



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Terre de Métiers

« Diagnostic de l'offre de formation au regard des compétences requises pour le développement des métiers de la construction en terre crue »

Premier levier des transitions numériques et écologiques, la formation des jeunes et des salariés permet de renforcer le capital humain indispensable au fonctionnement de nos entreprises et au-delà de toute la société. C'est aussi le meilleur moyen pour proposer des emplois durables et de tous niveaux de qualification sur l'ensemble du territoire.

C'est également une des conditions majeures pour la réussite du plan France 2030 : soutenir l'émergence de talents et accélérer l'adaptation des formations aux besoins de compétences des nouvelles filières et des métiers d'avenir. 2,5 milliards d'euros de France 2030 seront mobilisés sur le capital humain pour atteindre cette ambition.

L'appel à manifestation d'intérêt « **Compétences et métiers d'avenir** » s'inscrit dans ce cadre et vise à répondre aux besoins des entreprises en matière de formations et de compétences nouvelles pour les métiers d'avenir.

Dans le cadre de ce dispositif, **la réalisation de diagnostics des besoins en compétences et en formations sont financés et diffusés**

DIAGNOSTIC DE FORMATION

15 mai 2023

Avertissement

Le présent document est issu d'une étude commandée par la Confédération de la construction en terre crue et conduite entre octobre 2022 et mai 2023 par Amnyos. Ses résultats sont destinés à expliciter les besoins de compétences dans chaque phase d'un projet de construction lorsqu'il s'agit de réaliser un ouvrage en terre crue et à dresser un état des lieux des formations répondant à ces besoins, en vue d'alimenter un plan d'actions.

Les analyses présentées n'engagent cependant que les auteurs de l'étude.

Sommaire

1	Introduction et méthodologie de travail.....	5
1.1	L'appel à manifestation « Compétences et métiers d'avenir » de France 2030	5
1.2	La Confédération de la construction en terre crue et son approche de la filière terre crue	5
1.3	Le projet Terres de métiers.....	6
1.4	La méthodologie mise en œuvre	7
1.4.1	Une phase de cadrage qui a permis de préciser le périmètre des investigations	7
1.4.2	Une phase de diagnostic des besoins en compétences et de l'offre de formation	9
1.4.3	Une phase d'élaboration de préconisations	12
2	Résultats du diagnostic réalisé.....	13
2.1	Eléments de cadrage sur la construction terre crue.....	13
2.1.1	Essai de définition et de positionnement de la filière terre crue.....	13
2.1.2	Les enjeux et influences favorables au développement de la filière « terre crue »	18
2.1.3	Le contexte dans lequel évolue la filière	20
2.2	Trajectoires individuelles des professionnels de la terre crue	23
2.2.1	Un public de professionnels marqué par plusieurs caractéristiques spécifiques.....	23
2.2.2	Un public de professionnels issu d'une diversité de formations et d'activités professionnelles et dont les parcours diffèrent.....	25
2.2.3	Une trajectoire des professionnels marquée par la découverte puis l'appréhension du matériau et de sa filière	28
2.2.4	Une structuration de la filière composée d'un noyau de professionnels « convaincus » et, en périphérie, d'un ensemble de professionnels développant le matériau sans s'y spécialiser.....	32
2.3	Diagnostic des besoins en compétences	34
2.3.1	Les métiers concernés par la construction en terre crue.....	34
2.3.2	Les récits des situations critiques analysées dans le cadre de l'étude	35
2.3.3	Analyse ciblée des besoins en compétences observés dans le cadre des travaux	37
2.4	Cartographie et caractéristiques de l'offre de formation.....	72
2.4.1	Approche générale de la formation en terre crue	73
2.4.2	Focus sur l'offre de formation certifiante et diplômante spécifique à la terre crue	75
2.4.3	L'introduction de la terre crue dans des certifications professionnelles de l'éco-construction ...	78
2.4.4	L'introduction de la terre crue dans des certifications professionnelles de l'entretien et de la restauration du patrimoine et du bâti ancien	80
2.4.5	Les difficultés communes aux formations certifiantes identifiées et étudiées	83
2.4.6	Focus sur l'offre de formation non-certifiante spécifique à la terre crue	85
2.4.7	Focus sur l'offre de formation initiale généraliste pouvant proposer des modules de sensibilisation à la terre crue.....	89
2.4.8	Focus sur le process d'acquisition des compétences par les professionnels de la terre crue.....	94
3	Conclusions et préconisations.....	99
3.1	Enseignements du diagnostic et de l'étude comparée.....	99

3.1.1	Des enjeux de diffusion d'une culture partagée de la terre crue auprès des professionnels actuels et futurs professionnels du bâtiment.....	99
3.1.2	Approche par les besoins en compétences.....	100
3.2	Proposition de plan d'actions	107
3.2.1	Axe 1 - Diffuser une culture partagée du matériau terre crue auprès des futurs professionnels du bâtiment	107
3.2.2	Axe 2 - Accompagner le développement des compétences dans les entreprises du bâtiment souhaitant intervenir sur des chantiers de construction en terre crue	109
3.2.3	Axe 3 - Faciliter l'acculturation sur la construction en terre crue des acteurs et futurs professionnels de la conception.....	112
3.2.4	Axe 4 - Faciliter l'émergence de projets terre crue en agissant notamment auprès des prescripteurs et des clients	115
3.2.5	Axe 5 - Faciliter les reconversions des personnes ayant un projet professionnel dans le domaine de la construction terre crue	116
3.3	Observations prospectives sur l'offre de formation à court terme et à l'horizon 2030.....	118
3.3.1	Une filière émergente et diversifiée, dont les données manquent pour appréhender l'état actuel du marché et sa dynamique à court terme.....	118
3.3.2	Estimation du volume de personnes formées actuellement	119
3.3.3	Un diagnostic des besoins de compétences qui pointe vers une mutation des métiers existants à accompagner en formation initiale et continue.....	120
3.3.4	Exemple de bonnes pratiques à l'international	121
3.3.5	L'appareil de formation à la construction en terre crue à l'horizon 2030	121

1 Introduction et méthodologie de travail

1.1 L'appel à manifestation « Compétences et métiers d'avenir » de France 2030

L'appel à manifestation d'intérêt « Compétences et métiers d'avenir » vise à répondre aux besoins des entreprises en matière **de formations et de compétences nouvelles pour les métiers d'avenir**.

Il ambitionne d'**anticiper** autant que possible et de contribuer à satisfaire **les besoins en emplois ou en compétences**, que ceux-ci soient sanctionnés par des titres, des certifications ou des diplômes. Il s'agit aussi d'**accélérer la mise en œuvre des formations** y préparant, ainsi que leur accès en matière d'information, d'attractivité et d'inscription tant en cursus de formation initiale qu'en formation continue, quel que soit le statut de l'actif (apprenti, lycéen, étudiant, salarié, demandeur d'emploi, indépendant, libéral ou entrepreneur). La demande des entreprises porte fréquemment sur le manque de personnel formé et adapté à un marché du travail qui change sans cesse. Au-delà des attentes propres à chacune des entreprises, **les besoins d'un territoire ou de la filière concernés par la stratégie**, s'ils ne sont pas satisfaits, peuvent être sources de faiblesse dans la mise en œuvre de chaque priorité de France 2030.

Les projets soutenus pourront notamment porter sur :

- la réalisation de diagnostics des besoins en compétences et en formations ;
- l'identification des initiatives et projets en rapport avec une stratégie ou plusieurs stratégies nationales ;
- le financement des projets les plus adaptés qui auront été sélectionnés par une procédure exigeante.

1.2 La Confédération de la construction en terre crue et son approche de la filière terre crue

La Confédération de la construction en terre crue rassemble en son sein cinq associations régionales dédiées à la construction en terre crue ou à l'écoconstruction¹, deux associations nationales² ainsi que trois fédérations syndicales³. Elle a été fondée à l'issue de la rédaction commune et de la publication, en 2019, de six guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue, qui « mettent à la disposition des lecteurs du 21^{ème} siècle l'état des connaissances sur les pratiques et les mises en œuvre diverses, reconnues et validées par les praticiens du bâtiment ⁴ ». La vocation de ces guides, « textes de référence reconnus au sein de la profession⁵ », est de diffuser les connaissances relatives à la construction en terre crue auprès des professionnels, qu'ils soient expérimentés ou qu'ils aient besoin de se sensibiliser à ce matériau. Cette démarche a été coordonnée et soutenue par le ministère de la transition écologique via la direction de l'habitat, de l'urbanisme et du paysage (DHUP).

Dans un contexte marqué par la « réglementation environnementale sur les bâtiments neufs contre le changement climatique » (RE 2020) qui promeut la diversité et la mixité des modes constructifs et qui reconnaît le rôle grandissant que les matériaux bio et géo-sourcés sont amenés à jouer, la Confédération de la construction en terre crue fait aujourd'hui le constat que, parmi les matériaux bio et géo-sourcés « *les matériaux en terre crue présentent des intérêts écologiques et indissociablement économiques, à commencer par la décarbonation de la production lorsque celle-ci est intégrée dans une économie en circuit court et reposant sur le réemploi des déblais. Ces intérêts se déclinent également pendant les phases d'exploitation - du fait du confort hygrothermique d'hiver comme d'été et des économies d'énergie que permettent une bonne conception architecturale avec ces*

¹ L'Association Régionale pour la Promotion de l'Eco-construction (ARPE) Normandie, le Collectif des Terreux Armoricaïns (CTA) Bretagne, l'Association Régionale de l'Eco-construction du Sud-Ouest (ARESO) Occitanie, Tera Auvergne-Rhône-Alpes, le Collectif francilien de la terre crue

² AsTerre et Maisons paysannes de France

³ La Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB), l'Union de la Maçonnerie et du Gros Œuvre (UMGO) de la Fédération Française du Bâtiment (FFB), et la Fédération des SCOP du Bâtiment et des Travaux Publics

⁴ Source : préambule des « guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue »

⁵ Source : Réponse de la Confédération de la construction en terre crue à l'appel à manifestation d'intérêts « Compétences et métiers d'avenir »

matériaux, de maintenance et de fin de vie du bâtiment, puisque la terre est recyclable. Depuis plusieurs années et avec la mise en application de la RE2020, on constate ainsi une augmentation significative de la demande en bâtiments intégrant de la terre crue qui, cependant, s'accompagne de commandes infructueuses et de malfaçons. Répondre à cette demande nécessite donc de réorienter dès aujourd'hui des emplois existants, mais aussi de créer une pluralité d'emplois qualifiés dont l'ancrage dans l'économie locale contribue directement à la résilience des territoires. Compte tenu du poids économique de l'industrie du bâtiment en France et du vivier d'emplois que pourrait représenter la filière terre crue dans les années à venir, les enjeux de transmission des savoir-faire et de formation sont de taille ⁶ ».

En effet, les guides des bonnes pratiques et la confédération de la construction en terre crue sont porteurs d'une **approche visant l'obligation de résultat plutôt qu'une obligation de moyens**, la variabilité des terres selon le lieu d'extraction imposant des choix de conception et de mise en œuvre spécifiques pour aboutir au meilleur résultat : plutôt que d'adapter les techniques au projet, construire avec une terre locale impose d'adapter le projet aux ressources du site. Cette approche a un impact sur les besoins en compétences de l'ensemble des acteurs de la filière : *« La variabilité des terres selon le lieu d'extraction impose des choix de conception et de mise en œuvre spécifiques pour aboutir au meilleur résultat. Ainsi, plutôt que d'adapter les techniques au projet, construire avec une terre locale impose d'adapter le projet aux ressources du site. C'est pourquoi l'approche normative des GBP⁷ est basée sur le principe d'une obligation de résultat plutôt que sur celui d'une obligation de moyens. Dans cette approche, les compétences à mettre en œuvre tout au long d'un projet de construction diffèrent de celles habituellement requises pour concevoir et construire avec des matériaux standardisés ; elles sont hautement qualifiées. L'entreprise de construction joue un rôle clef puisqu'elle met en place et valide le mode constructif adapté aux caractéristiques des matières premières les plus proches du site, aux contraintes économiques et environnementales du chantier ainsi qu'au bien-être des compagnons. L'étude et la validation des ouvrages nécessitent donc de créer un nouveau dialogue entre maîtrise d'ouvrage, équipes de maîtrise d'œuvre, bureaux de contrôle et entreprise⁸. »*

Cette approche apparaît dans le préambule des guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue, qui indiquent se vouloir *« être des documents de référence qui permettent aux acteurs de disposer d'un corpus technique favorisant les échanges entre eux et l'assurabilité de leurs réalisations comportant de la terre crue »*

1.3 Le projet Terres de métiers

Le projet Terre de Métiers est notamment issu de l'état des lieux réalisé dans le cadre de l'**atelier « transmission des savoir-faire et formation » porté par la Confédération de la construction en terre crue**. En effet, cette dernière conduit des travaux depuis 2020 visant à avoir une meilleure compréhension des problématiques de la filière conduisant à un manque de compétences et a mis en évidence **le besoin de mieux comprendre la manière dont se structure l'offre de formation sur ce sujet et comment elle permet, ou non, de répondre aux besoins en compétences** indispensables pour permettre le développement de constructions en terre crue.

Plus précisément, cet état des lieux a permis de prendre conscience du manque de visibilité sur l'offre de formation en tant que telle, et de sa disparité en fonction des corps de métiers (avec une offre de formation très faible pour certains d'entre eux : ingénieurs structures, thermiciens, contrôleurs techniques).

Si la Chaire Unesco-Terre témoigne des initiatives pour tenter d'identifier et de communiquer sur les ressources en formation au niveau européen, sous forme d'ateliers et de publications, les besoins identifiés de montée en compétences et de professionnalisation de l'ensemble des corps de métiers se confrontent ainsi à des solutions limitées en matière de formation, à la fois en nombre et par rapport aux publics ciblés, et insuffisamment connues.

C'est dans ce contexte que la Confédération de la construction en terre crue a répondu à l'**AMI « compétences et métiers d'avenir » du plan France 2030**, dont elle a été **lauréate** pour le projet « Terres de métiers », dans lequel s'inscrit le présent diagnostic. Celui-ci a **une visée opérationnelle**, et doit permettre **d'identifier les actions à conduire** pour former les professionnels et permettre leur montée en compétences.

⁶ Source : Réponse de la Confédération de la construction en terre crue à l'appel à manifestation d'intérêts « Compétences et métiers d'avenir »

⁷ Guides des bonnes pratiques

⁸ Source : Réponse de la Confédération de la construction en terre crue à l'appel à manifestation d'intérêts « Compétences et métiers d'avenir »

A ce titre, ce diagnostic doit permettre de répondre à plusieurs objectifs, structurés autour de trois volets :

- Un volet “ Besoins de Compétences ” qui vise à identifier et expliciter les besoins selon une approche qui dépasse une approche par métier, pour s’intéresser avant tout aux compétences et aux savoir-faire spécifiques à la réalisation d’un projet de construction en terre crue, mises en relation avec les situations de travail concernées » en tenant compte des « typologies du marché de l’emploi actuel et futur.
- Un volet “ Offre de Formation et modalités de transmission des savoir-faire ” visant à cartographier l’offre de formation existante pour acquérir ces compétences, l’objectif poursuivi étant de comprendre où et comment les compétences recensées lors du premier volet sont acquises et transmises aujourd’hui. Un état des lieux est proposé concernant les parcours possibles d’acquisition de ces compétences, amenant au niveau de qualification demandé par les entreprises et requis pour répondre au niveau d’exigence qu’implique l’obligation de résultat. Le périmètre des investigations inclut la formation initiale et continue mais aussi les modalités informelles d’apprentissage, les expériences qui précèdent souvent l’entrée en formation professionnalisante : stage en entreprise, chantier école, chantier-participatif (a priori encadré), workshops, et les modes de transmission de savoir et de savoir-faire en situation professionnelle, au sein d’une même entreprise, entre acteurs professionnels d’un même métier ou de métiers différents, autour d’expériences partagées en projet de construction par exemple.
- Un volet “ Plan d’actions ” : A la suite des deux premiers volets, il s’agit de dresser un bilan des écarts éventuels dans l’offre de formation existante pour répondre aux besoins de compétences, afin de formuler un ensemble de propositions permettant à la Confédération de la construction en terre crue d’établir par la suite un plan d’actions, afin de mettre en adéquation les besoins de compétences et l’offre de formation, en mobilisant l’ensemble des ressources et dispositifs existants ou potentiels, au plus près des besoins particuliers de chaque territoire.

1.4 La méthodologie mise en œuvre

En préalable, la conduite de la mission de diagnostic s’est appuyée sur un pilotage régulier assuré par l’équipe de pilotage désignée par Confédération de la construction en terre crue et ses deux coordinateurs.

Le Conseil d’Administration de la Confédération de la construction en terre crue a désigné une équipe de pilotage, composée de 7 membres des différentes associations qui la composent, pour assurer le pilotage et le suivi du diagnostic. Deux coordinateurs ont également été mobilisés pour assurer la coordination et l’animation de ce projet.

En complément, une équipe de Suivi Scientifique et Technique, composée de trois chercheurs en sciences sociales (sociologie du travail, anthropologie des savoirs), a également participé aux différents temps de pilotage en vue d’apporter un regard scientifique aux travaux menés. Des notes ont été réalisées par cette équipe au cours des travaux pour proposer un angle d’analyse complémentaire.

Ainsi, la mission de diagnostic a fait l’objet :

- D’un pilotage mobilisant, pour chaque Comité de pilotage, l’équipe de pilotage et l’équipe de Suivi Scientifique et Technique. Plusieurs Comités de Pilotage ont eu lieu au cours de la mission, aux différentes étapes clefs du diagnostic : début de la mission (septembre), fin de la phase de cadrage (octobre), points d’étapes intermédiaires lors de la phase d’investigation (décembre, janvier, mars), fin de la mission (mai). En particulier, trois journées de travail en commun ont été réalisées, au démarrage, au milieu et à la fin du diagnostic.
- D’un suivi régulier, marqué par plusieurs réunions de suivi (environ une par mois) pour partager sur l’avancement des travaux et assurer le bon déroulement de la mission.

1.4.1 Une phase de cadrage qui a permis de préciser le périmètre des investigations

Une première phase de cadrage a permis d’affiner la compréhension du contexte et des enjeux relatifs au développement de la construction en terre crue et des besoins qui en ressortent.

Elle s'est appuyée dans un premier temps sur le comité de pilotage N°1, en tant que journée de cadrage, lors de laquelle le Cabinet AMNYOS a pu présenter sa méthodologie et l'équipe de pilotage de la Confédération a pu partager ses attentes ainsi que les principaux éléments de contexte et enjeux relatifs au développement de la construction en terre crue.

La Confédération a également partagé une documentation composée de travaux d'étude, de recherche, de documents propres à la Confédération, des guides de bonnes pratiques, etc. afin que le cabinet puisse s'en saisir.

La phase de cadrage a aussi fait l'objet de plusieurs (8) entretiens de cadrage auprès de représentants de différentes structures et fédérations (régionales et nationales) membres de la Confédération Terre Crue (UMGO FFB, CAPEB, Maisons Paysannes de France, AS Terre, Fédération Ecoconstruire) et d'interlocuteurs pouvant apporter un regard éclairé sur la mission.

Ces premiers travaux exploratoires ont permis de mettre en évidence que la filière de la construction terre crue est exigeante à appréhender, en lien avec sa complexité et sa diversité. Cette diversité se caractérise par les acteurs économiques impliqués (différents types d'entreprises), les marchés (publics, privés, clients personnes morales, clients particuliers), la diversité des techniques (porteuses, non porteuses ou décoratives) et matériaux utilisés (pisé, bauge, torchis, techniques non industrialisées,, ...), la diversité des métiers potentiellement concernés et la manière dont ils sont concernés par la terre crue (métiers de la conception, de la maîtrise d'œuvre, du contrôle, de la mise en œuvre, ...).

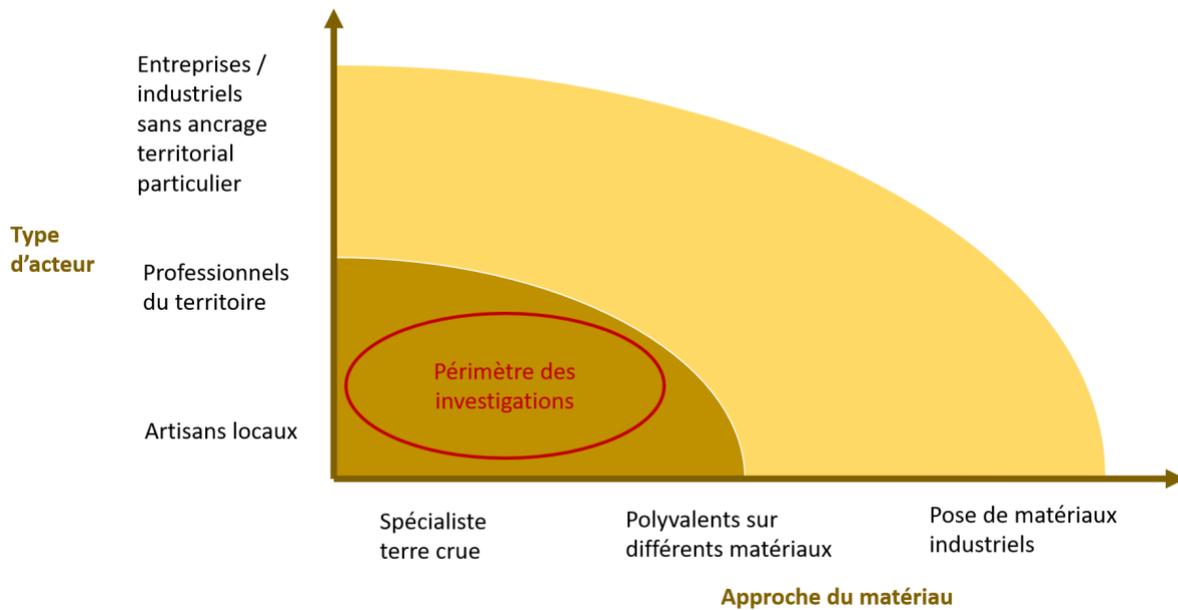
A la lumière de ces premiers enseignements, la phase de cadrage a également permis de préciser le périmètre des investigations, en lien avec le projet porté par la Confédération de la construction en terre crue. En effet, la filière de la construction terre crue se situe parfois aux marges de la construction conventionnelle, et il n'en existe pas de délimitation ni d'état des lieux actualisé. Cette filière est réputée en développement, avec une augmentation du niveau de la demande et du nombre de chantiers, mais reste difficile à appréhender d'un point de vue quantitatif. Cette difficulté est accentuée par la diversité des terres, des techniques employées et des termes utilisées pour les désigner⁹.

La Confédération de la construction en terre crue a ainsi souhaité que les investigations réalisées dans le cadre du projet soient centrées sur des professionnels du bâtiment ancrés sur les territoires, spécialistes de la terre crue ou polyvalents sur différents matériaux, dans la droite ligne du positionnement général qu'elle défend : « *La Confédération de la Construction en Terre Crue (Confédération Terre Crue) fédère les professionnel·le·s travaillant avec la terre crue, c'est-à-dire un matériau naturel issu du sol ou du sous-sol, utilisé cru, pour la construction et la restauration de bâtiments, et dont seule l'argile assure la cohésion. Dans ce cadre, elle considère exclusivement les pratiques de construction utilisant des matériaux et adjuvants d'origine et de composition connue, libres d'utilisation sur le territoire national et qui ne nuisent ni à la durabilité ni à la réversibilité du matériau. La Confédération Terre Crue défend les procédés de construction qui permettent une réduction significative des impacts environnementaux, comparativement aux procédés conventionnels, en limitant considérablement les consommations énergétiques liées au transport des matières ainsi qu'à leur transformation sur site. Dans cette perspective, les pratiques utilisant des terres issues des terrassements - de site ou de proximité - sont considérées comme les solutions ayant une réelle pertinence environnementale¹⁰ »*

Ce positionnement a conduit à exclure du champ de l'analyse les entreprises ou industriels exerçant leur activité sans ancrage territorial particulier et les activités relatives à la pose de matériaux industriels, même s'ils comportent de la terre crue :

⁹ Par exemple : béton de site, béton de terre, terre crue, ...

¹⁰ Transmission des savoir-faire et formation, Confédération de la Construction en Terre Crue, déclaration d'intention, 2 février 2022



1.4.2 Une phase de diagnostic des besoins en compétences et de l'offre de formation

1.4.2.1 Première étape : Investigations ciblées sur 6 études de cas « chantiers » territorialisées

Pour répondre aux attendus du projet, visant à « expliciter les besoins de compétences dans chaque phase d'un projet de construction lorsqu'il s'agit de réaliser un ouvrage en terre crue », la méthodologie a reposé sur l'analyse de situations professionnelles. En effet, les compétences ne sont pas « hors-sol » et ne peuvent de ce fait être identifiées et repérées sans au préalable définir ce que fait la personne dans une situation professionnelle donnée.

Plus précisément, les investigations conduites ont visé à identifier, caractériser et analyser des situations professionnelles lors desquelles les professionnels sont amenés à mobiliser leurs compétences. Ce parti pris a fait ainsi écho à la demande de la Confédération de la construction en terre crue « d'identifier et expliciter les besoins de compétences selon une approche qui dépasse une approche par métier ».

L'approche a notamment reposé sur le repérage, puis la sélection et l'analyse de « situations critiques » sur lesquelles ont porté une partie des investigations. Nous entendons par « situations critiques » toute situation professionnelle déterminante pour le bon déroulement du chantier de construction et qui fait l'objet d'enjeux spécifiques (du fait de dysfonctionnements ou de malfaçons constatés, d'un besoin de compétences spécifiques, d'une nécessité de gestion des interfaces et articulations entre acteurs, etc.). Ces travaux ont permis, pour chacune de ces situations, de décrire les activités et compétences mobilisées par les différents acteurs de la construction en terre crue.

En ce sens, cette approche a impliqué de prioriser et sélectionner les terrains d'investigations et les situations faisant l'objet d'une analyse détaillée plutôt que de se positionner sur un recensement exhaustif de compétences généralistes qui aurait risqué d'aboutir à une analyse et une description partielles des compétences repérées. Ce parti pris a permis ainsi de prioriser les compétences clés nécessaires au bon déroulement d'un chantier de construction en terre crue.

Un des principaux partis pris de la méthodologie a été de structurer les investigations autour de la réalisation de six études de cas « chantier » territorialisées. Cette démarche a reposé sur la volonté d'appréhender de manière articulée sur un système d'acteurs spécifique, les trois volets de l'étude relatifs aux besoins de compétences, à l'offre et aux pratiques de formation, et aux leviers pour agir. Ce parti pris s'est justifié au regard de plusieurs éléments :

- le diagnostic des besoins en compétences, de l'offre et des pratiques d'acquisition de compétences est confronté à une variété de situations liée aux spécificités de l'activité terre crue, qui mobilise entre autres une variété de techniques. La notion de territoire joue ici un rôle considérable puisque les compétences mobilisées sont notamment liées au patrimoine terre crue et à ses caractéristiques, sur chaque territoire. D'autre part, les réponses apportées en termes d'offre de formation sont, elles aussi,

liées à l'écosystème régional, voire infra régional, et notamment aux réseaux d'acteurs impliqués sur les territoires. L'approche a permis de s'appuyer sur cette variété de situations pour réaliser le diagnostic dans une démarche contextualisée.

- au regard de la visée opérationnelle du diagnostic, qui doit conduire à un plan d'actions, l'analyse des besoins en compétences et réponses de formation s'appuie sur des investigations approfondies, permettant d'analyser de manière détaillée les activités jugées à enjeux et qui mobilisent des compétences peu présentes parmi les professionnels à ce jour. A ce titre, les études de cas ont permis de repérer et d'analyser les enjeux prioritaires en matière de besoins de compétences et de formation.

Ces études de chantier territorialisées ont été sélectionnées en lien avec la Confédération de la construction en terre crue lors de la phase de cadrage via une démarche d'échantillonnage basée sur plusieurs critères :

- les techniques employées,
- la localisation géographique,
- le système d'acteurs, l'écosystème territorial, les caractéristiques de l'appareil de formation local,
- les problématiques spécifiques (malfaçons, marchés infructueux),
- le type de marché (marchés publics, marchés accessibles à des TPE, des chantiers participatifs, ...).

