. Nous interprétons cela par

le fait que les acteurs des entrevues ont plutôt cherché à décrire le ressenti et la matérialité de la terre crue sous son meilleur jour. Ils connaissent ses propriétés et les partagent. Les participants au chantier se sont plutôt attardés sur le fait de donner une réponse. Et donc plutôt des éléments de définitions ou de descriptions pragmatiques et fonctionnelles du matériau. Pendant le chantier, nous avons observé une tendance des participants à tenter d'apporter une réponse correcte, parfois en essayant juste d'en formuler une. Nous pensons que cet état de réflexion est dû au fait que le mot leur semblait flou. Le sujet est à la fois si commun qu'il en devient peu connu. Pour certains la question était perturbante et ils ont pris quelques instants de réflexion pour chercher un mot ou groupe de mot. Dans le cas de l'atelier, les participants se trouvaient dans un contexte particulier puisqu'il s'agissait d'énoncer spontanément leurs impressions, mais à l'écrit et face aux autres. De ce fait, ils pouvaient voir les mots écrits par les autres. Les avis des uns pouvaient être influencés par les autres, c'est pourquoi il y a eu peu de redondance entre les mots. Nous pensons que le fait de voir les autres mots les influence inconsciemment et qu'ils essaient de se compléter les uns les autres. Il y aurait peut-être pu y avoir plus d'occurrences si les participants avaient inscrit individuellement de leur côté tous les mots qui leur venaient à l'esprit pour ensuite les partager entre eux et réunir ceux identiques. L'analyse du nuage de mot illustre bien le côté très lissé des données de l'atelier. L'unique mot qui ressort est « brique » puisqu'indiqué deux fois, mais il faisait partie des premiers mots posés. Ce qui confirme notre hypothèse

Au travers de l'expérience de nos participants et acteurs de la construction, les **PRÉJUGÉS** en Belgique sont majoritairement ciblés sur la **solidité** et la **fragilité** du matériau terre crue en tant que matériau de construction. Souvent, un raccourci qui peut-être vite fait entre l'aspect structurel ou non de la terre crue. En effet, nous avons tendance à partir du postulat que construire en terre crue signifie que l'ensemble de la construction l'est systématiquement. Ce qui n'est pas le cas pour beaucoup de projets. Bien au contraire il s'agit plutôt de composer avec les matériaux qui apparaissent comme les plus pertinents dans le projet. La catégorie *Potentiel* indique les préjugés relatifs aux **possibilités constructives en terre crue** ainsi que l'aspect plus **moderne et technologique qui est peu envisagé**, car loin dans les esprits. La catégorie *Eau* fait référence aux à priori qui existent sur le **comportement de la terre crue au contact de la pluie** et donc des possibilités de construire en Belgique sous un climat humide par exemple. La catégorie *Origine* est composée des questionnements sur les origines locales de ce matériau sur le territoire l'associant rapidement aux édifices en Afrique ou par le mot « Matériau d'ailleurs » précisant bien l'aspect étranger de ces pratiques. Parmi les autres préjugés de la terre crue, ceux sur sa *Définition* existent. Il s'agissait d'expressions relatives à la **composition de la terre crue** ou de **quel type de terre il s'agit**. Nous aurions pu imbriquer cette catégorie à une catégorie Image commune avec la catégorie Origine. Cependant, les données étaient redondantes et représentatives de cette catégorie pour ne pas la mentionner. Est également mentionné « le matériau du pauvre » relatif à une image dépassée et des référentiels culturels.

- **OBSTACLES** : Economique (69), Formation (38), Organisationnel (25), Méconnaissance (20), Sensibilisation (17), Réglementaire (14), Technique (10), Environnement (5)

Pour les **OBSTACLES** nous obtenons des résultats de métacatégorie très proches de celles analysées dans l'État de l'Art. La différence profonde est la distinction que nous avons faite entre *Formation*, *Méconnaissances* et *Sensibilisation* qui pourraient être regroupées. Mais nous avons identifié une réelle différence entre les trois durant notre analyse. Celle-ci s'explique par la présence des acteurs de la sphère Enseignement et des participants « grand public » du chantier qui ont pu expliquer leur perception à travers leur sensibilité propre. Nous avons pour cela pris soin de distinguer les trois qui nous paraissent plus compréhensibles aussi sur les points bloquants. Les participants à l'atelier test sont également représentés, mais leurs données retranscrivent moins de subjectivité. Il se peut que cela soit dû aux supports de cartes proposant des intitulés précis. En effet les titres des cartes

pourraient biaiser leur formulation des obstacles. Pour autant les échanges entre eux témoignent de reformulations de leur part : *"Moi je mettrai un obstacle à Pathologies [en pointant la carte] ! [...] Les défauts du matériau quoi !* » (Participant 2, A).

Parmi des acteurs, les résultats aussi permettent d'illustrer le manque de diversité des techniques et pratiques en terre crue en Belgique d'après ce retour d'échantillon. Cela se traduit par une présence plus prononcée des enduits dans les critères d'observation des visiteurs. Ces retours sont cohérents avec les témoignages obtenus sur les pratiques constructives en Belgique où les enduits de plafonnage occupent la plus grosse part de marché dans ce marché de niche. Ils démontrent également un intérêt et une implication dans la découverte du matériau par ces acteurs.

Les résultats soulèvent l'absence d'une filière dynamique et forte en Belgique, ce qui est à la fois soutenu par la littérature (Pereira-Goncalves, 2017; Rosar, 2020) et les retours des acteurs de la terre crue. Pour autant, durant la récolte de données, nous avons pu observer des acteurs en réseau bien identifiés qui se connaissent et/ou connaissent les domaines de compétences des uns et des autres. Ils nous ont à plusieurs reprises conseillé des personnes ressources à prendre en compte dans notre étude. Les entrevues débutaient où se terminaient par une question de leur part pour savoir si nous avons déjà contacté telle ou telle personne. Par rapport à la filière terre crue en France où les acteurs sont nombreux, mais pour se lancer dans un projet, il y a peu de connexion entre les acteurs du fait d'une désorganisation de la filière (Leylavergne, n.d.). Notre constat du fait de nos rencontres et échanges est qu'il y a peu d'acteurs, un matériau méconnu, un marché fermé. Cependant, une personne qui souhaite se renseigner peut facilement se mettre en relation avec des experts étant donné cette bonne connaissance du réseau entre professionnels. Cette différence montrant également l'impact de la taille du territoire qui amène les gens à plus facilement se rencontrer.

➤ **LIMITES** : Technique (29), Mise en Œuvre (9), Environnement (7), Attentes (6), Logistique (3)

La notion de **LIMITE** n'est pas représentée distinctement dans l'État de l'Art étudié, mais fondue dans celle des obstacles. Cette catégorie a été induite de nos données, car nous observons une différence entre les obstacles surmontables et ceux intrinsèquement liés aux propriétés du matériau. Aussi, cette catégorie intervient plus dans un but informatif que d'action. En effet, elle est composée notamment des termes qui ont suscité du débat durant la récolte de données ou du fait de l'expérience des acteurs interviewés. Les sujets tels que la **stabilisation**, la **dimension écologique** ou **les limites structurelles** du matériau en font partie. Les catégories identifiées traduisent des points bloquants sur lesquels les acteurs ou participants au chantier et à l'atelier peuvent ne pas s'entendre. Elle fait appel aux réflexions propres de chacun sur le sujet concerné. En effet, lorsque nous observons les limites les plus représentées au sein des méthodes, nous constatons ce rapport à la terre différente. Pour les limites, les acteurs de la construction ont mis l'accent sur les performances structurelles et la compréhension des phénomènes physiques du matériau puisqu'ils ont une vision multiple à travers la diversité des profils interviewés. Cette vision est à la fois théorique et pratique sur la thématique qui traduit de leur expérience par « intéresse un public déjà convaincu », « Besoin de remplacer, trouver une alternative totale à un matériau ». Les participants au chantier ont abordé le matériau par la pratique avec quelques notions théoriques pour poser des bases. Et leurs résultats, « Pénibilité du travail », « Temps de mise en œuvre », « beaucoup de main d'œuvre », traduisent cette approche. Enfin, les participants à l'atelier ont abordé le sujet par l'outil théorique et participatif. Leurs résultats traduisent une approche centrée sur les concepts de découverte du sujet et de réflexion : « la dimension écologique, l'usure et la compréhension des concepts physiques et techniques ». Pour identifier quelle donnée était une limite plutôt qu'un obstacle, la méthode d'identification consistait à imaginer si quelque chose permettrait de supprimer définitivement cette limite et si cela dépendait de l'humain. Si oui, alors nous le considérons comme un obstacle et dans le cas contraire nous le

gardions en limite. Cependant cette méthode est exploratoire et était laissée à l'appréciation de la chercheuse.

- **AVANTAGES** : Environnement (44), Confort (36), Social (36), Sensoriel (36), Opportuniste (13), Polyvalent (10)

Concernant les **AVANTAGES**, nous ne retrouvons que deux catégories concordantes par leur intitulé. De plus, à l'inverse de l'État de l'Art, qui inclut les aspects artistiques, et au lieu de rassembler les éléments relatifs aux catégories : *Polyvalent*, *Confort* et *Sensoriel* en une catégorie Technique nous les avons distinguées du fait des données qui étaient très représentatives pour former 3 catégories. Nous pensons que ces variations de catégories sont générées par trois éléments : le fait que nous ayons une récolte de données à travers 3 méthodes, 3 publics et 3 contextes différents. Cette multiplicité des moyens et donc des données a permis d'approcher la perception des participants par 3 spectres. Ils ont ensuite été traités ensemble pour en sortir les résultats. Ces résultats traduisent à la fois des expérimentations pratiques et de terrain de la terre crue, de l'expérience des acteurs et du décryptage pointilleux des participants de la Fresque. L'observation du chantier nous a permis de comprendre que l'expérience de chacun en matière de niveau de connaissance sur la terre crue ainsi que le contexte dans lequel se trouvait chaque participant, influençait la perception qu'il se faisait de ce matériau au moment de la récolte de données. Si bien que cela a pu se traduire à travers les résultats d'analyse, qui pourtant ont été remaniés par la chercheuse durant l'étape de catégorisation. De ce fait en découle une réflexion vis-à-vis de la fiabilité de ces données. Les 3 méthodes sont réalisées séparément, puis les données sont analysées et les résultats rassemblés. La question que nous nous posons est à quel point les informations mises sur les cartes par la chercheuse influence les résultats finaux ? Et de cela nous pouvons nous demander si nos résultats sont fiables ?

Au vu de nos résultats sur les **AVANTAGES**, nous pensons qu'ils sont bien représentatifs des données récoltées ainsi que de l'État de l'Art. En effet, dans l'État de l'Art la catégorie Économie est bien présente. Cependant il s'agit des données globales incluant la littérature internationale également. Lorsque nous nous concentrons sur celle sur la Belgique (Annexe), l'avantage économique est faible, il fait plutôt partie des obstacles. Bien qu'il s'agisse également d'un élément variable puisque l'aspect économique va dépendre du projet et du type d'intervention que le maître d'ouvrage désire. En auto-construction ou non là est toute la différence.

À nouveau, nous pouvons nous appuyer sur les résultats concernant les impressions des participants aux 3 méthodes qui permettent de conforter nos données. **L'aspect visuel, l'aspect tactile, l'écologie et les propriétés physiques sont ressortis.** Pour autant, il ne s'agit pas des résultats à une question précise sur les avantages, mais sur leurs impressions et en considérant trois types de public n'ayant pas les mêmes niveaux de connaissances du matériau.

- **SOLUTIONS ET LEVIERS** : Sensibilisation (20), Formation (13), Recherche (11), Politique (10), Organisation (7), Réglementation (3), Culture (2)

Les résultats ont mis en lumière l'interdépendance de plusieurs types de catégories de perception au sein d'autres catégories. Autrement dit, les préjugés, obstacles, limites, avantages et solutions /leviers s'interconnectent par leur intégration de thématiques communes. Par exemple : l'approche écologique du matériau est à la fois observée comme un obstacle au sein de la métacatégorie ENVIRONNEMENT, mais également comme une limite et un avantage dans les métacatégories correspondantes. C'est en déconstruisant l'obstacle, en communiquant sur l'avantage ou en expliquant les limites que la problématique pourra être entendue. Ces liens sont en cohérence avec l'étude de (Ben-Alon et al., 2020) qui démontre que les freins et leviers à l'emploi de la terre crue sont

connectés les uns avec les autres et forment un tout. Il en ressort que ces points sont à aborder dans leur ensemble pour encourager à l'utilisation de ce matériau.

Soulignons également le fait que ces solutions peuvent permettre de répondre à l'ensemble des obstacles identifiés à l'exception des trois suivants : « Puissance des lobbies et des multinationales » et « L'industrialisation et la surconsommation » qui sont des éléments très vastes qui ne peuvent se résoudre rapidement. Pour la plupart il s'agit surtout d'un modèle de société avant d'être un obstacle. Donc nous les conserverons en dehors des obstacles surmontables, mais ils doivent permettre d'être pris en compte dans les points bloquants.

### **La perception au travers deux sphères d'acteurs.**

Les entrevues ont permis de mettre en lumière des différences notoires entre deux sphères d'acteurs identifiables : ceux faisant partie du domaine de l'enseignement et ceux en dehors de cette sphère. Les résultats ont mis en lumière un manque de connaissances parmi cette première sphère dans la tranche des étudiants. La question concernant la crédibilité des professionnels de la construction et plus spécifiquement du bâtiment se pose. Élément qui a également été souligné par ces acteurs eux-mêmes ainsi que par le témoignage des auto-constructeurs face à l'absence de réponses à leurs questions ou conseils sur la terre crue par des professionnels. *« J'ai l'impression qu'au niveau des professionnels et architectes qui sont dans le métier depuis 10-15 ans ça n'a pas fait partie de leur cursus scolaire et c'est fort tenu, et c'est ce qu'on a ressenti ! [...] Les architectes qu'on a rencontrés ne connaissent pas bien la terre crue et quand on leur demande des références de personnes qui pourraient mettre en œuvre ils n'en ont aucune idée ! [...] Par contre, on s'est retrouvé à donner des références à notre architecte et à lui conseiller des bouquins ce qui est quand même le monde à l'envers ! Moi ça m'interpelle que moi en tant que maître d'ouvrage je donne des références à l'architecte qui est censé être la personne de métier compétente ! »* (Auto-constructeur). Les résultats aux questions de perception et de sensibilisation des acteurs montrent que l'une des premières sources de sensibilisation de l'ensemble des acteurs est un proche, tandis que celle auprès des étudiants est un cours ou un projet. De plus, les résultats ont permis de comprendre qu'une sensibilisation suffisante passe par la pratique ou le vif intérêt pour ce matériau entraînant de surcroît une pratique spontanée par la suite. Dans l'approche purement théorique, les concepts restent trop abstraits et imperceptibles. Nous avons pu nous en rendre compte par les échanges avec les acteurs de la sphère Enseignement lors des entrevues : *« c'est un matériau qui ne peut vraiment s'enseigner que par le workshop, que par la main. Il faut vraiment que la main soit dedans pour complètement comprendre de quoi on parle et le problème c'est que c'est pas du tout quelque chose qu'on peut organiser dans le cadre d'une faculté d'architecture où on est je ne sais pas combien de centaines d'étudiants »* (Ingénieur Architecte 2, E). Parmi les freins à cela : le **manque de moyens** ainsi que le **nombre de personnes à sensibiliser pour assurer la tenue d'un atelier** de type workshop régulièrement : *« Mais donc en tout cas chez nous (je ne sais pas comment c'est dans les autres fac d'archi) ce serait impossible matériellement de faire une formation à la terre crue sous forme qu'il faudrait c'est à dire la forme de workshop matériellement ce n'est pas possible, on a aucune ressource en termes d'espace il faut stocker les matériaux, il faut les acheter donc, il faut payer les formateurs. Enfin, tout ça est complètement hors de de notre portée. Ce qui n'est pas rassurant pour l'avenir. »* (Ingénieur Architecte 2, E)

Paradoxalement, les acteurs des deux sphères se rejoignent sur plusieurs catégories de perception. Et c'est au sein de cette dernière que les résultats étaient les plus nombreux. Fondamentalement, dans le cas des deux sphères d'acteurs, nous restons dans un milieu professionnel où les acteurs présentent un socle de connaissances et de fondamentaux sur les pratiques constructives. Même dans le cas des auto-constructeurs qui s'étaient formés et renseignés pour leur projet de construction. C'est

pourquoi, dans les résultats de perception distincts en sphère d'acteurs, nous tendons vers les mêmes retours ou tendances.

### Juger l'efficacité de l'outil Fresque de la Terre crue à identifier les préjugés et obstacles du matériau et générer des pistes d'actions :

Nous allons évaluer la capacité de notre outil à identifier les préjugés et obstacles de la terre crue dans un premier temps puis à les déconstruire et apporter des solutions dans un second. Nous avons également effectué ce travail pour les 3 autres thématiques.

L'analyse des résultats a observé une bonne concordance des **préjugés**, des **obstacles du chantier** ainsi que des **solutions et leviers**. En revanche, les résultats s'accordent très peu pour les **limites**, les **avantages** et les **obstacles des entrevues**. Durant l'atelier les participants ont eu plusieurs temps de d'échanges ainsi que des questions sur les aspects écologiques et de durabilité du matériau, ce qui explique la présence très marquée de la dimension écologique dans les obstacles ainsi que les autres thématiques de perception. Ils avaient de réelles interrogations sur cette thématique qui n'était pas abordée dans ce prototype puisque nous n'en voyons que 2 sur les 5 prévues. Ce besoin se ressent donc à travers la forte présence de l'élément « écologique » puisqu'ils n'ont pas pu avoir de réponses sur ces questions. Concernant le deuxième obstacle, il n'est pas non plus représenté dans les autres méthodes, il s'agit des « Performances face à l'eau ». Pourtant, la littérature inclut ces deux éléments dans les obstacles du contexte belge à travers plusieurs auteurs. Aussi nous aurions tendance à le valider puisque les données de littératures restent plus fiables, mais celles du terrain ont aussi leur vérité et leur actualité. Il s'agirait soit d'un oubli, soit d'une représentativité peu suffisante dans les données pour faire émerger cet élément comme catégorie dans les autres méthodes. Nous remarquons également que pour deux résultats (AVANTAGES et SOLUTIONS ET LEVIERS), deux méthodes, dont celle de l'atelier, ne proposaient qu'une thématique ce qui ne permet pas vraiment de juger de la pertinence de l'outil.

Nous constatons tout de même que les éléments en lien ici avec la main d'œuvre, dans les LIMITES n'ont pas été évoqués alors qu'ils faisaient partie du thème *Technique* abordé dans l'outil. Aussi nous pensons que l'outil manque d'une subtilité ou d'information plus directes pour faire réfléchir sur ces aspects. Cependant, il faut préciser que nous avons souhaité un outil qui permet à l'utilisateur d'aborder les sujets qui le questionnent au sein des cartes. De ce fait, la concordance parfaite de chaque élément est impossible à prévoir.