Les six études de chantier retenues ont ainsi donné lieu à une variété de configurations, au regard des critères d'échantillonnage :

Objet	Localisation	Technique(s) / Matériaux	Type d'ouvrage	Type de chantier	Type de marché
Chantier de rénovation d'une maison en pisé	Auvergne Rhône Alpes	pisé	Maison individuelle	Rénovation	Privé
Construction d'une école publique	Bretagne	Torchis coffré / Terre allégée	Equipement public	Construction	Public
Construction d'une série de maison	Loire-Atlantique	Bauge, enduits	Logements	Construction	Privé
Construction d'une école publique	Ile de France	Paille avec enduits terre, adobes	Equipement public	Construction	Public
Construction de plusieurs logements	Occitanie	briques de terre crue, ossatures bois béton	Logements	Construction	Public
Restauration d'une petite façade	Grand Est	Torchis	Maison individuelle	Rénovation	Privé

Près d'une quarantaine d'entretiens ont été réalisés lors des investigations portant sur les études de chantier. Le nombre d'entretiens a été variable selon les études de chantier, le parti pris ayant été d'adapter les investigations à l'ampleur et aux spécificités de chaque chantier. Une diversité de catégories d'acteurs a pu être interrogée au cours de cette étape :

- Artisans spécialisés terre crue ;
- Architectes / Maîtres d'œuvre ;
- Maitrise d'ouvrage, commanditaires ;
- Autres corps de métiers ;
- Bureaux d'étude ;
- Contrôleurs techniques ;
- Clients.

1.4.2.2 Deuxième étape : Investigations approfondies sur les situations critiques sélectionnées

Cinq journées d'études régionalisées ont été organisées en lien avec la Confédération de la construction en terre crue afin de mettre en débat le repérage et la description des situations critiques identifiées lors de la première étape et d'engager l'identification des compétences correspondantes à mobiliser par les différents acteurs concernés.

Ces journées d'étude ont mobilisé des acteurs des régions Grand Ouest (Maen Roch, 35), Grand Est (Nancy, 54), Ile-de-France (Paris, 75), Sud-Est (Lyon, 69) et Sud-Ouest (Toulouse, 31). Elles ont rassemblé au total près de 200 professionnels¹¹ de la construction en terre crue représentatifs des différents acteurs impliqués :

- Environ 60 maçons et professionnels de la réalisation
- Environ 60 architectes
- Une dizaine de bureaux d'études techniques
- Une vingtaine d'organismes de formation
- Environ 50 autres acteurs (maîtrise d'ouvrage et assistance à maîtrise d'ouvrage, contrôle technique, personnes en cours de formation, ...)

Il s'est notamment agi d'analyser de manière concertée les difficultés, appréhender les aléas, les interfaces et collaborations nécessaires à la bonne réalisation des ouvrages, repérées par les acteurs locaux, pour en déduire des besoins en compétences et les actions à déployer pour répondre aux besoins territoriaux.

Parallèlement et à l'issue de ces journées d'études régionalisées, des entretiens complémentaires ont été conduits auprès de professionnels de la construction en terre crue afin d'aboutir à une description des situations critiques et de leur contexte d'intervention, des activités et des compétences mobilisées et manquantes, de la nature des difficultés rencontrées, des acteurs impliqués, des leviers d'actions mobilisés et des résultats produits, ...

Afin de mettre en perspective ce travail, une approche comparative a été menée sur l'expérience développée dans deux autres filières de construction utilisant des matériaux bio et géo-sourcé : la filière « paille » et la filière « pierre sèche ». Ce travail s'est appuyé sur des entretiens et une analyse documentaire.

Ces travaux ont notamment abouti à la rédaction de propositions de référentiels de compétences¹². Ces référentiels n'ont pas vocation à remplacer les référentiels métiers existants mais visent à les compléter en fonction des évolutions de compétences observées. A ce stade, leur contenu n'engage que leurs auteurs et non la Confédération de la construction en terre crue.

1.4.2.3 Troisième étape : Analyse de l'offre de formation et des besoins et trajectoires des professionnels de la terre crue

Cette étape de travail a visé à caractériser l'offre de formation à l'échelle nationale et territoriale, à repérer les pratiques et expériences innovantes ou emblématiques en matière d'acquisition et de transmission des savoir-faire, à analyser l'utilité, l'intérêt des formations existantes du point de vue des professionnels formés et à repérer les points d'amélioration. L'objectif final a été de conduire une analyse de l'adéquation de l'offre de formation existante compte tenu des compétences critiques à développer.

Pour ce faire, des entretiens qualitatifs approfondis auprès d'une vingtaine de certificateurs et organismes de formation ont été conduits. Le choix des catégories d'organismes de formation et certificateurs à interroger s'est appuyé sur un premier repérage des acteurs de la formation intervenant sur la terre crue. Il a donné lieu à une pré-catégorisation des acteurs de la formation, selon le degré de spécialisation sur la terre crue (organismes de formation « généralistes » versus spécialisés dans l'éco-construction) et les familles de métiers visés par les formations proposées.

En cohérence avec ce premier repérage, les entretiens ont porté auprès d'organismes de formation et certificateurs ayant des positions différentes selon leur degré de spécialisation et les familles de métiers visées. Les entretiens réalisés ont donc été réalisés auprès de :

- 7 organismes de formation/ certificateurs intervenant sur les métiers de la réalisation (dont près de la moitié étant « spécialisés écoconstruction ») ;
- 6 organismes de formation intervenant sur les métiers de l'architecture (dont 1 « spécialisé écoconstruction ») ;
- 5 organismes de formation intervenant sur les métiers de l'ingénierie ;
- 2 organismes de formation intervenant sur les métiers de la maîtrise d'ouvrage.

¹¹ Estimation prenant appui sur les listes de participants transmises par la Confédération de la construction en terre crue

¹² Ceux-ci figurent dans le présent rapport (paragraphe 2.3 – Diagnostic des besoins en compétences)

En parallèle, deux enquêtes quantitatives en ligne par questionnaire¹³ ont également été réalisées. Les enquêtes visaient deux cibles distinctes :

- La première enquête était à destination de professionnels évoluant actuellement ou ayant évolué à un moment de leur carrière dans la terre crue. La diffusion du questionnaire s'est appuyée sur la base de contacts des professionnels fournie par la Confédération de la terre crue.
- La seconde enquête était à destination des personnes ayant participé à au moins une ou plusieurs formations relatives à la terre crue dans les organismes de formation identifiés au cours des 3 dernières années. Les organismes de formation interrogés lors des entretiens ont joué un rôle de relais pour diffuser cette enquête.

Les deux enquêtes poursuivaient les objectifs suivants :

- Mieux appréhender les trajectoires des professionnels évoluant actuellement ou ayant évolué dans la terre crue ou s'étant formé un moment ou un autre sur la terre crue ;
- Mieux appréhender la manière dont les professionnels évoluant actuellement ou ayant évolué dans la terre crue sont montés en compétences ;
- Identifier quelle est la place actuelle de la formation dans ces parcours et dans quelle mesure cette offre de formation répond aux besoins des professionnels.

L'enquête auprès des professionnels a permis de recueillir 141 réponses exploitables, l'enquête auprès des personnes formées a donné lieu à 49 réponses exploitables. Au regard de la volumétrie du nombre de répondants, variable selon les deux enquêtes, et des modalités de diffusion des enquêtes (qui se sont fortement appuyées sur les relais de la Confédération), des précautions ont été prises lors de l'analyse de ces données concernant la représentativité des résultats.

En s'appuyant sur l'ensemble de ces matériaux, ainsi que sur une recherche ad hoc, l'analyse de l'offre de formation a abouti à la production d'une cartographie de l'offre de formation (en annexe du présent rapport). Cette cartographie vise à recenser, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité, l'offre de formation existante qui intègre, de manière plus ou moins importante, la terre crue.

1.4.3 Une phase d'élaboration de préconisations

Cette phase a visé à identifier les leviers d'action mobilisables pour mettre en cohérence les besoins de compétences et l'offre de formation. Elle a débouché sur l'élaboration de préconisations par le cabinet AMNYOS. Ces préconisations ont ensuite fait l'objet d'un groupe de travail réunissant les représentants de la Confédération de la construction en terre crue membres du Comité de Pilotage de l'étude, les coordonnateurs du projet, deux membres du Comité Scientifique et Technique, ainsi que 8 invités issus du Collectif des Terreux Armoricaïns, de l'École Nationale des Travaux Publics d'Etat (ENTPE) Lyon, de l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de Rennes (IAUR), du Centre d'Etudes et de recherches sur les Qualifications (CEREQ), du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), de l'Association Régionale pour la Promotion de l'Eco-construction (ARPE) Normandie et de Polytech Annecy Chambéry.

¹³ Voir questionnaire en annexe du présent rapport

2 Résultats du diagnostic réalisé

2.1 Éléments de cadrage sur la construction terre crue

Les éléments qui suivent ont pour objet de proposer des points de repère sur la construction en terre crue. Ils sont notamment issus d'une analyse documentaire et permettent d'éclairer le cadre dans lequel le diagnostic a été réalisé. Ils s'appuient notamment sur deux travaux de recherche portant sur la construction en terre crue, qui font référence au sein de la filière mais qui sont aujourd'hui datés et antérieurs à la publication des guides des bonnes pratiques et à la création de la Confédération de la construction en terre crue.

2.1.1 Essai de définition et de positionnement de la filière terre crue

Tenter de définir simplement le secteur de la construction en terre crue s'avère être un exercice relativement complexe. Les différentes approches utilisées pour ce faire s'inscrivent dans un **continuum oscillant entre approche « holistique » et « réductionniste »**.

L'approche holistique est une approche qui « *vise à diminuer l'impact écologique de la construction pour répondre à une urgence écologique et refuse de privilégier un objectif, un critère de performance environnementale, ou un pilier du développement durable. Elle incite à remettre en question une vision de l'homme comme maître et possesseur de la nature et incite à développer une nouvelle éthique [...]. L'approche holistique se caractérise dans chacune des phases du processus de construction ou de réhabilitation »¹⁴ ;*

L'approche réductionniste, elle, « *réduit les enjeux environnementaux à celui de l'énergie et se focalise sur la consommation énergétique lors de l'exploitation des bâtiments, en comptant sur la science et la technique pour résoudre les situations de pénurie énergétique et de dégradation du climat »¹⁵.*

Ainsi, plusieurs essais de définition de la filière co-existent, misant sur des entrées différentes, que ce soit par le matériau en tant que tel, par les activités réalisées sur des constructions mobilisant plus ou moins fortement la terre crue, par l'artisanat ou encore par le prisme du « bâtiment durable ».

Finalement, de forts enjeux de « luttes définitionnelles », pour reprendre les termes de Victor Villain, peuvent être relevés selon les approches privilégiées pour la définition de la filière. Bien que celles-ci soulignent s'intéresser à une filière en (forte) expansion, aucune ne permet de véritablement quantifier le poids de la filière en termes d'entreprises et de salariés.

Ainsi, la présente étude n'a pas pour objet de rendre compte d'une approche quantitative de la filière de la construction en terre crue. La Confédération de la construction en terre crue a en effet souhaité que le diagnostic réalisé adopte une approche qualitative, tant du point de vue de l'analyse documentaire que des investigations réalisées.

2.1.1.1 Un manque de données chiffrées pour décrire la filière de la construction en terre crue

La complexité que revêt l'exercice de définition de la filière « terre crue » provient, en premier lieu, de la **faible envergure de la filière** au regard de son inscription dans le secteur de la construction qui est, lui, très vaste.

Alors que de nombreux éléments laissent à penser que la **filière terre crue serait en développement, l'objectivation du phénomène est rendu particulièrement difficile** au vu de la non-quantification des professionnels qui la composent et des débats relatifs au périmètre de la filière terre crue : « *En raison de la représentation statistique insignifiante de ces professionnels dans l'ensemble du champ de la construction conventionnelle et de la faible codification de leur activité, il n'existe pas de statistiques relatives aux*

¹⁴ **Paul Kalck** (Céreq), « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment. Entre approche holistique et approche réductionniste », *Notes emploi-formation*, n°53, juin 2016, p.28 (document 8).

¹⁵ **Paul Kalck** (Céreq), « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment. Entre approche holistique et approche réductionniste », *Ibid.*, p.28 (document 8).

professionnels de la construction en terre crue »¹⁶.

Quelques essais de quantification et de caractérisation de l'évolution de la filière ont toutefois été entrepris, mais ils sont aujourd'hui très datés : « *Depuis les années 1980, le réseau des professionnels croît. En 1999, Maison Paysanne de France référençait une centaine d'entreprises. Treize ans plus tard, ce tissu compte près de 650 structures, réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain. Il est composé à 46% d'artisans, 16% de maîtres d'œuvre/bureaux d'études, 16% de formateurs/organismes de formation, 5% de structures de sensibilisation, 9% de producteurs, 3% de structures institutionnelles, 3% de revendeurs et 3% de laboratoires de recherche* »¹⁷.

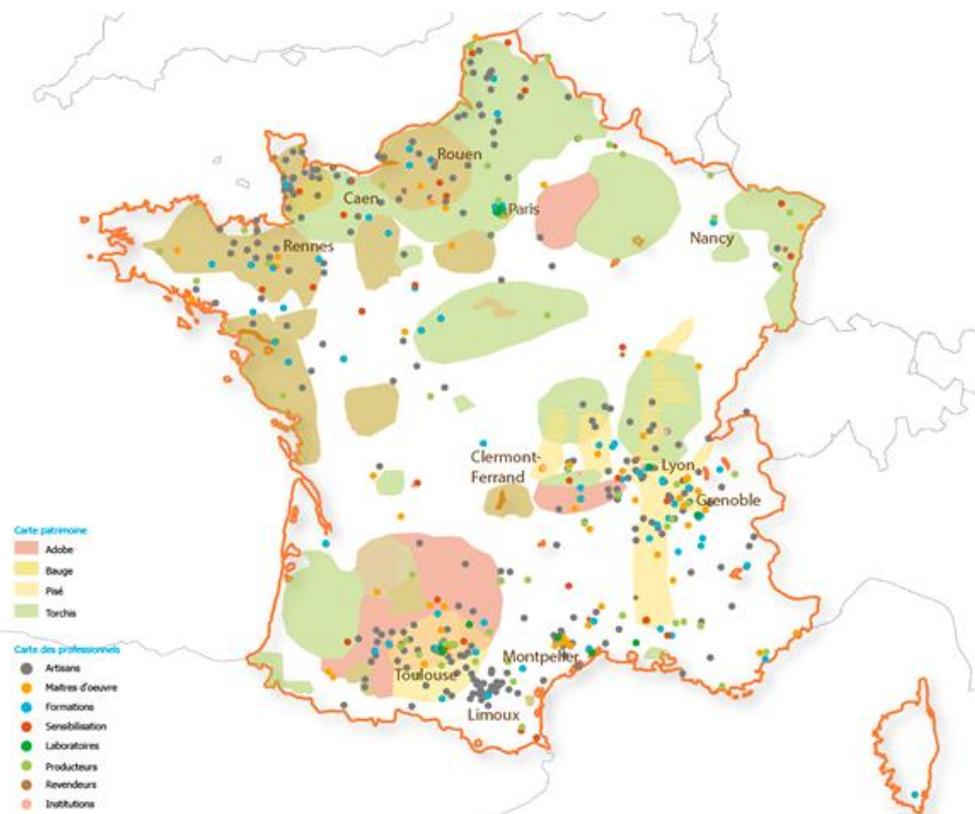
2.1.1.2 La définition par le matériau mobilisé (et sa symbolique)

a) La définition par le matériau sur la base du patrimoine bâti

L'une des premières entrées adoptées pour la définition de la filière terre crue s'articule autour du **matériau**. Cette entrée souligne la place centrale occupée par les références à des procédés constructifs ayant un fort capital symbolique.

L'approche par le matériau conduit également à **distinguer des techniques de mobilisation de la terre crue**, très marquées régionalement :

- La construction en adobe qui se concentre essentiellement dans le quart sud-ouest de la France (autour de Toulouse) ;
- La construction en bauge mobilisée essentiellement sur la façade Atlantique, de l'estuaire de la Garonne à la Normandie en passant par la Bretagne ;
- La construction en pisé dans la région Rhône-Alpes et sur le long de la Vallée du Rhône ;
- La construction en torchis, qui est présente sur une large partie du territoire français, mais se concentre dans sa moitié nord (de l'Alsace à la Normandie en passant par les hauts-de-France).



Source : Elvire Leylavergne, *La filière terre crue en France – Enjeux, freins et perspectives* (2016), p.4.

¹⁶ Victor Villain, *Thèse – Sociologie du champ de la construction en terre crue en France (1970-2020)*, Université de Lyon, 2020, p.178 (document 12).

¹⁷ Elvire Leylavergne, « Mémoire – La filière terre crue en France. Enjeux, freins et perspectives », *Terra Lyon*, 2016, p.3 (document 13).

Cette définition de la filière se confronte à la **faible marchandisation** du matériau et se déporte essentiellement sur son seul **capital symbolique** faisant du matériau un instrument de lutte.

b) Une approche par le matériau qui peut poursuivre un dessein militant et qui favorise une vision artisanale de l'activité

La mobilisation d'une approche par le matériau poursuit également un « **dessein militant** ». En se distinguant des matériaux mobilisés dans les procédés constructifs conventionnels, la construction en terre crue tend à s'identifier comme une filière artisanale dans le champ, plus large, de la construction. Toutefois, la distinction entre la construction artisanale et la construction industrielle entraîne un **phénomène de distinction et de hiérarchisation des procédés constructifs**, y compris parmi ceux qui mobilisent la terre crue : « *Un professionnel d'une entreprise de construction industrielle utilisant des parpaings de ciment, ou même un professionnel d'une entreprise industrielle de construction en terre crue utilisant des produits industrialisés en terre crue, qui construirait un volume élevé d'ouvrages avec une méthode standardisée n'aurait pas la même reconnaissance symbolique qu'un professionnel d'une entreprise artisanale de construction en terre crue utilisant des techniques de construction traditionnelles et construisant relativement peu d'ouvrages [...]. Ainsi, l'adobe et la brique de terre compressée (BTC) se distinguent de la bauge et du pisé du fait qu'il soit plus probable de constituer l'adobe et la BTC comme des produits industrialisés, et de construire selon une modalité qui se rapprocherait le plus d'une construction en parpaing de ciment.* »¹⁸.

Ainsi, le système d'acteurs de la filière terre crue, tel qu'appréhendé au travers de cette phase de cadrage, connaît les oppositions « traditionnelles » (artisanat versus industrie) et les clivages qui s'expriment dans différents domaines :

- nature du matériau : terre crue pure versus terre mélangée à des adjuvants,
- rapport au matériau : recours à la terre éventuellement disponible versus marchandise,
- rapport au bâti : entretien et rénovation Vs construction neuve,
- modalité de mise en œuvre : construction sur place versus « pose » ou application de matériaux préfabriqués,
- échelle de l'activité : niche versus production de masse,
- métier : artisan spécialiste de la terre crue et de la restauration du bâti ancien versus professionnel polyvalent sur les matériaux, voire industriels proposant des matériaux prêts à l'emploi,
- positionnement professionnel : artisan autonome sur des marchés privés versus groupements de professionnels sur des marchés publics ou privés plus complexes,
- rapport au savoir-faire : transmission patrimoniale versus innovation,
- mode d'acquisition des compétences : transmission sur le terrain Vs formation certifiante.

Finalement, la définition de la filière terre crue au prisme du matériau « terre crue » a pour avantage de s'appuyer sur la valeur symbolique et patrimoniale reconnue des procédés constructifs dits « traditionnels ». “

2.1.1.3 La définition par les activités réalisées sur le patrimoine bâti en terre crue

La seconde approche mobilisée pour définir la filière terre crue structure sa démarche autour des **activités réalisées** sur le patrimoine bâti en terre crue. Cette approche fait la part belle aux activités de rénovation, de réhabilitation, de restauration et d'entretien du bâti existant, comme le décrit, dans le cadre de sa thèse, Victor Villain : « *Dans le champ de la construction en terre crue, les professionnels de la construction qui y occupent une position restent préservés de cette dynamique du fait de l'absence de domination d'entreprise industrielle investie dans l'espace social. En raison du patrimoine architectural bâti en terre crue, le champ de la construction en terre crue en France est depuis quatre décennies principalement porté par l'activité d'amélioration-entretien [...] Au sein de l'espace social de la construction en terre crue, la tendance à l'amélioration-entretien favorise et conforte l'activité des professionnels de la construction qui peuvent y consacrer tout ou partie de leur activité du fait de l'existence du patrimoine architectural bâti en terre crue en France* »¹⁹.

Ces activités étant bien souvent exercées par des entreprises de petite taille, artisanales, l'approche par les activités de réalisation de travaux, exprime une opposition entre un modèle séparant la production de matériaux de la mise en œuvre et un modèle dans lequel l'ensemble des activités nécessaires à la réalisation d'un ouvrage sont portées par l'entreprise.

¹⁸ Victor Villain, *Thèse – Sociologie du champ de la construction en terre crue en France (1970-2020)*, *Ibid.*, p. 178 (document 12).

¹⁹ Victor Villain, *Thèse – Sociologie du champ de la construction en terre crue en France (1970-2020)*, *Ibid.*, p. 174 (document 12).

2.1.1.4 Les essais de définition de la filière à partir des professionnels et les besoins d'en élargir le spectre

Elvyre Leylavergne (dans le cadre d'un mémoire) et Victor Villain (dans le cadre d'une thèse) se sont essayés à définir le champ de la construction en terre à partir des professionnels qui le composent. Néanmoins, **tous deux portent leur regard et leurs travaux sur les (seuls) acteurs des activités de réalisation** (maçonnerie et second œuvre), **plaçant ainsi au second-plan les autres acteurs intervenant dans un processus de construction ou de restauration** (de la conception aux missions de contrôle technique du bâtiment).

a) Un champ articulé autour de (très) petites entreprises...

L'approche sociologique des professionnels qui composent le champ de la construction en terre crue amène, indéniablement, à tourner le regard vers des **entreprises de (très) petite taille et, bien souvent, artisanales** : « *Constituant proportionnellement la majeure partie des entreprises de construction en terre crue en France, des professionnels peuvent être en grande partie représentés par un ensemble des très petites entreprises construisant selon un mode artisanal et relativement peu mécanisé. Les milieux professionnel et familial sont parfois entremêlés par le fait que l'entreprise soit située à domicile et/ ou que plusieurs membres d'une même famille (conjoint.e, frère ou enfant) puisse participer au fonctionnement de l'entreprise* »²⁰

Le champ de la construction en terre crue s'est constitué à partir des origines et des trajectoires sociologiques des professionnels, ayant souvent des proches plus ou moins liés à ce matériau et accordant une importance à la symbolique de l'activité exercée (plus qu'à sa dimension économique) : « *Les origines sociales des professionnels avant-gardistes ont pu participer à une incorporation aux matériaux premiers et biosourcés comme à une incorporation à privilégier la dimension symbolique plutôt que la dimension économique de l'activité professionnelle. En effet, les professions des parents des professionnels sont régulièrement proches ou directement liés aux matériaux premiers et biosourcés (géologue, ingénieur agronome, vigneron, scieur, agriculteur, maçon, etc.) et enclin à privilégier la dimension symbolique de l'activité professionnelle (milieu médico-social ou milieu de l'enseignement, etc.)* »²¹.

Le lieu de résidence est également une variable de poids dans la distinction des professionnels appartenant au champ de la construction en terre crue, très souvent implantés dans des régions accueillant un patrimoine en terre important et historique : « *Les origines géographiques montrent une faible proportion de franciliens et une part significative de professionnels exerçant leur activité dans la région où ils sont nés, où le patrimoine architectural bâti en terre crue existe dans des proportions et des modalités variables* »²².

b) ... parmi lesquelles les maçons sont surreprésentés

L'identité artisanale du champ de la construction en terre crue découle notamment du fait que, parmi les acteurs qui le composent 'Quoi qu'il en soit, le champ de la construction en terre crue se caractérise par une **quasi-exclusivité d'entreprises de petite taille** (TPE) et, sur l'activité de réalisation, par une **identité artisanale très forte et revendiquée** qui attire des profils « émergents », des jeunes et des femmes. « *L'artisanat représente la principale force d'action de la filière. La dimension novatrice de la terre crue dans le bâtiment contemporain et l'approche matériau sain, attirent de plus en plus de jeunes professionnels dont une part se féminise. Ils renforcent un tissu d'acteurs aux compétences reconnues et engagés depuis longtemps dans la valorisation du patrimoine par le maintien des savoir-faire et/ou l'usage de ressources à faible énergie grise pour l'habitat bioclimatique* »²³

²⁰ Victor Villain, *Thèse – Sociologie du champ de la construction en terre crue en France (1970-2020)*, Ibid., p. 180 (document 12).

²¹ Victor Villain, *Thèse – Sociologie du champ de la construction en terre crue en France (1970-2020)*, Ibid., p. 180 (document 12).

²² Victor Villain, *Thèse – Sociologie du champ de la construction en terre crue en France (1970-2020)*, Ibid., p. 180 (document 12).

²³ Elvyre Leylavergne, *Mémoire – La filière terre crue en France. Enjeux, freins et perspectives*, Op cit., p.22 (document 15).

c) Panorama des acteurs de la filière « terre crue »

Dans le cadre de son mémoire, Elvyre Leylavergne établit un répertoire des acteurs susceptibles d'intervenir sur un projet de construction ou de restauration en terre crue. Elle dénombre ainsi huit catégories d'acteurs constitutifs de la filière « terre crue »²⁴ :

- Les artisans représentent « **la principale force d'action de la filière** » et leurs métiers (en rapport avec la terre crue) attireraient **toujours plus de jeunes professionnels** et de **femmes**. Parmi les artisans présents dans la filière, la majeure partie d'entre eux sont des maçons (environ 80%) travaillant au sein de petites structures et maîtrisant plusieurs techniques de mise en œuvre de la terre crue (et très rares sont ceux qui les maîtrisent toutes). Parmi les autres artisans (20% qui ne sont pas maçons), l'essentiel travaille dans le second œuvre.
- Les **maîtres d'œuvre** constituent une **force de prescription** essentielle de la filière. Les architectes et bureaux d'études techniques mobilisant le matériau « terre crue » le font notamment **en raison des caractéristiques qui lui sont inhérentes** (qualités esthétiques, comportement hygrométrique, inertie thermique).
- Les **organismes de formation et les formateurs** constituent un **groupe très composite**. Institutionnels, associatifs ou organismes certifiés, ils peuvent être acteurs de la formation initiale et continue (écoles d'ingénierie, écoles d'architecture, IUT, Greta, Afpa, centres de formation spécialisés dans le développement durable, etc.), ou des acteurs de la « formation plus technique » (bureaux d'études, producteurs ou revendeurs de matériaux, artisans, etc.).
- Les **laboratoires de recherche**, au nombre d'une quinzaine, analysent et étudient, pour certains, la terre crue en vue de documenter et démontrer sa contribution à l'écoconstruction, à la transition écologique ou encore à l'habitat durable. D'autres étudient la terre crue par le prisme de l'histoire, du patrimoine et des cultures.
- Les **producteurs** (artisanaux ou semi-industriels), dans le spectre de la filière « terre crue », sont essentiellement, des **briquetiers**, producteurs de briques de terre compressées et/ou extrudées, ou des **producteurs d'enduits, de torchis ou de bauge**. Les producteurs précités ne sont pas toujours originaires de la filière, plusieurs y sont venus pour se positionner dans l'économie émergente de la revalorisation des déchets ou pour se dissocier d'une production de matériaux conventionnels plus consommatrice en énergie grise. En arrivant dans la filière, ces producteurs y introduisent également leurs connaissances et leurs compétences industrielles ainsi que des moyens scientifiques et financiers.
- Les **revendeurs** sont présents dans les **points de vente de matériaux constructifs** (écologiques). Au sein de la filière, ils occupent une position charnière en étant source d'informations vis-à-vis des produits proposés à la vente, en devenant acteurs de la sensibilisation des professionnels et particuliers sur les matériaux bio et géosourcés.
- Les « **structures de sensibilisation** », structures associatives ou institutionnelles (Parcs Naturels Régionaux, Conseils d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement, Cité des sciences, etc.), assurent un rôle essentiel dans la **vulgarisation des savoirs** relatifs à la construction en terre et se font le **relai des demandes sociales** en termes de formation (économique, historique, culturelle).
- Les **réseaux professionnels**, qu'ils soient tissés au niveau national ou de manière régionale, poursuivent cinq objectifs :
 - Réunir les professionnels et les partenaires impliqués dans la construction en terre crue,
 - Faciliter les échanges interprofessionnels,
 - Favoriser la transmission des savoirs, savoir-faire, et promouvoir les offres de formation,
 - Concourir au développement des études sur les différentes techniques de mise en œuvre de la terre crue,
 - Promouvoir des professionnels et leurs techniques.