Les résultats des cartes permettent d'apporter des éléments de réponses sur l'intérêt des sujets des participants. Les cartes qui ont le plus d'éléments visuels atypiques focalisent plus l'attention et génèrent le plus de réactions. De même lorsque les images représentaient les perceptions que les participants avaient en tête. Ce nombre est à reconsidérer dans un contexte où l'ensemble de La Fresque serait opérationnel. Là encore l'outil à **l'état de prototype biaise l'aboutissement de l'interprétation**. Pour autant, nous pouvons considérer que proportionnellement au ratio de cartes et aux thématiques identifiées ou déconstruites, les cartes sont **assez complètes pour faire générer un échange ou un commentaire sur les obstacles et préjugés**. Les préjugés sont déconstruits durant le lot Perception aussi, cela concorde avec les critères visuels que nous avons donnés juste avant qui est appuyé par la littérature de l'État de l'Art.

Nous finirons cette section avec les éléments clés qui ont permis d'aboutir à l'identification des obstacles et préjugés. Nous avons noté le bénéfique et même le vif intérêt des participants au principe **d'interaction et d'échange des données** mis en place avec la Fresque. Finalement, le fait que les participants répondent aux questions les uns des autres signifie qu'ils **s'approprient** les éléments et

informations des cartes pour se les **partager** entre eux. Les **témoignages** apportent du contexte et de la profondeur au message des cartes. Notons également que les participants ont su proposer 9 pistes d'action en fin d'atelier qui coïncide avec les pistes proposées par les résultats de chantier et d'entrevue, ainsi que la littérature. Un levier est assez inattendu et à relever, il s'agit de celui concernant « L'utilisation dans des constructions non-permanentes ». Cette proposition a été faite à du fait de la mauvaise compréhension par l'un des participants des enjeux de durabilité du matériau. Puis au moment de la restitution des pistes d'action, les participants ont reformulé les propositions et se sont arrêtés sur ce point pour avoir des explications et se réexpliquer entre eux ce que la carte voulait dire. Pour autant nous pouvons noter que la proposition est originale et mérite d'être conservée. Cette anecdote est intéressante, car elle permet de se rendre compte des possibilités de l'outil pour générer des pistes innovantes de la part d'un public qui à la base n'est pas sensibilisé voir très peu. L'échange des regards sur les connaissances de chaque participant ainsi que sur leur perception individuelle et collective fait partie de l'expérience qu'a permis l'outil et qui est intéressante à étudier.

### Juger l'efficacité de l'outil Fresque de la Terre crue à sensibiliser ses utilisateurs à ce matériau :

L'État de l'Art nous indique qu'un outil de « serious game » doit répondre à plusieurs critères : être ludique, divertissant et pédagogique (De Jans et al., 2017) (Dieleman and Huisingsh, 2006). Notre Fresque de la Terre crue fait partie de la catégorie des « serious game » en format physique. Nous allons donc juger par les résultats obtenus si notre outil remplit les critères.

Par les résultats de l'enquête sur les avis sur l'outil, les participants ont soulevé l'aspect **ludique, éducatif, pédagogique et efficace** ainsi que **la sensibilisation à la terre crue et la déconstruction des préjugés**. De ce résultat, nous validons l'ensemble des critères à l'exception de celui sur le **divertissement qui n'est pas prononcé**. Les participants ont considéré la Fresque de la Terre crue comme un **outil complet et pertinent**. Il a permis **d'apporter des réponses à des questions** que les participants se posaient ou **a suscité des questionnements** chez certains. Ce qui est un point positif, car cela montre que la conception a été globalement bien faite.

Le degré d'interaction des participants pendant l'atelier s'évalue à travers les types de cartes analysées, les phases qui nécessitent l'avis d'une majorité de participants. L'attitude de ces derniers évolue tout au long de la séance et nous constatons qu'ils se sentent de plus en plus à l'aise du fait qu'il s'agit d'un petit groupe, que les supports sont **suffisamment interactifs et attractifs**. Notamment la Fresque a permis de générer des expériences partagées que les participants abordent spontanément. Cela montre qu'ils **sont à l'aise pour aborder des situations personnelles**.

Des **ajustements doivent être pris en compte** dont notamment l'approche pas assez mystérieuse des cartes qui ne permet pas de générer suffisamment de questions avant de lire le texte au verso. Il y a un juste dosage à revoir pour certaines cartes dans la façon de susciter et d'amener les bonnes questions.

## 4.2. BIAIS ET LIMITES

À travers ce travail de recherche, des biais et des limites ont été constatés pouvant impacter plus ou moins la crédibilité et la qualité des résultats. Ils sont présentés successivement ci-dessous.

Nous observons des biais et limites en lien avec les entrevues relatifs à :

- × La **représentativité des échantillons des acteurs interviewés** en termes de profils et de représentation géographique. Des acteurs ne sont pas représentés (associations, réseau d'auto-constructeur, bureaux d'études, promoteurs immobiliers notamment) et l'échantillon

des étudiants n'est pas assez large pour inclure une bonne représentativité des formations en architecture et construction.

- ✗ La **notion de terre crue qui, en Belgique, est surtout utilisée en plafonnage et très rarement de façon structurelle**. Aussi, bien que cela ait été régulièrement rappelé par la chercheuse lors des entretiens, il n'est pas possible d'affirmer que tous les interlocuteurs aient considéré prioritairement les éléments structurels ou de cloisonnage sauf dans le cas où ils l'ont précisé. Par exemple, avec les auto-constructeurs nous avons dû demander plusieurs fois de répondre aussi à la question dans le cas de leurs éléments de cloisonnage et pas uniquement sur le plafonnage.

La récolte de données de l'observation du chantier a des limites concernant :

- ✗ La récolte de données auprès des participants à l'observation du chantier. Le fait qu'il soit ouvert au public a généré de **la variabilité dans le nombre de personnes observées**. En effet, en cours d'observation, une personne pouvait s'ajouter sans avoir à assister à l'étape de présentation. Par ailleurs, les données sur l'appréhension de la matière ou l'attitude peuvent être biaisées ainsi que les réponses aux questions qui devaient s'effectuer avant le chantier. Cependant cet échantillon a concerné 4-5 personnes sur les 45 participants ce qui reste relativement faible.
- ✗ Le **temps disponible pour récolter les données**. Réalisée sur 2 journées en 3 sessions de 1h30-2h, soit 5h pour observer et interviewer 45 participants est très juste en termes de qualité d'observation. Tous les participants n'ont pas bénéficié d'un temps d'observation identique, voire aucune observation lorsque le participant ne faisait pas l'activité. À l'inverse certains ont été observés plus longtemps du fait d'actions particulières ou échanges intéressants. Pour autant, du fait de notre méthode d'observation participante, nous n'avons pas été confrontés à des moments où nous étions pris par l'action d'un participant (Soulé, 2007) nous permettant de garder une certaine distance d'analyse.

La Fresque présente plusieurs limites :

- ✗ L'atelier test de l'outil, et par conséquent l'analyse de sa pertinence, n'a été réalisé qu'une seule fois. Les **résultats de l'atelier restent donc exploratoires** et d'autres essais seraient à faire.
- ✗ L'outil n'a pas été testé dans son entièreté. Il reste 3 thématiques à concevoir pour boucler l'ensemble du kit et permettre d'avoir une vue panorama générale sur le sujet terre crue en Belgique. Il s'agit encore actuellement d'un **prototype** qui doit bénéficier de modifications et de plusieurs ateliers test. Ce biais a été fortement ressenti au moment de l'interprétation des résultats et même dès l'atelier test après les premières remarques des participants.

De façon générale à ce travail de recherche, des biais peuvent exister du fait :

- ✗ Du **nombre de données qualitatives à trier** qui peuvent engendrer des oublis ou des erreurs de traitement, d'analyse d'interprétation.
- ✗ De **l'approche exploratoire de la chercheuse** vis-à-vis des méthodes utilisées de récolte de données plutôt employées dans les sciences sociales.
- ✗ De **l'approximation des résultats sur les préjugés et obstacles** du fait de leur variation dans le temps. Ils dépendent des personnes interviewées et sont amenés à évoluer selon la façon dont le matériau évolue dans l'espace public.
- ✗ De l'implication émotionnelle et des convictions de la chercheuse envers le matériau terre crue.

### 4.3. OPPORTUNITÉS DE RECHERCHES

Dans cette recherche nous avons abordé un sujet à travers sa perception. Nos échantillons étaient relativement faibles, à l'échelle d'un chantier, d'un atelier et d'entrevues. Il pourrait être intéressant de mener une étude beaucoup plus large sur cette perception de la terre crue. Nous pourrions alors nous rendre compte de façon plus représentative des tendances au sein du territoire. Plusieurs critères pourraient être considérés comme celui des lieux géographiques, des activités professionnelles ou encore du patrimoine traditionnel belge existant.

Nous avons également identifié des dérives que les acteurs ont soulignées comme obstacle voire danger. Nous pensons qu'elles sont suffisamment redondantes pour qu'une étude soit menée afin d'évaluer notamment les opportunités, menaces, forces et faiblesses de chacune de ses dérives. Cela permettrait de comprendre les possibilités de perspectives qui s'offrent à la filière terre crue en Belgique et les anticiper si elles ne sont pas désirables. Et/ou à l'inverse proposer des pistes d'actions pour les réorienter et redéfinir des objectifs communs avec les acteurs. La question de l'industrialisation des techniques serait par exemple un sujet à mettre sur la table pour discuter des impacts avec les professionnels de la construction. Cela permettrait de réfléchir et coordonner de façon commune aux enjeux de la filière et de la structurer concrètement.

Dans la continuité, de cette proposition, nous nous posons des questions concernant l'expression « professionnels de la construction ». À travers ce travail, nous avons été amenés à réfléchir aux termes employés et à leur signification et conséquences et particulièrement concernant ce groupe de mots. Est-ce qu'il faut partir du postulat qu'un acteur de la construction est sensibilisé ou formé de base à l'ensemble des matériaux employés sur le territoire où il exerce et/ou apprend son métier ? Ou est-ce qu'il faut considérer qu'il ne le sera que sur les matériaux et techniques les plus employées ? Dans un cas comme dans l'autre la question se pose et peut amener à une réflexion autour des objectifs d'enseignement et de formation de ces catégories professionnelles. Quelle place doit prendre la sensibilisation aux matériaux bio et géosourcés parmi ces acteurs ? À quel moment de leur apprentissage du métier est-elle la plus pertinente ? Quelles sont les conventions actuelles qui définissent « un professionnel de la construction » ?

Pour finir, cette expérience de Fresque de la terre crue peut faire réfléchir sur notre rapport au partage de connaissances et notre approche de l'enseignement pédagogique. Au vu des retours des participants de notre étude, l'aspect ludique est fort apprécié et efficace pour atteindre plusieurs objectifs d'enseignement et transmission de l'information. Aussi, des opportunités de réflexions sont peut-être intéressantes à être menées dans ce cadre. Elles permettraient d'ouvrir de nouvelles possibilités d'apprendre, de sensibiliser à un sujet complexe par l'utilisation d'un outil tel que la Fresque. Également dans la continuité de cette idée et au vu de cette expérience de TFE, la littérature est faible, voire inexistante, sur l'outil Fresque. En tout cas sous la forme de ce type d'outil. Un travail de recherche sur ses concepts et les approches comportementales de cet outil à travers les exemples de la Fresque du Climat peuvent être intéressants. Pour finir, une étudiante interviewée a suggéré de développer ce type d'outil pour l'ensemble des matériaux de construction et permettre de sensibiliser à un échantillon plus grand de matériaux écologiques sans mettre le monopole sur l'un d'entre eux, ce qui semble être une idée très pertinente à nos yeux.

## 5. CONCLUSIONS

À travers ce mémoire, nous nous sommes intéressés à **l'analyse de la perception de la terre crue** en Belgique par le regard de plusieurs échantillons d'acteurs. Nous l'avons analysée à travers le prisme **des préjugés et des obstacles**, puis du fait des données, à travers **les limites, les avantages et les solutions et leviers**. Nous cherchions à comprendre ce qui **freine l'utilisation de ce matériau**. Parallèlement, nous avons étudié les possibilités de **déconstruire ces préjugés et surmonter ces obstacles** par l'approche des **outils de sensibilisation aux dérèglements climatiques**. Nous avons exploré le potentiel d'un outil, que nous avons conçu, inspiré de celui de la Fresque du Climat.

Nous avons travaillé sur une récolte de données auprès de 3 publics et par 3 méthodes complémentaires. Il s'agissait des **acteurs de la terre crue ayant une expérience avec ce matériau**, le **grand public** (composé de famille, de classes en sortie scolaire et du grand public) ainsi que des **étudiants dans le domaine de l'architecture et de la construction**. L'outil a été conçu d'après les données d'entrevues, les recherches de l'État de l'Art, des entrevues auprès de concepteur et formateur de Fresque et par l'expérimentation participative de Fresques et l'observation d'un atelier de participation citoyenne.

La première méthode concerne les **entrevues semi-dirigées auprès de 18 acteurs**. Elle a été distinguée en **deux sphères d'acteurs** du fait des données qui révélaient des distinctions : ceux « HORS ENSEIGNEMENT » et ceux dans l'« ENSEIGNEMENT » afin d'approfondir les résultats. Des questions abordant les aspects sensibilisation, d'expérience, d'opinion et de rapport à ce matériau étaient posées. Nous cherchions à **connaître leur expérience** du fait de leur approche avec le matériau terre ainsi que la vision qu'ils en ont par rapport aux éléments de perception.

La deuxième méthode cible le **grand public (échantillon de 45 personnes)** à travers **l'observation participante périphérique sur un chantier participatif pédagogique** public sur 2 jours. Nous avons récolté des données concernant **leurs impressions** et leurs connaissances sur ce matériau. Nous avons relevé **leur rapport et approche avec la matière** durant le chantier par leur évolution à travers les différentes étapes.

La troisième méthode vise à **évaluer la pertinence de l'outil** Fresque de la Terre crue conçue pour **déconstruire les obstacles et les préjugés de 5 participants**. Il s'agit de le tester à travers un **atelier** dédié à des professionnels de la construction. Nous avons orienté notre choix d'échantillon pour ce test auprès de la communauté étudiante.

Du croisement des données nous avons obtenu les résultats aux objectifs suivants :

- **Obtenir une vision générale des préjugés et obstacles en Belgique, complétée par les limites, avantages et solution et leviers.**

Les résultats s'accordent sur la perception de la terre crue en Belgique comme présentant des :

- ✓ **PRÉJUGÉS** sur sa *Solidité*, ses éléments de *Définition*, son *Potentiel* constructif, son rapport à *l'Eau* et à ses *Origines*.
- ✓ **OBSTACLES** *Economiques*, en lien avec la *Formation* des professionnels, *Organisationnels*, relatifs à la *Méconnaissance* sur ce matériau, causés par le manque de *Sensibilisation* général, liés aux lacunes *Réglementaires*, aux spécificités *Techniques* et des considérations Environnementales.
- ✓ **LIMITES** sur des aspects *Techniques*, de *Mise en Œuvre*, *Environnementaux*, en lien avec des *Attentes* inadaptées et des aspects *Logistique*.

- ✓ **AVANTAGES** Environnementaux, de *Confort, Sociaux, Sensoriels, Opportunistes* et *Polyvalent*.
- ✓ **SOLUTIONS ET LEVIERS** concernant une *Sensibilisation globale*, la *Formation* adéquate des professionnels, une hausse de la *Recherche*, des initiatives *Politiques*, des aspects *Organisationnels* et de *Réglementaires plus structurants* et une prise en compte des aspects *Culturels*.

➤ **Juger l'efficacité de l'outil Fresque de la Terre crue à identifier les préjugés et obstacles du matériau et générer des pistes d'actions**

La Fresque est évaluée comme **efficace** sur l'identification des préjugés et leur déconstruction ainsi que sur la proposition de solutions et leviers par des pistes d'actions. En revanche il est **moins performant** pour générer des avantages, des limites. Une **réserve** est mise sur les obstacles puisque l'outil est évalué dans un contexte où il ne permet pas de considérer tous les aspects du sujet terre crue du fait de son état de prototype.

➤ **Juger l'efficacité de l'outil Fresque de la Terre crue à sensibiliser ses utilisateurs à ce matériau**

La Fresque est jugée **très adaptée** pour sensibiliser ses utilisateurs et est évaluée comme outil **ludique, éducatif, pédagogique et complet**. Elle répond à 2 critères principaux de la conception des « serious game » sur 3. Une **réserve** est mise sur le critère « divertissant » qui n'a pas été relevé par les utilisateurs.

Ce travail de recherche a également permis de proposer un retour d'expérience de Fresque dans une toute nouvelle thématique : la terre crue, et une méthodologie d'adaptation de cet outil dans le cadre d'un sujet qui ne s'aborde pas uniquement par des liens de cause à effet.

Ce TFE se concentre sur la terre crue, pour autant nous souhaitons ouvrir la discussion sur le fait qu'elle figure comme une partie de la solution avec tant d'autres matériaux écologiques biosourcés et géosourcés. Ils ont des performances complémentaires avec les matériaux traditionnels pour orienter l'acte de bâtir vers « la juste quantité du matériau au bon endroit ». Il n'est plus cohérent de promouvoir l'utilisation d'un unique matériau pour réaliser un projet. Il s'agit d'offrir une réflexion globale sur l'importance de changer nos habitudes constructives en tant que particuliers, mais surtout en tant que professionnel de la construction. Pour répondre aux enjeux du secteur, il faudra faire bien plus qu'envisager ces matériaux dans les projets neufs. La rénovation apparaît comme une priorité. Les enjeux doivent être considérés à la hauteur de l'urgence et les initiatives soutenues dans toutes les sphères et prendre le dessus sur l'inertie de ce secteur.