2.1.1.5 Les revendications sociales et culturelles de la construction en terre crue

La construction en terre crue se distingue par une démarche sociale et culturelle marquée. En ce sens l'AsTerre identifie plusieurs partis-pris dans la construction en terre crue qui sous-tendent l'identité artisanale de la filière²⁵ :

- **Construire un projet depuis la ressource** : dans une logique territoriale et de circuit court, la construction en terre crue s'appuie sur un travail de proximité et tient compte du territoire, de ses besoins et de ses dynamiques

²⁴ Elvyre Leylavergne, *Mémoire – La filière terre crue en France. Enjeux, freins et perspectives, Op cit.*, pp. 22-23 (document 12).

²⁵ AsTerre, (Document 1).

- **(Mieux) prendre en compte l'humain dans son environnement bâti** : la construction en terre crue intègre des considérations sociétales élargies dans sa réflexion (santé, bien-être, etc.),
- **Renouer avec une approche artisanale et participative de la construction** : la démarche artisanale fait écho à la recherche de réponses au cas par cas quand la démarche participative tend à (mieux) impliquer les utilisateurs dans le processus de construction (besoins, considérations architecturales, valeur d'usage).

Ces constats invitent à se questionner, dans la perspective du diagnostic objet de la présente étude, sur différents points. En effet, la construction en terre crue :

- ce sont différentes techniques dont l'usage est marqué régionalement : il est par conséquent essentiel de distinguer les compétences qui pourraient être communes aux différentes techniques de construction en terre crue des compétences spécifiques à une technique, et de prendre en compte la dimension régionale dans les réflexions à conduire autour de l'offre de formation ;
- s'appuie sur un matériau dont la marchandisation est rare et dont les caractéristiques varient d'un site à l'autre : contrairement à d'autres matériaux de construction, l'utilisation de terre crue en construction nécessite la mobilisation de compétences permettant de localiser et de caractériser le matériau ;
- est portée par une filière qui, en mettant en exergue son approche artisanale, valorise les modes de réalisation en faveur d'un basculement de la valeur vers l'entreprise qui réalise les travaux et non vers le producteur de matériaux. Cela sous-entend, pour les professionnels, la nécessaire mobilisation de savoir-faire techniques avancés, pour appréhender un matériau non standardisé avec des méthodes de mise en œuvre à ajuster à chaque projet ;
- est portée par une demande de restauration du patrimoine bâti : les compétences à développer et les formations à déployer doivent donc couvrir ce champ, qui nécessite une capacité à appréhender ce patrimoine au travers de son histoire mais aussi de sa typologie, de ses caractéristiques et désordres spécifiques, qui vont au-delà des seules techniques de construction en terre crue ;
- ce sont de nombreuses entreprises de très petite taille : l'approche des métiers et des compétences doit s'effectuer en tenant compte de ce constat, dans une appréhension large du niveau d'autonomie requis pour les professionnels ;
- c'est une diversité d'acteurs, notamment dans le champ de la formation, avec des transmissions de savoir-faire qui sont portées par les acteurs « traditionnels » du monde de la formation mais aussi par les professionnels eux-mêmes : artisans, bureaux d'études, ... Les compétences à développer doivent tenir compte de ces caractéristiques. Ainsi, pour accompagner le déploiement de la filière, être en capacité de transmettre des savoir-faire, notamment en situation professionnelle, est essentiel ;
- se caractérise notamment par des revendications sociales et culturelles : il s'agit de rendre visible la part prise par ces revendications, tant dans les compétences exprimées par les acteurs de la filière que dans l'offre de formation. En effet, au-delà des savoir-faire techniques, c'est aussi une culture professionnelle que la Confédération de la construction en terre crue entend diffuser et promouvoir.

2.1.2 Les enjeux et influences favorables au développement de la filière « terre crue »

2.1.2.1 Une réglementation écologique et environnementale propice au développement de la filière

La réglementation environnementale en vigueur pour la construction neuve (appelée « RE 2020 ») affiche trois objectifs principaux aux secteurs de la construction et des travaux publics :

- **Donner priorité à la sobriété énergétique du secteur du bâtiment** : « *Dans la lignée des réglementations précédentes, il s'agit de poursuivre la baisse des consommations des bâtiments neufs [...]* »²⁶.
- **Diminuer l'impact carbone de la construction des bâtiments** : « *il s'agit de diminuer l'impact sur le climat des bâtiments neufs, en prenant en compte l'ensemble des émissions du bâtiment sur son cycle de vie, dès la construction [...]. Cela induira notamment un recours plus fréquent au bois et aux matériaux biosourcés* »²⁷.
- **Garantir le confort d'été d'un bâtiment, en situation courante ou caniculaire** : « *le Gouvernement souhaite assurer que les bâtiments de demain seront adaptés au changement climatique et seront confortables lors des vagues de chaleur* »²⁸.

²⁶ Ministère de la transition écologique, RE 2020. Ecoconstruire pour le confort de tous, février 2021, p. 6 (Document 16).

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid.

A la réglementation en vigueur et aux différents labels environnementaux existants²⁹, pourrait s'ajouter un **label d'Etat** « [qui] sera mis en place postérieurement à la RE 2020. Il permettra à ceux qui le souhaitent, maîtres d'ouvrage publics ou privés, d'aller plus loin dans l'exigence environnementale et de préfigurer les bâtiments de l'après-demain [...]. Il pourra valoriser et récompenser les bâtiments qui atteindront les exigences des étapes suivantes de la RE 2020, c'est-à-dire ceux qui prennent de l'avance sur la réglementation »³⁰.

2.1.2.2 Le recours croissant aux écomatériaux

Parce que le secteur de la construction constitue l'un des principaux consommateurs d'énergie et l'un des principaux émetteurs de gaz à effet de serre, de nombreux efforts sont à consentir dans ce secteur.

« *Crédités d'environ 43 % de l'énergie finale consommée à l'échelon national et 23% de l'émission de gaz à effet de serre, les bâtiments ont été considérés comme le principal gisement d'économies d'énergie immédiatement exploitable [...]. À terme, l'objectif est celui de l'autosuffisance énergétique des bâtiments voire la production de gains énergétiques : bâtiments passifs ou à énergie positive* »³¹.

Cette transition dispose de d'autant plus de légitimité d'un point de vue politique, qu'elle s'accompagne de perspectives positives en matière de création de valeur : « *Le marché de l'amélioration énergétique des bâtiments est jugé très important et créateur d'emplois dans le secteur du BTP. Il permettrait ainsi de renouer avec la croissance économique tout en apportant une contribution substantielle à la lutte contre le réchauffement climatique, bref une « croissance verte »* »³².

Or, pour accompagner la transition vers un secteur plus « vert », les matériaux biosourcés et géosourcés ont une place à occuper, place à laquelle prétend aussi la construction en terre crue

En outre, en termes de **démarche économique circulaire**, les procédés constructifs en terre crue peuvent permettre également la valorisation et le **réemploi de terres d'excavation**³³, dans la mesure où ces terres tendent à sortir du statut de déchets³⁴. **Plusieurs projets économiques et/ou industriels ont ainsi vu le jour** ces dernières années, en complément des pratiques traditionnelles de réemploi, afin de réutiliser et de revaloriser les terres excavées non-polluées issues de chantiers de construction. Les opportunités restent relativement importantes au regard des quinze millions de tonnes de terres excavées, *produites* chaque année sur la seule région d'Ile-de-France, et des cinq-cents-millions envisagées dans le cadre des chantiers du Grand-Paris³⁵.

2.1.2.3 Composer avec les attentes sociétales à l'égard de l'habitat

a) La conservation et l'entretien du patrimoine bâti, vivier d'activité et de connaissances majeur pour la filière

Présentes parmi de nombreux paysages architecturaux de France, les constructions en terre crue constituent un **vivier d'activité important** en termes de réhabilitation ou d'entretien.

En ce qui concerne les activités de réhabilitation, la demande semble connue et identifiée même si elle peine parfois à trouver son offre : « *Par rapport au besoin du marché de la construction et de la réhabilitation du patrimoine, ces architectes attirent l'attention sur le manque de professionnels compétents au niveau de la mise en œuvre, de la conception, de la programmation... Dans le domaine de la réhabilitation, la plupart des entreprises n'ont pas les savoirs, ni les savoir-faire requis pour intervenir sur le patrimoine sans le dévaloriser. Les entreprises reconnues sont souvent surchargées, petites et n'interviennent pas nécessairement en marchés publics* »³⁶

b) La recherche d'un habitat plus ancré dans une démarche de développement durable

La quête sociétale d'habitats durables s'inscrit dans une **perspective plus large de respect de l'environnement** : « *Ceux qui invoquent une urgence écologique ne sont pas uniquement préoccupés de réduire l'impact*

²⁹ Hubert AMARILLO, Le secteur du bâtiment durable : vers de nouveaux rapports entre acteurs de l'acte de construire, 2013 (Document 14)

³⁰ **Ministère de la transition écologique**, RE 2020. *Ecoconstruire pour le confort de tous*, février 2021, pp. 7 et 16 (Document 16).

³¹ **Paul Kalck** (Céreq), « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment. Entre approche holistique et approche réductionniste », *Ibid.*, p.18 (document 8).

³² **Paul Kalck** (Céreq), « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment. Entre approche holistique et approche réductionniste », *Ibid.*, pp.18-19 (document 8).

³³ **Cerema**, *Réemploi et valorisation des terres excavées. Enjeux et réponses du Cerema*, octobre 2021 (document 19).

³⁴ **CAC Expert**, *Terres excavées et sédiments : quelles sont les conditions de sortie du statut de déchets ? 2021* ([en ligne](#)).

³⁵ **Institut national de l'économie circulaire**, *Emergence d'une filière terre crue en Ile-de-France* ([en ligne](#)).

³⁶ **Elvire Leylavergne**, *Mémoire – La filière terre crue en France. Enjeux, freins et perspectives*, *Op cit.*, p.22 (document 15).

environnemental de la construction. Ils sont en recherche d'un modèle de société plus « durable » et plus « équitable ». Ils étendent parfois leur vision critique à d'autres époques de construction pour mieux expliquer la nécessité de changer la société »³⁷.

En réponse à cette attente sociétale, les **matériaux biosourcés et géosourcés peuvent revendiquer une place de premier ordre dans le processus de transition des matériaux et des procédés constructifs** : « *Plutôt que de construire des bâtiments avec des matériaux aux qualités thermiques médiocres qui obligent ensuite à rapporter des accessoires d'isolation et à installer des équipements de chauffage-ventilation-climatisation, les partisans de l'urgence écologique prônent l'utilisation de matériaux « premiers » ou « biosourcés », ayant de bonnes qualités thermiques, nécessitant peu d'énergie pour leur élaboration et leur transport, présentant des possibilités de régénération (matériau renouvelable), se prêtant aisément au démontage et à la réutilisation »³⁸*

La construction en terre crue se situe donc dans un contexte plutôt favorable à son développement, avec :

- *une réglementation écologique et environnementale dont les impacts sur le secteur de la construction vont progressivement se renforcer et qui plaide en faveur d'un recours plus volontariste à des matériaux bio et géosourcés,*
- *un rôle incitatif joué par la commande publique, des projets allant dans le sens d'une facilitation de l'utilisation de la terre en construction, ou encore une attention particulière portée au patrimoine bâti...*

Cependant, il est encore difficile de mesurer à quel horizon temporel ces facteurs vont produire leurs effets sur la demande du marché, quels peuvent être leurs impacts quantitatifs et quelle est la part du marché de la construction en terre crue qui va porter sur des matériaux non industrialisés.

Il est donc essentiel de tenir compte de ces incertitudes dans les préconisations qui seront issues de ce diagnostic.

2.1.3 Le contexte dans lequel évolue la filière

a) Vers un basculement des considérations économiques favorables à la terre crue

A l'heure actuelle, les atouts économiques et financiers demeurent du côté des procédés de constructions conventionnelles. Cependant, les récentes évolutions à la **hausse des coûts de l'énergie remettent en cause l'intérêt économique de tels procédés**. Cette question de la hausse des coûts de l'énergie est rendue visible aujourd'hui mais est anticipée depuis plusieurs années : « *L'augmentation du coût des ressources d'énergies fossiles est invoquée pour attirer l'attention sur l'impasse financière qui se profile pour les maîtres d'ouvrages (bailleurs sociaux, bailleurs privés, propriétaires), les exploitants de bâtiments, résidentiels ou non, et les particuliers : coût croissant d'exploitation des bâtiments, augmentation des charges pesant sur les particuliers entraînant multiplication des factures impayées et dévalorisation des biens immobiliers thermiquement peu performants »³⁹.*

Jouissant d'ores et déjà d'un capital symbolique important, la construction en terre crue pourrait ainsi devenir plus concurrentielle, à l'instar d'autres écomatériaux, si l'on considère le coût global d'un projet de construction, en intégrant notamment les coûts de fonctionnement et d'entretien du bâtiment : « *Face à un prix de l'énergie qui ne tient pas compte des coûts cachés liés à l'impact sur l'environnement et qui fluctue au gré de stratégies géopolitiques, les partisans de l'urgence énergétique regrettent que les variations de prix des énergies n'envoient pas aux consommateurs des signaux plus clairs de la nécessité d'anticiper l'augmentation de leurs coûts »⁴⁰*

En effet, outre le faible impact carbone du matériau, la construction en terre crue est également moins consommatrice d'énergie dans le cadre de la vie quotidienne de ses habitants et usagers, du fait de ses capacités d'inertie thermique et propriétés hygrométriques : « *Les architectes et bureaux d'études qui adoptent la terre crue dans leurs projets sont généralement engagés dans une logique d'habitat écoresponsable, et/ou de revalorisation du patrimoine. Ils mobilisent ce matériau pour ses caractéristiques hygrothermiques, esthétiques*

³⁷ **Paul Kalck** (Céreq), « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment. Entre approche holistique et approche réductionniste », *Op cit.*, pp. 14 (document 8).

³⁸ **Paul Kalck** (Céreq), « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment. Entre approche holistique et approche réductionniste », *Ibid.*, pp. 11-12 (document 8).

³⁹ **Paul Kalck** (Céreq), « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment. Entre approche holistique et approche réductionniste », *Op cit.*, p. 16 (document 8).

⁴⁰ **Paul Kalck** (Céreq), « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment. Entre approche holistique et approche réductionniste », *Op cit.*, p. 16 (document 8).

et économiques, peu gourmand en énergie grise et porteur d'une réhabilitation culturelle et sociale des savoir-faire »⁴¹.

Finalement, la construction en terre crue pourrait voir se **réduire les écarts économiques et financiers** observés avec la construction conventionnelle dans les prochaines années en ayant, pour elle, des avantages écologiques spécifiques et reconnus par plusieurs des acteurs de la filière, y compris par ceux capables d'impulser les projets.

b) Une réflexion en cours qui pourrait déboucher, à terme, sur l'élaboration de règles professionnelles

L'élaboration des guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue constitue une première étape en matière de normalisation. Ces six guides de bonnes pratiques portent chacun sur une technique associée à la construction terre crue : les torchis, les briques de terre crue, le pisé, la bauge, la terre allégée les enduits en terre. Ils ont été élaborés sous la direction d'un collectif⁴² réunissant les professionnels concernés par l'usage de ce matériau en construction. Le choix a été fait par leurs rédacteurs de « privilégier l'approche performancielle, qui consiste à définir les contraintes auxquelles est soumis l'élément d'ouvrage particulier, puis à concevoir et réaliser celui-ci en fonction ». Leur caractère normatif vient notamment de ce qu'« un guide des bonnes pratiques détermine les performances que doit atteindre un ouvrage contenant de la terre crue et constitue de ce fait une référence pour rédiger un cahier de clauses techniques générales applicables contractuellement⁴³ ».

Cependant, la construction en terre crue reste encore aujourd'hui du domaine des techniques dites « non courantes⁴⁴ », ce qui peut représenter un frein en termes d'assurabilité des ouvrages.

A ce jour, le **processus de normalisation, le terme de normalisation étant ici pris au sens large, des procédés constructifs mobilisant des matériaux biosourcés et/ou géosourcés** semble cependant initié : « *Les matériaux biosourcés et géosourcés disposent de normes (bois, ouate de cellulose...), avis techniques et ATEx (lin, textile recyclé, terre crue, pierre sèche...), documents techniques unifiés (DTU – Bois...) et règles professionnelles (paille, chanvre...).* Ces documents techniques garantissent l'assurabilité des bâtiments dans lesquels ils sont mis en œuvre »⁴⁵. **La construction en terre crue pourrait suivre cette voie très prochainement.**

Ainsi, le **projet national terre** (PNTerre), qui a pour objectif de « permettre à nouveau le déploiement, à grande échelle, de la construction en terre crue⁴⁶, mène des actions de recherche autour de neuf thématiques :

- Comportement mécanique des ouvrages en terre crue ;
- Confort et efficacité énergétique des bâtiments en terre crue ;
- Durabilité des constructions en terre crue selon le procédé adopté ;
- Réalisation d'essais in situ pour le contrôle de la qualité de la production d'éléments d'ouvrages ;
- Impacts environnementaux des ouvrages en terre crue ;
- Etude des réglementations et normes internationales existantes ;
- Sécurité incendie et réaction et résistance au feu de la terre crue ;
- Socioculture de la terre crue.

Ces actions visent à améliorer et consolider les connaissances scientifiques et techniques sur le matériau, pour créer des conditions plus favorables à une utilisation normalisée dans le cadre de projets de construction.

⁴¹ **Elvire Leylavergne**, *Mémoire – La filière terre crue en France. Enjeux, freins et perspectives*, *Op cit.*, p.22 (document 15).

⁴² Pour rappel : ARESO, ARPE, ASTERRE, ATOUTERRE, CAPEB, Collectif des terreux armoricains, FFB, Fédération des SCOP du BTP, Maisons Paysannes de France, réseau ECOBATIR, TERA

⁴³ Avant-propos des guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue

⁴⁴ Sont généralement considérées comme techniques courantes les travaux décrits par les normes DTU, les travaux relevant de Recommandations professionnelles RAGE, les travaux relevant de Règles Professionnelles acceptées par la Commission Prévention Produits (C2P), les procédés visés par un Avis Technique (ATec) ou un Document Technique d'Application (DTA) qui ne font pas l'objet d'une mise en observation par la C2P, les procédés visés par une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEx) favorable, les procédés visés par un Pass'Innovation (PI) Vert. Par opposition, les techniques non courantes regroupent les travaux non décrits par des textes consensuels, les travaux relevant de Règles Professionnelles non examinées ou non acceptées par la C2P, les procédés visés par un ATec ou DTA dont la famille d'appartenance fait l'objet d'une mise en observation par la C2P, des procédés visés par une ATEx réservée ou défavorable, les procédés visés par un Pass'Innovation orange ou rouge, les procédés visés par une Enquête de Technique Nouvelle (ETN), ou encore les procédés visés par une Evaluation Technique Européenne (ETE)/Agrément Technique Européen (ATE) non validé par un DTA. (source : <https://evaluation.cstb.fr/fr/vous-accompagner/evaluation/assurance/>)

⁴⁵ **Ministère de la transition écologique et Ministère de la cohésion des territoires et des relations aux collectivités territoriales**, *Op cit.*, p. 2 (document 17).

⁴⁶ **PNTerre**, *Actions de recherche* ([en ligne](#)).

Les travaux conduits dans le cadre de cette étude se situent donc à une étape charnière pour la construction en terre crue, de deux points de vue.

Tout d'abord, la réflexion permettant de valoriser les atouts économiques et financiers de la construction en terre crue, en considérant le coût global d'un projet de construction, n'est pas encore mature chez les prescripteurs. Beaucoup reste donc à faire en matière de sensibilisation des acteurs de la construction.

Ensuite, les difficultés liées au statut « non courant » des techniques de construction en terre crue pour l'Agence Qualité Construction sont à l'origine de situations professionnelles et de besoins en compétences dont il faudra tenir compte dans le cadre de la présente étude. Or, les travaux en cours au sein du Projet National terre pourraient conduire à terme à ce que l'Agence Qualité Construction reconnaisse les techniques de construction en terre crue comme des techniques courantes.

Certaines des situations professionnelles et certains besoins en compétences observés pourraient donc être provisoires.

2.2 Trajectoires individuelles des professionnels de la terre crue

La présente partie s'appuie sur les différentes investigations menées tout au long de l'étude. Plus précisément, les résultats présentés sont issus d'entretiens réalisés auprès de professionnels intervenant sur la terre crue rencontrés dans le cadre des études de chantier, des témoignages des personnes présentes lors des journées d'études régionalisées, des retours des organismes de formation rencontrés, et des enquêtes par questionnaire réalisées.

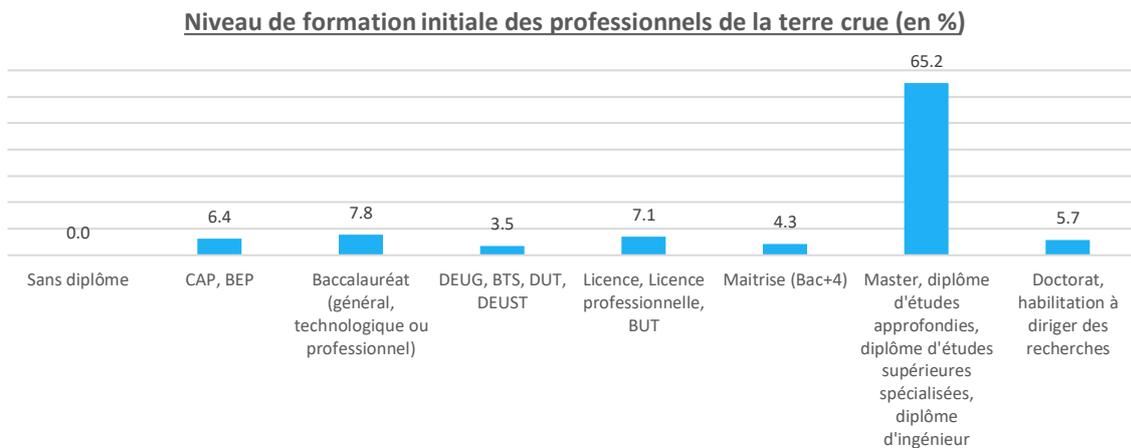
Quelques biais quant à la potentielle représentativité des profils et parcours des personnes rencontrées existent : le parti pris de focaliser l'étude sur des professionnels ancrés sur les territoires, spécialistes de la terre crue ou polyvalents sur différents matériaux, en excluant le recours à des matériaux industriels a conduit à porter le regard non pas sur l'ensemble des acteurs intervenant sur la filière, mais davantage sur une partie plus restreinte du champ. Qui plus est, le repérage et la rencontre des professionnels et organismes de formation s'est fortement appuyée sur le réseau de la Confédération de la construction en terre crue (notamment dans le cadre des enquêtes par questionnaire, diffusées auprès de contacts pré-identifiés par la Confédération en ce qui concerne l'enquête « professionnels », et par le biais d'organismes de formation pour l'enquête « personnes formées »).

L'analyse des trajectoires individuelles des professionnels de la terre crue porte donc sur une partie des acteurs de la filière et ne vise pas à représenter l'ensemble des professionnels pouvant mobiliser la terre crue. Malgré tout, l'ensemble des investigations réalisées tendent vers une convergence des résultats présentés dans cette partie, et conduisent à identifier plusieurs spécificités quant au profil et aux trajectoires d'une partie des professionnels de la terre crue et à mettre en évidence quelques nuances dans leur positionnement.

2.2.1 Un public de professionnels marqué par plusieurs caractéristiques spécifiques

Les différentes investigations réalisées, tant qualitatives que quantitatives⁴⁷, convergent vers des résultats témoignant d'une **spécificité des caractéristiques des professionnels intervenant dans la filière de la terre crue**. Celles-ci sont en grande partie liées aux parcours, parfois atypiques, des professionnels œuvrant dans la filière, et aux spécificités de la filière en tant que telle.

Les professionnels intervenant dans la filière ont, dans l'ensemble, un niveau de formation élevé, qu'il s'agisse des métiers de la conception, de la maîtrise d'ouvrage, de l'ingénierie (bureaux d'étude, de contrôle) que des métiers de la réalisation. L'enquête réalisée auprès des professionnels confirme ce constat, avec 71% des répondants, ayant un niveau de diplôme équivalent ou supérieur au niveau 7 (master ou plus) :



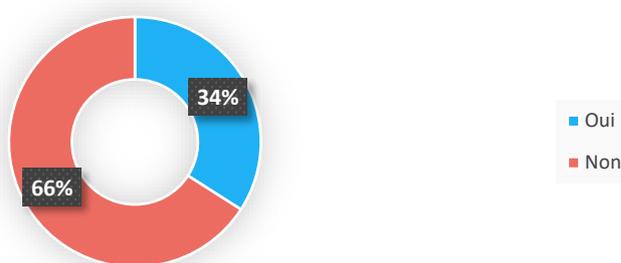
Source : Enquête Amnyos auprès des professionnels (Base complète : 141 répondants).

⁴⁷ Enquête en ligne par questionnaire auprès des professionnels de la construction en terre crue, entretiens qualitatifs, témoignages apportés lors des journées d'études régionalisées organisées dans le cadre de l'étude

Quel que soit le type de métier exercé, **environ la moitié des professionnels sont des femmes**. 46% des répondants à l'enquête auprès des professionnels sont des femmes, et l'on observe **peu de différence significative selon le métier exercé**. Ce constat est cohérent avec la représentation des femmes dans certains secteurs : par exemple, dans la branche des entreprises d'architecture, 56% des effectifs sont des femmes⁴⁸. Il marque en revanche **une nette différence en ce qui concerne les métiers de la réalisation, au regard du champ du BTP**, où les femmes sont bien moins représentées (88% des salariés sont des hommes⁴⁹).

Une part non négligeable des professionnels ont réalisé au cours de leurs parcours une reconversion professionnelle, pour arriver jusqu'à la terre crue. Cette part représente ainsi un tiers des répondants à l'enquête réalisée auprès des professionnels. Elle est **particulièrement marquée auprès des répondants exerçant un métier en lien avec la réalisation** : parmi les 48 répondants concernés, 31 sont issus d'une démarche de reconversion.

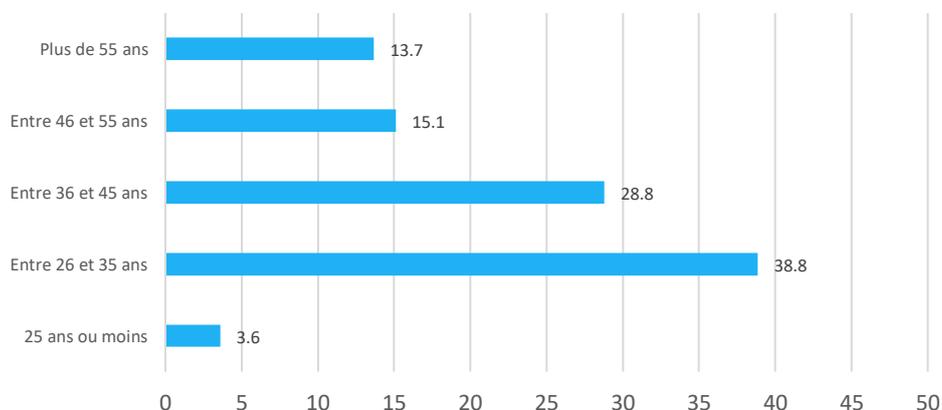
Part des professionnels ayant effectué une reconversion professionnelle pour arriver jusqu'à la terre crue (en %)



Source : Enquête Amnyos auprès des professionnels (Base complète : 141 répondants).

Les plus jeunes (moins de 25 ans notamment) semblent peu représentés dans la filière : ils représentent seulement 3,6% des professionnels enquêtés. Il est aussi à noter que la filière, d'après les résultats de l'enquête, est marquée par une proportion non négligeable de personnes de plus de 46 ans, qui représentent presque un tiers des répondants à l'enquête.

Répartition par tranches d'âge des professionnels de la terre crue répondants (en %)



Source : Enquête Amnyos auprès des professionnels (Base complète : 141 répondants).

⁴⁸ Données de l'Observatoire des Métiers des Professions Libérales (OMPL), données à l'échelle de la branche des entreprises d'architecture, données 2019

⁴⁹ Données de l'Observatoire des métiers du BTP, données 2021

La comparaison avec les secteurs couvrant la filière très crue est là aussi assez parlante :
47% des effectifs de la branche des entreprises d'architecture ont moins de 35 ans⁵⁰ ;
24% des salariés du BTP ont entre 25 et 34 ans (13,4% des hommes salariés et 6,7% des femmes salariées ont moins de 25 ans)⁵¹ ;
63% des salariés de la branche des bureaux d'études techniques, des cabinets d'ingénieurs conseils et des sociétés de conseils (Branche des bureaux d'études techniques) ont moins de 40 ans⁵² ;

La filière est composée d'une part importante de très petites entreprises et d'indépendants. Les différents travaux académiques mettaient d'ores et déjà en évidence **l'importance des entreprises de (très) petite taille dans le champ de la construction en terre crue**⁵³, qui représentaient une majorité des entreprises de construction en terre crue en France.

Les résultats de l'enquête auprès des professionnels témoignent également d'une représentation importante de chefs d'entreprise et d'indépendants. Les salariés ne représentent moins de la moitié des répondants (41%). Parmi les autres répondants à l'enquête, 29% sont indépendants, 15% chefs d'entreprise, 4% fonctionnaires, 12% « autres ». *A priori*⁵⁴, les indépendants et chefs d'entreprise sont particulièrement représentés dans les métiers en lien avec la réalisation et la conception.

Il est également intéressant de noter **qu'une partie des professionnels conjugue plusieurs situations professionnelles** à la fois⁵⁵ : salarié et chef d'entreprise, salarié et indépendant, salarié et entrepreneur, salarié et bénévole, etc.

2.2.2 Un public de professionnels issu d'une diversité de formations et d'activités professionnelles et dont les parcours diffèrent

Le niveau de formation, particulièrement élevé dans la filière, et qui se traduit également par une diversité de domaines de formation initiale, est à mettre en lien avec **des parcours professionnels qui ont été marqués par des tournants, voire des reconversions**. Ainsi, les parcours de formation et professionnels des personnes se caractérisent par des trajectoires qui ne sont pas systématiquement linéaires, en particulier pour les métiers de la conception.

Deux principaux types de parcours ont ainsi pu être observés auprès des professionnels de la terre crue :

Des parcours marqués par une reconversion professionnelle, dans une logique de « rupture » vis-à-vis de la formation ou du métier initial ;

Des parcours inscrits dans une logique de poursuite de la formation ou du métier initial, et s'orientant vers un développement ou une spécialisation dans les activités relatives à la terre crue.

2.2.2.1 Des parcours, en particulier pour les artisans de la terre crue, marqués par une reconversion professionnelle

Comme précisé, **les maçons et artisans de la terre crue semblent en majorité avoir connu une reconversion professionnelle pour accéder à leur activité actuelle**. Qui plus est, même si le niveau de formation est plus fragmenté pour les professionnels de la réalisation que pour les autres catégories de métiers œuvrant dans la terre crue, d'après l'enquête réalisée auprès des professionnels, environ la moitié d'entre eux ont un niveau

⁵⁰ Données de l'Observatoire des Métiers des Professions Libérales (OMPL), données à l'échelle de la branche des entreprises d'architecture, données 2019

⁵¹ Données de l'Observatoire des métiers du BTP, données 2021

⁵² Données de l'OPCO Atlas, données 2021. *A noter que la branche concerne une diversité d'activités qui ne couvrent pas toutes les métiers présents dans la filière terre crue*

⁵³ **Victor Villain**, *Thèse – Sociologie du champ de la construction en terre crue en France (1970-2020)*, *Ibid.*, p. 180 (document 12).

⁵⁴ Nous invitons à une certaine prudence quant à l'interprétation de ces résultats, au regard du nombre de répondants, parfois insuffisant pour garantir une représentativité des résultats.

⁵⁵ Dans l'enquête auprès des professionnels, 12% des répondants ont déclaré exercé une « autre situation professionnelle » que celles proposées dans le questionnaire : on y retrouve des personnes cumulant deux situations (salarié et chef d'entreprise, salarié et bénévole, etc.) et des situations diverses : chômage, doctorat, bénévolat, retraite, ...

équivalent ou supérieur au BAC+4 (41% ont un niveau BAC+5)⁵⁶.

Cela s'explique par **la diversité de formations (voire de métiers d'origine) dont ils sont issus**. Les différentes investigations menées témoignent d'une faible part de maçons œuvrant actuellement dans la filière, et qui se seraient orientés dès leur formation initiale vers la terre crue. Ils sont en revanche issus d'une diversité de domaines de formation :

De formations d'architectes ou d'ingénieurs : une partie importante des professionnels rencontrés sont issus de ces formations. Celles-ci ont souvent permis aux personnes de découvrir le champ du bâtiment et de se professionnaliser, d'entrevoir et de comprendre les enjeux relatifs au secteur de la construction et de la rénovation, et ses limites actuelles.

Exemple d'un maçon terre crue⁵⁷ :

Disposant d'une formation en tant qu'ingénieur génie civil, il développe une sensibilité environnementale à la fin de ses études, qu'il souhaite mettre à profit pour « de la construction vertueuse ». Lors de travaux durant ses études, il rencontre un enseignant chercheur qui évoque la terre en tant que matériau de construction. Il intègre alors un programme de recherche sur ce sujet qui le conduit à mieux cerner le matériau et ses problématiques, ainsi que l'écosystème d'acteurs autour de cette filière : « *En fait un enseignant chercheur m'a parlé de ce projet sur ce matériau que je ne connaissais pas. C'est en travaillant ce sujet-là que j'ai commencé à plonger sur ce sujet. J'ai démarré avec l'IUT de Saint-Nazaire qui a un laboratoire. J'ai rencontré les premiers terreux du collectif des terreux armoricains. En rencontrant le collectif j'ai commencé à m'acculturer autour du matériau, dans sa dimension sociale et politique* ».

De formations dans le champ du BTP : certains professionnels, plus minoritaires, sont d'abord entrés dans le champ du bâtiment par le biais d'une formation aux métiers de la construction ou de la rénovation (par exemple via une formation de maçon « conventionnel ») ;

Exemple d'un maçon terre crue :

Il a obtenu un CAP puis un BP dans le domaine de la maçonnerie conventionnelle. Il n'avait donc jamais abordé la terre crue avant sa première expérience professionnelle auprès d'un autre maçon : « *J'ai un parcours de maçon assez classique : j'ai fait un CAP et un BP dans la maçonnerie, pas du tout orientée écoconstruction ou bâtiments anciens. Je n'avais pas du tout été sensibilisé à tout ça avant mon entrée dans le monde du travail* ».

De formations et de métiers dans différents domaines, plus ou moins éloignés du champ du BTP et de la filière terre crue. De manière assez minoritaire, certains professionnels désormais maçons ou artisans terre crue sont issus de milieu parfois assez éloignés de la terre crue.

Il est à noter que les formations et métiers initiaux dont sont issus les artisans et maçons terre crue contribuent à expliquer, d'une part l'âge plus élevé des professionnels rencontrés (au regard du champ BTP), étant donné qu'ils s'inscrivent souvent dans la filière à l'issue d'une reconversion, d'autre part, la forte représentation des femmes, davantage représentées dans certaines des filières dont les professionnels sont issus (architecture par exemple).

2.2.2.2 *Des parcours qui se sont traduits pour d'autres (architectes, ingénieurs, maîtres d'ouvrage) par une spécialisation vers la terre crue et/ou le développement de ce matériau dans le cadre de leur formation et de leur métier d'origine*

Dans le cadre de ces parcours, **l'intégration de la terre crue dans son activité, voire le choix de se spécialiser sur ce matériau, ne constituent pas une rupture avec la formation initiale ou le métier d'origine**, mais s'inscrivent davantage dans une continuité.

⁵⁶ D'après le traitement des résultats de l'enquête auprès des professionnels, on note également que 29% ont un diplôme de niveau BAC ou inférieur, 18% ont un niveau allant du BAC +2 au BAC +3, 10% ont un niveau BAC +4.

⁵⁷ Dans le présent document, nous désignons par « maçon terre crue » des maçons qui se sont spécialisés dans la réalisation d'ouvrages en terre crue, même s'ils utilisent également d'autres matériaux.

Parmi les personnes s'inscrivant dans ce type de parcours, on retrouve **une part importante de professionnels issus de formations d'architectes ou d'ingénieurs**. Si certains d'entre eux ont ensuite décidé de se reconverter, d'autres ont préféré continuer dans cette même voie (et ont ensuite poursuivi en tant qu'architectes, ingénieurs, etc.) en développant de manière plus ou moins soutenue une activité relative à la terre crue.

Exemple d'une architecte :

Durant ses études, cette jeune architecte a découvert la construction en terre crue, à l'occasion d'un séjour universitaire en Amérique latine. Plus tard, à l'occasion d'un stage, à Paris, elle participe à l'installation d'une exposition initiée par l'association CRAterre, pour faire connaître la construction en terre crue au grand public.

Aujourd'hui maître d'œuvre, elle propose des projets comportant une utilisation de la terre crue. Néanmoins, elle note que, sur son territoire, la demande n'est pas significative, et est orientée vers la rénovation des maisons à colombages, qui font partie du patrimoine bâti alsacien.

Parmi la diversité de professionnels rencontrés tout au long de cette étude, plusieurs exerçaient aussi **d'autres métiers du bâtiment** : peintre, charpentier, etc. Ceux-ci étaient souvent issus de formations en lien avec leur métier actuel, et ont pu faire évoluer leurs pratiques, voire se spécialiser, vers la terre crue.

Exemple d'un peintre en bâtiment :

Il a été **formé à la peinture** en bâtiment dans les années 1980. Il a d'abord travaillé en tant que salarié dans la peinture conventionnelle jusqu'à la fin des années 1990, tournant lors duquel il a rencontré les produits naturels et les enduits en terre par l'intermédiaire d'un fournisseur de la région grenobloise. Il s'est **formé de manière autonome, auprès des fournisseurs et au contact d'autres artisans**. Il a fondé son entreprise au début des années 2000 et ne travaille plus que les enduits en terre crue. Il estime aujourd'hui, qu'il aurait probablement arrêté son métier de peintre en bâtiment sans avoir rencontré les produits naturels.

Avec le temps et l'expérience, il rapporte avoir vu ses pratiques professionnelles en lien avec la terre crue évoluer en **ne réservant plus cette technique à la seule restauration du bâti ancien**.

A la jonction entre ces deux types de parcours, on observe un **positionnement particulier** de la part de certains professionnels, ayant une **formation initiale d'architecte et exerçant dans ce métier, tout en développant une activité en tant qu'artisan dans la terre crue**. Ce type de parcours et de positionnement « hybride » témoigne à la fois de la porosité dans cette filière, entre le métier d'architecte et le métier d'artisan, et renvoie également à une vision du champ de la construction, devant à la fois mêler conception et réalisation. Pour les professionnels rencontrés, positionnés sur ces deux métiers, l'activité de réalisation portait le plus souvent sur des projets de réhabilitation individuels, ou sur de l'accompagnement auprès de particuliers.

Exemple d'une architecte-artisane :

Initiée aux usages de la terre crue en construction durant ses études, cette professionnelle de la maîtrise d'œuvre, proposant des prestations de conception de projets, se veut également artisane, dans l'accompagnement de ses clients.

La rencontre avec la terre crue coïncide avec son souhait d'exercer en tant qu'architecte, tout en maîtrisant un savoir-faire qui la distingue de ses pairs, et en répondant à des aspirations personnelles. Depuis son Diplôme de Spécialisation orienté Terre, en passant par l'obtention de son Habilitation à la Maîtrise d'Œuvre en son Nom Propre (HMONP), elle continue à se former régulièrement, principalement en-dehors de formations conventionnelles.

Outre deux formations auprès d'organismes de formation, l'un sur la réhabilitation du bâti ancien en pisé, et l'autre sur le terre/chanvre projeté, cette professionnelle renforce ses savoirs et savoir-faire, dans les champs de la terre crue, par le biais de chantiers participatifs ou de festival thématiques. Elle s'oriente, en plus de son activité professionnelle de conceptrice, vers l'accompagnement de particuliers souhaitant mettre en œuvre de la terre crue, dans leur habitat. La faible demande actuelle ne lui permet pas de vivre de ces accompagnements.

2.2.3 Une trajectoire des professionnels marquée par la découverte puis l’appréhension du matériau et de sa filière

Même si la diversité de profils en termes de parcours semble témoigner d’une hétérogénéité des publics de professionnels intervenant dans la filière terre crue, un point commun, d’une importance considérable, les rassemble : le choix de la terre crue au regard de ses qualités. Les **convictions et valeurs écologiques constituent un facteur presque indispensable** pour intégrer la terre crue dans le cadre de ses activités. En revanche, ce sont davantage les valeurs « sociétales » associées à la terre crue et sa filière qui ont fait l’objet de positionnement différents selon les professionnels.

2.2.3.1 Une découverte du matériau qui s’est faite tardivement, par différents biais

Dans le cadre de sa thèse, Victor Villain précisait que les trajectoires sociologiques des professionnels dans le champ de la construction en terre crue étaient souvent liées à leur environnement social et familial, avec des proches plus ou moins liés à ce matériau : « *En effet, les professions des parents des professionnels sont régulièrement proches ou directement liés aux matériaux premiers et biosourcés (géologue, ingénieur agronome, vigneron, scieur, agriculteur, maçon, etc.) et enclin à privilégier la dimension symbolique de l’activité professionnelle (milieu médico-social ou milieu de l’enseignement, etc.)* »⁵⁸.

D’après nos investigations, **la connaissance et la découverte de la terre crue a quelque peu évolué**. Parmi les professionnels rencontrés, rares sont ceux qui ont entendu parler de la terre crue dès leur jeunesse, ou par l’intermédiaire d’un proche. Dans la majorité des cas, **il s’agit de personnes qui ont découvert le matériau au cours de leur vie d’adulte**. Cette découverte « plus tardive » contribue à expliquer la faible représentation des jeunes parmi les professionnels.

En ce qui concerne les **modalités de découverte** de la terre crue, elles sont **assez diverses** :

- Pour beaucoup, notamment les architectes, ingénieurs et actuels maçons terre crue, la formation initiale a permis à minima de les sensibiliser à ce matériau : via des modules de découverte, mais aussi dans le cadre de recherches, au travers de stages, par l’intermédiaire de professeurs ;

Exemple d’un responsable de chantier :

Il est titulaire d’un diplôme d’ingénieur en génie civil et n’a été sensibilisé à la terre crue que de manière partielle. « *J’ai un diplôme d’ingénieur en génie civil, en conduite de travaux. Dans le cadre de mes études, je n’avais pas spécialement rencontré la terre crue, mais j’avais un prof qui était dans la recherche et qui s’intéressait à la terre crue. C’était de la sensibilisation technique, pas plus* ».

- Elle s’est faite dans le cadre de voyages à l’étranger pour d’autres ;
- Lors d’activités associatives ;
- Ou encore dans le cadre de son activité professionnelle.

Exemple d’un maçon terre crue :

Issu d’une famille d’artisans « du conventionnel », il commence des études supérieures (mathématiques et informatique) puis arrête avant d’obtenir son diplôme. Il décide de voyager à l’étranger qui le confronte petit à petit à des travaux dans le bâtiment : « *J’ai passé quelques années à l’étranger, et au bout de trois ans et demi de voyage, il me manquait un savoir-faire pour pouvoir échanger. Pour donner un sens au voyage, c’était d’échanger un savoir-faire* ».

Lors de son retour en France, il se forme au CAP maçon et travaille ensuite pendant plusieurs années dans ce métier. Souhaitant que son activité rencontre des préoccupations écologiques, il trouve un artisan réalisant des ouvrages en terre crue et se fait embaucher au sein de son entreprise. C’est en tant que salarié qu’il apprend les techniques de maçonnerie en terre crue : « *J’ai bossé dans le conventionnel pendant environ cinq ans. En 2006, du coup je me suis renseigné pour trouver un métier dans le milieu écologique : j’ai trouvé un artisan qui faisait de la terre. C’était vraiment un apprentissage de la matière, mais sinon le métier de maçon reste le même !* ».

⁵⁸ Victor Villain, *Thèse – Sociologie du champ de la construction en terre crue en France (1970-2020)*, *Ibid.*, p. 180 (document 12).

2.2.3.2 Une adhésion des professionnels au matériau au regard de ses qualités d'un point de vue écologique ...

Dans un premier temps, **l'adhésion** à la terre crue en tant que matériau **se fait par la découverte de ses qualités techniques** (et dans une moindre mesure esthétique). Tous les professionnels qui ont choisi de développer, voire de se spécialiser sur, ce matériau, l'ont fait au regard de ses **vertus d'un point de vue écologique et/ou dans une perspective de valorisation et de conservation du patrimoine local**.

Ainsi, parmi les répondants à l'enquête réalisée auprès des professionnels, leurs motivations renvoyaient notamment :

- A des préoccupations écologiques : « Je cherche à travailler la terre crue pour ses qualités de confort autant que de mise en œuvre, et pour son aspect local/bas carbone » ; « La terre crue est un matériau sobre et durable, géo localisé et sain. J'habite un centre-ville ancien en pierre et la terre allégée en cloisons intérieures et la terre en doublage de murs me paraissent une réponse à promouvoir et développer dans les passoires thermiques et immeubles insalubre, notamment pour sa réduction des frais de consommations d'énergie de chauffage et de rafraîchissement » ;
- A la valorisation et la conservation du patrimoine locale et historique : « Je suis absolument passionnée par les bâtis de ma région en pisé, car ils possèdent des caractéristiques hautement contemporaines et ont toutes les qualités pour devenir des projets exemplaires sur plusieurs plans. De plus, c'est de travailler sur le « déjà là » plutôt que construire, qui devrait être un acte réalisé en cas de nécessité extrême » ;
- Aux vertus physiques et esthétiques de la terre crue : « Les propriétés physiques, esthétiques et le poids CO2 de la terre crue » ; « Matériau local et abondant, sain et réutilisable à l'infini, beau » ;
- Au plaisir de travailler ce matériau : « Matière très agréable à travailler » ;
- A des préoccupations sociales et sociétales multiples : « améliorer les conditions de travail des artisans/ouvriers sur les chantiers » ; « des motivations du bien-être des habitants ».

2.2.3.3 ... Mais des contraintes, normes et valeurs autour de la terre crue et de sa filière qui fragmentent et conduisent à des positionnements différents

Si les qualités de la terre crue d'un point de vue écologique font consensus, **d'autres aspects** du matériau, et de sa filière **fragmentent la position des professionnels à l'égard de la terre crue**.

Plus précisément, les caractéristiques spécifiques de la terre crue conduisent à **un ensemble de conditions dans sa mise en œuvre**, relatives à l'appréhension de la diversité des terres selon la localisation, à la (quasi) absence de normes et à la complexité pour justifier des capacités structurelles, thermiques, acoustiques d'un projet intégrant la terre, aux contraintes en matière de jonction avec les autres corps d'état, ou encore aux durées nécessaires pour réaliser un ouvrage en terre crue.

Or, **l'interprétation et la perception de ces conditions divergent selon les professionnels** :

Pour certains, elles sont **perçues comme des contraintes qui freinent le développement de la terre crue**.

Ceux-ci intègrent alors le matériau dans le cadre de leur activité *malgré* ces contraintes spécifiques. Le plus souvent, il s'agit de professionnels :

- Qui souhaitent développer la terre crue, parmi d'autres matériaux bio et géo-sourcés. Le choix de mobiliser l'un ou l'autre des matériaux se fait alors au regard de la pertinence vis-à-vis du projet ;
- Qui s'inscrivent dans une approche de restauration/ conservation du patrimoine bâti. La terre crue est alors mobilisée selon les besoins de restauration du patrimoine.

Exemple d'un bureau d'études structure bois :

Il a suivi une formation en tant qu'ingénieur bois. Aujourd'hui gérant d'un bureau d'étude structure bois, il est parfois amené à intervenir sur des projets intégrant de la terre.

Curieux sur le sujet, il envisage de participer à une formation relativement courte (quelques jours tout au plus) au sujet de la terre pour mieux comprendre de quoi il s'agit. Cependant, il reconnaît que les spécificités du matériau rendent son développement difficile dans le cadre de son activité : « *Sur la technique de la terre, sur*

comment on va fibrer cette terre, ces aspects purement techniques, on n'intervient peu dessus. Même si intellectuellement ça nous intéresse et qu'on s'interroge à se former dessus, c'est peu impactant pour nous et ce serait davantage pour comprendre le contexte. Mais on a beaucoup de freins sur des aspects réglementaires. Donc ce serait plutôt d'avoir une visibilité sur l'avancement de l'état de l'art sur la terre aujourd'hui ».

Pour d'autres en revanche, ce sont ces mêmes conditions spécifiques qui **les conduisent à s'inscrire entièrement dans la filière et à se spécialiser**, souvent exclusivement, sur ce matériau. Ils s'orientent (ou se réorientent) alors vers ce matériau *pour* ces spécificités.

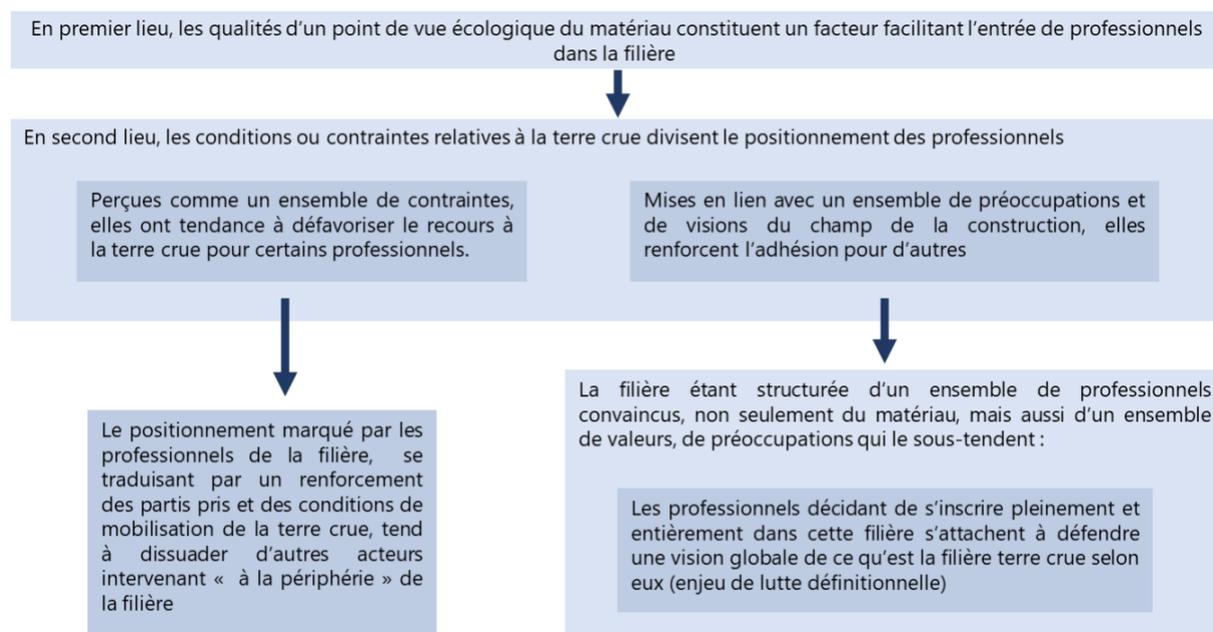
Plus exactement, cet ensemble de conditions, de contraintes, renvoient en quelque sorte à **une vision du champ de la construction, du travail, voire même à une vision sociétale**, qui fait davantage sens pour certains des professionnels rencontrés que pour d'autres. Elles s'inscrivent globalement dans la **construction d'une identité artisanale au sein de la filière** (en opposition à la construction industrielle), en lien avec les enjeux suivants :

- La réappropriation du savoir-faire ;
- L'inscription du projet dans un environnement local et de proximité ;
- La prise en compte de l'humain dans son environnement bâti ;
- La réappropriation des savoirs faire ;
- L'approche « expérimentale » de la construction.

Les acteurs qui décident d'intégrer pleinement la filière terre crue le font, au-delà de l'appréciation du matériau, parce qu'ils se confrontent à **une filière et à un écosystème de professionnels qui partagent leurs propres préoccupations** (même si cela ne signifie pas qu'il y a consensus sur tous ces sujets). La terre crue permet alors aux individus de faire corps avec leurs différentes préoccupations : « *Le but pour moi, c'était d'être architecte mais de l'être en accord avec mes spécificités. Être spécialisé en terre crue, cela signifie qu'on maîtrise les techniques de terre crue. On sait définir notre pratique, faire de la recherche en matériau. Je mêle construction en terre crue, liens entre patrimoine ancien et terre crue* » (**Artisane-architecte**).

L'inscription dans la filière se fait donc, pour certains, parce qu'elle rencontre un ensemble de préoccupations environnementales et sociétales. De ce fait, ces professionnels sont très attachés à la manière dont la filière se structure. En lien avec **des positionnements parfois très marqués**, voire sans concession, de la part des professionnels structurant la filière, une partie des acteurs « à la périphérie » de la filière ont l'impression de ne pas s'y retrouver. La structuration de la filière, les normes et valeurs qui l'entourent peuvent alors freiner, voire repousser une partie des professionnels qui ne partagent pas systématiquement l'ensemble des préoccupations citées.

Si nous devons résumer rapidement la manière dont la terre crue et les différentes préoccupations qu'elle sous-tend influe sur le parcours des individus, nous pourrions retenir que :



In fine, la filière terre crue est très visiblement traversée d'un ensemble de préoccupations dépassant le seul matériau. Pour bien en comprendre les enjeux qui s'y rattachent, elle nécessite pour les professionnels un **certain niveau de maturité et de réflexion**, justifiant en partie le fait que l'on retrouve peu de jeunes (de moins de 25 ans) dans cette filière.

2.2.4 Une structuration de la filière composée d'un noyau de professionnels « convaincus » et, en périphérie, d'un ensemble de professionnels développant le matériau sans s'y spécialiser

2.2.4.1 Des professionnels choisissant de s'inscrire de manière plus ou moins entière dans la filière de la construction en terre crue

Au regard de la perception du matériau et de sa filière par les personnes rencontrées, plusieurs positionnements s'observent, et diffèrent selon les métiers :

<p>Des professionnels s'inscrivant entièrement dans la filière terre crue</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Il s'agit essentiellement d'artisans et d'architectes • On y retrouve notamment les personnes ayant connu une reconversion pour arriver à la terre crue • Dans l'ensemble, il s'agit de personnes pour lesquelles la découverte du matériau et de sa filière a fait écho à leurs propres préoccupations environnementales et sociétales
<p>Des professionnels développant l'activité terre crue : à différents niveaux selon les cas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Il s'agit d'architectes, de bureaux d'études (voire de bureaux de contrôle dans de très rares cas), de maîtres d'ouvrage, d'artisans (notamment intervenant sur la restauration du patrimoine) • Ils sont convaincus des qualités du matériau d'un point de vue écologique ; • Ils sont moins convaincus de l'ensemble des préoccupations sociétales rencontrées dans la filière (ils peuvent partager certaines de ces visions, mais de manière plus nuancée par exemple) ; • Ils s'inscrivent souvent dans une approche multi matériaux : soit dans une logique de développement de matériaux bio et géo-sourcés, soit dans une logique de restauration et conservation du patrimoine bâti.
<p>Des professionnels choisissant de limiter le recours à la terre crue</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Il s'agit d'architectes, de bureaux d'études (voire de bureaux de contrôle dans de très rares cas), de maîtres d'ouvrage, d'artisans (souvent du conventionnel) ; • Il s'agit de professionnels ayant le plus souvent été confrontés au matériau au cours d'un chantier ; • Même s'ils reconnaissent les qualités du matériau, les contraintes de mise en œuvre, le positionnement des professionnels de la filière les amènent à limiter le recours à ce matériau.

2.2.4.2 Une structuration de la filière autour de très petites entreprises et d'indépendants, en lien avec la vision artisanale du champ de la construction

La filière se structure finalement, si l'on s'intéresse au « noyau » de professionnels inscrits pleinement dans la filière et qui se sont spécialisés sur le matériau, autour **d'une majorité de très petites entreprises, d'indépendants.**

Comme précisé, l'enquête auprès des professionnels a permis de mettre en évidence la représentation importante de chefs d'entreprise et d'indépendants, en particulier parmi les métiers de la conception et de la réalisation. Ces résultats sont également corroborés par les différents travaux académiques. Cette structuration particulière est à mettre en lien avec **l'approche artisanale du champ de la construction fortement plébiscitée dans la filière** et qui répond en quelque sorte à une volonté d'être indépendant dans sa pratique et d'éviter une structuration de l'activité qui reviendrait à « fragmenter » les savoir-faire.