# Bibliographie

- Akermann, K., Andersson, J., Bavay, G., Bei, G., Benza, M., 2011. Terra Europae: earthen architecture in the European Union, Progetti saperi sentieri. Ed. ETS Culture lab éd, Pisa Tervuren.
- Anger, R., 2011. Approche granulaire et colloïdale du matériau terre pour la construction 241.
- Anger, R., 2010. La tour de sable : Manuel pédagogique, Editions amàco. ed.
- Antoine, A.-L., Carnevale, E., 2016. Architectures contemporaines en terre crue en France de 1976 à 2015: pourquoi et comment les acteurs construisent avec ce matériau aujourd'hui? 191.
- Bain, P.G., Milfont, T.L., Kashima, Y., Bilewicz, M., Doron, G., Garðarsdóttir, R.B., Gouveia, V.V., Guan, Y., Johansson, L.-O., Pasquali, C., Corral-Verdugo, V., Aragones, J.I., Utsugi, A., Demarque, C., Otto, S., Park, J., Soland, M., Steg, L., González, R., Lebedeva, N., Madsen, O.J., Wagner, C., Akotia, C.S., Kurz, T., Saiz, J.L., Schultz, P.W., Einarsdóttir, G., Saviolidis, N.M., 2016. Co-benefits of addressing climate change can motivate action around the world. *Nat. Clim. Change* 6, 154–157. <https://doi.org/10.1038/nclimate2814>
- Ballantyne, A.G., 2016. Climate change communication: what can we learn from communication theory? *WIREs Clim. Change* 7, 329–344. <https://doi.org/10.1002/wcc.392>
- Banessy, S., Germain, J.-J., MYREM, 2004. La brique: l'or rouge du Midi toulousain. TME, Labège, France.
- Beaud, S., 1996. L'usage de l'entretien en sciences sociales. Plaidoyer pour l'entretien ethnographique, Politix. ed.
- Beaud, S., Weber, F., 2010. Guide de l'enquête de terrain: produire et analyser des données ethnographiques, 4. éd., augmentée. ed, Grands repères guides. Découverte, Paris.
- Benachio, G.L.F., Freitas, M. do C.D., Tavares, S.F., 2020. Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *J. Clean. Prod.* 260, 121046. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>
- Ben-Alon, L., Loftness, V., Harries, K.A., Hameen, E.C., Bridges, M., 2020. INTEGRATING EARTHEN BUILDING MATERIALS AND METHODS INTO MAINSTREAM CONSTRUCTION. *J. Green Build.* 15, 87–106. <https://doi.org/10.3992/1943-4618.15.1.87>
- Bendixen, M., Best, J., Hackney, C., Iversen, L.L., 2019. Time is running out for sand. *Nature* 571, 29–31. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02042-4>
- Bernhaupt, R., Weiss, A., Obrist, M., Tscheligi, M., 2007. Playful Probing: Making Probing More Fun, in: Baranauskas, C., Palanque, P., Abascal, J., Barbosa, S.D.J. (Eds.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2007, Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 606–619. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-74796-3\\_60](https://doi.org/10.1007/978-3-540-74796-3_60)
- Biggar, J., Middleton, C., 2010. Broadband and network environmentalism: The case of One Million Acts of Green. *Telecommun. J. Aust.* 60, 9.1-9.17. <https://doi.org/10.2104/tja10009>
- Bioul, S., 2018. Principes techniques généraux de conception architecturale en terre crue en Île-de-France 134.
- Bornarel, A., Gauzin-Müller, D., Madec, P., 2018. Manifeste pour une frugalité heureuse & créative : Architecture et aménagement des territoires urbains et ruraux.
- Bortzmeyer, M., 2021. Prendre en compte les enjeux environnementaux et de durabilité dans la formation initiale et continue. Un point de vue depuis le ministère de la transition écologique: *Rev. Fr. Adm. Publique* N° 179, 639–656. <https://doi.org/10.3917/rfap.179.0125>
- Bosquet, M., Gorz, A., 1981. Demain la terre. *Nouv. Obs.*
- Bronchart, S., 2013. Architectures de terre crue 114.
- Cardon, D., 1996. L'entretien compréhensif (Jean-Claude Kaufmann) 177–179.
- Carnevale, F.A., Macdonald, M.E., Bluebond-Langner, M., McKeever, P., 2008. Using participant observation in pediatric health care settings: ethical challenges and solutions. *J. Child Health Care* 12, 18–32. <https://doi.org/10.1177/1367493507085616>
- Chaire Unesco, CRAterre, 2010. Habiter la terre : manifeste pour le droit de construire en terre crue.

- Champire, F., 2017. Étude expérimentale du comportement hydro-mécanique de la terre crue compactée pour la construction (Génie civil). Université de Lyon, Lyon.
- Chazelles, C.-A. de, Guillaud, H., Chauveau, C., 2015. La terre crue, matériau universel. *Archeopages* 116–121. <https://doi.org/10.4000/archeopages.1317>
- Ciancio, D., Beckett, C. (Eds.), 2015. Who's afraid of raw earth? Experimental wall in New England and the environmental cost of stabilization, in: *Rammed Earth Construction*. CRC Press, pp. 95–98. <https://doi.org/10.1201/b18046-16>
- Cohen, J.H., 2000. *Problems in the Field: Participant Observation and the Assumption of Neutrality*. Pearson, Pennsylvania State University.
- Conversano, I., Del Conte, L., Mulder, I., 2019. Research through Design for accounting values in design. *Proc. 4th Bienn. Res. Des. Conf. 19-22 March 2019, Delft and Rotterdam, The Netherlands* 2947542 Bytes. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.7855865.V1>
- DAGNELIE, C., 2016. Comment développer l'usage de la terre crue dans la production architecturale en Belgique ? Bruxelles.
- David, G., Grégoire, P., Bakonirina, R., Emmanuelle, R., Dora, S., 2018. *Réhabilitation et valorisation du bâti en pisé : Guide à destination des collectivités territoriales*, CRAterre. ed.
- De Francesco, A., 2015. Une approche prospective du pisé. La technique peut-elle se développer au sein de la filière belge de la terre crue ? Université de Liège, Liège.
- De Jans, S., Van Geit, K., Cauberghe, V., Hudders, L., De Veirman, M., 2017. Using games to raise awareness: How to co-design serious mini-games? *Comput. Educ.* 110, 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.009>
- De Korff, M., Boyeux, B., Blaisse, L., 2015. Matériaux de construction : retour aux (bio)sources d'après l'étude Bio World Resource Benchmark. *Mag. Archit. CREE Matières Réfléchies Idées* 1, 24.
- Depret, L., 2015. *LA TERRE CRUE, en route vers une architecture éco-responsable*. LOCI Saint-Luc Bruxelles, Bruxelles.
- Dieleman, H., Huisingh, D., 2006. Games by which to learn and teach about sustainable development: exploring the relevance of games and experiential learning for sustainability. *J. Clean. Prod.* 14, 837–847. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.031>
- Dixit, M.K., 2019. Life cycle recurrent embodied energy calculation of buildings: A review. *J. Clean. Prod.* 209, 731–754. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.230>
- Doat, P., Hays, A., Houben, H., Matuk, S., Vitoux, F., 1979. *Construire en terre*, CRAterre. ed, Collection Anarchitecture. Éditions Alternative et Parallèles, Paris.
- Dryander, V., Thual, O., Cassan, L., Duru, P., Liot, O., Praud, O., 2021. Mini-fresques et « Conférences Actives Multimédias » co-construites dans le cadre d'un enseignement de type « Apprentissage par projet ». *J. Prat. Pédago INP* 0805 11.
- Evrard, C., 2021. Séminaire Bâtiment Durable "Terre crue et construction contemporaines à Bruxelles."
- Fernagu Oudet, S., 2012. Concevoir des environnements de travail capacitants : l'exemple d'un réseau réciproque d'échanges des savoirs. *Form. Empl.* 7–27. <https://doi.org/10.4000/formationemploi.3684>
- Few, R., Brown, K., Tompkins, E.L., 2007. Public participation and climate change adaptation: avoiding the illusion of inclusion. *Clim. Policy* 7, 46–59. <https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685637>
- Findeli, A., 2015. La recherche-projet en design et la question de la question de recherche : essai de clarification conceptuelle. *Sci. Des.* n° 1, 45–57. <https://doi.org/10.3917/sdd.001.0045>
- Fontaine, L., Anger, R., Doat, P., Houben, H., Van Damme, H., 2009. *Bâtir en terre: du grain de sable à l'architecture*. Belin Cité des sciences et de l'industrie, Paris.
- Gaino, B., Marbaix, P., Van Ypersele, J.-P., 2018. Lettre n°10 : Réconcilier habitat<sup>[1]</sup> et climat. Plateforme Wallonne Pour GIEC 15.

- Gallipoli, D., Bruno, A.W., Perlot, C., Mendes, J., 2017. A geotechnical perspective of raw earth building. *Acta Geotech.* 12, 463–478. <https://doi.org/10.1007/s11440-016-0521-1>
- Gauzin-Müller, D., Fuchs, M., 2020. CONSTRUIRE EN TERRE COULÉE : UNE RÉVOLUTION ? D'ARCHITECTURES 11.
- Gaver, B., Dunne, T., Pacenti, E., 1999. Design: Cultural probes. *Interactions* 6, 21–29. <https://doi.org/10.1145/291224.291235>
- Gilliot, J.-M., Iksal, S., Medou, D.M., Dabbebi, I., 2018. Participatory design of learning analytics dashboards, in: *Proceedings of the 30th Conference on l'Interaction Homme-Machine*. ACM, Brest France, pp. 119–127. <https://doi.org/10.1145/3286689.3286693>
- Glaas, E., Gammelgaard Ballantyne, A., Neset, T.-S., Linnér, B.-O., Navarra, C., Johansson, J., Opach, T., Rød, J.K., Goodsite, M.E., 2015. Facilitating climate change adaptation through communication: Insights from the development of a visualization tool. *Energy Res. Soc. Sci.* 10, 57–61. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.012>
- GlobalABC/IEA/UNEP, 2020. *GlobalABC Roadmap for Buildings and Construction : Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector*. IEA, Paris.
- GlobalABC/IEA/UNEP, 2018. *2018 Global Status Report: towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*. IEA, Paris.
- Godin, D., Zahedi, M., 2014. *Aspects of Research through Design: A Literature Review* 15.
- Gram-Hansen, S.B., Jonassen, T.S., Midden, C. (Eds.), 2020. *Persuasive Technology. Designing for Future Change: 15th International Conference on Persuasive Technology, PERSUASIVE 2020*, Aalborg, Denmark, April 20–23, 2020, *Proceedings, Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-45712-9>
- Greitzer, F.L., Kuchar, O.A., Huston, K., 2007. Cognitive science implications for enhancing training effectiveness in a serious gaming context. *J. Educ. Resour. Comput.* 7, 2. <https://doi.org/10.1145/1281320.1281322>
- Guide de bonnes pratiques sur la construction en terre crue, 2018.
- Guillaud, H., Houben, H., 2006. *Traité de construction en terre*, Éditions Parenthèses. ed. CRAterre, Marseilles.
- Hamard, E., Cazacliu, B., Razakamanantsoa, A., Morel, J.-C., 2016. Cob, a vernacular earth construction process in the context of modern sustainable building. *Build. Environ.* 106, 103–119. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.06.009>
- Hamard, E., Lemerrier, B., Cazacliu, B., Razakamanantsoa, A., Morel, J.-C., 2018. A new methodology to identify and quantify material resource at a large scale for earth construction – Application to cob in Brittany. *Constr. Build. Mater.* 170, 485–497. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.097>
- IEA, 2021. *World Energy Outlook 2021*.
- IEA, 2019a. *World Energy Outlook 2019*. International Energy Agency, Paris, France.
- INNELLA, G., A. RODGERS, P., HIGUCHI, T., Muxel, A., PASKEVICIUS, A., 2016. THE BENEFITS OF PROTOTYPING EARLY IN DESIGN WORKSHOPS. [https://doi.org/10.11247/jssdj.63.4\\_21](https://doi.org/10.11247/jssdj.63.4_21)
- Joffroy, T., Guillaud, H., Tiec, J.-M.L., 2020. *Architectures contemporaines en terre crue: sur les traces de Hassan Fathy* 9.
- Jordan, B., Henderson, A., 1995. *Interaction Analysis: Foundations and Practice*. *J. Learn. Sci.* 4, 39–103.
- Kapralos, B., Lee, K., Moreno-Ger, P., Berta, R., 2013. Assessment in and of Serious Games: An Overview. *Adv. Hum.-Comput. Interact.* 2013, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2013/136864>
- Keim, D.A., Mansmann, F., Schneidewind, J., Thomas, J., Ziegler, H., 2008. *Visual Analytics: Scope and Challenges* 15.
- Kieffer, M., 2016. Chercheur, observateur, acteur ? Retour sur une recherche-action participative au Mexique. *Rev. Trace* 129. <https://doi.org/10.22134/trace.70.2016.42>
- King, B., 2017. *The new carbon architecture: building to cool the climate*. New Society Publishers, Gabriola Island, BC, Canada.

- Lallemant, C., Gronier, G., Dugué, M., 2018. Méthodes de design UX: 30 méthodes fondamentales pour concevoir des expériences optimales, 2e éd. ed, Design Web. Eyrolles, Paris.
- Lamarche, L., 2019. Mémoire de fin d'études : "La Terre Crue : un matériau de construction de provenance locale ? Retour d'expériences." 152.
- Le Quéré, C., Andrew, R.M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Pongratz, J., Manning, A.C., Korsbakken, J.I., Peters, G.P., Canadell, J.G., Jackson, R.B., Boden, T.A., Tans, P.P., Andrews, O.D., Arora, V.K., Bakker, D.C.E., Barbero, L., Becker, M., Betts, R.A., Bopp, L., Chevallier, F., Chini, L.P., Ciais, P., Cosca, C.E., Cross, J., Currie, K., Gasser, T., Harris, I., Hauck, J., Haverd, V., Houghton, R.A., Hunt, C.W., Hurtt, G., Ilyina, T., Jain, A.K., Kato, E., Kautz, M., Keeling, R.F., Klein Goldewijk, K., Körtzinger, A., Landschützer, P., Lefèvre, N., Lenton, A., Lienert, S., Lima, I., Lombardozi, D., Metzl, N., Millero, F., Monteiro, P.M.S., Munro, D.R., Nabel, J.E.M.S., Nakaoka, S., Nojiri, Y., Padin, X.A., Peregon, A., Pfiel, B., Pierrot, D., Poulter, B., Rehder, G., Reimer, J., Rödenbeck, C., Schwinger, J., Séférian, R., Skjelvan, I., Stocker, B.D., Tian, H., Tilbrook, B., Tubiello, F.N., van der Laan-Luijkx, I.T., van der Werf, G.R., van Heuven, S., Viovy, N., Vuichard, N., Walker, A.P., Watson, A.J., Wiltshire, A.J., Zaehle, S., Zhu, D., 2018. Global Carbon Budget 2017. *Earth Syst. Sci. Data* 10, 405–448. <https://doi.org/10.5194/essd-10-405-2018>
- Le Robert [WWW Document], n.d. URL <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/sensibilisation> (accessed 8.4.22).
- Lefebvre, P., BC architects & studies, 2018. The Act of building - Biennale Architettura 2018, Exhibitions International. Flanders Architecture Institute, Willebroek.
- Lemaire, R.M., 1984. Le Patrimoine monumental de la Belgique: Vol. 1. Bruxelles: Mardaga, Bruxelles.
- Leylavergne, E., n.d. La filière terre crue en France - enjeux, freins et perspectives 12.
- Mason, M., 2010. Sample Size and Saturation in PhD Studies Using Qualitative Interviews [63 paragraphs]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research* 11(3).
- Mattelmäki, T., 2005. Applying probes – from inspirational notes to collaborative insights. *CoDesign* 1, 83–102. <https://doi.org/10.1080/15719880500135821>
- Meyer, P., 2010. Les cartes conceptuelles : un outil créatif en pédagogie: *Rech. Soins Infirm.* N° 102, 35–41. <https://doi.org/10.3917/rsi.102.0035>
- Moevus, M., Fontaine, L., Anger, R., Doat, P., 2013. Projet: Béton d'Argile Environnemental (B.A.E.) 37.
- Morel, J., Charef, R., 2019. What are the barriers affecting the use of earth as a modern construction material in the context of circular economy? *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 225, 012053. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012053>
- Morel, J.-C., Charef, R., Hamard, E., Fabbri, A., Beckett, C., Bui, Q.-B., 2021. Earth as construction material in the circular economy context: practitioner perspectives on barriers to overcome. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 376, 20200182. <https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0182>
- Moser, S.C., Ekstrom, J.A., 2010. A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107, 22026–22031. <https://doi.org/10.1073/pnas.1007887107>
- Munoz, C., Rivera Vidal, A., 2017. The adobe educative video for a locale culture. PLEA.
- Newell, R., Dale, A., Winters, C., 2016. A picture is worth a thousand data points: Exploring visualizations as tools for connecting the public to climate change research. *Cogent Soc. Sci.* 2, 1201885. <https://doi.org/10.1080/23311886.2016.1201885>
- Niroumand, H., Zain, M.F.M., Jamil, M., 2013. A guideline for assessing of critical parameters on Earth architecture and Earth buildings as a sustainable architecture in various countries. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 28, 130–165. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.07.020>
- Nisbet, M.C., Scheufele, D.A., 2009. What's next for science communication? Promising directions and lingering distractions. *Am. J. Bot.* 96, 1767–1778. <https://doi.org/10.3732/ajb.0900041>
- Nocke, T., Sterzel, T., Böttinger, M., Wrobel, M., 2008. Visualization of Climate and Climate Change Data: An Overview 6.

- Novak, J.D., Cañas, A.J., 2006. The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. *Inf. Vis.* 5, 175–184. <https://doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500126>
- O'Neill, S.J., Hulme, M., 2009. An iconic approach for representing climate change. *Glob. Environ. Change* 19, 402–410. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.07.004>
- Paccoud, G., Chamodot, M., Génis, L., Gutiérrez, F., Mille, E., Rakotomamonjy, B., Avons-Bariot, J., Studer, D., 2017. Maps, actors & local policies around earth buildings in Auvergne Rhône-Alpes, in: Mileto, C., López-Manzanares, F.V., García-Soriano, L., Cristini, V. (Eds.), *Vernacular and Earthen Architecture: Conservation and Sustainability*. CRC Press, pp. 301–306. <https://doi.org/10.1201/9781315267739-50>
- Pachauri, R.K., Mayer, L., Intergovernmental Panel on Climate Change (Eds.), 2015. *Climate change 2014: synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland.
- Pacheco-Torgal, F., Jalali, S., 2012. Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. *Constr. Build. Mater.* 29, 512–519. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.054>
- Park, E., Ho, H.L., Tran, D.D., Yang, X., Alcantara, E., Merino, E., Son, V.H., 2020. Dramatic decrease of flood frequency in the Mekong Delta due to river-bed mining and dyke construction. *Sci. Total Environ.* 723, 138066. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138066>
- Pereira-Goncalves, A., 2017. *Terres de Bruxelles*.
- Perloff, R.M., 2003. *The dynamics of persuasion: communication and attitudes in the 21st century*, 2nd ed. ed. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, N.J.
- Prochaska, J.O., DiClemente, C.C., Norcross, J.C., 1992. In Search of How People Change. *Am. Psychol.* 13.
- RAEL, R., 2009. *Earth architecture*. Princeton Architectural Press, New York.
- Rainer, E.L., Rivera, A.B., Gandreau, D., 2008. Terra 2008: The 10th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage 439.
- Rakotomamonjy, B., Joffroy, T., 2020. TOOLS FOR LOCAL GOVERNMENTS TO PROTECT AND FAVOR SUSTAINABLE CONSERVATION AND (RE-) USE OF EARTHEN HERITAGE IN AUVERGNE RHÔNE ALPES REGION, FRANCE. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* XLIV-M-1–2020, 1125–1131. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-M-1-2020-1125-2020>
- Ribet, P., Bioul, S., Wurtz, G., Chamodot, M., 2021. *GUIDE DE CONCEPTION ET DE CONSTRUCTION - Cycle Terre*.
- Rinino, L., 2021. *TERRE : Freins et tensions de la filière terre crue française*.
- Ritschard, L., Even, C.F., Annaig, O., Roux, N., Guillou, E., Kundasami, L., 2019. *PROJET RESSAC REPRESENTATIONS SOCIALES, SENSIBILISATION ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (Rapport de recherche)*. LABERS (LABoratoire d'Etudes et de Recherche en Sociologie), Université de Brest.
- Robert, Y., 1990. *L'architecture de terre crue en Belgique : la redécouverte d'un patrimoine méconnu*. Maison d'hier et d'aujourd'hui.
- Röhlen, U., Ziegert, C., Mochel, A., 2013. *Construire en terre crue: construction, rénovation, finitions*. Le Moniteur, Paris.
- Rosar, D., 2020. *Bâtir en terre crue en Belgique: 94*.
- Sallavaud, P.G., 2020. *LA TERRE CRUE EN HÉRITAGE. PATRIMOINE RURAL, BÂTI ET PAYSAGER 52*.
- Savoie-Zajc, L., 2007. Comment construire échantillon scientifiquement valide ? *Recherches Qualitatives* 99–111.
- Sayers, R., Unesco, Asia and Pacific Regional Bureau for Education, 2006. *Principles of awareness-raising for information literacy: a case study*. Communication and Information (CI), UNESCO Asia and Pacific Regional Bureau for Education, Bangkok, Thailand.
- Schroth, Dr.O., Pond, E., Muir-Owen, S., Campbell, C., Sheppard, Prof.Dr.S., 2009. *Tools for the understanding of spatio-temporal climate scenarios in local planning: Kimberley (BC) case study*. University of British Columbia, Vancouver.