Malgré tout, la manière dont la filière est structurée aujourd'hui **pose quelques questions sur la capacité des professionnels « entrants » dans la terre crue à s'y intégrer professionnellement** et à structurer leur activité professionnelle :

- D'une part, l'enquête auprès des professionnels formés a mis en évidence qu'une partie (non majoritaire) **des professionnels cumulent différentes situations** (salarié/ indépendant ; salarié/ chef d'entreprise ; salarié/ bénévole). Bien que nous ne soyons pas en mesure d'interpréter ces résultats (et notamment de savoir si cette hybridation de sa situation professionnelle est « choisie » ou « subie »), elle peut tout de même faire apparaître d'éventuelles difficultés pour certains professionnels à développer une activité suffisante et financièrement tenable.
- D'autre part, **quelques professionnels rencontrés** (plutôt à la marge) **ont pointé les difficultés, en matière de perspectives d'embauche, dès lors qu'ils ne souhaitent pas devenir auto-entrepreneurs**. Si la possibilité de devenir indépendant/ chef d'entreprise séduit a priori une majorité des professionnels, cette structuration laisse en revanche moins de place au salariat et donc aux perspectives de recrutement.

Exemple d'un maçon terre crue :

Diplômé d'architecture, il se rend compte lors de ses études qu'il est très intéressé par le chantier en tant que tel. Il réalise pendant ses études un stage en Argentine sur la terre crue (adobe) et s'intéresse progressivement à ce matériau : « *Durant mes études d'architecture je me suis beaucoup concentré sur le chantier. J'étais plus intéressé par le chantier que par la conception par exemple. J'ai fait un stage en troisième année en Argentine sur la terre crue (adobe). A la sortie de mes études, je me suis beaucoup concentré sur des chantiers terre* ».

Il réalise plusieurs formations sur chantier pour devenir maçon terre crue. Aujourd'hui, son activité se distingue en deux parties : d'une part il travaille à son compte sur de l'accompagnement à l'autoréalisation, d'autre part en tant que salarié auprès d'entreprises de maçonnerie terre crue.

Il se questionne à ce jour sur son avenir dans la filière terre crue. Même s'il apprécie fortement de travailler sur la terre, il ne se sent pas « un esprit d'auto-entrepreneur ». Or, il trouve peu d'offres d'emploi pour devenir un maçon terre crue salarié (à temps plein) : « *Aujourd'hui, je ne me sens pas un esprit d'auto-entrepreneur. Je suis plus à la recherche d'entreprises de maçonnerie avec qui travailler en tant que salarié. [...] Peut être sortir de la terre... Mais la terre reste une des techniques qui me plaît le plus. Mais mon frein, c'est qu'il n'y a pas une grande offre d'emplois pour des maçons terre. J'ai l'impression que ce sont surtout des gens à leur compte. Et après avoir essayé pas mal de temps, je ne veux pas forcément être autoentrepreneur. Et les entreprises qui embauchent ne sont pas nombreuses* ».

2.3 Diagnostic des besoins en compétences

Le volet « besoins en compétences » du projet « Terre de métiers » porté par la Confédération de la construction en terre crue, vise à identifier et expliciter les besoins en compétences spécifiques, nécessaires à la conception ou la réalisation d'un projet de construction en terre crue, selon une approche qui dépasse le point de vue unique par métier. Il s'appuie sur un repérage des métiers concernés par la construction en terre crue, une identification et une analyse des situations critiques qu'ils ont à traiter dans le cadre de leurs interventions et sur une formulation des compétences mobilisées pour traiter ces situations critiques.

Ce travail de repérage est guidé par des enjeux liés au projet de construction en terre crue : construire le projet le plus adapté à la demande, au matériau, aux usages, tout en répondant aux obligations en termes de qualité des ouvrages et de contribution au développement durable.

2.3.1 Les métiers concernés par la construction en terre crue

La construction en terre crue nécessite la mobilisation de compétences et de connaissances spécifiques par une diversité de professionnels et de métiers :

- **Les métiers de la conception et de la maîtrise d'œuvre dans le bâtiment** (architectes, ingénieurs des bureaux d'études techniques en bâtiment spécialisés dans la structure, la thermique, l'impact environnemental des matériaux), qui doivent appréhender les spécificités de la terre crue, matériau qui plaide en faveur d'une approche globale du bâtiment, tant en ce qui concerne sa structure (importance des problématiques posées par la jonction entre la terre crue et les autres matériaux), qu'en ce qui concerne son fonctionnement hygrothermique (échanges, inertie et régulation).
- **Les métiers de la réalisation :**
 - Professionnels utilisant de manière directe la terre crue, par exemple les métiers du gros œuvre spécialistes ou non de la terre crue, les enduiseurs, ou encore les professionnels de l'isolation utilisant de la terre allégée. Ces professionnels doivent, pour les chantiers ne consistant pas en une simple mise en œuvre de matériaux prêts à l'emploi, mobiliser des compétences techniques spécifiques, à adapter aux différentes techniques de construction en terre crue '.
 - Professionnels issus d'autres corps d'état, n'utilisant pas de manière directe le matériau mais intervenant sur un bâtiment comportant de la terre crue : ces professionnels doivent, pour éviter de porter atteinte à la terre crue, s'appuyer sur une compréhension partagée, une culture commune des propriétés et du comportement du matériau.
- **Les maîtres d'ouvrages, assistants à maîtrise d'ouvrage et les aménageurs**, qui, pour impulser des projets de construction en terre crue, doivent pouvoir s'appuyer sur une culture du matériau afin d'en appréhender les potentialités, les limites et les conditions d'utilisation et repérer les professionnels à mobiliser dans le cadre du projet.
- **Les contrôleurs techniques du bâtiment**, qui, en l'absence de normes ou de données de référence sur le matériau ou les ouvrages en terre crue, se trouvent en difficulté pour satisfaire aux exigences de conformité dont ils sont en charge d'assurer le contrôle. Ils sont de ce fait en situation de procéder à des arbitrages, en vue de la mise en place d'une démarche d'analyse des risques permettant de démontrer la solidité des ouvrages en terre crue, d'identifier les moyens permettant de prévenir les risques associés à la sensibilité à l'eau du matériau, et de définir des mesures de compensation si nécessaire.

L'étude réalisée n'a pas conduit à l'identification de métiers émergents ou de nouveaux métiers associés à la construction en terre crue, mais plutôt l'observation d'une intégration de la terre crue dans les activités de conception et de réalisation.

Par exemple, il est déterminant pour les architectes et bureaux d'études techniques d'intégrer à la démarche de conception les problématiques du matériau, sa sensibilité à l'eau, sa résistance mécanique, et d'anticiper les risques associés. La compatibilité entre le matériau en terre crue et les autres matériaux de construction

constitue par ailleurs un point clé, particulièrement en phase de conception ou de prescription. Il sera également déterminant de prévenir, à la fois lors de la conception et de la réalisation, le risque de problèmes acoustiques liés aux jonctions entre parois en terre crue et autres composants du bâtiment.

En phase de réalisation, il sera par exemple clé d'anticiper la logistique du stockage du matériau en terre crue, des composants du matériau, des éléments préfabriqués et la protection des ouvrages, ou encore d'anticiper l'élément climatique dans la planification et la conduite du chantier d'un projet en terre crue. Lors du chantier, il sera par exemple déterminant de prévenir les risques de remontées capillaires, la condensation de la vapeur d'eau et la reprise d'humidité dans les ouvrages en terre crue, ou encore de soigner la mise en œuvre de l'étanchéité à l'air et à l'eau.

Lors d'un projet de restauration de bâti ancien, c'est encore une fois la connaissance de la terre crue qui permettra, par exemple, à un professionnel de distinguer l'impact esthétique du vieillissement de parois en terre crue d'un signe de désordre structurel.

Les compétences des professionnels de la construction se recomposent donc, en prenant en compte la technicité de la terre crue, dont l'utilisation réinterroge les pratiques professionnelles, et les ressources mobilisables : connaissances scientifiques, références, techniques, systèmes constructifs, collaboration, argumentation, démonstration, utilisation d'outils logiciels, démarche d'investigation, démarche d'analyse...

Enfin, les études de chantiers et les journées d'études régionalisées réalisées dans le cadre du projet ont mis en évidence que les professionnels du bâtiment, spécialistes de la terre crue, souvent issus de l'artisanat du bâtiment, jouent un rôle majeur dans la diffusion de connaissances sur le matériau et les savoir-faire associés, même si toute l'activité de l'entreprise n'est pas intégralement associée à la terre crue.

Ils se positionnent en tant que médiateurs de savoirs, d'une culture du matériau terre. Leur valeur-ajoutée repose sur leur expertise et leur culture du matériau, de son histoire, de son utilisation locale, des techniques mises en œuvre sur le territoire, ainsi que sur leur connaissance du réseau d'acteurs locaux, et sur leur forte sensibilisation à la valeur écologique du matériau. Leur expertise métier leur permet également de maîtriser les interactions entre acteurs tout au long de la vie du projet, et d'anticiper la planification de chantier sans maître d'œuvre ou l'impact des co-activités sur chantier.

En effet, la construction en terre crue, sans remettre en question les positionnements respectifs des différents professionnels, nécessite une coordination renforcée entre les différents intervenants, tout au long de la vie du projet : phase de conception, préparation du chantier, suivi du chantier.

Cependant, la demande en spécialistes de la terre crue, tant pour des projets de restauration du bâti ancien que pour la mise en œuvre des lots « terre crue » en construction neuve semble se heurter à une offre insuffisante ou difficilement mobilisable (difficultés d'identification des spécialistes de la terre crue sur certains territoires, absence de réponse ou réponses inadaptées aux lots « terre crue » de certains marchés publics, délais d'intervention importants, ...)

Certains envisagent un déploiement quantitatif possible de l'usage de la terre crue en construction neuve au travers de l'utilisation de matériaux préfabriqués (par exemple les blocs de terre crue compressée ou encore la terre coulée) dont la mise en œuvre nécessite peu de compétences spécifiques pour les professionnels de la réalisation.

2.3.2 Les récits des situations critiques analysées dans le cadre de l'étude

Une cinquantaine de professionnels de la maîtrise d'œuvre et de la réalisation ont été interrogés durant nos investigations, et ont été invités à faire le récit de situations professionnelles vécues, pouvant être considérées comme des « situations critiques ».

Ces situations critiques sont des **situations professionnelles déterminantes** pour le bon déroulement d'un projet de construction en terre crue. Elles font l'objet d'enjeux spécifiques, notamment car elles exigent la mobilisation de compétences spécifiques de la part des acteurs de la construction, afin de faire émerger des réponses et des solutions contextualisées, en raison de dysfonctionnements ou de malfaçons constatés, d'une nécessité de gestion des interfaces et articulations entre acteurs, ...

Ces situations ont été identifiées et travaillées en plusieurs étapes :

- Une étape d'analyse de six chantiers de construction en terre crue dans des régions différentes, qui ont

- donné lieu à la réalisation de monographies détaillées⁵⁹ et au repérage de situations critiques par les consultants,
- Une étape de mise en débat des observations réalisées dans le cadre des analyses de chantier avec les représentants de la Confédération de la construction en terre crue et les membres du Comité Scientifique et Technique, qui a permis de questionner les situations critiques repérées par les consultants,
 - Une étape de mise en débat et d'approfondissement au cours des journées d'études régionalisées.

Parmi l'ensemble des situations critiques identifiées la Confédération de la terre crue a ciblé, en lien avec les consultants, onze situations considérées comme stratégiques pour la réussite d'un projet de construction mobilisant la terre crue. Ont été privilégiées les situations dont la criticité repose sur des interactions entre corps d'état, des interfaces à prévoir, de la gestion d'aléas, ce qui suppose une capacité à anticiper en amont des risques et à gérer les aléas, en mobilisant des ressources adaptées à l'action :

N°	Situation	Contexte
1	Restauration d'une construction en terre crue : diagnostic	Elaboration d'un diagnostic, en vue de la restauration d'une construction en terre crue, en présence d'une maîtrise d'œuvre non acculturée à la terre crue
2	Restauration d'une construction en terre crue : prescription	Elaboration de prescriptions, en vue de la restauration d'une construction en terre crue, suite à un diagnostic, en présence d'une maîtrise d'œuvre non acculturée à la terre crue. Les prescriptions peuvent comprendre différentes techniques de construction terre crue combinées entre elles
3	Conception d'un projet architectural mobilisant le matériau terre crue	Dans le cadre d'un projet de construction neuve, il s'agit pour un architecte, et les bureaux d'études associés à la conception, d'initier une démarche de conception adaptée au matériau en terre crue, matériau dont ils n'ont pas l'habitude.
4	Prescriptions relatives à l'intervention de différents corps d'état dans un bâtiment en terre crue	L'architecte / le maître d'œuvre doit anticiper l'intervention de différents corps d'état dans un projet en terre crue, afin de faire des prescriptions adaptées au matériau terre crue, en identifiant les interfaces entre lots.
5	Modélisation thermique dans le cas d'une construction neuve comportant des murs en terre crue	Le maître d'ouvrage ou l'architecte / maître d'œuvre sollicite un bureau d'études thermique pour réaliser une étude thermique réglementaire dans le cadre d'une construction neuve comportant des murs en terre crue.
6	Modélisation structurelle et simulation de comportements dans le cas d'une construction neuve en terre crue	Le maître d'ouvrage ou l'architecte / maître d'œuvre sollicite un bureau d'études structures pour réaliser une modélisation structurelle dans le cadre d'une construction neuve comportant des murs en terre crue.
7	Analyse de risques en présence du matériau terre crue dans le cadre d'un projet de construction	Le matériau terre crue étant considéré comme une technique non courante, il est encore nécessaire pour chaque projet de construction de démontrer son aptitude à l'emploi dans le projet de construction. La responsabilité de cette démonstration repose sur les concepteurs et maîtres d'œuvre et vise à apporter des éléments de preuve à l'analyse de risques conduite par le contrôleur technique.
8	Recherche et analyse de terre dans le cadre d'un projet de construction en terre crue	En amont de la mise en œuvre d'un projet de construction, réalisation de l'ensemble des interventions nécessaires à la mise à disposition d'une terre adaptée, le site du chantier ne permettant pas d'extraire de la terre : localisation de la terre, prise en compte des contraintes techniques et réglementaires, analyse des caractéristiques de la terre et étude de faisabilité, formulation de la terre en vue du projet envisagé, organisation de l'exécution (extraction, séchage, stockage, transport, ...)
9	Organisation d'un chantier mobilisant le matériau terre crue	Lors d'un chantier de construction ou de rénovation d'un bâtiment en terre crue mobilisant différents intervenants dont certains peuvent ne pas être acculturés au matériau, organisation et suivi du chantier en vue d'une bonne gestion des interfaces techniques et organisationnelles
10	Suivi d'un chantier mobilisant le matériau terre crue	
11	Transmission de savoir-faire relatifs à la construction terre crue en situation de travail	Conception et mise en œuvre d'une démarche d'apprentissage des gestes professionnels relatifs à la construction en terre crue s'appuyant sur les situations professionnelles

⁵⁹ Ces monographies figurent en annexe

En complément de l'analyse de ces onze situations critiques issues des études de cas « chantiers », des compétences ont également été extraites des guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue. Cette analyse s'est centrée sur trois thématiques clés :

- 1 Préparation du matériau en vue de réaliser un mur en terre massive**
- 2 Réalisation de tests et essais sur chantier en lien avec l'utilisation de la terre crue**
- 3 Prescription relative à l'utilisation de terre allégée à des fins d'isolation thermique et phonique**

Les deux premières thématiques portent sur des compétences « socles » aujourd'hui indispensables pour entrer dans la découverte de la construction en terre crue, en phase de réalisation des travaux. La troisième porte sur la terre allégée, technique particulière traitée dans le cadre des guides de bonnes pratiques et permettant de répondre à des préoccupations liées à l'efficacité énergétique des écomatériaux.

Enfin, la Confédération de la construction en terre crue a également souhaité proposer à la discussion, lors des journées d'études régionalisées, la situation professionnelle suivante :

- 4 Accompagnement de clients dans l'appréhension des spécificités d'un bâtiment en terre crue tout au long de son cycle de vie**

Les échanges entre participants aux journées d'études régionalisées ont principalement ciblé la nécessaire prise en charge de la relation client autour d'un projet de construction ou de restauration / réhabilitation d'un bâtiment en terre crue, afin de permettre aux clients d'appréhender les spécificités du bâtiment en terre crue, de s'approprier les interventions proposées par l'entreprise, d'adapter leur mode de vie et d'entretenir les ouvrages réalisés. Des compétences ont été déduites de ces échanges.

2.3.3 Analyse ciblée des besoins en compétences observés dans le cadre des travaux

2.3.3.1 Cadrage méthodologique

Les éléments qui suivent ont un caractère exploratoire. Ils sont issus d'une analyse, réalisée par les consultants, des situations critiques ciblées par la Confédération de la construction en terre crue.

Pour mémoire, l'étude réalisée n'a pas conduit à l'identification de métiers émergents ou de nouveaux métiers associés à la construction en terre crue, mais plutôt l'observation d'une intégration de la terre crue dans les activités de conception et de réalisation. Il s'agit donc ici de donner à voir en quoi les compétences des professionnels du bâtiment sont impactées par la prise en compte de la terre crue dans la démarche de conception et de réalisation d'un projet de construction.

Les compétences formalisées dans le cadre du projet « Terre de Métiers » constituent une « matière première » permettant d'alimenter, de compléter l'ensemble des référentiels, démarches et ressources existants. Cette matière première peut donc être mobilisée par les acteurs de l'écosystème « emploi – formation » en lien avec la construction en terre crue. Ces compétences pourront, par exemple :

- alimenter les travaux d'organismes de formation souhaitant mettre en place ou adapter des formations portant sur le matériau « terre crue » et son utilisation dans la construction,
- être mobilisées par des certificateurs souhaitant créer ou adapter le contenu de certifications professionnelles en lien avec les enjeux associés à la construction terre crue,
- être utilisées par des acteurs souhaitant mettre en place des actions de formation en situation de travail (AFEST), l'élaboration d'une référence listant les compétences à développer à partir de l'analyse de l'activité de travail étant nécessaire pour définir des mises en situation de travail, conduire les phases réflexives et évaluer les acquis de la formation.

Il ne s'agit pas de remplacer les référentiels existants, qu'il s'agisse des référentiels métiers produits par les acteurs du bâtiment, des référentiels de certification produits par les acteurs de la formation et de la certification

professionnelle, ou encore des référentiels de formation tels que ceux d'ECVET Construire en Terre⁶⁰ et ceux du projet PIRATE⁶¹.

Enfin, pour que les compétences travaillées dans le cadre du projet puissent notamment alimenter la création ou la rénovation de certifications professionnelles, celles-ci ont été décrites en utilisant la doctrine actuelle de France compétences :

« Au gré de ses usages et de ses définitions variées, le terme de « compétence » est devenu une notion « carrefour » qui s'est progressivement substituée à d'autres notions auparavant prévalentes telles que les « savoirs » et les « connaissances ». Alors que de nombreuses définitions de la compétence existent aujourd'hui, les éléments présentés ci-dessous se focalisent sur la notion de « compétence professionnelle », en lien avec la problématique des certifications professionnelles.

La compétence peut être envisagée comme la mobilisation de manière pertinente de ressources (par exemple : savoirs, savoir-faire techniques, savoir-faire relationnels) et de celles de l'environnement dans des situations diverses, pour exercer une activité en fonction d'objectifs et de finalité professionnelle à atteindre.

(.../...) L'écriture en compétences répond à la nécessité d'adopter un langage commun partagé par tous les acteurs concourant au développement des compétences, des organismes de formation jusqu'au monde de l'entreprise. Il s'agit également pour France compétences, en sa qualité d'autorité nationale de régulation garante du contenu éditorial des répertoires nationaux, d'affirmer une nécessaire harmonisation des référentiels publiés. Pour autant l'écriture en compétences n'est pas normée : elle peut être décrite de différentes manières, à partir du moment où elle montre une combinaison contextualisée et finalisée de savoirs en action, cohérente avec le niveau attendu de maîtrise de la compétence.

L'écriture en compétences peut ainsi être structurée au moyen d'un verbe d'action à l'infinitif (la compétence prenant son sens par rapport à l'action), du « quoi » (le sujet de l'action), du « pourquoi » ou de la « finalité » (la compétence s'exprimant par rapport à un objectif ou un résultat à atteindre : pour, afin de, en vue de, à l'attention de) et éventuellement, du « comment » (la mise en œuvre de la compétence dépendant des moyens mis à disposition : l'objet de l'action, le mode opératoire ou les moyens)⁶² ».

2.3.3.2 Approche transversale des compétences observées dans le cadre de l'étude

a) La construction en terre crue : à l'origine d'une adaptation des pratiques professionnelles

Si la construction en terre crue n'est pas à l'origine de l'apparition de nouveaux métiers, il demande une adaptation des pratiques professionnelles qui se décline de manière différente à partir de la culture commune du matériau.

Les compétences associées à la construction en terre crue ont en effet pour tronc commun la connaissance du matériau et de son comportement, chaque professionnel s'appropriant ces connaissances sous un angle différent, en fonction des responsabilités et des modalités de mise en œuvre de la terre crue, aux différentes phases du projet de construction. Ce parti-pris méthodologique présente deux avantages principaux :

- Placer l'unicité de l'acte de construire au centre d'une multiplicité de rôles et d'interactions. Les missions et responsabilités de chaque professionnel de l'acte de construire sont différentes. Toutefois, autour de la terre crue, les actions conduites en situation professionnelle sont concourantes. Elles tendent vers un but commun.
- Mettre en visibilité les interfaces. Un projet de construction présente des interfaces techniques ou organisationnelles, à prendre en compte pour mener à bien les activités. Il est utile de les identifier, notamment car, pour une même activité professionnelle, selon les acteurs en présence, chacun choisit

⁶⁰ Projet européen Acquis Terre par des organismes partenaires français, bulgares, allemands et britanniques. <https://www.asterre.org/les-formations/ecvet-construire-en-terre>, https://ecvetearth.hypotheses.org/files/2016/06/LearnWithClay_2009_brochure_FR_Cap-sur-la-terre.pdf

⁶¹ Le projet PIRATE (Fournir les instructions et ressources pour l'évaluation et la formation dans la construction en terre) est un projet européen dont l'objectif commun est d'introduire le matériau et les procédés de construction en terre dans la formation initiale et continue des professionnels du bâtiment

⁶² Source : Vadémécum relatif au Répertoire National des Certifications Professionnelles, janvier 2023, p 25-26. <https://www.francecompetences.fr/app/uploads/2023/02/Vad%C3%A9m%C3%A9cum-RNCP-V1.1-VF-pdf>

de mobiliser des ressources : connaissances, savoir-faire, démarche de coopération⁶³ ou de collaboration⁶⁴. Concrètement, ces ressources peuvent être similaires, c'est leur combinaison et leur degré de maîtrise par le professionnel, qui fera la différence en termes de mise en œuvre de la compétence professionnelle.

b) Une approche systémique du bâtiment et des collaborations renforcées entre professionnels tout au long de la vie du projet

Pour garantir le succès d'une construction en terre crue, les professionnels doivent adopter une approche systémique du bâtiment, qui s'appuie sur une compréhension partagée, une culture commune des propriétés et du comportement des systèmes constructifs en terre crue. Cette approche les invite à mettre en œuvre une collaboration étroite et une démarche collective de résolution de problèmes.

Cette démarche collective de résolution de problèmes est également nécessaire dans tout projet de construction ; elle est toutefois rendue particulièrement délicate, dans le cadre de la terre crue, par l'absence de règles professionnelles, de normalisation et de données de référence. Cette absence de cadre normatif usuel interroge les pratiques professionnelles et les démarches des ingénieurs exerçant dans les bureaux d'études techniques ou les bureaux de contrôle technique, qui elles, qui s'appuient sur une « culture de la certitude » et de la « démonstration ».

Par exemple, le traitement des questions liées aux compatibilités et jonctions entre matériaux sera clé en phase de conception. Il s'agira également de définir avec précision les interfaces, prestations dues et limites de prestation entre lots de gros œuvre, de second œuvre, et lot "terre crue" dans la programmation d'un projet en terre crue, ou encore de concevoir les passages des réseaux et planifier leur mise en œuvre pour limiter les risques de rupture d'étanchéité dans les parois ou enduits en terre crue.

c) Une volonté de diffuser une culture professionnelle autour de la terre crue qui peut avoir des impacts sur les besoins en compétences exprimés

La Confédération de la construction en terre crue se positionne en faveur de la diffusion d'une culture professionnelle autour de la construction en terre crue : valeur écologique, environnementale et sociale... Certains des besoins en compétences exprimés peuvent relever davantage du registre de la culture professionnelle que du seul registre technique, à l'instar du cadrage donné aux solutions qui ne nécessitent pas l'introduction d'adjuvants artificiels et / ou industriels au matériau, ou qui permettent l'utilisation de ressources en terre à construire issue en priorité du site du projet. Ce positionnement a également été affirmé dans le cadre des journées d'études régionalisées.

d) Des besoins en compétences « conjoncturels » ?

L'absence de connaissances diffusées et rendues publiques des caractéristiques des matériaux et des techniques les mettant en œuvre ou de règles professionnelles est à l'origine, aujourd'hui, de besoins en compétences, en particulier en phase de conception, qui ne sont pas nécessairement appelés à perdurer : adaptation des pratiques des bureaux d'études techniques pour modéliser (modélisation structurelle et thermique), sensibilisation des bureaux de contrôle, compétences associées à la mise en place de démarches d'ATEX pour accompagner les innovations, ... En tant que technique « non courante » au sens qui lui est donné par l'Agence Qualité Construction, la terre crue conduit les professionnels de l'ingénierie de la construction à composer avec l'absence actuelle de données de référence, percutant leur culture professionnelle et leurs pratiques qui s'appuient sur le recours à des données de référence permettant de modéliser le comportement du matériau.

Par ailleurs, la méconnaissance du matériau et des techniques terre crue par les professionnels du bâtiment, tant en phase de conception que de réalisation, et l'absence de réseaux structurés pour accéder au matériau nécessitent de la part des maçons spécialistes de la terre crue la mobilisation de compétences qui sortent du périmètre traditionnel d'intervention d'un maçon : implication en phase de conception, recherche et caractérisation de la terre crue, sensibilisation des autres corps d'état en phase chantier, (re)découverte et transmission de techniques anciennes pour entretenir le patrimoine bâti, ...

Enfin, de manière transversale, et à l'attention de toutes les parties prenantes d'un projet (AMO, maîtres

⁶³ Coopération : distribution des tâches et des responsabilités au sein du groupe

⁶⁴ Collaboration : coopération renforcée avec un partage de connaissances, d'outils, de méthodologies au sein du groupe

d'ouvrage, acteurs de la conception, acteurs de l'immobiliers, assureurs, bureaux de contrôle, clients ...), les enjeux liés à la vulgarisation des connaissances, à la diffusion des informations concernant les réalisations en terre crue, et à la mise en réseau entre acteurs, nécessitent aujourd'hui la mobilisation de compétences en matière de sensibilisation au matériau et à ses spécificités, conditions d'utilisation, qualités, contraintes et potentiels...

2.3.3.3 *Les compétences associées aux situations critiques élaborées*

Chacun des tableaux suivants porte sur l'analyse des compétences « terre crue » associées à une situation critique. Attention, l'objectif ici est de repérer les compétences **spécifiques à la construction terre crue**, mobilisées en situation de travail et non un ensemble exhaustif de compétences mises en œuvre habituellement par les professionnels du bâtiment.

Chaque situation critique peut intégrer une ou plusieurs activités. Plusieurs compétences peuvent constituer une même et seule activité.

La colonne « activité » décrit les activités⁶⁵ mises en œuvre par les professionnels à partir desquelles les compétences ont été extraites.

Les éléments descriptifs des compétences sont identifiées dans les colonnes « action, finalité et ressources pour réaliser l'action ». La compétence est la maille de description la plus fine utilisée dans ce tableau.

La colonne « pistes pour la formation » met en lien les compétences décrites avec des ressources et des connaissances mobilisables en situation et pouvant faire l'objet de formations (démarche, méthodes, moyens, outils...).

Les compétences identifiées sont, dans la plupart des cas, partagées entre les professionnels exerçant les différents métiers de la construction en terre crue (conception, réalisation et / ou maîtrise d'ouvrage / assistant à maîtrise d'ouvrage, contrôleur technique).

Cependant, pour les praticiens de la formation, il est nécessaire de garder à l'esprit que ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise des compétences.

⁶⁵ L'activité est le premier niveau de regroupement cohérent et finalisé de tâches ou de séquences de travail visant un but déterminé (source : Vadémécum relatif au Répertoire National des Certifications Professionnelles, janvier 2023, <https://www.francecompetences.fr/app/uploads/2023/02/Vad%C3%A9m%C3%A9cum-RNCP-V1.1-VF-.pdf>)

a) Situation 1 - Restauration d'une construction en terre crue : diagnostic

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, Architecte / maître d'œuvre, plaquiste, peintre, enduiseur, carreleur, façadier, charpentier, couvreur, maître d'ouvrage (services techniques des collectivités territoriales).