- Schweiker, M., Endres, E., Gosslar, J., Hack, N., Hildebrand, L., Creutz, M., Klinge, A., Kloft, H., Knaack, U., Mehnert, J., Roswag-Klinge, E., 2021. Ten questions concerning the potential of digital production and new technologies for contemporary earthen constructions. *Build. Environ.* 206, 108240. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108240>
- Sheppard, S.R.J., 2005. Landscape visualisation and climate change: the potential for influencing perceptions and behaviour. *Environ. Sci. Policy* 8, 637–654. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2005.08.002>
- Sheppard, S.R.J., 2001. Guidance for crystal ball gazers: developing a code of ethics for landscape visualization. *Landsc. Urban Plan.* 54, 183–199. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00135-9](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00135-9)
- Sheppard, S.R.J., Shaw, A., Flanders, D., Burch, S., Wiek, A., Carmichael, J., Robinson, J., Cohen, S., 2011. Future visioning of local climate change: A framework for community engagement and planning with scenarios and visualisation. *Futures* 43, 400–412. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.01.009>
- Sophie, C., Cécile, F., Pascale, M.-M., 2014. Les récits de vie : outils pour la compréhension et catalyseurs pour l’action. . L 14.
- Sophie, G., Frédéric, L., Luc, C., Julien, P., Patrick, M., 2015. APPLICATIONS DE L’ARGILE CRUE EN CONSTRUCTION 10.
- Soulé, B., 2007. Observation participante ou participation observante? Usages et justifications de la notion de participation observante en sciences sociales. *Rech. Qual.* 27, 127. <https://doi.org/10.7202/1085359ar>
- Thibaud, J.-P., 2001. Les parcours commentés 19.
- Thibodeau, P.H., Hendricks, R.K., Boroditsky, L., 2017. How Linguistic Metaphor Scaffolds Reasoning. *Trends Cogn. Sci.* 21, 852–863. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.07.001>
- Thomas, V., 2021. Séminaire Bâtiment Durable “Terre crue et construction contemporaines à Bruxelles.”
- Thual, O., 2020. La construction de mini-fresques au service d’une pédagogie active 11.
- Trumbo, J., 1999. Visual Literacy and Science Communication. *Sci. Commun.* 20, 409–425. <https://doi.org/10.1177/1075547099020004004>
- Van der Linden, J., Janssens, B., Knapen, E., 2019. Potential of contemporary earth architecture for low impact building in Belgium. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 323, 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012018>
- Verzat, C., Teglborg, A.-C., Acquier, A., 2021. From awareness to engagement: how can impact pedagogy educate future sustainable leaders? 9.
- Voland, T., 2018. PETITE HISTOIRE DE LA BRIQUE ET DE SES UTILISATIONS. MATIÈRES VILLE Empl. Réempl. Matér. Constr. Paris. Cycle 2018 Petites Çons Ville 2.
- Wallace, J., McCarthy, J., Wright, P.C., Olivier, P., 2013. Making design probes work, in: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, Paris France, pp. 3441–3450. <https://doi.org/10.1145/2470654.2466473>
- Wibeck, V., Dahlgren, M.A., Öberg, G., 2007. Learning in focus groups: an analytical dimension for enhancing focus group research. *Qual. Res.* 7, 249–267. <https://doi.org/10.1177/1468794107076023>
- Wibeck, V., Neset, T., 2020. Focus groups and serious gaming in climate change communication research—A methodological review. *WIREs Clim. Change* 11. <https://doi.org/10.1002/wcc.664>
- Wiek, A., Iwaniec, D., 2014. Quality criteria for visions and visioning in sustainability science. *Sustain. Sci.* 9, 497–512. <https://doi.org/10.1007/s11625-013-0208-6>
- Wu, J.S., Lee, J.J., 2015. Climate change games as tools for education and engagement. *Nat. Clim. Change* 5, 413–418. <https://doi.org/10.1038/nclimate2566>

Zami, M.S., 2021. Barriers hindering acceptance of earth construction in the urban context of the United Kingdom. *Archit. Eng. Des. Manag.* 1–18.  
<https://doi.org/10.1080/17452007.2021.1995314>

Zimmerman, J., Stolterman, E., Forlizzi, J., 2010. An analysis and critique of *Research through Design*: towards a formalization of a research approach, in: *Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems - DIS '10*. ACM Press, Aarhus, Denmark, p. 310.  
<https://doi.org/10.1145/1858171.1858228>

## Table des tableaux

Tableau 1: Type de sources et articles étudiés dans la première partie de l'Etat de l'Art.....	10
Tableau 2 : Type de sources et articles étudiés dans la deuxième partie de l'Etat de l'Art.....	11
Tableau 3 : Catégories identifiées dans la littérature.....	27
Tableau 4 : Obstacles en Belgique selon les principaux acteurs de la terre crue .....	29
Tableau 5 : Avantages identifiés en Belgique par les principaux acteurs de la terre crue.....	30
Tableau 6 : Objectifs et planification des moyens utilisés.....	46
Tableau 7 : Critères, paramètres et objectifs des 2 phases d'entrevues .....	47
Tableau 8 : Paramètres des observations de terrain .....	50
Tableau 9 : Paramètres des ateliers analysés par la chercheuse .....	52
Tableau 10 : Sujets des cartes de la Fresque de la terre crue .....	57
Tableau 11 : Paramètres de l'atelier de test de l'outil .....	60
Tableau 12 : Grille d'analyse et de traitement des données générale .....	62
Tableau 13 : Sujets identifiés par les mots clés.....	78
Tableau 14 : Type de sensibilisation des étudiants interviewés.....	82
Tableau 16 : Tendances des attitudes observées durant le chantier .....	91
Tableau 17 : Ce que la Fresque de la Terre crue a permis d'apprendre de nouveau ou les réponses qu'elle a pu apporter .....	97
Tableau 18 : Retours des participants sur les cartes et l'atelier .....	98

## Table des Illustrations

Figure 1 : Démarche du travail de recherche .....	9
Figure 2 : Les composants solides de la terre crue (Fontaine et al., 2009, p. 102) et Les horizons du sol ©Terra Award - Pauline Sémon - 2016 .....	12
Figure 3 : Carte sur la répartition géographique de l'architecture de terre dans le monde. Les points sont des sites repris au patrimoine mondial de l'Unesco. ©CRAterre (source : <a href="http://craterre.org/">http://craterre.org/</a> )	13
Figure 4 : Exemples d'architectures remarquables classés par l'UNESCO ( <a href="https://whc.unesco.org/">https://whc.unesco.org/</a> )	14
Figure 5 : Chronologie de plusieurs évènements marquants sur la terre crue .....	15
Figure 6 : Type des pratiques constructives en terre en Europe .....	15
Figure 7 : Carte des pratiques constructives en terre crue en Belgique.....	16
Figure 8 : La roue des techniques par CRAterre.....	17
Figure 9 : (En haut à gauche) Bokrijk open air museum, Belgium. © Mariana Correia, Jacob Merten / (En haut à droite) Remise, Wasseignes, Acosse. Adobes. © Gérard Bavay / (En bas à gauche) Grange, Saint-Sauveur, XIXème siècle ou antérieur. Torchis. © Anaïs Pereira-Goncalves / (En bas à droite) Grange, Braine-le-Comte, fin XVIIIème siècle. Bauge. © Anaïs Pereira-Goncalves.....	18
Figure 10 : Pieter Brueghel l'Ancien, Les proverbes flamands, 1559 où les maisons sont en torchis . 19	11
Figure 12 : Cycle des principales lacunes dans l'emploi de la terre crue (Ben-Alon et al., 2020) .....	26
Figure 13: Evolution des publications sur le béton et l'acier en comparaison avec celles sur les architectures de terre sur Scopus depuis 1998 (Morel et al., 2021) .....	29
Figure 14 : Etapes des solutions à mettre en œuvre pour favoriser l'emploi de la terre crue (Ben-Alon et al., 2020).....	31

Figure 15 : Bilan environnemental de la terre crue en comparaison avec les matériaux cuits ou stabilisés au liant hydraulique ©amàco, (Oliva and Courgey, 2010).....	34
Figure 16: Cycle de vie de la terre crue (Moriset et al., 2018) © CRAterre – A.Misse .....	35
Figure 17 : Moyens de sensibilisation au dérèglement climatique .....	37
Figure 18 : Moyens de sensibilisation sur la terre crue .....	39
Figure 19 : Stratégie de recherche avec les différentes méthodologies déployées et leur interconnexion.....	46
Figure 20 : Suivi cartographique des entrevues .....	48
Figure 21 : Enchaînement des étapes du chantier .....	50
Figure 22 : Carte des challenges .....	55
Figure 23 : Canvas recto-verso des cartes.....	57
Figure 24 : Composition et charte graphique du kit de Fresque de la terre crue.....	58
Figure 25 : Interactions entre les cartes : pour compléter la roue des techniques (en haut à gauche), pour compléter le cercle des ODD et aborder le sujet (en haut à droite) et pour observer un miroir entre ce qui engendre les pathologies et comment les prévenir (en bas) .....	59
Figure 26 : Atelier test de la Fresque de la Terre crue .....	60
Figure 27 : Nuage de mots issu des entrevues (à gauche), du chantier (au centre) et de l'atelier (à droite) .....	64
Figure 28 : Résultats des catégories de préjugés sur la terre crue recueillis.....	66
Figure 29 : Résultats des obstacles sur la terre crue recueillis .....	67
Figure 30 : Résultats des limites sur la terre crue recueillies .....	69
Figure 31 : Résultats des avantages sur la terre crue recueillis.....	70
Figure 32 : Résultats des solutions et leviers sur la terre crue recueillis .....	72
Figure 33 : Sensibilisation des acteurs .....	79
Figure 34 : Préjugés des acteurs .....	79
Figure 35 : Projet de construction des acteurs .....	79
Figure 36 : Répartition des réponses concernant la visite d'une maison en terre crue .....	80
Figure 37 : Répartition des éléments en terre crue observés par les interviewés durant leur visite ..	80
Figure 38 : Catégorisation des préjugés en fonction des 2 sphères .....	81
Figure 39 : Catégorisation des obstacles en fonction des 2 sphères .....	82
Figure 40 : Catégorisation des limites en fonction des 2 sphères .....	84
Figure 41 : Catégorisation des avantages en fonction des 2 sphères.....	85
Figure 42 : Catégorisation des solutions et leviers en fonction des 2 sphères.....	86
Figure 43 : Résultats des réponses pour construire jusqu'à 5 étages en terre crue.....	89
Figure 44 : Types de réponses à la question .....	89
Figure 45 : Nombre de questions posées selon l'étape.....	90
Figure 46 : Évolution des verbatims des participants selon les étapes de chantier .....	92
Figure 47 : Cartes qui ont été les plus utilisées durant l'atelier .....	93
Figure 48 : Cartes qui ont permis d'identifier des obstacles (à gauche) et de déconstruire des préjugés (à droite) .....	94
Figure 49 : Évaluation de l'interaction durant la Fresque .....	94
Figure 50 : Phase de Brainstorming .....	95
Figure 51 : Exemple de situation de partage de données .....	95
Figure 52 : Motivations des participants à participer à l'atelier test de l'outil Fresque de la Terre crue .....	96
Figure 53 : Phase d'Identification des Préjugés, Obstacles et des Pistes d'Action .....	97
Figure 54 : Retours sur l'intérêt de La Fresque de la Terre crue .....	98
Figure 55 : État d'esprit des participants avant et après l'atelier test.....	99

## Annexes

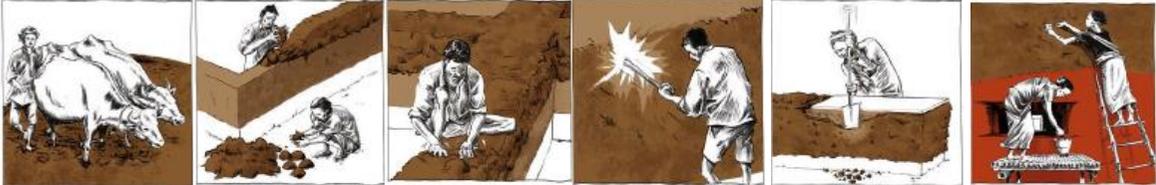
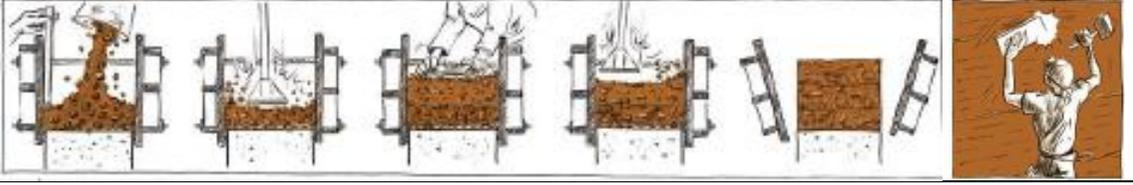
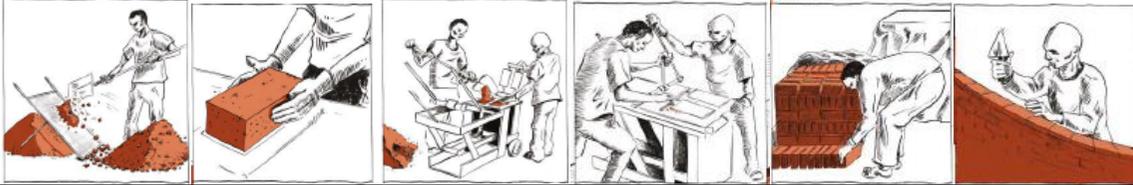
### Lien vers le traitement des données

Nous avons regroupé l'ensemble du traitement des données dans le lien ci-après permettant d'accéder à l'ensemble des retranscriptions, des tableaux de traitement des données, ainsi qu'à la cartographie des acteurs :

<https://bit.ly/3q7MtZX>

### Tableau des 6 techniques principales de terre crue

(D'après e-construction et Terra Awards ©Pauline Sémon)

		<b>TECHNIQUE &amp; EPAISSEURS MOYENNE DES PAROIS</b>	<b>COMPOSITION</b>	<b>TYPE DE MISE EN OEUVRE</b>
TECHNIQUES PORTEUSES	<b>ADOBE</b>	Cloisons (5 à 30 cm) Murs porteurs (> 50 cm)  Maçonnerie  Sur soubassement (pierres ou briques)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Terre</b> argilo-limoneuse</li> <li>• <b>Eau</b></li> <li>• <b>Fibres</b>, si nécessaire : paille hachée, aiguilles de pin, brindilles, soies de porc, ... (10 à 20 kg/m<sup>3</sup> ou 30% du volume fini)</li> </ul>	<i>Petits éléments de terre crue moulée, séchée et assemblés au mortier de terre</i> 
	<b>BAUGE</b>	Murs porteurs (50 à 80 cm)  Sur soubassement (pierres ou briques)  Construction monolithique sans coffrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Terre</b> (limono-argileuse)</li> <li>• <b>Eau</b> (de 20 à 35 %)</li> <li>• <b>Sable</b> si nécessaire</li> <li>• <b>Fibres végétales ou animales</b> : paille de blé, d'orge ou d'avoine, roseau, bruyère, crin, ...</li> </ul>	<i>Levées successives à la fourche ou à la main d'environ 60 cm sur toute la périphérie de la construction. Les parois sont dressées avec un paroir pour rectifier la planéité du parement.</i> 
	<b>PISE</b>	Murs porteurs (50 cm)  Sur soubassement (pierre)  Construction monolithique coffrée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Terre</b> (88 à 92 %)</li> <li>• <b>Eau</b> (8 à 12 %)</li> </ul>	<i>La terre est damée par couches successives entre deux coffrages dont les banches sont retirées quand la portion de mur est montée, le parement est fini.</i> 
	<b>BTC</b>	Remplissage Cloisons Murs porteurs (9 cm et ses multiples pour plus d'épaisseur)  Maçonnerie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Terre</b></li> <li>• <b>Eau</b></li> <li>• <b>Chaux</b> hydraulique et/ou ciment</li> </ul>	<i>Petits éléments de terre crue, stabilisée, compressée, séchée et assemblés au mortier stabilisé</i> 
TECHNIQUE DE REMPLISSAGE	<b>TORCHIS</b>	Remplissage (8 à 15 cm jusqu'à 25 cm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Terre</b> argilo-limoneuse</li> <li>• <b>Eau</b> (25%)</li> <li>• <b>Fibres végétales ou animales</b></li> <li>• <b>Sable ou gravier</b> si nécessaire</li> </ul>	<i>Remplissage sur structure d'accrochage d'une ossature porteuse (pan de bois ou colombage)</i> 
ENDUITS	<b>ENDUIT</b>	Mortier <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corps d'enduit (5 à 30 mm)</li> <li>• Finition (3 à 25 mm)</li> <li>• Renformis et gobetis : épaisseur variable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Terre</b></li> <li>• <b>Eau</b></li> </ul> Eventuellement : <i>Sable / Pigments / Fibres (végétales ou animales) / Chaux aérienne ou hydraulique</i>	<i>Mortier appliqué (main ou machine) en protection et finition de murs (extérieurs ou intérieurs).</i> 

## Différents scénarios de conception de l'outil

- Scénario 1

Ce scénario propose une fresque de la terre crue qui se rapproche le plus de celles du climat et de la construction.

- Ils reçoivent des cartes par lot de 3 à 4 pour, partagent les informations entre eux et se mettent d'accord pour disposer les cartes dans une certaine logique de cause-conséquence et générer à chaque fois un temps de discussion.
- 1 lot de cartes préjugés est ensuite utilisé pour identifier les thématiques abordées par les cartes qui sont victimes de préjugés, puis le débat est ouvert.
- Enfin, les participants sont invités à apporter des cartes de pistes d'action pour recouvrir les cartes "préjugés".

- Scénario 2

Ce scénario propose une approche de la terre crue en partant de données utilisateur.

- L'étape 1 est une phase de brainstorming où on demande aux participants d'inscrire sur un papier ce que le mot "terre crue" et "béton" leur évoque, et ils les disposent respectivement autour des deux mots visibles sur la table et un débat est lancé.
- L'étape 2 permet à travers des mini-fresques (prévues et préparées en amont) de répondre à la question suivante : "Pourquoi la terre crue est peu utilisée en Belgique dans la construction ?" Pour démarrer chaque mini-fresque, les participants sont invités à inscrire sur des cartes blanches les préjugés, obstacles et limites qu'ils perçoivent sur la terre crue. Ces cartes sont classées par thématiques et une mini-fresque leur est proposée pour déconstruire et comprendre les tenants et aboutissants qui se cachent derrière chaque thématique. Puis, des cartes "préjugés" sont distribuées pour permettre à chacun d'identifier dans les mini-fresque les points bloquants et ouvrir le débat.
- L'étape 3 permet de proposer des pistes de leviers ou d'action au niveau des points bloquants identifiés dans l'étape 2 et ouvrir la discussion finale.

- Scénario 3

Ce scénario reprend cette idée de générer des données utilisateur dès le début et de composer le reste de l'activité avec.

- Les participants sont invités à répondre à la question : "Que vous évoque la terre crue ?" et inscrire sur des cartes blanches leurs idées et en débattre.
- Puis, nous leur posons la question suivante : "Parmi ces cartes, lesquelles selon vous évoquent des préjugés et/ou des obstacles ?" Les participants se munissent d'un autre type de cartes "préjugé" et "obstacles" mis à disposition et les positionnent sur celles qui ont été déposées à l'étape 1. Un débat s'ensuit à l'issue duquel d'autres cartes "préjugé" et/ou "obstacle" peuvent être ajoutées.
- Cette dernière étape fait intervenir des mini-fresques (prévues et préparées en amont) pour déconstruire chaque préjugé identifié dans l'étape 2. Des cartes "pistes d'action" sont mise à disposition pour permettre aux participants de trouver des idées à inscrire sur ces cartes pour répondre aux cartes "obstacles". Ces cartes sont posées sur les cartes "obstacles" et une discussion finale est lancée.

- Scénario 4

Ce quatrième scénario est démarré et guidé par plusieurs questions pour accompagner les participants.

- Les participants sont invités à répondre à plusieurs questions sous forme de cartes dévoilées au fur et à mesure telles que :
- Pourquoi la terre crue est vu comme un matériau fragile ?
  - Pourquoi la terre crue est vu comme un matériau écologique ?
  - Pourquoi la terre crue est vu comme un matériau cher ?
  - Pourquoi la terre crue est vu comme un matériau compliqué à mettre en œuvre ?
  - Pourquoi la terre crue est vu comme un matériau nouveau ?
  - Pourquoi la terre crue est vu comme un matériau pauvre ?

Une carte “je ne sais pas” est fourni à chaque participant pour leur permettre à chaque question de faire valoir cette carte s’ils ne savent pas répondre.

Pour chaque question, les participants présentent leurs réponses ou carte “je ne sais pas”. Des cartes (prévues et préparées en amont) indiquant les réponses sont dévoilées et on ouvre le débat.

- La suite de l’activité part de la question : “Pourquoi la terre crue est si peu connu et utilisée en Belgique dans la construction ?” et une mini-fresque est lancée pour comprendre les obstacles et préjugés qui sont ensuite débattus.
- La dernière partie part de de la question : “Quel est l’impact du béton ?” et une mini-fresque est lancée pour comprendre pourquoi ce matériau est à la croisée des chemins du domaine de la construction et en discuter.

Une alternative envisagée pour cette dernière étape était de refaire appel au brainstorming et lancer la question suivante : “Quels sont les matériaux de construction d’aujourd’hui”, de lancer une mini-fresque à partir de la carte “béton” qui serait proposée et de faire réfléchir les participants à des alternatives à ce matériau.

Nous avons discuté et comparé ces scénarios entre eux pour en tirer le meilleur de chacun pour les réunir dans une version finale qui répond le plus simplement aux objectifs visés de l’outil. Un tableau de comparaison de ces scénarios permet de résumer les caractéristiques de chaque scénario.

	<b>SCÉNARIO 1</b>	<b>SCÉNARIO 2</b>	<b>SCÉNARIO 3</b>	<b>SCÉNARIO 4</b>
Durée	1h30	1h30	1h30	1h30
Nombre de phases	3	3	3	3
Temps de débat	5	3	3	3
Types de lien entre les cartes	Cause-conséquence			
Objectifs	Permettre d’avoir une vision globale de la terre crue. Identifier les préjugés.	Comparer le béton avec la terre crue. Interpeller les participants sur ce matériau pour identifier distinctement les	Interpeller les participants sur la terre crue pour identifier distinctement les préjugés, obstacles et	Enoncer les préjugés, limites et obstacles pour obtenir des raisons de leur existence.

		préjugés, obstacles et limites en Belgique. Déconstruire les préjugés. Trouver des leviers aux obstacles.	limites en Belgique. Déconstruire les préjugés. Trouver des leviers aux obstacles.	Les déconstruire en Belgique. Pointer une des causes et chercher des alternatives.
Type d'interaction attendue	Appropriation des cartes Echange des informations Trouver des liens entre les cartes	Brainstorming Appropriation des cartes Echange des informations Trouver des liens entre les cartes	Brainstorming Appropriation des cartes Echange des informations Trouver des liens entre les cartes	Brainstorming Appropriation des cartes Echange des informations
<b>Remarques de conception</b>	Simple dans le déroulement de l'activité. Efficace dans le fait d'être certain d'aborder toutes les thématiques du sujet. Difficultés à voir les liens et enchainements entre les cartes. Risque de ressembler à une présentation power point sous forme de cartes du fait de la nature du sujet. N'aborde que les préjugés.	Permet de rebondir sur les données des participants et de générer l'investissement. Le brainstorming sur le béton semble de trop et pourrait déséquilibrer l'activité.	Permet de se concentrer sur les préjugés, obstacles et limites. Manque d'une vue plus générale du sujet : des notions risquent de ne pas être abordées en se concentrant que sur les données du brainstorming.	Permet d'entrer dans le vif du sujet dès l'étape 1 et d'évoque sans contournement la question de recherche dès l'étape 2, mais il manque une vision plus générale du sujet. Le brainstorming sur le béton pourrait déséquilibrer l'activité.

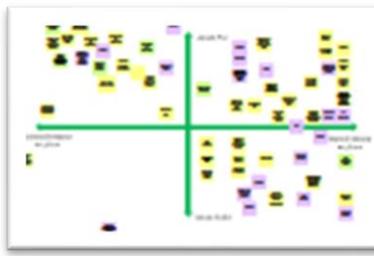
## Protocole

# Atelier de sensibilisation à la construction en terre crue en Belgique – LIEGE 02.04.2022 – 18h > 20h

## I. PROTOCOLE D'ANIMATION

TIMING ///PAR ...	ACTIVITÉ	DESCRIPTION	À PRÉPARER par...
17h00> 17h05	ACCUEIL	<p>Brève introduction Brève introduction du TFE : objectifs</p> <p>Brève introduction des ateliers : objectifs (sensibiliser à la terre crue et déconstruire les biais et freins)</p> <p><b>Présentation de cet atelier et de son objectif :</b></p> <p>“Vous avez 2h pour :</p> <p>1°) Faire corps avec votre équipe</p> <p>2°) Décrypter les biais et freins liés à l'utilisation de la terre crue en Belgique</p> <p>3°) S'approprier la fresque obtenue</p> <p>4°) Passer à l'action !”</p> <p><b>Prévenir :</b> activité photographiée + enregistrement vocal</p>	Anissa à l'oral
17h05> 17h10	PRESENTATION DES PARTICIPANTS	<p><b>Géolocalisation sur une carte de Liège</b> “Qui es-tu et d'où viens-tu ?” (Ecris ton PRENOM dans un post-it de couleur et relie le à ton lieu de Naissance + infos que tu souhaites ajouter)</p> <p><b>Météo intérieure</b></p>	Support principal section 1 Support de carte géo/post-it/feutres/stylos
17h15 > 17h45			
17h15> 17h25	BRAINSTORMING	<p><b>Demander aux participants d'inscrire sur les cartes <i>Blanches</i> ce que leur évoque la terre crue</b> dans la construction</p> <p><b>Disposer les cartes autour de la carte “Terre crue”</b></p> <p><b>Discuter et expliquer</b> certaines cartes + Observer les réactions</p>	Support principal section 2 <i>Cartes Blanches</i> Carte <i>Terre crue</i> Photo

17h25 > 17h45	TRI PAR CATEGORIES	<b>Présenter les cartes <i>Catégories</i></b>  Demander aux participants de <b>regrouper les idées issues du brainstorming parmi les catégories</b>	<i>Cartes Catégories</i> Prendre photos de la réflexion collective et du choix de regroupement des idées
	MINI-FRESQUE	X lots de cartes disponibles  <b>Distribution des cartes du lot "Perception"</b> parmi tous les participants  <b>Distribution des cartes du lot "Technique"</b> parmi tous les participants  <b>Distribution des cartes du lot "xxxxx"</b> parmi tous les participants  <b>IDEM jusqu'au dernier lot</b>  <b>Choisir un nom</b> à la Fresque réalisée  <b>Récapituler la Fresque obtenue</b>	<i>Cartes Lot</i>  Chaque participant analyse ses cartes Partage et collaboration entre participants pour comprendre les informations des rectos des cartes Chacun son tour dispose une carte autour de la catégorie et explique les notions comprises Lecture du verso des cartes Mise en relation des cartes d'effet à cause Débat IDEM IDEM ... Utiliser les feutres Photo Photo Photo Photo
	IDENTIFIER LES CARTES QUI REPENDENT AUX PREJUGES	<b>Prendre les réponses de brainstorming et les poser sur les cartes qui y répondent</b>  <b>Leur assigner la carte <i>Préjugé</i> ou <i>Obstacle</i></b>  <b>Discuter</b> (pourquoi c'est plutôt un préjugé qu'un obstacle, observer comment les participants trouvent un consensus s'il y a des désaccords)	<i>Cartes Préjugé</i>  <i>Cartes Obstacles</i>

	<b>PISTES D'ACTION</b>	<b>Proposer des pistes d'actions</b> pour les obstacles	Poser sur les cartes <i>Obstacles</i> les cartes <i>Piste d'Action</i> possibles	Support principal section 2  Cartes <i>Piste d'action</i> de couleur différente  Photo
		<b>Evaluer les solutions apportées</b>  	Classer les Cartes pistes d'action sur l' <i>Axe de Faisabilité</i>	Support principal section 3  Support axe "Impact fort/Impact faible et Facile à mettre en place/Difficile à mettre en place"  Feutres de couleur  Photo
	<b>PARTAGE DES REFLEXIONS</b>	<b>Premières réactions</b> à chaud sur l'atelier : "comment ça s'est passé ?"		Photo
	<b>ACTIVITE 3 – Météo intérieure, clôture et remerciements</b>			
	<b>CLOTURE ET REMERCIEMENTS</b>	<b>Météo intérieure</b>  <b>Demander</b> aux participants de donner un dernier mot sur leur pépite et cailloux  <b>Retours</b> pour évaluer l'outil (avantages/inconvénients)		

## Grille d'entrevue des acteurs de la terre crue

### Grille d'entrevue : Acteurs de la terre crue

#### Introduction et présentation

*Présentation de l'étudiante*

*Présentation du TFE*

*Modalités de l'entrevue (durée : 1h pour 14 questions, enregistrement vocal, confidentialité)*

*Formulaire de consentement à présenter*

*Demander s'il y a des questions*

*Lancement de l'enregistrement vocal et accord verbal de la personne interviewée*

Début de l'entrevue par une accroche personnalisée

#### Partie Expérience

1. Pouvez-vous vous **présenter** en quelques mots ? (Parcours, métier, lieu où est exercé votre métier)

*Connaissez-vous quelqu'un qui vit dans une maison conçue avec de la terre crue ou peut-être vous-même ?*

2. Quel est votre **rapport/expérience** avec le matériau terre crue ? Comment avez-vous découvert ce matériau ?

*Comment vous êtes-vous renseigner ? Quels étaient vos préjugés ?*

*Vous avez eu beaucoup de projets en terre crue ou à venir ?*

3. De votre expérience, quels sont les **avantages/inconvénients** de la terre crue ?

4. Quels **rencontres et/ou corps de métier** vous a apporté le meilleur soutien pour utiliser/découvrir la TC ou pour vous encourager à l'utiliser/la découvrir ?

*Pouvez-vous me décrire la relation que vous constatez entre les acteurs de la terre crue (architecte, artisans, enseignement, association, ingénieur...) : remarquez-vous des difficultés/facilités ?*

5. Quelles sont les **réactions** autour de vous quand vous parlez de ce matériau (public sensibilisé/public non sensibilisé) ? Racontez-moi une **anecdote**.
6. Qu'est-ce qui vous a **sensibilisé** particulièrement à ce matériau ? Pouvez-vous me raconter l'**élément déclencheur** ? (Outil ? Activité ? Expérience ?)
7. Quels sont les **3 premiers mots** qui vous viennent à l'esprit lorsqu'on vous évoque la terre crue ?
8. Quelles sont les **règles techniques** (que vous connaissez) en application pour la construction en terre crue en Belgique ?

*Y a-t-il des restrictions d'ordre administratif ?*

*Quelles sont les démarches administratives, normatives que vous avez dû suivre ?*

9. Parlons d'argent ! Que répondez-vous à quelqu'un qui vous questionne sur le **prix** d'une construction en terre crue ? (Avez-vous ce genre de questions ?) Comment sont abordés les enjeux économiques, budgétaires ?
10. Que vous **apporte la terre crue** ? (Du fait de l'utiliser/la conseiller/la remarquer/en entendre parler dans vos projets, votre quotidien/travail)

## Partie Opinion

11. Quels sont les **obstacles, les freins et préjugés** que vous avez rencontrés pendant votre utilisation de la terre crue ? Pourquoi si **peu de projets** avec ce matériau en Belgique ?
12. Quels **matériaux** choisiriez-vous dans un projet de construction en Belgique ? Pourquoi vous feriez le **choix ou non de la terre crue** ?
13. Selon vous, la **vision** de la terre crue comme "matériau du pauvre, fragile et sale" est-t-elle en train d'évoluer ? Quel changement vous constatez par rapport à cette vision ?
14. Qu'est-ce qu'il faudrait pour que la filière soit plus **reconnue/connue** ?
15. Est-ce que vous avez des personnes ou informations à m'indiquer pour que je puisse continuer sur ce sujet ?

## Conclusion

*Demander si la personne a des questions, des éléments à ajouter*

*Prévenir sur la suite de l'étude (la prochaine étape et le résultat escompté)*

*Remerciements*

## Grille d'entrevue des acteurs de la sensibilisation

# Grille d'entrevue : Animateur Fresque du Climat

### Introduction et présentation

*Présentation de l'étudiante*

*Présentation du TFE*

*Modalités de l'entrevue (durée : 1h pour 16 questions, enregistrement vocal, confidentialité)*

*Formulaire de consentement à présenter | Demander s'il y a des questions*

*Lancement de l'enregistrement vocal et accord verbal de la personne interviewée*

Début de l'entrevue par une accroche personnalisée

### Partie Expérience

1. Pouvez-vous vous **présenter** en quelques mots ? (Parcours, métier, lieu où est exercé votre métier)
2. Quelle est l'**origine** de la Fresque du Climat ?
3. Quel est l'**objectif, le fonctionnement** de la FdC ?
4. Comment vous **sensibilisez à travers cet outil** ? Quels sont vos outils ou **méthodes** ?
5. Avez-vous, vous-même **été sensibilisé à un sujet** à travers la FdC ?
6. Comment on **anime** une FdC ? (Formation ? Protocole à suivre ? Préparation ?)
7. Que vous **apporte** la FdC ? (du fait de l'animer, la recommander, de travailler avec ?)
8. Durant une session quelles **réactions ou évolution** des participants constatez-vous ? Y a-t-il des moments que vous arrivez à identifier qui suscitent le plus d'intérêt ?
9. Globalement le **public connaît** la FdC ? Quels **questions/remarques** par rapport au type d'activité avez-vous (avant de la présenter) ? (Anecdote)
10. Vous-même, **connaissiez-vous la FdC** avant de l'animer ? Comment l'avez-vous découverte ?
11. Avez-vous des **retours spontanés sur des changements de comportement** de vos participants suite à une FdC ?
12. Comment **évaluez-vous le degré de sensibilisation** ou prise de conscience des participants ?
13. Vous-même, dans votre vie, quel exemple pouvez-vous me raconter où vous avez décidé de **changer vos habitudes** après avoir été sensibilisé à un sujet ? Quel était l'élément déclencheur ou méthode de sensibilisation qui a agi sur vous ?
14. De votre expérience avec la FdC, la **vision sur les enjeux climatique est-elle en train d'évoluer** vers le mieux ?
15. Public cibles

### Partie Opinion

16. Quels sont les **obstacles, les freins et préjugés** que vous avez rencontrés pendant votre animation avec la FdC et que cet outil a permis de déconstruire ? Pensez-vous que cet outil est pertinent pour déconstruire les obstacles, freins et préjugés sur un sujet ?
17. Qu'est-ce qu'il faudrait pour que la FdC soit plus **reconnue/connue** ?

### Conclusion

*Demander si la personne a des questions, des éléments à ajouter*

*Prévenir sur la suite de l'étude (la prochaine étape et le résultat escompté)*

*Remerciements*

## Grille d'observation de terrain

### GRILLE D'OBSERVATION DU VENDREDI 25/03/2022

**Questions avant activité :**

- Peut-on construire en terre crue jusqu'à 5 étages en Belgique ?”
- Vous en pensez quoi de la terre crue ?

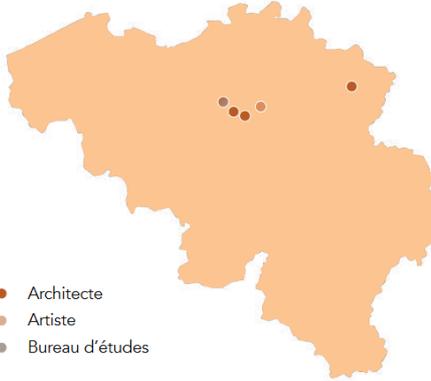
**Question après activité :**

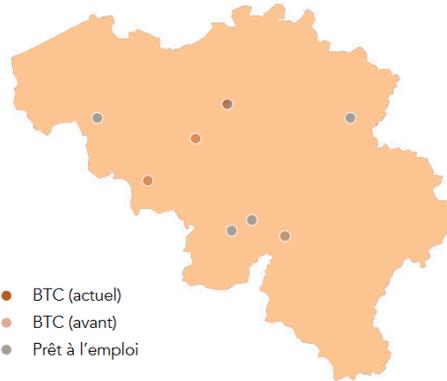
- Comment s'est passé l'activité ?
- Vous construiriez en terre crue ?