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Analyse d'une construction en terre crue	Repérer les caractéristiques d'un bâtiment en terre crue	en vue d'anticiper les interventions à prévoir	en s'appuyant sur ses caractéristiques visuelles	<i>Caractéristiques du patrimoine bâti du territoire Documentation sur le patrimoine local, comparaison avec d'autres bâtiments, photographies anciennes, association locale de protection du patrimoine, dossier de classement si MH etc. Repérage des détails constructifs des bâtiments anciens et des choix structurels effectués Éléments à observer pour identifier le type de terre utilisé et bon usage dans le bâtiment Usages précédents, actuels et futurs du bâtiment</i>
	Repérer les restaurations et réhabilitations réalisées sur un bâtiment en terre crue	en vue d'anticiper les désordres potentiels	en s'appuyant sur un examen visuel interne et externe	<i>Matériaux empêchant le transfert de vapeur d'eau dans les parois ou risquant de modifier le comportement hygrométrique et l'homogénéité de résistance mécanique des murs en terre crue Risques d'érosion liés à la jonction entre le matériau terre crue et des matériaux plus durs Impacts sur les murs en terre crue des matériaux générant des surfaces étanches Éléments assurant la stabilité d'une construction en terre crue (murs, toiture, planchers) Éléments risquant de porter atteinte à la stabilité d'une construction en terre crue (modification de la charpente, nouvelles ouvertures, accrochage d'ouvrages rapportés, ...) Rôle joué par le soubassement des murs dans une construction en terre crue Utilisation d'outils de mesure pour mesurer l'humidité, le prélèvement d'échantillons pour tester la terre, procéder à des travaux de décroustage, étayage, pose de repères sur les fissures etc..</i>
	Analyser les désordres sur un bâtiment en terre crue	en vue de repérer leurs causes et de fournir un conseil au client	par une recherche et un examen visuel des désordres apparents à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment	<i>Signes évocateurs de désordres ou pathologies sur un bâtiment en terre crue (fissures, déformations des murs, présence de moisissures ou champignons, ...) Analyse de ces signes en vue d'en identifier la cause (prise en compte de leur forme, de leur localisation, de leur proximité avec d'autres matériaux ou des points de jonction, ...)</i>
	Repérer les dégradations d'un bâtiment susceptibles d'endommager des murs en terre crue	en vue d'expliquer les désordres présents et d'anticiper les désordres potentiels	par un examen visuel des murs intérieurs et extérieurs	<i>Risques liés à un mauvais entretien de la toiture, de la charpente ou de la zinguerie sur un bâtiment en terre crue Risques liés à une protection insuffisante des murs en terre crue (largeur insuffisante du débord de toit, absence de descentes d'eau, mauvais entretien des murs exposés, ...)</i>
	Analyser l'environnement d'un bâtiment en terre crue	en vue d'expliquer les désordres présents et d'anticiper les	par une observation de l'environnement direct du	<i>Éléments et aménagements extérieurs ayant un impact sur les murs en terre crue, par exemple présence de surfaces étanches, rehaussement des sols, modifications du soubassement, problématiques liées à la Gestion de l'eau, tassements de terrain, ...</i>

		désordres potentiels	bâtiment	<i>Impacts des conditions climatiques sur le matériau terre crue Caractéristiques de l'environnement du bâtiment : géographie, géologie, topologie, orientation, climat, ...</i>
Examen du projet de restauration de la construction en terre crue conçu par l'architecte / le maître d'œuvre	Repérer les risques associés au choix des matériaux	en vue d'éviter l'apparition de désordres sur les parties en terre crue	par un examen des matériaux dont l'usage est envisagé dans le projet de restauration	<i>Matériaux empêchant le transfert de vapeur d'eau dans les parois ou risquant de modifier le comportement hygrométrique et l'homogénéité de résistance mécanique des murs en terre crue Risques d'érosion liés à la jonction entre le matériau terre crue et des matériaux plus durs Impacts sur les murs en terre crue des matériaux générant des surfaces étanches</i>
	Repérer les impacts des modifications envisagées relatives à la distribution des pièces et à la localisation et à la taille des ouvertures	en vue d'assurer la stabilité de la construction en terre crue	par une analyse des plans relatifs au projet de restauration	<i>Éléments risquant de porter atteinte à l'équilibre structurel initial d'un bâtiment en terre crue Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC Dimensionnement et la localisation des ouvertures selon la technique terre crue utilisée pour la construction des murs Dimensionnement des linteaux et le choix de matériaux pour les réaliser Transferts de charges dans un bâtiment en terre crue en fonction de la technique utilisée Renforts adaptés en cas de modification structurelle d'un bâtiment en terre crue</i>
	Analyser les impacts des modifications envisagées relatives aux toitures, charpentes et planchers sur le bâtiment en terre crue	en vue d'éviter l'apparition de désordres structurels	par une analyse du projet de restauration produit par un architecte ou un maître d'œuvre	<i>Capacités porteuses du matériau terre crue Impacts potentiels des modifications apportées aux toitures, charpentes et planchers dans un bâtiment en terre crue Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC Dimensionnement des surfaces d'appui selon la technique terre crue utilisée pour la construction des murs en cas de modification des descentes de charge de la toiture Dimensionnement des débords de toiture Rôle des éléments connexes (planchers, toitures) sur la stabilité d'une construction en terre crue Impacts des modifications ou suppressions des entrants de charpente sur les murs en terre crue Liaison entre la toiture, le plancher et le mur dans une construction en terre crue en fonction de la technique utilisée</i>
	Analyser les impacts de l'introduction d'ouvrages rapportés dans un bâtiment en terre crue	en vue de prévenir l'apparition de désordres	par une prise en compte des propriétés mécaniques du matériau terre crue	<i>Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC Localiser et dimensionner des accrochages pour éviter d'endommager un mur en terre crue Modes d'accrochage sur le matériau terre crue</i>
	Faire comprendre aux occupants / propriétaires les propositions d'ajustement formulées	pour prévenir les désordres liés à l'humidité et les désordres structurels	par une explicitation des interventions prévues par le projet de restauration et des conditions pour un usage optimal d'un bâtiment en terre crue	<i>Dispositifs permettant de mettre en place un système de drainage, d'éviter les rejaillissements et de protéger les murs en terre crue du ruissellement et des remontées capillaires Techniques permettant de prendre en compte les capacités de résistance mécanique de la terre crue Techniques de dimensionnement des différents éléments permettant d'assurer la stabilité d'un bâtiment en terre crue Matériaux respectueux du comportement hygrométrique, des besoins de transfert de vapeur d'eau et de l'homogénéité de résistance mécanique de murs en terre crue Ventilation naturelle, principes de confort, impact des comportements des usagers sur la qualité et la performance de la terre crue</i>

b) Situation 2 - Restauration d'une construction en terre crue : prescription

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, Architecte / maître d'œuvre.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Prescription d'une maçonnerie de terre	Caractériser les composants de l'ouvrage en terre crue à réaliser	pour une mise en œuvre de qualité et durable	en fonction de la technique de construction choisie	<i>Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC Techniques de construction locales, connaissances du territoire, connaissances du patrimoine bâti en terre crue local Adéquation de la terre à construire disponible pour la rénovation (caractéristiques et quantité) Caractéristiques techniques des matières à ajouter, caractéristiques des mortiers</i>
	Estimer les travaux à réaliser	pour élaborer des prix	en qualifiant et quantifiant les différents postes de travaux du projet de restauration	<i>Contraintes liées au matériau et à la technique retenue, procédés constructifs Matériau, matériel, équipement, transport, stockage, purge, préparation du support, préparation du mélange, protections de l'ouvrage et des abords, personnel qualifié, mise en œuvre</i>
	Calculer le coût des travaux à réaliser	pour établir un budget prévisionnel	sur la base de l'estimation qualitative et quantitative	<i>matière d'œuvre, main d'œuvre, coefficient de vétusté, coefficient de complexité, conditions d'accès au chantier, conditions de stockage, temps de coordination entre corps d'état si besoin, frais de gestion administrative et d'assurances</i>
	Préparer un devis	pour le présenter au maître d'ouvrage ou à la maîtrise d'œuvre	en mettant en évidence les différents postes de travaux et de coûts	<i>coût du prototype pédagogique éventuel, essais sur chantier, mentions légales sur devis, réserves, travaux supplémentaires, ...</i>
	Présenter les prescriptions au maître d'ouvrage	pour les faire accepter	en présentant la démarche du projet et en valorisant les résultats attendus	<i>Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC Engagements de résultat, valorisation de l'expertise, Durabilité, ressources locales, éco-matériaux, matériaux géosourcés / biosourcés, bonnes pratiques sociales et environnementales, procédés de construction bas carbone Respect du bâtiment originel et de son bon fonctionnement</i>

c) Situation 3 - Conception d'un projet mobilisant le matériau terre crue

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : Architecte / maître d'œuvre, ingénieur structure, ingénieur fluides / thermicien, maçon terre crue.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Analyse en première approche	Evaluer l'adéquation de la terre à construire au regard du projet architectural	pour s'assurer de la faisabilité du projet de construction	en vérifiant l'aptitude à l'emploi du matériau terre crue et de ses performances pressenties en faisant réaliser des tests, essais et prototypes	<i>Projet architectural Zone de sismicité, zone climatique Destination de l'ouvrage Règles de l'art, DTU, normes en vigueur, EUROCODES, Euroclasses ATEX Contribution à l'ouvrage et aux éléments d'équipement dissociables et indissociables du produit et/ou du procédé constructif en terre crue Choix de la terre et aptitude à l'emploi du matériau terre crue : résistance mécanique, étanchéité à l'air, étanchéité à l'eau, fonctions éventuelles telles que thermiques ou acoustiques Techniques de construction en terre crue, systèmes constructifs Exemples de projets comparables réalisés en nombre significatif, illustration de la mise en oeuvre du matériau REX et études de l'Agence Qualité Construction Guides de bonnes pratiques de la terre crue CCTC Comportement physico-chimiques des matériaux Compatibilité des matériaux''''</i>
	Concevoir l'utilisation du matériau terre crue dans les ouvrages du bâtiment	afin de définir finement le projet architectural	selon le type d'ouvrage considéré (porteur ou non porteur), en tenant compte des qualités mécaniques, hygrothermiques et esthétiques de la terre, et de ses limites	<i>Projet architectural, conception bioclimatique, conception passive Zone de sismicité, zone climatique Destination de l'ouvrage Règles de l'art, DTU, normes en vigueur, EUROCODES, Euroclasses ATEX Choix de conception et détails constructifs des ouvrages en terre crue, notes de calcul, essais réalisés pour valider les hypothèses de calcul Durabilité de l'ouvrage en terre crue : tenue aux variations de températures, résistance à l'action permanente de l'eau, tenue au vieillissement REX et études de l'Agence Qualité Construction Guides de bonnes pratiques de la terre crue CCTC Comportement physico-chimiques des matériaux Compatibilité des matériaux Sensibilité à l'eau, à l'air, à la chaleur, au froid, au feu du produit et/ou du procédé comportement des matériaux aux variations de chaleur''''</i>
	Caractériser le comportement structurel du bâtiment comportant des	pour s'assurer de la sécurité du projet de construction	au regard du matériau, du projet architectural et de la destination de	<i>Choix de conception et détails constructifs des ouvrages en terre crue, notes de calcul, essais réalisés pour valider les hypothèses de calcul Dispositions constructives Couverture</i>

	ouvrages en terre crue		l'ouvrage	<p><i>Protections contre les remontées d'humidité</i></p> <p><i>Liaisons plancher / murs</i></p> <p><i>Appui des éléments de charpente, jonctions parois (charpente, menuiseries, soubassements, plancher, réseaux, aménagements intérieurs)</i></p> <p><i>Chaînages</i></p> <p><i>Joints structuraux (retrait, dilatation, rupture, désolidarisation, décharge...)</i></p> <p><i>Compatibilité des matériaux</i></p> <p><i>REX et études de l'Agence Qualité Construction'</i></p>
	Caractériser le comportement hygrothermique du bâtiment comportant des ouvrages en terre crue	pour identifier les besoins énergétiques du bâtiment et favoriser le confort d'été	en fonction du projet architectural, des usages prévus, de ses apports internes / externes	<p><i>Choix de conception et détails constructifs des ouvrages en terre crue, notes de calcul, essais réalisés pour valider les hypothèses de calcul</i></p> <p><i>Dispositions constructives</i></p> <p><i>Réglementation thermique en vigueur, méthode d'appréciation du confort d'été, propriétés thermophysiques du matériau, démarche d'évaluation des performances d'inertie thermique d'une paroi, rôle de capteur solaire passif, inertie intérieure / inertie de transmission</i></p> <p><i>Conductivité, capacité calorifique, résistance thermique, phénomènes de vapeur d'eau, ponts thermiques, point de rosée</i></p> <p><i>Ventilation, frein-vapeur</i></p> <p><i>Expositions solaires sur une période donnée</i></p> <p><i>Réglementation thermique en vigueur</i></p> <p><i>REX et études de l'Agence Qualité Construction''''</i></p>
Anticipation de la mise en œuvre du projet	Anticiper la réalisation technique du projet	afin d'identifier les contraintes et spécifications utiles à la conduite du chantier	en identifiant les entreprises compétentes pour la réalisation des ouvrages en terre crue, et en prévoyant une gestion adaptée des interfaces entre lots	<p><i>Contraintes liées au matériau et à la technique retenue, procédés constructifs</i></p> <p><i>Anticipation des liaisons entre lots et objectifs de performances structurelles et thermiques étudiés préalablement</i></p> <p><i>Explicitation des exigences relatives au lot terre en termes de références, de formations des personnels de l'entreprise</i></p> <p><i>Demande de réalisation d'un prototype d'un ouvrage en terre crue</i></p> <p><i>Prescription d'essais à effectuer en début de chantier</i></p> <p><i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC''</i></p>

d) Situation 4 - Prescriptions relatives à l'intervention de différents corps d'état dans un bâtiment en terre crue

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : Architecte / maître d'œuvre, ingénieur structure, ingénieur fluides / thermicien.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Prescriptions relatives aux interfaces entre lots	Intégrer des spécifications « terre crue » dans le dossier de consultation des entreprises	afin d'identifier de manière explicite les attentes relatives au matériau terre	en identifiant les caractéristiques et contraintes des ouvrages en terre crue	<i>Anticipation des liaisons entre lots et objectifs de performances structurelles et thermiques étudiés préalablement. Choix des allotissements en fonction des techniques constructives retenues et des interactions entre lots, en anticipant l'organisation du chantier (assigner les ouvrages en terre crue à un lot propre, ou les intégrer au lot Maçonnerie gros œuvre). Explicitation des exigences relatives au lot terre en termes de références, de formations des personnels de l'entreprise Demande de réalisation d'un prototype d'un ouvrage en terre crue et les essais à effectuer en début de chantier Prise en compte de la saisonnalité de la mise en œuvre des techniques terre crue (gestion des intempéries, du gel, des temps de séchage et protections diverses aux agents extérieurs) Demande de précisions des réservations au lot terre crue par les différents corps d'état, en amont du chantier, sur les plans d'exécution liés</i>
	Rédiger un CCTP adapté à la construction en terre crue	pour maîtriser les risques pouvant affecter la qualité des ouvrages en terre	en précisant les interfaces entre lots, les prestations dues et les limites de prestations entre le lot terre et les autres	<i>Interfaces d'ouvrages entre deux lots différents dont le lot terre Interfaces d'objectifs de performance d'un ouvrage auquel contribuent différents corps d'état, dont celui responsable du lot terre Interfaces organisationnelles, notamment les réunions de préparation de chantier entre corps d'état lorsque le matériau terre est ciblé ou au voisinage Prestations dues par le lot terre, précisions des interactions entre lots, et limites de prestations</i>
	Réaliser un carnet de détail spécifique aux ouvrages en terre crue	pour donner les orientations sur les interfaces sensibles	en fonction des points d'attention spécifiques liés au matériau terre	<i>Carnet de détail au 1/20ème ou au 1/10ème Comportement physico-chimiques des matériaux Compatibilité des matériaux</i>
Prescriptions relatives aux interfaces entre acteurs du neuf et/ou de la restauration	Communiquer avec les différents acteurs	pour connaître le contexte d'intervention sur un site remarquable	en fonction des caractéristiques du site d'intervention	<i>Interactions avec les services étatiques, départementaux... Connaissances des contraintes liées au bâtiment existant, des zones protégées et leur environnement (obligations réglementaires, financements, cahier des charges spécifique, accessibilité, stationnement, approvisionnement, stockage, nuisances sonores et autres...)</i>

e) Situation 5 - Modélisation thermique dans le cas d'une construction neuve comportant des murs en terre crue

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : ingénieur fluides thermicien, Architecte / maître d'œuvre.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Analyse des besoins énergétiques d'un projet en terre crue	Simuler les comportements du matériau en terre crue	pour prévenir les risques de désordres et évaluer l'impact sur le confort thermique intérieur	en reproduisant le comportement du matériau en présence de différences de température, d'humidité et de condensation, tout en connaissant les limites fonctionnelles des logiciels thermo-dynamiques existants	<i>Démarche de conception énergétique complémentaire aux calculs réglementaires Etat des connaissances scientifiques sur les sujets de performance énergétique et de simulation thermo-dynamique et des différences de logique liées à leur expression réglementaire Réglementation thermique en vigueur Conception bioclimatique, écoconception, conception passive, conditions imposées par le projet / le site / le climat, compatibilité des matériaux, inertie thermique, Bbio Perméabilité à la vapeur, migration de la vapeur d'eau, condensation, comportement du matériau à l'humidité, absorption / résorption de l'eau dans le matériau, point de rosée, ponts thermiques, , désordres, pathologies Apports internes / apports externes, conductivité, capacité calorifique, résistance thermique</i>
	Elaborer des préconisations	pour dimensionner le besoin de chauffage ou de refroidissement	en s'appuyant sur une démarche globale d'analyse énergétique du projet	<i>Démarche de conception énergétique complémentaire aux calculs réglementaires Réglementation thermique en vigueur Conception bioclimatique, écoconception, conception passive, conditions imposées par le projet / le site / le climat, compatibilité des matériaux, inertie thermique, Bbio Perméabilité à la vapeur, migration de la vapeur d'eau, condensation, comportement du matériau à l'humidité, absorption / résorption de l'eau dans le matériau, point de rosée, ponts thermiques, , désordres, pathologies Apports internes / apports externes, conductivité, effusivité, capacité calorifique, résistance thermique Etat des connaissances scientifiques sur les sujets de performance énergétique et de simulation thermo-dynamique et des différences de logique liées à leur expression réglementaire Loi ESSOC, RE2020</i>
Analyse des impacts énergétiques d'un projet en terre crue	Identifier les risques de surchauffe dans un projet en terre crue	pour caractériser le comportement thermique du bâtiment	en fonction du projet architectural, de la démarche d'analyse énergétique, et des limites des outils logiciels de simulation thermo-dynamique existants	<i>Normes de confort (NBN X 10-002 : ergonomie - ambiance thermiques, NBN X 10-003 ou ISO-7243 : ambiances chaudes, NBN X 10-005 ou ISO 7730 : ambiances thermiques modérées) Régulation de l'hygrométrie ambiante en fonction du comportement du matériau terre crue face aux variations de températures Maîtrise des modèles de calculs des logiciels de calculs dynamiques existants et de leurs limites (hygrométrie dans l'air VS échanges d'hygrométrie entre les matériaux) Apports internes / apports externes, conductivité, effusivité, capacité calorifique, résistance thermique</i>

	Caractériser les ponts thermiques dans un projet en terre crue	pour traiter les sources éventuelles de déperdition de chaleur et optimiser la performance de l'enveloppe du bâtiment	en estimant l'impact des fuites d'air éventuelles en l'absence actuelle de catalogue de ponts thermiques et de valeurs de référence spécifiques au matériau terre crue	<p><i>Formules et conventions de calcul permettant de caractériser thermiquement les composants d'enveloppe</i></p> <p><i>Maîtrise des modèles de calculs des logiciels existants et de leurs limites</i></p> <p><i>Absence de valeurs par défaut qui se substituent à la méthode en vigueur lorsque celle-ci n'est pas décrite pour le matériau terre crue</i></p> <p><i>Jonctions parois (charpente, menuiseries, soubassements, plancher, réseaux, aménagements intérieurs), pont thermique ponctuel / linéaire, coefficient de transmission, Hypothèses d'impact, préconisations de mesures de traitement des ponts thermiques</i></p>
Etude thermique réglementaire d'un projet en terre crue	Evaluer le niveau de confort thermique intérieur d'un bâtiment en terre crue	pour maîtriser le risque d'inconfort d'été	en s'appuyant sur les capacités de régulation hygrothermique du matériau terre et les limites connues des études réglementaires	<p><i>Démarche de conception énergétique complémentaire aux calculs réglementaires</i></p> <p><i>Loi ESSOC, RE2020, limites de la méthode de calculs réglementaire en vigueur (Bbio, indicateur DH)</i></p> <p><i>Normes de confort (NBN X 10-002 : ergonomie - ambiance thermiques, NBN X 10-003 ou ISO-7243 : ambiances chaudes, NBN X 10-005 ou ISO 7730 : ambiances thermiques modérées)</i></p> <p><i>Régulation de l'hygrométrie ambiante en fonction du comportement du matériau terre crue face aux variations de températures</i></p> <p><i>Maîtrise des modèles de calculs des logiciels existants et de leurs limites (inertie due à la masse du matériau VS échanges d'hygrométrie entre les matériaux)</i></p> <p><i>Propriétés thermophysiques du matériau, démarche d'évaluation des performances d'inertie thermique d'une paroi, rôle de capteur solaire passif, inertie intérieure / inertie de transmission</i></p>
Analyse du cycle de vie (ACV)	Réaliser une ACV du bâtiment, depuis le matériau jusqu'à l'ouvrage en terre crue	pour évaluer l'impact environnemental de son usage dans un projet de construction	en intégrant les données environnementales et sanitaires spécifiques au matériau terre crue	<p><i>Techniques de construction en terre crue les plus favorables par rapport à des ressources locales et des usages locaux, intégration du contexte territorial dans les modèles ACV</i></p> <p><i>Méthodes constructives impactant le cycle de vie du bâtiment</i></p> <p><i>Modèles de procédés constructifs, modèles de comportement des matériaux, composition des matériaux disponibles (matériaux naturels, déchets en mélanges...),</i></p> <p><i>Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (FDES) Spécifiques aux matériaux terre crue</i></p> <p><i>Réglementation en vigueur</i></p>

f) Situation 6 - Modélisation structurelle et simulation de comportements dans le cas d'une construction neuve en terre crue

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : ingénieur structure, ingénieur Fluides / thermicien, Architecte / maître d'œuvre, maçon terre crue, charpentier (si structure bois)

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Dimensionnement structurel	Déterminer les principes structurels des murs en terre crue	pour dimensionner les éléments structurels de manière pertinente	au regard des caractéristiques du matériau, du projet architectural, et de la destination de l'ouvrage	<p><i>Projet architectural, insertion dans le site, exposition à la pluie et au vent</i> <i>Zone de sismicité, zone climatique</i> <i>Destination de l'ouvrage</i> <i>Règles de l'art, DTU, normes en vigueur, EUROCODES, Euroclasses</i> <i>ATEX</i> <i>REX et études de l'AQC</i> <i>Contribution à l'ouvrage et aux éléments d'équipement dissociables et indissociables du produit et/ou du procédé constructif en terre crue</i> <i>Plans, carnets de détail, CCTP, schémas de principe</i> <i>Choix de la terre et aptitude à l'emploi du matériau terre crue : résistance mécanique, étanchéité à l'air, étanchéité à l'eau, fonctions éventuelles telles que thermiques ou acoustiques</i> <i>Durabilité de l'ouvrage en terre crue : tenue aux variations de températures, résistance à l'action permanente de l'eau, tenue au vieillissement</i> <i>Guides de bonnes pratiques de la terre crue CCTC</i> <i>Comportement physico-chimiques des matériaux</i> <i>Compatibilité des matériaux</i> <i>Caractéristiques du matériau : durabilité, vieillissement ; résistances mécaniques, thermiques, influence de la teneur en eau ; comportement dynamique des constructions en terre crue</i> <i>Propriétés élastiques, thermo-mécaniques et hygromécaniques du matériau"</i></p>
Dimensionnement structurel	Dimensionner les parois porteuses en terre crue selon les caractéristiques du matériau terre choisi	pour assurer la résistance des murs et de l'ensemble structurel aux sollicitations	en déterminant les charges maximales admissibles par celle-ci, en réalisant les calculs de capacité portante, et en appliquant un coefficient de sécurité suffisant	<p><i>Projet architectural, insertion dans le site, exposition à la pluie et au vent</i> <i>Zone de sismicité, zone climatique</i> <i>Destination de l'ouvrage</i> <i>Règles de l'art, DTU, normes en vigueur, EUROCODES, Euroclasses</i> <i>ATEX</i> <i>REX et études de l'AQC</i> <i>Gestion des risques de fissuration dans la maçonnerie en terre crue</i> <i>Evaluation de la capacité portante du squelette du bâtiment : des murs, poteaux, poutres...</i> <i>Prise en compte des ouvertures au sein de murs porteurs</i> <i>Résistance du matériau en terre crue aux sollicitations mécaniques (compression, moment tranchant, effort tranchant, déplacement...)</i> <i>Calculs des charges, répartition des charges, descente de charges, transmission des charges internes entre les murs en terre crue et les autres sous-ensembles structuraux (soubassements, planchers, charpente, murs d'une autre nature...)</i></p>

				<p><i>Notes de calcul, méthodologie de calcul, démonstration de la pertinence du coefficient de sécurité appliqué, essais réalisés pour valider les hypothèses de calcul</i></p> <p><i>Stratégies de modélisation numérique du matériau en terre (modèles éléments finis, éléments discrets, lois de comportements...)</i></p> <p><i>Simulation logicielle du comportement Air/Eau/Vent, neige.. Simulation du comportement à un séisme selon la zone sismique visée'</i></p>
Dimensionnement structurel	Déterminer les conditions pouvant affecter les performances mécaniques et les variations dimensionnelles des murs en terre crue	afin de préconiser des solutions de confortement et/ou de renforcement selon les besoins identifiés	en identifiant des scénarios de variations de dimensions ou de tassements différentiels	<p><i>Dispositions constructives</i></p> <p><i>Couverture</i></p> <p><i>Protections contre les remontées d'humidité</i></p> <p><i>Liaisons plancher / murs</i></p> <p><i>Appui des éléments de charpente, jonctions parois (charpente, menuiseries, soubassements, plancher, réseaux, aménagements intérieurs)</i></p> <p><i>Chainages</i></p> <p><i>Joints structuraux (retrait, dilatation, rupture, désolidarisation, décharge...)</i></p> <p><i>Compatibilité des matériaux</i></p> <p><i>REX et études de l'Agence Qualité Construction''</i></p>
Dimensionnement structurel	Anticiper les phénomènes de vapeur d'eau dans les parois	pour prévenir l'altération de leurs performances mécaniques	selon la conception de compositions de parois, les dispositions constructives, et en s'assurant de la compatibilités des matériaux	<p><i>EUROCODES, ATEX</i></p> <p><i>REX et études de l'AQC</i></p> <p><i>Domaine d'emploi du matériau et exclusions</i></p> <p><i>Compatibilité des matériaux</i></p> <p><i>Pont thermique ponctuel / linéaire, méthodes de calcul, coefficient de transmission, hypothèses d'impact, préconisations de mesures de traitement</i></p> <p><i>Comportement hygrothermique du matériau</i></p>

g) Situation 7 - Analyse de risques en présence du matériau terre crue dans le cadre d'un projet de construction