Type de public	Enfants de 10 à 18 ans	
Cible 1		
Heure		
Observation activité	Réaction présentation / mélange / transport / pisage / décoffrage	
	Questions posées	
	Remarques Réflexions	
Photographier/Filmer	Interaction avec la matière Ce que fait le participant (soulève, pointe, montre) Attitude du participant Rapport aux équipements et à l'espace pd l'activité	

## Synthèse des acteurs de la terre crue

Tableau de synthèses des acteurs de la terre crue en Belgique compléter avec les différents documents de l'Etat de l'Art.

ARTISANS			
BELGIQUE	Het Leemniscaat (Anvers)	Enduit argile et chaux	
	Djenné (Tongro)	Finition intérieur/extérieur, neuf, restauration ou rénovation Dalle en pisé	
	Odilon Creations (Bruxelles)	Dalle en pisé et enduit argile	
	Bouwen met Leem (Bruges)	Enduits à l'argile, sols terre crue, tadelakt, dalles et murs pisé	
	Aardig Gedacht (Bruges)	Enduit argile	
	Camimo (Genk)	Pisé	
	Druwid (Waimes)	Pisé	
	BC materials (Bruxelles)	Pisé, enduit à l'argile, BTC avec mortiers d'argile et équipement mobile pour chantier	
	Elementerre (Huy)	Enduit argile, terre-paille et pisé	
	Paille-Tech (Franière)	Préfabrication bâtiments bois, paille et terre	
La Cabane en Tête (Olivier Bal) :	Enduit		
MAITRES D'ŒUVRE			
BELGIQUE	Agence A2RC	Pisé	
	Architecte Eva Gheysen	Pisé	
	Bureau d'architectes De Gouden Liniaal Architecten	Pisé	
	Agence KARBON' architecture et urbanisme	Briques d'argile extrudées	
	Agence BC architects & studies	Pisé, dalle, enduit	
	Bureau d'architectes 51N4e	Enduit de terre locale (en étude)	
ARCHITECTES			
BELGIQUE	Isabelle Prignot (Bruxelles)		
	Sophie Bronchart (Aische en Refail, Namur)		
	Odile Vandermeeren (Archisanat)		
	À l'abri de l'arbre (Charles Gheur et Agnes K.)		
	ARTerre (Jean-Marie Delhaye)(Liège)		
	Arnaud EVRARD, architecte, enseignant et chercheur pour Architecture et Climat		
PRODUCTEURS INDUSTRIELS ET SEMI-INDUSTRIELS			
BELGIQUE	Les argilières Hins (Saint-Aubin)	Terre prête à l'emploi (enduit, pisé, torchis, carrelage, produit réfractaires)	
	Société Stuc & Staff (Courtrai)	Mélanges prêts à l'emploi (enduits de finition d'argile et chaux) pour revêtements de sol, murs et façades	
	Société Argio S.A (Tubize)	Enduits de finition et revêtement de surface	
	Comptoir des argiles (Mettet)	Matériaux à base d'argile	

	Société Hermans Marc (Reimst)	Mélange de terre certifié pour pisé en big bag	
	Coopérative BC materials (Bruxelles)	BTC (brique), mélanges de terre pour pisé, enduits à l'argile	
	Argibat (Wanlin)	Brique de terre extrudée et gamme d'enduits	
	Lebailly S.A. / Terre d'Hautrage (Hautrage-Etat, Hainaut)	BTC et enduits	
<b>HORS BELGIQUE</b>	Tierrafino (Pays-bas)	Stucs d'argile, de mélanges de terre pour pisé et enduits	
	Claytec (Allemagne) à travers Druwid (Waimes, Liège)	Stucs, panneaux, enduits, BTC, matériaux pour restauration de colombages et mélanges prêts à l'emploi pour pisé, torchis et bauge + éléments en pisé	
	Argilus (France) à travers Ecobati (Liège, Tournai, Bruxelles, Wavre, Arlon, Namur, Sprimont)	BTC, enduits et béton d'argile	
<b>REVENDEURS</b>			
<b>BELGIQUE</b>	Carodec (Bruxelles)	Enduits des Argilières de Hins et Claytec	
	Comptoir des argiles (Mettet, Namur)	Enduits Claytec	
	Peter Steen & Co (Poperinge, Flandre-Occidentale)	Enduits et BTC Terre d'Hautrage et enduits et panneaux d'argile Claytec	
	Écomat (Zoersel et Genk)	Produits d'ARGIO et de Tierrafino	
	Ecostore (Melle)	Produits de CLAYTEC	
	Terre habitat (Flobecq)	Produits de Lebailly et les mélanges pour enduits (CLAYTEC, hins)	
	La maison écologique (Namur)		
<b>ENTREPRENEURS</b>			
<b>BELGIQUE</b>	Bio Construction sprl	Enduits, isolation, cloisonnement, plancher. Principalement de la rénovation	
	DRTB sprl	Rénovation lourde principalement	
	Eco Efficience sprl	Cloisonnement, isolation, enduits. Neuf et rénovation	
	Eco-Logis MG sprl		
	Jean-Pierre Leclercq	Rénovation et décoration	
	Marc Frognet		
	Steygers & Co sprl	Rénovation	
	VERNATERRE		
APPRO-TECHNO	Fabrique de presse de BTC		
<b>ENTREPRISES ET ASBL DE FORMATIONS</b>			
<b>BELGIQUE</b>	BC materials	Formations et workshops	
	Entreprise Carodec	Mise en œuvre de BTC et la pose d'enduits muraux et de revêtements de sol à base d'argile	
	Quelque Chose à Faire	Entreprise de formation	
	Contre-point	Asbl	
	Couleur terre	Asbl	
	Le trusquin (Marche-en-Famenne)	P.M. E	
	La Calestienne	Formation par le travail dans l'éco-construction	
<b>RESEAUX</b>			
<b>REGION BRUXELL</b>	Be Circular	Secteur de la construction et le secteur des ressources et déchet	
	Cluster Ecobuild	Structuration de l'offre dans la construction durable (200 membres/30 partenaires)	

	Circlemade	Informe, accompagne et mobilise pour l'économie circulaire
	Projet Bâti Bruxelles	Pour que les matières en fin de vie soient des ressources viables
REGION WALLONNE	SPW	Promotion de matériaux de réemploi dans la construction et la rénovation durable
	Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC)	
	Confédération Construction Wallonne (CCW)	
	Cluster Eco-construction	Rassemble plusieurs acteurs de la construction durable (270 experts)
	Cluster Cap 2020	Mise en réseau des acteurs professionnels du secteur de la construction durable (entrepreneur, architectes, producteurs de biens et services)
	Nature & Progrès	Sensibiliser, informer et conscientiser le grand public sur les choix constructifs (bénévoles et particuliers)
REGION FLAMANDE	Vlaanderen Circulair	Développement d'une économie circulaire
	Agence publique des déchets de Flandre (OVAM)	Déchets, les matériaux et les sols soient traités de manière réfléchie et respectueuse de l'environnement.
	Pixii	Accompagne les acteurs (innovation, information, mise en réseau et chantier)
	Cluster de l'Institut flamand pour la construction bio-écologique (VIBE)	Recueil, génère et diffuse des informations sur un bâti (fiches détaillées)
RESEAU INTERREGI	TOTEM (Tool to Optimise the Total Environmental impact of Materials)	Créer des projets qui combinent toutes les exigences liées aux défis environnementaux, évaluer les impacts et encourager éco-conception et faciliter le dialogue
RESEAU	CRAterre	
	Atelier MATière à Construire (AMACO)	Association mêlant chercheurs, enseignants, professionnels de la construction

## Tableaux de comparaison des Obstacles de l'Etat de l'Art

OBSTACLES DANS LE MONDE							
(Pacheco-Torgal and Jalali, 2012, p. 515)	(Ben-Alon et al., 2020)	(Sophie et al., 2015)	(Niroumand et al., 2013)	(Morel et al., 2021)	(Zami, 2021)	(Morel and Charef, 2019)	(Gallipoli et al., 2017)
Moins durable comme matériau de construction par rapport aux matériaux conventionnels	Perception négative  Manque de recherche, d'enseignement supérieur et de développement technologique  Eparpillement des	Manque de formation dans sa production et mise en œuvre  Production peu maîtrisée et artisanale (petites quantités)	Méconnaissance du rôle de l'ICOMOS dans l'avenir de l'architecture de la terre  Non-connaissance des déclencheurs, des moteurs, des obstacles et des raisons de l'architecture en terre crue	Contraintes de sites pour les activités de mise en œuvre en fin de vie  Impact environnemental des matériaux non-récupérables  Société de consommation  Manque de compétence et	Manque d'intérêt pour l'environnement, l'esthétique et le confort  Le type de sol et les conditions climatiques régionales sont inadaptés  Compréhension, connaissances et compétences inadéquates  Stigmatisation sociale et perception erronée  Réticence au changement et préférence pour les méthodes de construction familiales	Durabilité des sols non stabilisés  Éducation des personnes " non durables "  Manque de sensibilisation  Manque d'éducation  Politique	Sol local inadéquat  Durabilité en climat humide  Temps de construction longs  Sensibilité à la pénétration de l'humidité

<p>Demande beaucoup de travail</p> <p>Nécessite une épaisseur de mur plus importante</p> <p>Ne convient que pour la construction in situ</p> <p>Se comporte mal en cas de séisme</p> <p>Limites structurelles</p> <p>Nécessitent un entretien élevé</p> <p>Compétences spéciales nécessaires pour le plafonnage</p> <p>Le torchis n'est pas un matériau de construction standardisé</p> <p>Les professionnels gagnent moins d'argent avec les projets de construction en terre</p>	<p><b>données d'ingénierie</b> (rend la persuasion délicate)</p> <p><b>Plus coûteux</b> (du fait qu'il ne soit pas représenté dans les règles de constructions )</p> <p><b>Manque d'entrepreneurs et de professionnels qualifiés</b></p>	<p><b>Manque de recherches</b> approfondies en conception</p>	<p><b>Manque de connaissance sur l'importance des stabilisateurs et leur pertinence</b></p> <p><b>Manque de sensibilisation</b></p> <p><b>Manque de connaissance des avantages et inconvénients des techniques en terre crue</b></p> <p><b>Ambiguïté sur les conditions climatiques et le développement de l'architecture de terre</b></p> <p><b>Non-connaissance du type d'architecture adapté à la terre crue</b></p> <p><b>Non-connaissance des applications en terre crue</b></p> <p><b>Complexité de la gestion du niveau d'intérêt et de participation</b></p> <p><b>Manque de considération de la terre crue dans les codes nationaux existants</b></p> <p><b>Manque de directives nationales</b></p> <p><b>Ambiguïté des informations sur les facteurs efficaces et les exigences</b></p> <p><b>Coûts de construction élevés</b></p> <p><b>Peu de gains de productivité</b></p>	<p><b>éducation pour amélioration des compétences</b></p> <p><b>Comportement humain</b></p> <p><b>Sensibilisation et demande pour une approche d'économie circulaire</b></p> <p><b>Obstacles liés aux technologies</b></p> <p><b>Obstacles liés aux données</b></p> <p><b>Obstacles liés aux matériaux</b></p> <p><b>Obstacles liés au bâtiment</b></p> <p><b>Manque de politique et d'incitations</b></p> <p><b>Responsabilité et assurance</b></p> <p><b>Normes et questions politiques</b></p> <p><b>Equipe multidisciplinaire</b></p> <p><b>Responsabilité et traçabilité</b></p> <p><b>Travail d'équipe, multidisciplinarité et gestion</b></p> <p><b>Méthodes et approches de travail</b></p> <p><b>Coût d'une approche par l'économie circulaire</b></p> <p><b>Fin de vie durable vs démolition</b></p> <p><b>Obstacles liés avec la récupération de matériaux.</b></p> <p><b>Contexte économique</b></p>	<p><b>Information insuffisante sur les produits et les techniques en cause</b></p> <p><b>Les universités ne proposent pas de formations et de modules adéquats.</b></p> <p><b>La promotion par les ONG parmi les communautés pauvres donne automatiquement une perception négative</b></p> <p><b>Conflit entre les préjugés de différents professionnels</b></p> <p><b>Indisponibilité des ressources et technologie inappropriée</b></p> <p><b>Les matériaux en terre sont peu performants d'un point de vue structurel et technique.</b></p> <p><b>Nécessitent un coût élevé, du temps et de la main-d'œuvre supplémentaires</b></p> <p><b>Difficulté d'obtenir de la terre dans les centres urbains</b></p> <p><b>Les constructeurs en terre sont très réticents à révéler exactement ce qu'ils mettent dans leurs mélanges, par conséquent, les techniques de construction sont un secret</b></p> <p><b>Existence d'un plus grand nombre de bâtiments en terre de normes moins exigeantes par rapport à un très petit nombre de bâtiments de haute qualité</b></p> <p><b>Absence de codes et de politiques de construction</b></p> <p><b>Absence de politique minimisant l'utilisation de matériaux de construction à forte intensité énergétique</b></p> <p><b>Absence de législation pour protéger les constructions en terre dans l'intérêt du développement urbain</b></p> <p><b>Diminution des honoraires des pourcentages sur les dépenses globales des projets</b></p> <p><b>Demande inadéquate du marché pour l'architecture en terre de la part des clients</b></p> <p><b>Ne disposent pas d'un réseau de chaîne d'approvisionnement bien établi</b></p>	<p><b>Résistance à l'innovation</b></p> <p><b>Manque de données scientifiques utiles</b></p> <p><b>Manque d'expérience</b></p> <p><b>Pas d'incitation fiscale</b></p> <p><b>Différentes méthodes comptables</b></p> <p><b>Perception de coûts initiaux plus élevés</b></p> <p><b>Périodes d'amortissement</b></p> <p><b>Pas de coordination</b></p>	<p><b>Dépendance</b> aux stabilisateurs chimiques</p> <p><b>Incertitudes et manque de connaissances</b> sur les performances énergétiques sur toute la durée de vie</p> <p><b>Faible contrôle qualité</b></p> <p><b>Empirisme des méthodes de conception</b> (Publication des normes nationales basées sur l'empirisme plutôt que sur la science de l'ingénierie)</p>
--	--	---	---	--	---	---	---

## OBSTACLES EN BELGIQUE

Depret, 2017	(Pereira-Goncalves, 2017)	(Lamarche, 2019)	(Van der Linden et al., 2019) (Egenti C, Khatib J. 2016)	(Rosar, 2020)
<p><b>Logique de « vendre » la terre, pourtant « accessible » à tous</b></p> <p><b>Peu de patrimoine belge en terre crue</b></p> <p><b>Mauvaise image de la terre crue</b></p> <p><b>Manque de formation</b> (matériau totalement ignoré)</p> <p><b>Manque de normes adéquates et de cadre juridique</b> (Prise de risque des acteurs)</p> <p><b>Aucune mesure pour faire ressentir les limites des ressources naturelles</b></p> <p><b>Nécessite de rédiger un cahier des charges très détaillé</b></p> <p><b>Non isolant</b></p> <p><b>Limites constructives</b> (résistance à l'eau)</p> <p><b>La terre mise en œuvre en extérieur</b></p> <p><b>Le climat</b> (eau, gel, dégel)</p> <p><b>Les lobbys d'autres matériaux</b></p> <p><b>Non présence d'un réseau d'acteurs</b></p> <p><b>Manque d'entreprises et de connaissances techniques</b></p> <p><b>Manque de subside pour la Recherche scientifique</b></p> <p><b>Certaines techniques onéreuses, car demandent beaucoup de main d'œuvre</b></p> <p><b>Prix des matériaux élevé</b></p>	<p><b>Méconnaissance de la terre comme matériau de construction</b> (Grand public et instances administratives)</p> <p><b>Peu présent dans les études d'architecture ou formation professionnelles du bâtiment</b></p> <p><b>Pas de réseau terre crue belge identifié</b> (chacun développe son produit et sa technique de son côté sans mise en commun des connaissances)</p> <p><b>Prix de la mise en œuvre</b></p>	<p><b>Image du matériau</b></p> <p><b>Manque d'information sur le matériau</b> (initiatives et documentations faibles, absence de la terre crue dans les écoles d'architecture)</p> <p><b>Manque de formation professionnelle</b></p> <p><b>Non-connaissance des propriétés précises d'une terre locale</b></p> <p><b>Problèmes d'assurance des productions artisanales</b></p> <p><b>Règlements d'urbanisme</b></p> <p><b>Absence de normes</b></p> <p><b>Difficulté d'obtenir un permis de bâtir</b> (non conforme au PEB)</p> <p><b>Climat belge</b> (pluie et gel diminuent les propriétés mécaniques et sa durabilité)</p> <p><b>Concurrence avec les produits « prêts à l'emploi »</b></p> <p><b>Prix plus élevé de la construction en terre crue locale</b> (prend plus de temps pour faire des tests)</p>	<p><b>Un matériau non-standardisé</b></p> <p><b>Non résistant à l'eau et moins résilient</b></p> <p><b>Nécessite une maintenance importante</b></p> <p><b>Limité structurellement</b></p> <p><b>Convient uniquement pour la construction in situ</b></p> <p><b>Compétences particulières</b> (requis pour le plâtrage)</p>	<p><b>Aucun référentiel de compétences pour les ouvriers</b></p> <p><b>Peu de visibilité du réseau sur le marché du bâtiment</b> en raison de la raréfaction des constructions contemporaines en terre crue</p> <p><b>Absence de cadre réglementaire, textes normatifs et agréments techniques</b></p> <p><b>Assurabilité des ouvrages</b> (engager sa responsabilité)</p> <p><b>Avis technique expérimental</b>, car considéré comme projet exceptionnel</p> <p><b>Retard de la Belgique sur la normalisation d'éléments en terre crue</b> (par rapport à ses homologues européens)</p> <p><b>Arrêtés régionaux relatifs à la gestion des déchets, qui interdisent l'exploitation de déchets</b> sauf en région bruxelloise</p> <p><b>La terre crue ne bénéficie pas du label Benor</b> contrairement à la France et l'Allemagne</p> <p><b>Pertinence de l'extraction sur site</b> (contraintes de quantité, préparation et temps de séchage)</p> <p><b>Sensibilité à l'eau</b></p> <p><b>Isolation thermique</b> Tendance esthétique à vouloir voir le matériau (alors qu'il faut isoler)</p> <p><b>Epaisseur du mur imposante</b> (si isolation en sandwich)</p> <p><b>Dépendance des saisons</b> (pour le pisé)</p> <p><b>Technique de préfabrication requiert qu'un site de préfabrication soit disponible à proximité du chantier</b></p> <p><b>Matériau onéreux par rapport au béton</b></p> <p><b>Prix des produits en terre crue 15 à 60% supérieurs</b> à ceux de leurs homologues de l'industrie cimentière (production artisanale, main d'œuvre, manque de mécanisation de la filière et demande limitée)</p> <p><b>Pas de partage ni capitalisation des données de terrain et connaissances sur le matériau</b></p> <p><b>Incompatibilité des professions d'architecte et d'entrepreneur</b> (un architecte ne peut endosser une double casquette d'architecte-entrepreneur pour éviter un conflit d'intérêts entre deux intervenants majeurs du secteur de la construction)</p> <p><b>Producteurs actifs composés de moins de 10 personnes</b> (petite production)</p> <p><b>Développement difficile, car marché de niche</b> (demande limitée et discontinuée)</p>

## OBSTACLES

### DANS LE MONDE

(Pacheco-Torgal and Jalali, 2012, p. 515 d'après Zami M, 2010), (Ben-Alon et al., 2020), (Sophie et al., 2015), (Niroumand et al., 2013), (Morel et al., 2021), (Morel and Charef, 2019), (Morel and Charef, 2019), (Gallipoli et al., 2017) ), (Zami, 2021)

1. Les préjugés, stigmatisation sociale, perception erronée
2. Réticence au changement et préférence pour les méthodes de construction familières
3. Le manque de Recherche et de connaissances
4. Manque d'intérêt pour l'environnement, l'esthétique et confort
5. Le manque de sensibilisation à ce matériau et à l'ICOMOS
6. Le manque d'éducation, de formation et d'expérience
7. La méconnaissance de ce matériau et de ses propriétés
8. La promotion par les ONG parmi les communautés pauvres donne automatiquement une perception négative
9. Conflit entre les préjugés de différents professionnels
10. Le manque d'exemples
11. Sa durabilité
12. La qualité du sol à extraire
13. Conditions climatiques régionales inadaptées
14. Le temps de construction et main d'œuvre supplémentaires
15. Sa sensibilité à l'eau
16. Dépendance aux stabilisateurs chimiques
17. Constructeurs réticents à révéler ce qu'ils mettent dans leurs mélanges : les techniques de construction sont un secret
18. L'expertise et compétences nécessaires pour employer la terre
19. Indisponibilité des ressources et technologie inappropriée
20. Difficulté d'obtenir de la terre dans les centres urbains
21. Limites structurelles
22. Comportement face aux séismes
23. L'entretien et maintenance
24. L'épaisseur de mur
25. Ne convient que pour la construction sur site (étude qui date de 2010, depuis la préfabrication s'est développée donc point à reconsidérer)
26. Le torchis n'est pas un matériau standardisé
27. Confusion sur les données techniques et scientifiques éparpillées
28. Ambiguïté sur les exigences
29. Manque de directives, réglementation et normes
30. Manque d'incitation (dont fiscale) et implication politique
31. Faible contrôle qualité
32. Méthodes de conception basées sur l'empirisme
33. Complexité de la gestion du travail en équipe multidisciplinaire
34. Responsabilité et traçabilité
35. Coûts élevés (et perception)
36. Absence de politique minimisant l'utilisation de matériaux de construction à forte intensité énergétique
37. Absence de législation pour protéger les constructions en terre dans l'intérêt du développement urbain
38. Demande inadéquate du marché pour l'architecture en terre de la part des clients
39. Filière peu coordonnée et déployée, pas de réseau d'approvisionnement établi
40. Rémunération des professionnels

### EN BELGIQUE

(Depret, 2015), (Pereira-Goncalves, 2017), (Lamarque, 2019), (Van der Linden et al., 2019 d'après Egenti C, Khatib J. 2016) et (Rosar, 2020).

1. L'image du matériau (2)
2. La méconnaissance du matériau (2)
3. Le manque d'information
4. Le manque de formation (au niveau des écoles et pour les professionnels) (3)
5. Faible patrimoine belge en terre crue
6. Logique de vendre la terre pourtant accessible à tous
7. Aucun référentiel de compétence pour les ouvriers
8. Faible visibilité sur le marché du bâtiment
9. Matériau non-standardisé
10. Absence de cadre réglementaire et juridique
11. Retard sur la normalisation et les label (Benor)
12. Assurabilité des ouvrages
13. Considération de la terre en tant que déchet
14. Avis technique expérimental
15. Difficulté d'obtenir un permis d'urbanisme
16. Règlements d'urbanisme
17. Nécessite de rédiger un cahier des charges très détaillé
18. Aucune mesure pour faire ressentir les limites des ressources naturelles
19. Non isolant
20. Limites constructives et structurelle
21. Mise en œuvre en extérieur
22. Le climat belge (résistance à la pluie, gel, dégel)
23. Maintenance importante
24. Convient que pour la construction sur site
25. Compétences particulières requises
26. Pertinence de l'extraction sur site
27. Isolation thermique
28. Epaisseur du mur
29. Pisé dépendant des saisons
30. Technique de préfabrication requiert qu'un site de préfabrication soit disponible à proximité du chantier
31. Concurrence avec les produits « prêts à l'emploi »
32. Prix plus élevé avec la terre locale, car tests nécessaires
33. Pas de filière
34. Prix mise en œuvre
35. Prix matériaux
36. Manque de subside pour la Recherche
37. Manque d'entreprises
38. Manque de partage, capitalisation des connaissances techniques
39. Lobbys d'autres matériaux
40. Incompatibilité des professions d'architecte et d'entrepreneur

## Tableaux de comparaison des Avantages de l'Etat de l'Art

AVANTAGES DANS LE MONDE			
(Ben-Alon et al., 2020)	(Niroumand et al., 2013)	(Morel et al., 2021)	(Gallipoli et al., 2017)
<p><b>Environnemental (ACV)</b></p> <p>Santé et qualité de l'air intérieur</p> <p><b>Economique et socioculturel (accessibilité)</b></p>	<p><b>Protection de l'environnement</b></p> <p><b>Réduction du changement climatique et des émissions</b></p> <p><b>Minimisation de l'impact écologique des bâtiments</b></p> <p><b>Réduction des déchets</b></p> <p><b>Impératif moral d'être " durable "</b></p> <p><b>Réduction des coûts d'exploitation</b></p> <p><b>Diminution des coûts sur toute la durée de vie</b></p>	<p><b>Respect du cycle de la vie</b></p> <p><b>Cradle to cradle</b> (réutilisation et recyclabilité infinies)</p> <p><b>Valoriser les déchets d'excavation</b></p> <p>Régulation de la qualité de l'air intérieur</p> <p>Confort hygrothermique</p> <p>Matériau sain (sans COV, élimine les polluants)</p>	<p><b>Réduction de l'énergie grise</b></p> <p><b>Recyclage ou traitement des déchets de démolition</b></p> <p>Isolation acoustique</p> <p>Réduction de l'énergie opérationnelle (effet hygro-régulateur)</p>

AVANTAGES EN BELGIQUE			
Depret	(Sophie et al., 2015)	(Lamarche, 2019)	(Van der Linden et al., 2019)
<p><b>Matériau durable</b></p> <p>Terre belge adaptée à la construction car argileuse</p> <p>Évolution vers une société à moindre carbone</p> <p>Réponse au manque d'inertie des bâtiments passifs</p> <p>Matériau sain</p> <p>Régulation hygrométrique</p> <p>Inertie</p> <p>Isolation acoustique</p> <p>Matériau sensitif</p> <p>Grande gamme de produits proposés en croissance</p> <p>Mise en œuvre des briques de terre crue similaire au savoir-faire belge</p> <p>Grande variété de couleur naturelles</p> <p>Possibilités artistiques</p> <p><b>Grandes qualités sociales, chantiers participatifs, réinsertion par le travail</b></p>	<p><b>Nécessite peu d'énergie pour sa fabrication</b></p> <p><b>Peu d'émissions de CO2</b></p> <p><b>Abondant et renouvelable</b></p> <p><b>Disponible localement</b></p> <p><b>Pas de déchets</b></p> <p><b>Recyclable, réutilisation ou restitution au milieu naturel</b></p> <p><b>Pas d'impact négatif sur la santé</b></p> <p><b>Masse volumique élevée</b> (qualités d'inertie thermique pour le stockage de la chaleur et la régulation des changements de températures entre jour et nuit)</p> <p><b>Bon régulateur de l'humidité ambiante</b> grâce à sa perméabilité à la vapeur d'eau</p> <p><b>Bonnes qualités phoniques</b> (absorption)</p> <p><b>Résiste fort bien dans le temps</b> si elle est protégée de la pluie</p> <p><b>Résiste bien au feu</b></p> <p><b>Permet dans les pays du Sud, la réduction de la fuite des devises</b> par une substitution aux matériaux importés</p> <p><b>Favorise l'économie locale, la création d'emplois et participe concrètement à la lutte contre la pauvreté</b></p>	<p><b>Adapter la technique à la composition de la terre locale</b></p> <p><b>Provenance naturellement locale de la terre</b></p> <p>Evolution vers une économie de « Circuit court »</p> <p><b>Recyclable à l'infini</b></p> <p><b>Partage de savoir grâce à l'auto-construction</b></p> <p><b>Un rapport différent avec son habitation</b></p> <p>Inertie thermique</p> <p>Régulation du taux d'humidité dans l'air</p> <p>Isolation acoustique</p> <p>Absorption des polluants</p> <p><b>Valoriser un savoir-faire traditionnel</b></p> <p><b>Réduction du coût de transport et d'approvisionnement du matériau</b></p>	<p><b>Faible impact</b></p> <p><b>Réutilisable</b></p> <p><b>Faible énergie grise</b></p> <p><b>Économie d'énergie et absence d'émission de CO2</b></p> <p><b>Suffisamment disponible</b></p> <p><b>Promeut la culture, les matériaux naturels</b></p> <p><b>Bonne isolation acoustique</b></p> <p><b>Bonne isolation thermique et résistance au feu</b></p> <p><b>Capable de fournir une structure solide et sécurisée</b></p> <p><b>Améliore la qualité de l'air intérieure</b></p> <p><b>Faible coût</b></p> <p><b>Encourage l'auto-assistance avec une main-d'œuvre moins qualifiée</b></p>

## AVANTAGES

DANS LE MONDE	EN BELGIQUE
Ben-Alon, Niroumand, Morel 2021 et Gallipoli	Depret, Lamarche et l'étude de Van der Linden, Sophie
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponible localement</li> <li>2. Santé et qualité de l'air intérieur (2)</li> <li>3. Protection de l'environnement, respect du cycle de la vie (3)</li> <li>4. Réduction de l'énergie grise et des émissions (2)</li> <li>5. Minimisation de l'impact écologique des bâtiments</li> <li>6. Impératif moral d'être « durable »</li> <li>7. Recyclage, réduction et valorisation des déchets (3)</li> <li>8. Réutilisation infinie</li> <li>9. Confort hygrothermique</li> <li>10. Bon régulateur d'humidité (2)</li> <li>11. Isolation acoustique</li> <li>12. Réduction des coûts d'exploitation et sur la durée de vie</li> <li>13. Economiques et socioculturels (accessibilité)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Durable</li> <li>2. Sain : qualité de l'air, absorption des polluants (4)</li> <li>3. Terre belge adaptée à la construction en terre (argileuse)</li> <li>4. Évolution vers une société à moindre carbone</li> <li>5. Adapter la technique à la composition de la terre locale</li> <li>6. Provenance naturellement locale (2)</li> <li>7. Évolution vers une économie de circuit court</li> <li>8. Recyclable et réutilisable à l'infini (3)</li> <li>9. Faible impact</li> <li>10. Économie d'énergie et absence d'émission de CO2, faible énergie grise (2)</li> <li>11. Disponible abondamment (2)</li> <li>12. Réponse au manque d'inertie des bâtiments passifs</li> <li>13. Régulation hygrométrique (2)</li> <li>14. Inertie (2)</li> <li>14. Isolation acoustique (4)</li> <li>15. Résiste dans le temps</li> <li>16. Résistance au feu</li> <li>15. Matériau sensible</li> <li>16. Grande gamme de produits proposés en croissance</li> <li>17. Mise en œuvre des briques de terre crue similaire au savoir-faire belge</li> <li>18. Grande variété de couleurs naturelles</li> <li>19. Possibilités artistiques</li> <li>20. Bonne isolation thermique et résistance au feu</li> <li>21. Capable de fournir une structure solide et sécurisée</li> <li>22. Grandes qualités sociales, chantiers participatifs, réinsertion par le travail</li> <li>23. Valoriser le savoir-faire traditionnel et le patrimoine (2)</li> <li>24. Faible coût</li> <li>25. Réduction du coût de transport et d'approvisionnement du matériau</li> <li>17. Encourage l'auto-assistance avec une main-d'œuvre moins qualifiée</li> <li>18. Permet dans les pays du Sud, la réduction de la fuite des devises par une substitution aux matériaux importés</li> <li>26. Favorise l'économie locale, la création d'emplois et participe concrètement à la lutte contre la pauvreté</li> </ol>

## Tableaux de comparaison des Solutions et Leviers de l'Etat de l'Art

SOLUTIONS DANS LE MONDE		
(Ben-Alon et al., 2020)	(Morel et al., 2021)	(Niroumand et al., 2013)
<p><b>Plus d'éducation</b> (accroître la sensibilisation et les connaissances)</p> <p><b>Plus de formation</b> (pour les professionnels du bâtiment)</p> <p><b>Plus de données techniques</b> (multiplier les tests et diffusion synthétique des performances)</p>	<p>Poursuivre les investigations sur les aspects <b>techniques</b> (performance matérielle, impact sur le comportement thermique des bâtiments, impact sur la qualité de l'air et le confort, temps de séchage du mur et impact sur le</p>	<p><b>Mettre l'accent sur "la réduction des coûts du cycle de vie" dans les pays en développement et sur "l'appartenance à une industrie qui valorise l'environnement" dans les pays développés</b> afin d'accroître l'intérêt des experts</p> <p><b>Mettre l'accent sur le "développement durable"</b> de l'architecture et des bâtiments en terre</p> <p><b>Présenter aux clients les avantages des bâtiments en terre</b> (faible coût de la vie et les exigences environnementales minimales)</p> <p><b>Accorder plus d'attention aux avantages des matériaux en terre</b> (réduction de la pollution, réduction des déchets, réduction de l'impact sur le site et importance dans l'environnement construit)</p> <p><b>Informez de la faisabilité dans toutes les conditions climatiques bien que le rôle des stabilisateurs de sol soit très important dans diverses conditions climatiques</b></p>

<p>techniques et environnementales)</p> <p><b>Plus de représentation dans les codes de construction</b> (inclure dans une réglementation de construction internationale et convivial)</p> <p><b>Plus d'innovation</b> (grâce à la recherche)</p>	<p>comportement mécanique, durabilité)</p> <p><b>Développer des outils pour contrôler la durabilité</b></p> <p><b>Etudier l'intérêt de la numérisation et de l'automatisation pour l'architecture de terre crue</b></p> <p><b>Orienter la recherche sur les aspects non-techniques peu étudiés</b> (organisationnel, sociologiques, politiques et économiques)</p>	<p><b>Informez sur le climat désertique qui offre les meilleures conditions</b></p> <p><b>Augmenter la connaissance de l'architecture de terre et des bâtiments en terre via divers systèmes de formation</b> (cours de formation, conférences, manuels)</p> <p><b>Sensibiliser aux "outils de construction en terre"</b> comme nouveau paramètre dans le développement de l'architecture de terre</p> <p><b>Sensibiliser sur les civilisations historiques de divers pays</b></p> <p><b>Obtenir une accréditation par des cours de formation pour devenir des experts professionnels accrédités</b></p> <p><b>Augmenter le nombre de cours de formation sur les détails de la conception et de la construction</b></p> <p><b>Sensibiliser les professions sociales et environnementales</b> pour promouvoir les bâtiments vernaculaires en terre et l'architecture de terre</p> <p><b>Cours de formation continue et séminaires de sensibilisation au rôle de l'ICOMOS</b> dans l'avenir de l'architecture de terre</p> <p><b>Plus d'attention accordée au client, aux architectes et aux ingénieurs</b> en tant que principaux déclencheurs</p> <p><b>Rendre les informations générales et techniques plus accessibles aux clients</b></p> <p><b>Accroître les programmes éducatifs et la sensibilisation par le biais de divers systèmes</b> (séminaires, ateliers, conférences, publications, programmes télévisés et diplômes universitaires sur l'architecture de terre)</p> <p><b>Sensibiliser sur l'architecture vernaculaire et quasi-vernaculaire pour les bâtiments en terre</b></p> <p><b>Informez sur la composition de la terre crue</b> (argile et sable) <b>et les stabilisateurs</b> (paille, chaux, déchets, balle de riz ou ciment, cendres volantes, nanomatériaux et POFA)</p> <p><b>Accorder plus d'attention à la durabilité</b></p> <p><b>Considération des murs en pisé comme la technique de construction la plus appropriée</b></p> <p><b>Mettre en avant les murs d'adobes</b> avec l'engagement de réduire leurs quelques inconvénients à l'avenir</p> <p><b>Accorder plus d'attention à la satisfaction des utilisateurs, à la réduction des risques pour la santé et à l'amélioration de la qualité de l'air à l'intérieur des matériaux et des bâtiments en terre.</b></p> <p><b>Sensibiliser sur les diverses applications de la terre</b> (dans les villes, les retenues d'eau, la terre modifiée, les excavations, les plateformes, les terrasses, les retenues d'eau, les collines et les monticules)</p> <p><b>Personnaliser les codes "outils de construction en terre"</b> pour répondre aux exigences spécifiques des bâtiments en terre pour chaque pays</p> <p><b>Elaborer des lignes directrices nationales pour inclure des détails sur les techniques de conception et de construction</b> pour reconnaître cette architecture comme un secteur de l'industrie du bâtiment</p> <p><b>Concevoir un processus intégré où la responsabilité est partagée</b></p> <p><b>Considérer la phase de préconception du processus de construction comme une étape importante</b></p> <p><b>Considérer la hausse des coûts de l'énergie et les conditions environnementales comme les principaux moteurs du développement</b></p>
--	--	---

		<p><b>Recherche sur le torchis, la bauge, la terre coulée et la terre extrudée</b> afin de les développer en tant que techniques de construction appropriées à l'avenir</p> <p><b>Établir des sociétés nationales avec l'aide de l'ICOMOS dans différents pays</b></p> <p><b>Soutenir l'ICOMOS</b></p> <p><b>Sensibiliser sur le coût d'entretien, le coût des matériaux, le coût de construction et le coût de récupération</b> (qui sont inférieurs à ceux des autres matériaux de construction dans la pratique)</p>
--	--	---