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : contrôleur technique, ingénieur structure, ingénieur fluides / thermicien, Architecte / maître d'œuvre, maçon terre crue.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Démonstration en vue d'une analyse de risques	Evaluer les caractéristiques du produit et/ou du procédé constructif utilisant le matériau terre crue,	pour vérifier son aptitude à l'emploi pour le projet de construction'	en s'appuyant sur une démarche d'analyse multi-dimensionnelle relative au type d'ouvrage considéré (porteur ou non porteur), à la destination du bâtiment, et aux contraintes du site''	<i>Projet architectural</i> <i>Zone de sismicité, zone climatique</i> <i>Destination de l'ouvrage</i> <i>Règles de l'art, DTU, normes en vigueur, EUROCODES, Euroclasses</i> <i>ATEX</i> <i>Compétences et expérience de mise en œuvre du matériau par l'équipe de maîtrise d'oeuvre et de l'entreprise éventuellement pressentie pour la réalisation</i> <i>Contribution à l'ouvrage et aux éléments d'équipement dissociables et indissociables du produit et/ou du procédé constructif en terre crue Plans, carnets de détail, CCTP, schémas de principe</i> <i>Notes de calcul, démonstration de la méthodologie de calcul, démonstration de la pertinence du coefficient de sécurité appliqué, essais réalisés pour valider les hypothèses de calcul</i> <i>Choix de la terre et aptitude à l'emploi du matériau terre crue : résistance mécanique, étanchéité à l'air, étanchéité à l'eau, fonctions éventuelles telles que thermiques ou acoustiques</i> <i>Durabilité de l'ouvrage en terre crue : tenue aux variations de températures, résistance à l'action permanente de l'eau, tenue au vieillissement</i> <i>Exemples de projets comparables réalisés, illustration de la mise en œuvre du matériau, en nombre significatif</i> <i>REX et études de l'Agence Qualité Construction</i> <i>Guides de bonnes pratiques de la terre crue</i> <i>Comportement physico-chimiques des matériaux</i> <i>Compatibilité des matériaux''''''</i>
Evaluation de l'adéquation du matériau terre crue au regard de son utilisation dans le projet de construction	Evaluer la contribution du produit et/ou du procédé constructif utilisant le matériau terre crue, à l'ouvrage et aux éléments d'équipement dissociables et indissociables'	pour s'assurer de la conformité des résultats par rapport à la destination des ouvrages et du bâtiment'	en se référant aux documents techniques communiqués par la MOE, et aux connaissances en vigueur relatives au matériau mis en œuvre	<i>Projet architectural</i> <i>Zone de sismicité, zone climatique</i> <i>Destination de l'ouvrage</i> <i>Règles de l'art, DTU, normes en vigueur, EUROCODES, Euroclasses</i> <i>ATEX</i> <i>Plans, carnets de détail, CCTP, schémas de principe, notes de calcul, essais réalisés pour valider les hypothèses de calcul</i> <i>Choix de conception et détails constructifs des ouvrages en terre crue</i> <i>Choix de la terre et aptitude à l'emploi du matériau terre crue : résistance mécanique, étanchéité à l'air, étanchéité à l'eau, autres fonctions éventuelles telles que thermiques ou acoustiques</i> <i>Durabilité de l'ouvrage en terre crue : tenue aux variations de températures, résistance à l'action permanente de l'eau, tenue au vieillissement</i> <i>REX et études de l'Agence Qualité Construction</i>

				<p><i>Guides de bonnes pratiques de la terre crue</i> <i>Choix de conception et détails constructifs des ouvrages en terre crue</i> <i>Comportement physico-chimiques des matériaux</i> <i>Compatibilité des matériaux</i> <i>Sensibilité à l'eau, à l'air, à la chaleur, au froid, au feu du produit et/ou du procédé comportement des matériaux aux variations de chaleur</i></p>
Analyse de risques	<p>Evaluer les composantes du risque liées à la mise en œuvre du matériau terre crue, à l'échelle de l'ouvrage, et le niveau du risque</p>	<p>pour anticiper les conséquences d'une défaillance éventuelle de l'ouvrage et maîtriser les risques en conséquence</p>	<p>en comparant les éléments de preuve apportés par la MOE et les références et connaissances en vigueur en matière d'aléas liés au matériau terre crue</p>	<p><i>Aléas / Risques / Conséquences</i> <i>Coefficients de sécurité à appliquer</i> <i>Contribution du produit et/ou du procédé à la stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements</i> <i>Contribution du produit et/ou du procédé à la sécurité des intervenants / des ouvriers, et des usagers</i> <i>Contribution du produit et/ou du procédé à la sécurité en cas d'incendie comportement des matériaux aux variations de chaleur, (nota : les procédés géosourcés sont incombustibles)</i> <i>Contribution du produit et/ou du procédé à la sécurité en cas de séisme selon la zone de sismicité</i> <i>Éléments de vulnérabilités d'un ouvrage en terre</i> <i>Faiblesses des ouvrages en terre crue</i> <i>Désordres, pathologies liées au matériau terre</i> <i>REX et études de l'Agence Qualité Construction</i> <i>Guides de bonnes pratiques de la terre crue CCTC</i> <i>Fiches INIES (FDES)</i> <i>Choix de conception et détails constructifs</i> <i>Comportement physico-chimiques des matériaux</i> <i>Compatibilité des matériaux</i> <i>Sensibilité à l'eau, à l'air, à la chaleur, au froid ou au feu du produit et/ou du procédé</i> <i>Procès-verbaux de tests (résistance mécanique, érosion, retrait/fissuration...), appréciations de laboratoire (APL)</i></p>

h) Situation 8 - Recherche et analyse de terre dans le cadre d'un projet de construction en terre crue

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, Architecte / maître d'œuvre, contrôleur technique, ingénieur structure, enduiseur, façadier, terrassier.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Localisation de la terre	Repérer les sites propices à l'excavation de terre	en vue d'accéder au matériau terre crue nécessaire à la réalisation de l'ouvrage	en veillant à privilégier le(s) gisement(s) de terre le(s) plus proche(s) du chantier	<i>Repérage des gisements potentiels de terre sur un territoire : travaux prévus ou en cours avec excavation de terre ou recyclage d'anciens murs en terre dans le périmètre du chantier, carrières de terre alimentant les briqueteries, plateforme(s) de gestion des terres excavées Importance de la localisation de terre en proximité du chantier (raisons environnementales et techniques)</i>
	Rechercher des partenaires locaux susceptibles de favoriser l'accès au matériau terre	afin de faciliter l'organisation des chantiers terre crue	en organisant une mise en réseau entre acteurs	<i>Repérage des professionnels susceptibles de disposer de terre de manière régulière sur le territoire (carriers, terrassiers, agriculteurs, acteurs produisant de la terre de lavage, ...) Arguments en faveur d'une mise en réseau entre professionnels (économie circulaire, valeurs environnementales, éviter les coûts de mise en déchetterie, ...)</i>
Analyse des contraintes techniques et réglementaires	Analyser les contraintes réglementaires associées à l'utilisation d'une terre	en vue d'en permettre l'utilisation dans un chantier terre crue	en tenant compte des caractéristiques du lieu d'extraction de la terre	<i>Formalisation de l'autorisation à demander au propriétaire du terrain Réglementation relative aux terres excavées, à leurs usage et traçabilité Réglementation relative à la responsabilité des producteurs de terre Réglementation relative à l'exploitation de carrières Réglementation relative aux déchets déposés en déchetterie RE 2020 (ACV, FDES, étanchéité à l'air, ventilation, étude thermique) pour le neuf, RT élément par élément pour l'existant droit des assurances et responsabilités civiles voire pénales de tous les acteurs (artisan, client...)</i>
	Analyser les contraintes techniques associées à l'utilisation d'une terre	en vue d'en permettre l'utilisation dans un chantier terre crue	en tenant compte des opérations à réaliser depuis l'excavation jusqu'à la mise à disposition	<i>Estimation du volume de terre nécessaire pour un chantier terre crue en fonction de la technique utilisée et des caractéristiques de l'ouvrage à réaliser Opérations nécessaires pour caractériser la terre et évaluation de leur coût Opérations et matériels nécessaires à une excavation de terre et évaluation de leur coût et de leur durée Repérage des acteurs / experts à solliciter lors de l'excavation (dont le maçon terre crue voire un géotechnicien) Opérations et matériels nécessaires au stockage, au tri et à la préparation de la terre et évaluation de leur coût et de leur durée Opérations et matériels nécessaires au transport de la terre et évaluation de leur coût Organisation de l'exécution, depuis l'excavation à la mise à disposition sur chantier Importance de ne pas mélanger des terres issus de différents gisements Identification des opérations à prévoir pour rendre la terre propre à un usage en construction en fonction de la technique choisie (broyage, criblage, tamisage, ...)</i>

Analyse des caractéristiques de la terre	Repérer les facteurs rendant une terre impropre à la construction	en vue d'assurer un choix de matériau compatible avec un projet de construction terre crue	par un examen visuel, olfactif et sensitif	<p><i>Signes visuels et olfactifs évocateurs d'une présence de matière organique dans la terre</i></p> <p><i>Signes permettant de mesurer la cohésion de la terre</i></p> <p><i>Signes ou informations permettant de repérer une contamination potentielle de la terre (traitements chimiques issus de l'agriculture, du bâtiment ou de l'industrie, de sels liés à l'usage de l'ancien bâti, ...)</i></p> <p><i>Démarche de levée de doute afin de vérifier qu'un site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites pollués</i></p> <p><i>Repérage des cas pour lesquels une analyse de terre en laboratoire est nécessaire</i></p>
	Analyser la faisabilité de l'utilisation d'une terre	en vue de vérifier l'adéquation entre ses caractéristiques et l'ouvrage terre crue envisagé	par un examen visuel, olfactif et sensitif et la réalisation de tests chantier ou de laboratoire	<p><i>Caractéristiques géologiques du territoire</i></p> <p><i>Présence de techniques vernaculaires terre crue sur le territoire</i></p> <p><i>Caractéristiques de l'environnement propices à un usage de la terre pour construire (présence de plantes bioindicatrices, d'eau, ...)</i></p> <p><i>Caractéristiques de la terre à rechercher en fonction de la technique terre crue envisagée (teneur en argile, granulométrie, ...)</i></p> <p><i>Repérage et caractérisation des éléments grossiers (graves et graviers) et des grains dans la terre</i></p> <p><i>Importance de l'homogénéité du gisement</i></p> <p><i>Choix et mise en œuvre de tests sur le lieu de gisement en fonction des informations recherchées (voir situation "tests et essais")</i></p> <p><i>Repérage des cas pour lesquels une analyse de terre en laboratoire est nécessaire</i></p> <p><i>choix et séquençage des tests en laboratoire afin d'en maîtriser le coût</i></p>
	Définir les conditions de tri et d'extraction d'une terre	en vue de permettre son utilisation dans le cadre d'un chantier terre crue	en tenant compte des caractéristiques du lieu dont elle provient	<p><i>Bonnes pratiques en matière de tri des terres sur le lieu d'excavation</i></p> <p><i>Parties de la terre à écarter en cas d'utilisation de terre de terrassement (mise à l'écart de la terre végétale)</i></p> <p><i>Définition de la profondeur d'excavation de la terre</i></p> <p><i>Conditions de stockage</i></p>

i) Situation 9 - Organisation d'un chantier mobilisant le matériau terre crue

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, Architecte / maître d'œuvre / OPC, Assistant à maîtrise d'ouvrage / Maître d'ouvrage, électricien, plaquiste, plombier chauffagiste (et autres corps d'état intervenant sur le chantier).

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Planification des interventions et prise en compte des interfaces	Planifier la période de réalisation des ouvrages en terre crue	en vue de permettre leur mise en œuvre dans des conditions optimales	en tenant compte des conditions climatiques nécessaires à la réalisation de l'ouvrage	<i>Impact des conditions climatiques, notamment de l'humidité et de la température, sur la mise en œuvre du matériau terre crue (précipitations, gel) Anticipation de l'organisation à mettre en place en cas de glissement du calendrier afin de garantir la mise en œuvre des travaux terre crue dans de bonnes conditions</i>
	Programmer les interventions des différents corps d'état	en vue de garantir la résistance des ouvrages en terre crue	par une anticipation des contraintes organisationnelles liées aux temps de séchage des ouvrages en terre crue	<i>Réaction du matériau terre crue à l'eau (en fonction de la technique utilisée) et des éléments à prendre en compte pour estimer le temps de séchage de l'ouvrage en terre crue (par exemple technique utilisée, dimension de l'ouvrage, possibilités de ventilation du chantier, conditions climatiques, ...) Risques liés à un mauvais séchage pour les ouvrages en terre crue selon les techniques utilisées (retrait, fissuration, affaissement, moisissures ...) ou à cause d'une protection des ouvrages inadaptée Dispositifs facilitant l'aération et la ventilation d'un ouvrage en terre crue</i>
	Définir l'ordre d'intervention des différents corps d'état et les mesures de protection	en vue de prendre en compte l'humidité apportée par le matériau terre crue lors de sa mise en œuvre	par une anticipation de l'impact de l'humidité apportée par l'ouvrage en terre crue sur les autres matériaux	<i>Sensibilité à l'eau des différents matériaux utilisés sur le chantier techniques permettant de mesurer l'impact de l'humidité apportée par le matériau terre crue sur les autres matériaux en fonction de la durée et de l'intensité de l'exposition Techniques de phasage des interventions et mesures de protection permettant d'éviter d'endommager les ouvrages (par exemple en bois) par l'humidité endogène apportée par le matériau terre crue</i>
	Clarifier les interfaces techniques avec les ouvrages en terre crue	en vue de garantir des interventions respectueuses du matériau	en organisant des temps d'échange et d'explication des spécificités du matériau terre crue	<i>Comportement du matériau terre crue lors des percements, des fixations en fonction de la technique utilisée Risques d'arrachement sur du matériau terre crue Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC Passages de réseaux, notamment les réseaux de plomberie et pour les réservations en traversée de cloison sur des murs en terre crue en fonction de la technique utilisée Fixation de charges lourdes dans un mur en terre crue Fixation d'éléments, par exemple les boîtiers électriques, dans un mur en terre crue Prototype d'ouvrage en terre crue à des fins pédagogiques et mode d'utilisation de ce prototype Définition des délais d'intervention des différents corps d'état en fonction de la mise en œuvre, du temps de séchage</i>
Organisation de la logistique du chantier et du suivi	Définir les zones de stockage et de production du matériau terre crue	en vue de faciliter la mise en œuvre des ouvrages	par une estimation de la surface et des interventions à prévoir pour produire et stocker	<i>Opérations à réaliser pour la production du matériau terre crue selon le type de terre et la technique utilisée Optimisation des lieux de production et de stockage en tenant compte du poids du matériau terre crue Solutions permettant de limiter la manutention du matériau terre crue</i>

qualité			la terre	
	Sélectionner les équipements et matériels à prévoir ainsi que les ressources humaines	en vue de faciliter la réalisation des ouvrages en terre crue	par un choix des matériels et un arbitrage sur la pertinence de mécaniser certaines opérations	<p><i>Matériels utilisables pour l'extraction et la production du matériau terre crue et de leurs conditions d'utilisation</i></p> <p><i>Protection des ouvriers (masque, gants etc... en cas de poussières) et de l'environnement en cas de poussières</i></p> <p><i>Opérations pouvant être mécanisées (levage, damage, projection, ...), matériels associés et conditions de cette mécanisation</i></p> <p><i>Analyse des bénéfices et des coûts économiques, humains et environnementaux</i></p> <p><i>Qualification des personnes réalisant le chantier</i></p>
	Sélectionner les modes de protection de la terre crue et des ouvrages en terre crue	en vue d'assurer une mise en œuvre optimale des ouvrages	par une prise en compte des conditions permettant de conserver la qualité initiale de la terre en fonction de la technique utilisée	<p><i>Stockage de la terre et des adjuvants ou agrégats (sable, paille, fibres etc..).</i></p> <p><i>Fibres : risque d'humidification, germination risque incendie... en fonction des conditions météorologiques</i></p>
Définir un processus de suivi des caractéristiques de l'ouvrage en terre crue	en vue de traiter les éventuels dysfonctionnements ou malfaçons qui seraient intervenus durant le chantier	en mettant en place une démarche d'auto-contrôle	<p><i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC</i></p> <p><i>Réalisation de tests et essais compte tenu des caractéristiques de l'ouvrage en terre crue envisagé et de la technique utilisée</i></p> <p><i>Contrôle du matériau terre crue (teneur en eau, en fibres, densité, constance des caractéristiques, ...)</i></p> <p><i>Contrôle du degré de séchage nécessaire pour poursuivre la réalisation de l'ouvrage</i></p> <p><i>Mise en œuvre des ouvrages en terre crue selon la technique utilisée</i></p> <p><i>identification du / des professionnels chargés de ce contrôle, de la fréquence et des modalités de mise en œuvre des contrôles</i></p> <p><i>Contrôles du matériau et des ouvrages en terre crue devant être réalisés</i></p> <p><i>Anticipation des actions correctives à mettre en œuvre</i></p>	

j) Situation 10 - Suivi d'un chantier mobilisant le matériau terre crue

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, Architecte / maître d'œuvre, contrôleur technique, enduiseur et autres corps d'état intervenant sur le chantier.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Suivi des réalisations en terre crue et coordination avec les autres intervenants	Assurer le suivi de la production du matériau et des ouvrages en terre crue	en vue de garantir un résultat conforme aux attendus du client ou du maître d'ouvrage	par la mise en œuvre d'un processus de contrôle s'appuyant sur une connaissance des spécificités du matériau terre crue et de sa mise en œuvre	<i>Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC</i> <i>Bonnes pratiques relatives au contrôle du matériau terre crue (teneur en eau, en fibres, densité, constance des caractéristiques, ...)</i> <i>Bonnes pratiques relatives à la réalisation de tests et essais</i> <i>Bonnes pratiques relatives au contrôle du degré de séchage nécessaire pour poursuivre la réalisation de l'ouvrage</i> <i>Bonnes pratiques de mise en œuvre des ouvrages en terre crue selon la technique utilisée</i>
	Communiquer avec les différents corps d'état intervenant à proximité ou sur des ouvrages en terre crue	en vue de garantir des interventions respectueuses du matériau et des ouvrages en terre crue tout au long du chantier	par la mise en œuvre de temps d'échange et d'explication des spécificités du matériau terre crue	<i>Etapas clés auxquelles une coordination est nécessaire avec les corps d'état intervenant sur le matériau terre crue ou sur un ouvrage en terre crue</i> <i>Mise en œuvre d'un dialogue permanent en vue d'ajuster les plannings d'intervention</i> <i>Bonnes pratiques sur les précautions à prendre sur le chantier en matière de gestion de l'eau et de l'humidité et connaissance des désordres potentiels</i> <i>Bonnes pratiques relatives à la protection et à l'aération/séchage du matériau terre crue et des ouvrages en terre crue et connaissance des désordres potentiels</i> <i>Comportement du matériau terre crue lors des percements, des fixations en fonction de la technique utilisée</i> <i>Risques d'arrachement sur du matériau terre crue</i> <i>Bonnes pratiques relatives aux passages de réseaux, notamment les réseaux de plomberie et pour les réservations en traversée de cloison sur des murs en terre crue en fonction de la technique utilisée</i> <i>Bonnes pratiques relatives à la fixation de charges lourdes dans un mur en terre crue</i> <i>Bonnes pratiques relatives à la fixation d'éléments, par exemple les boîtiers électriques, dans un mur en terre crue</i> <i>Risques structurels encourus par un ouvrage en terre crue lors de sa construction, descentes de charge, résistances à la compression, ...</i> <i>Utilisation, le cas échéant, d'un prototype d'ouvrage en terre crue à des fins pédagogiques</i>
Mise en œuvre d'actions correctives en cours de chantier	Adapter la programmation et la durée des interventions mobilisant le matériau terre crue	en vue de permettre la mise en œuvre des ouvrages en terre crue dans des conditions optimales	par un ajustement de la programmation en cours de chantier	<i>Impact des conditions climatiques, notamment de l'humidité et de la température, sur la mise en œuvre du matériau terre crue</i> <i>Bonnes pratiques en termes de séchage des réalisations en terre crue en fonction de la technique utilisée (temps de séchage entre deux levées de pisé ou de bauge par exemple, temps de séchage des terres allégées, des enduits en terre crue, ...)</i> <i>Contrôles à effectuer pour que les réalisations terre crue puissent être lancées en fonction de la technique utilisée (chantier hors d'eau et eaux pluviales traitées par exemple)</i>

	Optimiser le rythme des interventions de production du matériau terre crue et de construction ainsi que les ressources associées	en vue de garantir une production de terre crue suffisante pour les opérations de construction	par un ajustement constant des ressources mobilisées à la production du matériau ou à la construction en fonction des besoins	<i>Opérations à réaliser pour la production du matériau terre crue selon le type de terre et la technique utilisée Volumes de matériau terre crue nécessaires à la réalisation des ouvrages</i>
Protection du matériau et des ouvrages en terre crue	Assurer la protection et l'entretien du matériau terre crue tout au long du chantier	en vue de permettre sa mise en œuvre dans des conditions optimales	par la mise en œuvre de dispositifs de protection du matériau, d'actions permettant d'en faciliter le séchage et un suivi des conditions climatiques	<i>Risques liés à un stockage de terre (humidification, germination, ...) bonnes pratiques en termes de stockage de la terre en fonction de la technique utilisée (aération de la terre, protection, désagrégation des mottes, ...)</i>
	Protéger les murs en terre crue contre l'humidité tout au long de leur réalisation	en vue d'assurer leur résistance et leur durabilité et d'éviter l'apparition de désordres	par la mise en œuvre de dispositifs de protection adaptés à l'ouvrage	<i>Risques liés à l'humidité pour un mur en terre crue Enjeux liés à la protection des hauts de piliers et des têtes de murs en terre crue Dispositifs permettant d'assurer une protection à l'eau des murs en terre crue au cours de la phase de construction</i>
	Protéger les murs en terre crue contre les risques structurels tout au long de leur réalisation	en vue de garantir la bonne réalisation de l'ouvrage	par la mise en œuvre de dispositifs d'échafaudage adaptés à la technique utilisée	<i>Rôle des éléments connexes (planchers, toitures, ...) dans la stabilité d'un ouvrage en terre crue Cas dans lesquels il est nécessaire d'assurer un échafaudage des murs en terre crue pendant la phase de construction en fonction de leur élancement Mesures permettant d'assurer la stabilité des murs en terre crue pendant la phase de construction : échafaudage, limitation des accès aux abords du mur, ...</i>

k) Situation 11 - Transmission de savoir-faire relatifs à la construction terre crue en situation de travail

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, formateur terre crue.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Préparation de l'action de transmission des savoir-faire associés à la construction terre crue	Concevoir une action de transmission des savoir faire sur la construction terre crue	en vue d'exploiter une situation de chantier à des fins pédagogiques '	en définissant des objectifs adaptés aux besoins des apprenants	<i>Repérage des besoins des apprenants : niveau de connaissance du matériau terre crue, niveau de connaissance des techniques de construction, niveau de connaissance des techniques de construction en terre crue Traduction des besoins identifiés en objectifs pédagogiques Principes, théories de l'apprentissage par l'expérience Principes d'andragogie Repérage des caractéristiques du chantier et des situations potentiellement apprenantes</i>
	Définir les conditions nécessaires à la mise en place d'une action de transmission de savoir faire sur un chantier terre crue '	en vue d'en vérifier la faisabilité'	par des échanges avec les acteurs impliqués dans la réalisation du chantier	<i>Vérification de la faisabilité de l'action de formation en situation de travail (activités à réaliser en lien avec les objectifs pédagogiques, possibilité d'aménager les situations de travail pour les rendre apprenantes, présence d'un encadrement de chantier volontaire pour la réalisation d'une action de formation, temps nécessaire à l'action de formation, ...) Définition des rôles respectifs du chef de chantier et du ou des formateurs, le cas échéant Cadre légal et réglementaire de la formation professionnelle continue et de la formation en situation de travail Modes de contractualisation d'une prestation de formation Identification des aménagements des situations de travail à réaliser pour les rendre apprenantes : droit à l'erreur, compatibilité avec les objectifs de production, mise en sécurité des apprenants (repérage des dangers potentiels sur le chantier, liés aux techniques de construction mises en œuvre, à une éventuelle coactivité, ...)</i>
Mise en œuvre d'une action de transmission des savoir-faire associés à la construction terre crue	Mettre les participants en situation de manipuler la terre crue	en vue de leur permettre d'appréhender le comportement du matériau '	au travers d'ateliers pratiques et sensoriels'	<i>Connaissances théoriques sur la terre, sa composition, ses caractéristiques physiques, ses interactions avec l'eau (5 états hydriques) Définition de mises en situation d'expérimentation des changements d'état du matériau terre Définition de mises en situation permettant de développer une expérience sensorielle du matériau terre (vue, toucher, odorat, goût, ...) Techniques d'animation de groupe Principes, théories de l'apprentissage par l'expérience</i>
	Accompagner les apprenants lors de la préparation du mélange	en vue de leur permettre d'appréhender le type et la quantité de liants, de granulats, et de fibres à prévoir pour assurer une bonne tenue du matériau terre crue	au travers de mises en situation professionnelles	<i>Connaissances théoriques sur la terre, sa composition, ses caractéristiques physiques, ses interactions avec l'eau (5 états hydriques), d'autres liants aériens ou hydrauliques et avec des fibres (selon la technique de construction en terre crue utilisée) Caractéristiques et rôle des fibres dans la construction en terre crue (selon la technique de construction en terre crue utilisée) Analyse des retours d'expériences sur les mélanges réalisés Caractéristiques des mélanges à réaliser en fonction des techniques de construction en terre crue Techniques d'apprentissage en situation de travail : mise en situation professionnelle, démonstration, observation, feed-back, mise en œuvre de phases réflexives, ... Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC</i>

	Accompagner les apprenants lors de la mise en œuvre du matériau	en vue de leur permettre d'acquérir les gestes professionnels nécessaires à la réalisation d'ouvrages en terre crue	au travers de mises en situation professionnelles	<p><i>Caractéristiques des différentes techniques constructives en terre crue (Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC)</i></p> <p><i>Gestes professionnels associés aux différentes techniques de construction en terre crue</i></p> <p><i>Prise en compte des caractéristiques du support</i></p> <p><i>Prise en compte des caractéristiques de l'environnement du chantier (dont les conditions climatiques, l'accessibilité, le transport, le stockage...)</i></p> <p><i>Les principaux désordres associés à la construction en terre crue en cas de mauvaise réalisation (selon les techniques de terre crue utilisées)</i></p> <p><i>Les auto-contrôles à réaliser lors de la mise en œuvre du matériau terre crue (selon les techniques de construction en terre crue utilisées)</i></p> <p><i>L'importance des temps de séchage, de la protection des ouvrages et de la protection de la terre</i></p> <p><i>Techniques d'apprentissage en situation de travail : mise en situation professionnelle, démonstration, observation, feed-back, mise en œuvre de phases réflexives, techniques d'apprentissage collaboratif en vue de résoudre des difficultés dans la mise en œuvre de l'ouvrage, ..."</i></p>
	Evaluer l'action de transmission des savoir-faire	en vue de procéder aux réajustements nécessaires et d'enrichir les prochaines actions de transmission	au travers d'observations et d'échanges avec les apprenants	<p><i>Analyse des effets de la transmission de savoir-faire sur l'apprenant (prise de confiance, rapport au matériau ou à la construction terre crue, ...)</i></p> <p><i>Analyse des effets de la transmission de savoir-faire sur le collectif de travail, le cas échéant (cohésion d'équipe, nouveaux modes de collaboration, ...)</i></p> <p><i>Repérage des connaissances, des savoir-faire techniques acquis par les apprenants</i></p> <p><i>Repérage des réponses apportées par l'action de transmission de savoir-faire au regard des besoins identifiés à l'origine</i></p> <p><i>Analyse des améliorations à apporter sur le choix des situations de travail apprenantes, leur aménagement, la préparation et la conduite des actions de transmission de savoir-faire, ..."</i></p>

l) Compétences associées à la préparation du matériau en vue de réaliser un mur en terre massive