## SOLUTIONS EN BELGIQUE

Depret 2017	Pereira 2017	(Van der Linden et al., 2019)	(Rosar, 2020)
<p><b>Travailler sur l'image du matériau</b></p> <p><b>Augmenter sa visibilité à travers des salons</b> (Bois et Habitat, Batibow, NINO, Brussel Innova, Valériane...) et des réalisations de bâtiments publics en terre crue</p> <p><b>Sensibiliser à travers des expositions, interventions artistiques dans les écoles, des conférences</b></p> <p><b>Développer la pédagogie</b> (favoriser un enseignement sur l'architecture durable)</p> <p><b>Développer et valoriser la brique de terre crue</b> dans la continuité de la culture de la brique de terre cuite</p> <p><b>Trouver la bonne place de la terre dans les constructions d'aujourd'hui</b></p> <p><b>Développer un cadre juridique et des normes adéquates</b> pour rassurer et diminuer la prise de risque des acteurs</p> <p><b>Les pouvoirs publics doivent privilégier la terre crue et autres matériaux biosourcés par des motivations financières, aides et avantages fiscaux</b></p> <p><b>Constituer un réseau d'acteur</b> (centraliser les données et orienter autant les professionnels par l'entraide, la collaboration que le grand public)</p>	<p><b>Réemploi</b> Mettre en place une coopérative de mélange des terres qui proposerait une location longue durée permettant de se projeter sur « l'après » du matériau</p> <p><b>Sensibilisation</b> Visibilisation pour une prise de conscience de son existence Le crédibiliser en en parlant et en le proposant comme une option au même titre que les autres matériaux de construction dans les cursus scolaire Réflexion dès la phase de conception Permettre l'approche de la terre par l'expérimentation Développer une entité déplaçable présentant le matériau terre et ses possibilités</p> <p><b>Mise en réseau</b> Recenser les acteurs potentiels en un réseau terre crue belge Ajouter à ce réseau les catégories des institutions, réseaux d'écoconstruction, professionnels, entreprises de terrassement, entreprises de transport et de stockage des déblais, matériaux (ressources naturelles), matériaux (produits finis), la Recherche, les lieux dédiés à l'écoconstruction, au développement durable, au recyclage ou au réemploi</p>	<p><b>Approvisionnement et traitement intelligents</b> (collecte de terres d'excavation appropriées et leur transformation en produits ou mélanges de construction en terre, d'une manière semi-centralisée)</p> <p><b>Assurer un transfert de connaissances</b></p> <p><b>Concevoir avec des détails intelligents et combiner de manière appropriée avec d'autres matériaux</b></p> <p><b>Augmenter la production industrialisée et standardisée de matériaux en terre</b> (pour réduire les coûts)</p> <p><b>Développer l'expertise, les normes et les standards</b></p> <p><b>Accepter le prix supplémentaire et aborder la terre comme un produit de construction unique</b> (reflet de valeurs de localité et d'artisanat)</p> <p><b>Collaboration de la phase de conception à l'entretien</b></p>	<p><b>La transition écologique</b></p> <p><b>La sensibilisation et les chantiers participatifs</b></p> <p><b>Un équipement mobile</b></p> <p><b>La revalorisation des déblais</b></p> <p><b>Le marché public</b></p>

## PISTES D'ACTION

DANS LE MONDE	EN BELGIQUE
Ben-Alon, Morel 2021 et Niroumand)	Depret, Pereira, Van et Rosar
<ol style="list-style-type: none"> <li>Mettre l'accent sur la réduction des coûts du cycle de vie dans les pays en développement et sur "l'appartenance à une industrie qui valorise l'environnement" dans les pays développés</li> <li>Mettre l'accent sur le "développement durable"</li> <li>Informers les clients sur les avantages, la faisabilité en toutes conditions climatiques</li> <li>Informers sur la pertinence ou non des stabilisateurs</li> <li>Plus d'éducation (2)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Le réemploi à travers la mise en place une coopérative de mélange des terres qui proposerait une location longue durée permettant de se projeter sur « l'après » du matériau</li> <li>L'approvisionnement et le traitement intelligent des terres d'excavation</li> <li>La transition écologique qui permet de donner un élan au matériau terre crue</li> </ol>

<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Plus de sensibilisation (architecture vernaculaire, outils de construction en terre, civilisation historique, rôle d'ICOMOS, diverses applications)</li> <li>7. Plus de formation pour les professionnels, cours sur les détails de conception et construction et permettre l'accréditation (2)</li> <li>8. Plus de Recherche, de données techniques, d'innovation (sur le torchis, la bauge, la terre coulée et la terre extrudée) (2)</li> <li>9. Développer des outils pour contrôler la durabilité (2)</li> <li>10. Etudier l'intérêt de la numérisation et de l'automatisation pour l'architecture de terre crue</li> <li>11. Informer sur la composition de la terre crue et les stabilisateurs</li> <li>12. Considération des murs en pisé comme la technique de construction la plus appropriée</li> <li>13. Mettre en avant les murs d'adobes avec l'engagement de réduire leurs quelques inconvénients à l'avenir</li> <li>14. Accorder plus d'attention à la satisfaction des utilisateurs, à la réduction des risques pour la santé et à l'amélioration de la qualité de l'air à l'intérieur des matériaux et des bâtiments en terre</li> <li>15. Orienter la recherche sur les aspects non-techniques peu étudiés (organisationnel, sociologiques, politiques et économiques)</li> <li>16. Plus de représentation dans les codes de construction (inclure dans une réglementation de construction internationale et nationale) (2)</li> <li>17. Elaborer des lignes directrices nationales pour inclure des détails sur les techniques de conception et de construction pour reconnaître cette architecture comme un secteur de l'industrie du bâtiment</li> <li>18. Concevoir un processus intégré où la responsabilité est partagée</li> <li>19. Considérer la phase de préconception du processus de construction comme une étape importante</li> <li>20. Considérer la hausse des coûts de l'énergie et les conditions environnementales comme les principaux moteurs du développement</li> <li>21. Établir des sociétés nationales avec l'aide de l'ICOMOS dans différents pays</li> <li>22. Soutenir l'ICOMOS</li> <li>23. Sensibiliser sur le coût d'entretien, le coût des matériaux, le coût de construction et le coût de récupération (qui sont inférieurs à ceux des autres matériaux de construction dans la pratique)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. La sensibilisation du public</li> <li>5. La sensibilisation à travers la pratique (chantiers participatif)</li> <li>6. Assurer un transfert de connaissances</li> <li>7. Visibiliser le matériau</li> <li>8. Retrouver un équilibre au niveau de la crédibilité</li> <li>9. Permettre l'approche de la terre par l'expérimentation</li> <li>10. Développer une entité déplaçable présentant le matériau terre et ses possibilités</li> <li>11. Recenser les acteurs potentiels en un réseau terre crue belge</li> <li>12. Ajouter à ce réseau les catégories des institutions, réseaux d'écoconstruction, professionnels, entreprises de terrassement, entreprises de transport et de stockage des déblais, matériaux (ressources naturelles), matériaux (produits finis), la Recherche, les lieux dédiés à l'écoconstruction, au développement durable, au recyclage ou au réemploi</li> <li>13. Accepter le prix supplémentaire et aborder la terre comme un produit de construction unique (reflet de valeurs de localité et d'artisanat)</li> <li>14. Collaboration de la phase de conception à l'entretien</li> <li>15. Le marché public</li> <li>16. Constituer un réseau d'acteur (centraliser les données et orienter autant les professionnels par l'entraide, la collaboration que le grand public)</li> <li>17. Développer un cadre juridique et des normes adéquates pour rassurer et diminuer la prise de risque des acteurs</li> <li>18. Les pouvoirs publics doivent privilégier la terre crue et autres matériaux biosourcés par des motivations financières, aides et avantages fiscaux</li> <li>19. Augmenter la production industrialisée et standardisée de matériaux en terre (pour réduire les coûts)</li> <li>20. Développer l'expertise, les normes et les standards</li> </ol>
---	---

## Nomenclature des acteurs

<b>ENTREVUES</b>	<b>ACTEURS BELGES DE LA CONSTRUCTION EN TERRE CRUE</b>	
	Auto-constructeur	
	Ingénieur	CSTB
	Chercheur	Enseignement et Ingénieur Architecte
	Formateur	Association de réseau professionnels
	Artisan	
	Ingénieur Architecte 1, E	
	Ingénieur Architecte 2, E	Enseignant
	Architecte 1, E	
	Architecte 2, E	
	Architecte 3, E	Enseignement
	Entrepreneur 1, E	
	Entrepreneur 2, E	
	Entrepreneur 3, E	
	Entrepreneur 4, E	
	Étudiant 1, E	Architecture Master 2, Liège
Étudiant 2, E	Architecture Master 2, Liège	

	Étudiant 3, E	Architecture Bac 3, Bruxelles
	Étudiant 4, E	Architecture Master 2, Bruxelles
	<b>ACTEURS DE LA SENSIBILISATION</b>	
	Directeur	Association d'éducation permanente
	Animateur	La Fresque du Climat
	Concepteur	La Fresque de la Construction (co-créateur)
<b>CHANTIER</b>	Participant 1, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 2, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 3, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 4, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 5, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 6, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 7, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 8, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 9, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 10, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 11, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 12, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 13, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 14, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 15, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 16, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 17, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 18, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 19, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 20, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 21, C	Enfant (10 à 18 ans)
	Participant 28, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 29, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 30, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 31, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 32, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 33, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 34, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 35, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 36, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 37, C	Adulte (24 à 60 ans)
	Participant 38, C	Adulte (24 à 60 ans)
Participant 39, C	Adulte (24 à 60 ans)	
Participant 40, C	Adulte (24 à 60 ans)	
Participant 41, C	Etudiant (16 à 18 ans)	
Participant 42, C	Etudiant (16 à 18 ans)	
Participant 43, C	Etudiant (16 à 18 ans)	
Participant 44, C	Jobiste (24 à 27 ans)	
Participant 45, C	Jobiste (24 à 27 ans)	
Participant 46, C	Jobiste (24 à 27 ans)	
<b>ATE</b>	Participant I, A	Etudiant Architecte Bac 3 Liège
	Participant II, A	Etudiant Architecte Bac 3 Liège
	Participant III, A	Etudiante Architecte Bac 3 Liège

	Participant IV, A	Étudiant Ingénieur Architecte M1 Liège
	Participant V, A	Etudiante Ingénieur Architecte M1 Liège

## Tableaux des méta-catégories des Obstacles avec leurs occurrences

		Hors Enseignement	Enseignement
	<b>PRÉJUGÉS</b>		
<b>1</b>	<b>Climat pas adapté (humide)</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
2	L'eau	1	1
<b>3</b>	<b>Matériau pas solide</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
4	Construction en hauteur impossible	1	1
5	On ne peut pas construire avec, ça ne tient pas	3	2
<b>6</b>	<b>Matériau fragile</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
7	Abrasion trop grande	1	0
<b>8</b>	<b>Image du déchet sale, de la boue</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
9	Pas esthétique	1	1
<b>10</b>	<b>Image du passé</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
11	Pas confortable	1	0
12	Pas moderne	2	1
	<b>OBSTACLES</b>		
	<b>Échelles de temps</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
1	Temps pour avoir confiance dans ce matériau	3	0
2	Les gens n'ont pas le temps	2	1
<b>3</b>	<b>Méconnaissance, manque de sensibilisation</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
4	Motivation et investissement des acteurs pour sensibiliser le public	0	1
<b>5</b>	<b>Absence de la filière terre crue</b>	<b>7</b>	<b>2</b>
6	Difficile à vendre	3	1
<b>7</b>	<b>Marché de niche</b>	<b>11</b>	<b>2</b>
8	Disponibilité des matériaux	1	0
9	Image de marketing de luxe pour convaincre	4	1
<b>10</b>	<b>Les coûts</b>	<b>14</b>	<b>6</b>
11	Matériau qui ne fait pas de grosses marges	1	0
12	Coûts élevés de la recherche sur les matériaux	1	0
<b>13</b>	<b>Des techniques difficilement industrialisables</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
14	Mise en œuvre physique	2	0
<b>15</b>	<b>Les dérives</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
16	Idées arrêtées sur le béton et autres matériaux	1	0
<b>17</b>	<b>Manque d'implication des pouvoirs publics et du gouvernement</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
18	Manque d'encouragement des initiatives	1	0
19	Manque d'aides	1	0
20	Embûches administratives	1	0
<b>21</b>	<b>Absence de cadre réglementaire</b>	<b>12</b>	<b>2</b>
22	Difficulté de certifier des performances pour du porteur par rapport à du non-porteur	1	0
23	Pas de mise en commun des règles techniques et performances	1	0
24	Pas de directives plus en détail pour la certification	1	0
	<b>Contraintes en fonction des techniques</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
25	Techniques moins traditionnelles	0	1

26	Beaucoup de projets, mais peu en terre porteuse	1	1
27	Infrastructure pour le pisé préfabriqué pas disponible en Belgique	0	1
<b>28</b>	<b>Rassurer, justifier, expliquer, convaincre</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
29	Devoir justifier	0	2
30	Besoin de rassurer	6	1
31	La méfiance	1	0
<b>32</b>	<b>Changer ses habitudes</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
33	L'hégémonie de la brique en Belgique	0	1
34	Les architectes ne se posent pas la question	2	0
35	Changement de paradigme	1	0
<b>36</b>	<b>La formation des acteurs</b>	<b>19</b>	<b>15</b>
37	Le manque de réponses de la part des professionnels		
48	Demande de formation forte pour une capacité de formateurs faible	3 1	0 0
49	Programme des cursus de formation et enseignement pas adapté et manque de soutien	2	3
40	S'enseigne par la pratique	0	1
41	Manque d'acteurs avec de l'expérience en quantité suffisante	1	1
42	Manque de connaissances sur la réglementation de la part des acteurs	3	5
<b>LIMITES</b>			
<b>1</b>	<b>Compréhension des phénomènes physiques du matériau</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
2	Matériau pas instinctif	1	0
<b>AVANTAGES</b>			
<b>1</b>	<b>Matériau écologique</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
2	Sensibilise à la problématique des matières premières	1	3
3	Circularité	1	0
<b>4</b>	<b>Accessible et appréhendable par tous</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
5	Possibilité de faire soi-même	3	0
<b>6</b>	<b>Convaincant par ses qualités</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
7	En réponse aux problèmes du quotidien	1	0
<b>SOLUTIONS ET LEVIERS</b>			
<b>1</b>	<b>Sensibiliser, médiatiser et montrer des exemples</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
2	Passer par la décoration avant l'aspect structurel	1	0
3	Sensibiliser sur le confort et bien-être	1	0
4	Favoriser les événements sur la terre crue	0	2
5	Montrer que la société civile est prête en diffusant ses initiatives	1	0
6	La co-participation et démonstration	1	1
<b>7</b>	<b>Rassembler les acteurs au sein d'une filière dynamique et forte</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
8	Identifier des acteurs forts pour représenter et promouvoir la filière	1 1	0 1
9	Agir sur plusieurs tableaux à la fois pour maximiser la transmission du message		
10	Coopération et relation des acteurs entre pays	1	0
<b>11</b>	<b>Encouragement et initiatives des pouvoirs publics et politiques</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
12	Encourager les initiatives quitte à devoir passer par le modèle de construction traditionnel de la maison « clé sur porte »	1	0
13	Encourager l'utilisation de la terre crue avec les expertises locales	1	0
14	Primes	2	0
<b>15</b>	<b>Former</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

16	Intégrer plus de sensibilisation au sein des cursus universitaire et scolaire des formations de construction sur les matériaux écologiques	0	1
----	--	---	---

## Tableaux d'analyse de l'observation du chantier

ÉTAPE		ENFANTS	ADULTES
CHANTIER	Présentation	À l'écoute, attentifs, lèvent la main pour répondre et poser des questions, se penchent ou se déplacent vers l'animatrice pour observer ce qu'elle montre, rigolent, prennent la parole surtout en fin de présentation.	Certains sont sur leur téléphone (encadrant.e.s de classes), assis parmi les enfants ou en retrait derrière eux, attentifs, écoutent, souris en entendant les réponses ou questions des enfants, acquiescent de la tête lors des explications sur le « béton de terre », visage interrogateur, certains se déplacent vers l'animatrice pour observer ce qu'elle montre et posent des questions.
	Mélange	Impatience de la part de certains. Beaucoup de manipulation de terre à la main spontanée durant toute l'activité : les enfants touchent et effritent en frottant leurs mains entre elles instinctivement. Certains utilisent les pelles, d'autres préfèrent remplir les seaux à la main. L'étape de remplissage s'accompagne de discussions et de rires, régulièrement l'encadrante réclame le silence et l'écoute pour annoncer les étapes de l'activité, les manœuvres à effectuer ainsi que les consignes à respecter. Transport des seaux vers la machine en deux temps : font une pause, repositionnent le seau pour le porter et le vider. Attirés et regroupés autour de la malaxeuse aux moments de la mettre en route et de récupérer la terre malaxée, des remarques sont faites. Recherche des cailloux dans les seaux à plusieurs.	Certains préparent les seaux avec les enfants, vident les seaux dans le malaxeur, posent des questions, observent la terre, se déplacent (pour accompagner les enfants ou pour voir les manipulations). Certains observent toute la session s'en y prendre part, réagissent à ce que les autres font et posent des questions aux encadrants de l'activité.
	Transport	Portent les seaux en s'aidant les uns les autres (organisation d'une chaîne spontanée parfois), posent des questions, font des remarques durant le transport.	Certains participent d'autres non.
	Pisage	Regarde la terre pisée attentivement, font des remarques. Touchent la terre. Appuient dessus. Touche le mur. Etalent la terre. Écoutent et observe la démonstration. Questionnent sur le niveau à atteindre. Pisage en rythme, en silence, chacun son coin ou en discutant. Pisent en essayant de casser les morceaux entre les banches. Pisent d'une main puis de l'autre, puis des deux. Jouent avec les cailloux de terre. Enlève son gilet.	Certains montent sur l'échafaudage et participent, suivent le groupe, tassent énergétiquement, prennent une pause, enlèvent leur pull et posent une question et reprennent, certains sifflotent ou chantonnent. D'autres posent des questions et discutent en bas comme sur l'échafaudage pour accompagner les enfants.
	Débriefing	Retours enjoués, questions posées et réflexions collectives notamment sur le devenir de la sculpture.	Retours enjoués (ceux qui ont participé comme les observateurs), questions et réflexions collectives sur des aspects techniques (la pluie, l'isolation, les possibilités qu'ouvre la construction en terre) et la possibilité de revenir voir la sculpture.



# ATELIER FRESQUE DE LA TERRE CRUE

Recherche 5 étudiant·e·s  
en Architecture

HORAIRES	DURÉE
<b>LUNDI 2 MAI</b>	<b>2H</b>
<i>14H OU 18H</i>	LIEU
<b>MERCREDI 4 MAI</b>	<b>OUTREMEUSE</b>
<i>10H30 OU 18H</i>	<b>SITE FONCK</b>

**INSCRIVEZ-VOUS ICI !**

CONTACT  
[anissa.lkhamrichi@student.uliege.be](mailto:anissa.lkhamrichi@student.uliege.be)