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, Architecte / maître d'œuvre, ingénieur structure.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Préparation du mélange de bauge	Mettre en œuvre la terre à l'état plastique	afin de permettre son utilisation en prévenant les risques associés	en maîtrisant le degré de teneur en eau du mélange	<p>Guides de bonnes pratiques CCTC</p> <p>Caractéristiques de la terre utilisée, échantillons, tests, essais</p> <p>Caractéristiques de l'eau utilisée (propriétés physiques et composants de l'eau influencent l'effet des stabilisants végétaux et d'origine animale, adjuvants organiques)</p> <p>Teneur en eau du matériau terre crue (en fonction de la technique utilisée)</p> <p>Eléments à prendre en compte pour estimer le temps de séchage de l'ouvrage en terre crue (par exemple technique utilisée, dimension de l'ouvrage, possibilités de ventilation du chantier, conditions climatiques, ...)</p> <p>Risques liés à des conditions de stockage insuffisantes</p> <p>Risques liés à un mauvais séchage pour les ouvrages en terre crue selon les techniques utilisées (retrait, fissuration, affaissement, moisissures ...)</p> <p>Risques liés à une protection des ouvrages inadaptée</p>
	Déterminer les ajouts à apporter au mélange	en vue d'augmenter sa cohésion et sa résistance	en choisissant une composition à base d'éléments biosourcés	<p>Caractéristiques et qualité des ajouts éventuels (fibres végétales ou animales, granulats biosourcés, stabilisants végétaux et d'origine animale, adjuvants organiques)</p> <p>Composition du mélange : teneur en fibre / teneur en eau / teneur en terre</p> <p>Impact des proportions des composants</p> <p>Conditions de stockage de la terre et des adjuvants ou agrégats (sable, paille, fibres etc.). En particulier pour les fibres : risque d'humidification voire pourrissement, germination, risque incendie...</p>
	Réaliser un prototype de l'ouvrage à réaliser	afin de vérifier l'adéquation du mélange à sa destination	en réalisant des tests et essais jusqu'à un résultat correspondant aux attentes	<p>Caractéristiques et qualité des ajouts éventuels (fibres végétales ou animales, granulats biosourcés, stabilisants végétaux et d'origine animale, adjuvants organiques)</p> <p>Composition du mélange : teneur en fibre / teneur en eau / teneur en terre</p> <p>Impact des proportions des composants</p> <p>Conditions de stockage de la terre et des adjuvants ou agrégats (sable, paille, fibres etc.). En particulier pour les fibres : risque d'humidification, germination risque incendie...</p>
	Adapter les outils et techniques de mélange au site	afin d'anticiper la mise en œuvre en chantier	parmi les principaux modes de mélange connus	<p>Matériels utilisables pour l'extraction et la production du matériau terre crue et de leurs conditions d'utilisation</p> <p>Protection des ouvriers (masque, gants etc... en cas de poussières) et de l'environnement en cas de poussières aussi</p> <p>Opérations pouvant être mécanisées (levage, damage, projection, ...), matériels associés et conditions de cette mécanisation</p> <p>Analyse des bénéfices et des coûts économiques, humains et environnementaux</p> <p>Opérations à réaliser pour la production du matériau terre crue selon le type de terre et la technique utilisée</p> <p>Optimisation des lieux de production et de stockage en tenant compte du poids du matériau terre crue</p> <p>Solutions permettant de limiter la manutention du matériau terre crue</p> <p>Conditions de stockage de la terre et des adjuvants ou agrégats (sable, paille, fibres etc.). En particulier pour les fibres : risque d'humidification, germination risque incendie...</p>

Préparation du mélange pour la réalisation de briques de terre comprimée (BTC) ou d'adobe	Mettre en oeuvre la terre à l'état humide (BTC) ou plastique (adobe)	afin de permettre son utilisation en prévenant les risques associés	en maîtrisant le degré de teneur en eau du mélange	<p><i>Guides de bonnes pratiques CCTC</i> <i>Norme XP P13-901, demandes spécifiques de la maîtrise d'œuvre</i> <i>Caractéristiques de la terre utilisée, échantillons, tests, essais</i> <i>Criblage de la terre, dimension des grains</i> <i>Composition du mélange : teneur en terre / teneur en eau</i> <i>Impact des proportions des composants</i> <i>Éléments à prendre en compte pour estimer le temps de séchage de l'ouvrage en terre crue (par exemple technique utilisée, dimension de l'ouvrage, possibilités de ventilation du chantier, conditions climatiques, ...)</i> <i>Risques liés à des conditions de stockage insuffisantes</i> <i>Risques liés à un mauvais séchage pour les ouvrages en terre crue selon les techniques utilisées (retrait, fissuration, affaissement, moisissures ...)</i> <i>Risques liés à une protection des ouvrages inadaptée</i></p>
	Préparer un mortier adapté à la mise en oeuvre des briques	en vue d'augmenter la cohésion et la résistance de l'ouvrage	en choisissant une composition à base d'éléments biosourcés	<p><i>Criblage de la terre, dimension des grains</i> <i>Composition du mélange : teneur en terre / teneur en eau</i> <i>Impact des proportions des composants</i> <i>Caractéristiques des mortiers : dimension maximale des granulats, caractéristiques mécaniques requises, absorption d'eau par capillarité des éléments à monter, conditions climatiques au moment du montage</i></p>
	Réaliser un prototype de l'ouvrage à réaliser	afin de vérifier l'adéquation du mélange à sa destination	en réalisant des tests et essais jusqu'à un résultat correspondant aux attentes	<p><i>Guides de bonnes pratiques CCTC</i> <i>Norme XP P13-901, demandes spécifiques de la maîtrise d'œuvre</i> <i>Caractéristiques de la terre utilisée, échantillons, tests, essais</i> <i>Adéquation du mortier et des briques et impact sur la solidité de l'ouvrage</i> <i>Techniques de façonnage des briques et de finitions</i> <i>Conditions de stockage sur le site dédié (chantier ou atelier)</i> <i>Éléments à prendre en compte pour estimer le temps de séchage de l'ouvrage en terre crue (par exemple technique utilisée, dimension de l'ouvrage, possibilités de ventilation du chantier, conditions climatiques, ...)</i> <i>Risques liés à un mauvais séchage pour les ouvrages en terre crue selon les techniques utilisées (retrait, fissuration, affaissement, moisissures ...)</i> <i>Risques liés à une protection des ouvrages inadaptée</i> <i>Conditions de stockage sur le site dédié (chantier ou atelier)</i> <i>Consignes d'auto-contrôle de la qualité de la fabrication</i></p>
	Réaliser les briques sur site ou en atelier	afin d'anticiper la mise en œuvre en chantier	en optimisant les techniques de façonnage et de finitions adaptées au résultat attendu	<p><i>Matériels utilisables pour l'extraction et la production du matériau terre crue et de leurs conditions d'utilisation</i> <i>Protection des ouvriers (masque, gants etc... en cas de poussières) et de l'environnement en cas de poussières</i> <i>Opérations pouvant être mécanisées (moulage, grattage...), matériels associés et conditions de cette mécanisation</i> <i>Analyse des bénéfices et des coûts économiques, humains et environnementaux</i> <i>Opérations à réaliser pour la production du matériau terre crue selon le type de terre et la technique utilisée</i> <i>Optimisation des lieux de production et de stockage en tenant compte du poids du matériau terre crue</i> <i>Conditions de stockage sur le site dédié (chantier ou atelier)</i> <i>Consignes d'auto-contrôle de la qualité de la fabrication</i> <i>Éléments à prendre en compte pour estimer le temps de séchage de l'ouvrage en terre crue (par exemple technique utilisée, dimension de l'ouvrage, possibilités de ventilation du chantier, conditions climatiques, ...)</i> <i>Risques liés à des conditions de stockage insuffisantes</i> <i>Risques liés à un mauvais séchage pour les ouvrages en terre crue selon les techniques utilisées (retrait, fissuration, affaissement, moisissures ...)</i> <i>Risques liés à une protection des ouvrages inadaptée</i></p>
Préparation du mélange pour pisé	Mettre en œuvre la terre à l'état humide	afin de permettre son utilisation en prévenant les risques associés	en maîtrisant le degré de teneur en eau du mélange	<p><i>Guides de bonnes pratiques CCTC</i> <i>Connaissance du matériau pisé (terre argilo graveleuse, dépourvue de végétaux, mélange de cailloux, graviers, sables, silts et argiles en proportions équilibrées)</i></p>

	Réaliser un prototype de l'ouvrage à réaliser	afin de vérifier l'adéquation du mélange à sa destination	en conduisant des tests et essais jusqu'au résultat correspondant aux attentes	<p><i>Guides de bonnes pratiques CCTC</i> <i>Connaissance du matériau pisé (teneur en eau, hauteur des couches, qualité du compactage, aspect de surface et hauteur des lits compactés...)</i> <i>Outils et techniques de coffrage, de compactage et de décoffrage : montage de coffrage à l'aide de banches, tassement de la terre dans les banches, outils de compactage</i> <i>Adéquation des conditions et outils avec celles prévues lors du chantier (test à réaliser dans les mêmes conditions que celles du futur chantier : même moyen de compactage, même teneur en eau, mêmes conditions météorologiques, notamment...)</i> <i>Techniques de préfabrication éventuelle</i></p>
	Analyser le prototype réalisé	pour valider le processus de production et la qualité de l'ouvrage	en conduisant une analyse du réalisé et des tests de contraintes du matériau simulant les contraintes réelles auxquelles sera soumis l'ouvrage	<p><i>Guides de bonnes pratiques CCTC</i> <i>Conformité du muret d'essai avec ce qui est considéré comme un pisé réalisé dans les règles de l'art</i> <i>Aspects de surface : état de surface recherché, texture, couleur...</i> <i>Détails de mise en œuvre</i> <i>Compatibilité des matériaux et accessoires, compatibilité avec d'autres ouvrages du projet</i> <i>Tests de résistance à l'abrasion, à l'arrosage, à l'arrachement d'une fixation... selon les besoins identifiés</i> <i>Tests de résistance à la compression, au cisaillement... selon les besoins identifiés</i> <i>Analyse visuelle, contrôle au toucher</i> <i>Contrôle de la qualité de la fabrication (teneur en eau, hauteur des couches, qualité du compactage, aspect de surface et hauteur des lits compactés...)</i> <i>Matériels utilisables pour l'extraction et la production du matériau terre crue et de leurs conditions d'utilisation</i> <i>Protection des ouvriers (masque, gants etc... en cas de poussières) et de l'environnement en cas de poussières</i> <i>Opérations pouvant être mécanisées (moulage, grattage...), matériels associés et conditions de cette mécanisation</i> <i>Analyse des bénéfices et des coûts économiques, humains et environnementaux</i> <i>Opérations à réaliser pour la production du matériau terre crue selon le type de terre et la technique utilisée</i> <i>Optimisation des lieux de production et de stockage en tenant compte du poids du matériau terre crue</i> <i>Conditions de stockage sur le site dédié (chantier ou atelier)</i></p>

m) Compétences associées à la réalisation de tests et essais sur chantier en lien avec l'utilisation de la terre crue

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, Architecte / maître d'œuvre, ingénieur structure, contrôleur technique, enduiseur.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Identification des propriétés d'une terre	Appréhender les propriétés d'une terre	en vue de l'utilisation en construction	au travers de tests sensoriels et d'essais de terrain	<p><i>Protocole d'échantillonnage de la terre</i></p> <p><i>Protocoles de réalisation de tests sensoriels sur des échantillons de terre (par exemple test visuel, essais de toucher de la terre à l'état sec, humide, plastique, visqueux, tests auditifs, goût, odeur de la terre, test du lavage des mains)</i></p> <p><i>Protocoles de réalisation d'essais sur des échantillons de terre : modelage, moulage, sédimentation, test de l'éclat, test d'adhérence, ...</i></p> <p><i>Connaissances théoriques sur la terre, sa composition, ses caractéristiques physiques, ses interactions avec l'eau (5 états hydriques)</i></p> <p><i>Caractéristiques des terres riches en sables, en limons, en argiles</i></p>
Mise en œuvre de tests en vue de la réalisation de murs en terre crue	Elaborer et mettre en œuvre une procédure de test et de validation	en vue d'ajuster les proportions du mélange et les modalités de réalisation d'un mur en terre crue	au travers de la réalisation de prototypes ou de murets d'essai	<p><i>Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC</i></p> <p><i>Démarche d'élaboration d'une procédure de test et de validation : détermination des dimensions et de la forme des murets d'essai, du nombre de murets à réaliser, des modes de protection et des conditions de réalisation du/des muret(s) d'essai (tenant compte des contraintes auxquelles sera soumis l'élément d'ouvrage), détermination des critères à observer (par exemple critères d'analyse visuelle des murets d'essai, mesure du phénomène de retrait, de la masse volumique, du taux d'humidité, différents tests de résistance des murets d'essai, ...)</i></p> <p><i>Mise en œuvre, traçabilité et analyse des résultats d'une procédure d'essai sur des murets en terre crue</i></p> <p><i>Impacts de l'augmentation de la teneur en eau, de l'ajout de fibres (selon la technique de construction choisie) et de l'augmentation de la teneur en argiles de la terre sur la facilité de mélange, la plasticité et la malléabilité de la matière, la hauteur possible des levées, l'affaissement, le temps de séchage, le retrait, la densité, la cohésion et la résistance à l'eau d'un ouvrage en terre crue</i></p> <p><i>Démarche de contractualisation des aspects de surface au travers de la réalisation de tests</i></p> <p><i>Identification des cas nécessitant la réalisation d'essais plus poussés sur le chantier ou en laboratoire en fonction des contraintes du projet</i></p> <p><i>Norme NFP 13-901 relative aux briques de terre crue destinées à la réalisation de murs et cloisons</i></p> <p><i>Norme NF EN 596- essais chocs corps mous sur murs structure bois</i></p>
Mise en œuvre de tests en vue de la réalisation d'enduits en terre crue ou sur	Apprécier l'adhérence d'un enduit sur un mur en terre crue	en vue d'éviter des désordres ultérieurs, dont l'éclatement de l'enduit	au travers de la réalisation d'essais	<p><i>Règles professionnelles pour la mise en œuvre des enduits sur supports composés de terre crue</i></p> <p><i>Nature des essais à réaliser en vue de garantir l'obligation de résultat</i></p> <p><i>Notion d'obligation de résultat en construction (versus obligation de moyens)</i></p> <p><i>Réalisation de tests d'arrachement en vue de valider la qualité de l'accroche de l'enduit</i></p> <p><i>Réalisation de tests permettant de valider la teneur en argile de la terre</i></p>

des murs en terre crue	Réaliser des échantillons d'enduits à base de terre crue	en vue de valider, dans des conditions de chantier, la qualité du support, des dosages et de la mise en œuvre des enduits	en utilisant un protocole d'essai validé par les professionnels de la construction terre crue	<i>Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC Procédure de validation de la composition d'un enduit à base d'argile Procédure de validation de tenue au cisaillement / arrachement d'enduits à base d'argile Rendu final (texture, aspect, couleur...)</i>
-------------------------------	--	---	---	--

n) Compétences associées à la prescription relative à l'utilisation de terre allégée⁶⁶ à des fins d'isolation thermique et phonique

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, charpentier (si structure bois), Architecte / maître d'œuvre, ingénieur fluides / thermicien.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Analyse de la faisabilité et des conditions du recours à la terre allégée	Réaliser un diagnostic de l'environnement du bâtiment	en vue de vérifier que l'utilisation de la terre allégée est possible et pertinente	par un examen visuel du bâtiment et de son environnement	<i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC - Terre allégée</i> <i>Impacts de l'eau et de l'humidité sur le remplissage en terre allégée</i> <i>Utilisation d'outils de mesure pour mesurer l'humidité</i> <i>Impacts des conditions climatiques sur le matériau terre crue</i> <i>Caractéristiques de l'environnement du bâtiment : géographie, géologie, topologie, orientation, climat, ...</i> <i>Sur bâtiment existant : repérage des dispositions constructives assurant la protection du mélange en terre allégée</i> <i>Analyse du mode constructif du bâtiment (matériaux employés et leur compatibilité avec le terre/paille)</i>
	Déterminer les usages possibles de la terre allégée dans le bâtiment	en vue de garantir l'efficacité du procédé et l'intégrité du mélange	par un repérage des caractéristiques du bâtiment	<i>Détermination de l'usage possible de la terre allégée dans le bâtiment ou projet de bâtiment : en remplissage, en doublage intérieur ou en doublage extérieur</i> <i>Caractéristiques du bâtiment existant ou à construire : existence d'éléments permettant d'assurer la protection au vent, à l'eau et à l'abrasion de la terre allégée, stabilité de la structure bois, ...</i> <i>Analyse de l'opportunité de recourir à de la terre allégée en fonction du degré d'humidité auquel sont soumis les lieux potentiels d'utilisation (humidité modérée ou forte) et de la présence de revêtements étanches pour protéger le mélange des projections</i> <i>Vérification de la possibilité de migration de la vapeur d'eau</i> <i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC - Terre allégée</i>
	Analyser les besoins du client en lien avec une utilisation de la terre allégée	en vue de réaliser des prescriptions adaptées	par un échange avec le client, l'architecte et / ou le maître d'œuvre	<i>Repérage de l'usage du bâtiment ou du projet de bâtiment</i> <i>Repérage des besoins et attentes du client final : confort d'été, confort d'hiver, absorption phonique et transmission acoustique, ...</i> <i>Propriétés physiques de la terre allégée (en matière d'isolation thermique, d'inertie thermique et hygrométrique, d'isolation phonique, ...)</i> <i>Comparaison des propriétés physiques et conditions d'utilisation de la terre allégée avec celles d'autres matériaux biosourcés (paille, ...)</i> <i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC - Terre allégée</i>
Choix du mode de mise en œuvre, dimensionnement et sélection des	Sélectionner des matériaux propices à une mise en œuvre de terre allégée	en vue de garantir les propriétés isolantes et la résistance mécanique du mélange	par un repérage des matériaux disponibles dans la proximité des lieux du chantier	<i>Importance de la localisation de terre en proximité du chantier (raisons environnementales et techniques)</i> <i>Impacts de l'augmentation de la teneur en fibres et de la teneur en argiles sur les propriétés isolantes et les performances mécaniques de la terre allégée</i> <i>Sélection de fibres ou de granulats végétaux compatibles avec la mise en œuvre de terre allégée selon le mode de mise en œuvre envisagée (manuel ou mécanique)</i> <i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC - Terre allégée</i>

matériaux	Sélectionner un mode de mise en œuvre de la terre allégée	en vue de garantir une utilisation adaptée aux performances attendues et aux caractéristiques du bâtiment	par analyse des avantages et inconvénients de différentes solutions techniques	<p><i>Avantages, inconvénients et conditions de mise en œuvre des différentes techniques de remplissage associées à la terre allégée : murs coffrés, garnissage, blocs et panneaux préfabriqués</i></p> <p><i>Opérations pouvant être mécanisées (préparation du mélange, projection, ...), matériels associés et conditions de cette mécanisation</i></p> <p><i>Analyse des bénéfices et des coûts économiques, humains et environnementaux d'une mécanisation</i></p> <p><i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC - Terre allégée</i></p> <p><i>DTU associés à la charpente et à l'ossature bois (pour les techniques de remplissage)</i></p>
	Déterminer la densité, la composition, et la masse volumique du mélange de terre allégée ainsi que les finitions à réaliser	en vue d'atteindre les performances attendues	en tenant compte des attentes du client	<p><i>Conductivité thermique des mélanges de terre allégée en fonction de la nature de la fibre et du granulat végétal ajouté et de la masse volumique du mélange</i></p> <p><i>Impacts de l'application d'une finition sur l'absorption phonique et la transmission acoustique d'un remplissage en terre allégée et sur l'étanchéité à l'air de l'ouvrage</i></p> <p><i>Détermination de la nature du revêtement à appliquer sur la terre allégée (finition) selon les caractéristiques de l'ouvrage à réaliser et des protections à prévoir (protection vis-à-vis des xylophages et rongeurs notamment)</i></p> <p><i>Détermination du type de raccord à réaliser pour assurer la jonction entre le remplissage en terre allégée, les murs, les planchers et toitures ainsi que les menuiseries afin d'assurer l'étanchéité à l'air</i></p> <p><i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC - Terre allégée</i></p> <p><i>Règles professionnelles relatives aux enduits sur supports en terre</i></p>

o) Compétences associées à l'accompagnement de clients dans l'appréhension des spécificités d'un bâtiment en terre crue tout au long de son cycle de vie

Tout ou partie des compétences qui suivent peuvent être partagées par les professionnels suivants : maçon terre crue, Architecte / maître d'œuvre, assistant à maîtrise d'ouvrage, enduiseur.

Ces compétences sont mises en œuvre dans des conditions et à des degrés d'expertise différents, selon la mission confiée à chaque professionnel, ce qui influe sur le choix des ressources mobilisées et le degré de maîtrise visé.

Activité	Action	Finalité	Ressources pour réaliser l'action	Pistes pour la formation
Conseil au client	Présenter les caractéristiques du matériau en terre crue	pour sensibiliser le maître d'ouvrage à ses qualités et ses contraintes	en expliquant les utilisations possibles du matériau et leur impact sur le fonctionnement global du bâtiment	<i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC Connaissances du patrimoine bâti en terre crue local, domaines d'emploi du matériau, types d'ouvrages réalisables, principes constructifs, Matériau : caractéristiques mécaniques, qualités esthétiques, panel de matières possibles, panel de couleurs possibles, Visites de chantiers réalisés sur le territoire, portfolio de réalisations mobilisant la terre crue, maison témoin, échantillons d'enduits sur plaquettes, prototype pédagogique d'ouvrage en terre crue</i>
	Orienter le maître d'ouvrage sur les ressources en terre constructible	afin de permettre un choix du client	en recourant à une analyse de la terre du site et/ou en identifiant les ressources en fournisseurs de proximité	<i>Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue CCTC Connaissances du territoire, connaissances du patrimoine bâti en terre crue local, adéquation de la terre à construire disponible pour la rénovation (caractéristiques et quantité), carrières, briqueteries, fabricants</i>
	Analyser les usages évoqués par le maître d'ouvrage	afin de proposer un ouvrage en terre crue adapté aux usages	en fonction des possibilités offertes par le matériau, le projet du client et son budget prévisionnel	<i>Conception bioclimatique, apports solaires, incidences climatiques sur la préparation et la mise en œuvre du matériau, protections particulières, entretien et maintenance de l'ouvrage en terre crue</i>
	Sensibiliser le maître d'ouvrage à l'organisation du projet	afin d'anticiper les activités du chantier et minimiser les risques	en explicitant les conditions favorables à réunir pour la mise en œuvre du matériau terre crue et la qualité des résultats	<i>Incidences climatiques sur la préparation et la mise en œuvre du matériau, temps de séchage à respecter Gestion des interfaces entre ouvrages et matériaux employés Ordonnement des activités en fonction de l'avancée de la réalisation de l'ouvrage en terre crue, protections particulières, Gestion des interfaces entre corps d'état</i>
	Proposer au maître d'ouvrage différents professionnels ayant une expérience du matériau	afin de permettre au maître d'ouvrage d'avoir recours à des professionnels qualifiés	en s'appuyant sur un réseau pré-identifié et caractérisé en fonction	<i>Connaissances des acteurs locaux du patrimoine bâti et de la construction neuve en terre crue avec une expérience préalable en terre crue, partage de pratiques, annuaire des professionnels de la construction en terre crue (différents corps d'état)</i>

	terre crue		des besoins du projet	
Accompagnement client en phase de chantier	Conseiller au maître d'ouvrage un ordonnancement des travaux	pour éviter les incidents éventuels sur chantier	en organisant les interventions possibles en fonction de la réalisation de l'ouvrage en terre crue	<i>Gestion des interfaces entre ouvrages et matériaux employés</i> <i>Réalisation d'un prototype pédagogique</i> <i>Protections particulières, respect des temps de séchage</i> <i>Gestion des interfaces entre corps d'état</i> <i>Prévention, anticipation des co-activités</i>
	Communiquer de manière anticipée aux corps d'état intervenant sur le chantier	afin de préserver la qualité des résultats attendus à l'issue du chantier	les informations essentielles relatives aux désordres pouvant apparaître lors de leurs interventions à proximité de l'ouvrage en terre crue, leurs causes et conséquences ainsi que des moyens de les prévenir	<i>Gestion des interfaces entre ouvrages et matériaux employés</i> <i>Réalisation d'un prototype pédagogique</i> <i>Protections particulières, respect des temps de séchage</i> <i>Gestion des interfaces entre corps d'état</i> <i>Prévention, anticipation des co-activités</i>
Accompagnement client en phase de réception	Sensibiliser le maître d'ouvrage sur la conduite à tenir en matière d'entretien et de maintenance des ouvrages en terre crue	afin de lui permettre un usage optimal des ouvrages réalisés	en lui donnant des conseils personnalisés en fonction des usages identifiés	<i>Carnet d'entretien et de maintenance de l'ouvrage en terre crue, techniques de nettoyage, vieillissement naturel du matériau, principaux signes de désordres</i> <i>Contrat d'entretien de l'ouvrage</i>

Synthèse : tableau synoptique des professionnels concernés par les compétences de la construction en terre crue travaillées dans le cadre de l'étude

Compétences associées à ...	Maçon terre crue	Architecte / maître d'œuvre	Ingénieur structure	Ingénieur fluides / thermicien	Contrôleur technique	Enduseur	Autres corps d'état du bâtiment	Autres acteurs
la restauration d'une construction en terre crue : diagnostic								Maître d'ouvrage (services techniques des collectivités territoriales)
la restauration d'une construction en terre crue : prescription								
la conception d'un projet mobilisant le matériau terre crue								
la réalisation de prescriptions relatives à l'intervention de différents corps d'état dans un bâtiment en terre crue								
la modélisation thermique dans le cas d'une construction neuve comportant des murs en terre crue								
la modélisation structurelle et simulation de comportements dans le cas d'une construction neuve en terre crue								
l'analyse de risques en présence du matériau terre crue dans le cadre d'un projet de construction								
la recherche et analyse de terre dans le cadre d'un projet de construction en terre crue								Façadier Terrassier
l'organisation d'un chantier mobilisant le matériau terre crue								OPC Assistant à maîtrise d'ouvrage

le suivi d'un chantier mobilisant le matériau terre crue								Maitre d'ouvrage
la transmission de savoir-faire relatifs à la construction terre crue en situation de travail								Formateur terre crue
la préparation du matériau en vue de réaliser un mur en terre massive								Charpentier (si structure bois)
la réalisation de tests et essais sur chantier en lien avec l'utilisation de la terre crue								
la prescription relative à l'utilisation de terre allégée à des fins d'isolation thermique et phonique								
l'accompagnement de clients dans l'appréhension des spécificités d'un bâtiment en terre crue tout au long de son cycle de vie								Assistant à maîtrise d'ouvrage

2.4 Cartographie et caractéristiques de l'offre de formation

Les travaux réalisés dans le cadre de l'étude ont visé à mettre en regard les besoins en compétences et l'offre de formation telle qu'elle est aujourd'hui portée par les organismes de formations et les organismes certificateurs, étant entendu que, dans la filière terre crue, le constat a été effectué d'un recours particulièrement notable à des pratiques de formation ne faisant pas l'objet d'une « offre » formelle. Celles-ci peuvent prendre des formes très différentes : échanges entre pairs dans le cadre des projets, en milieu associatif, sur des chantiers participatifs, chantiers-école, auto-formation, Dans cette partie, la notion d'"offre de formation" désigne les formations portées par les organismes de formation.

Pour constituer la cartographie de l'offre de formation abondant, de manière plus ou moins approfondie, la terre crue, plusieurs modalités d'investigations et de recueil de l'information ont été investies.

Le repérage et le recensement de l'offre de formation ayant trait à la terre crue s'est basé, d'une part, sur l'**analyse documentaire** des éléments de présentation des formations sur les sites Internet des organismes de formation les délivrant. Ces organismes de formation ont été repérés à l'aide de plusieurs sources :

La liste des organismes de formation habilités à former des candidats sur les formations certifiantes identifiées (au stade de l'offre puis dans le cadre des études documentaires et des entretiens conduits auprès des professionnels) ;

La liste des organismes de formation délivrant ces formations disponibles via les Carif-Oref⁶⁷.

D'autre part, des **entretiens qualitatifs** ont été conduits auprès de vingt organismes de formation dispensant des formations en lien avec la terre crue :

Organismes de formation	Date de l'entretien
Aplomb 38	14 février 2023
Noria et Compagnie	03 mars 2023
Amaco	16 février 2023
BTP CFA Occitanie	14 avril 2023
MFR Val-d'Erdre	29 mars 2023
GRETA Livradois-Forez	09 mars 2023
ENSA Grenoble	22 février 2023
ENSA Paris-La-Villette	15 février 2023
GEP Atlantique	31 janvier 2023
AFAPI (Réseau REECA)	23 février 2023
ENTPE Lyon	23 février 2023
Polytech Annecy-Chambéry (Université Savoie-Mont-Blanc)	14 février 2023
UPSSITECH	15 février 2023
Institut d'Aménagement et d'urbanisme de Rennes (IAUR)	14 mars 2023
CAUE d'Auch (Gers)	15 mars 2023
Oïkos	17 mars 2023
Lycée Pierre-Coton-de-Néronde	13 février 2023
Ecole Centrale de Lyon	21 avril 2023
ESTP	14 mars 2023
Lycée Norman-Foster	28 mars 2023
De la Matière à l'Ouvrage	05 décembre 2022

⁶⁷ Les Centres d'animation, de ressources et d'information sur la formation (Carif) et les Observatoires régionaux de l'emploi et de la formation (Oref) sont portés par l'État et les Régions et impliquent les partenaires sociaux. Ils sont principalement financés par l'État et les Conseils régionaux dans le cadre des Contrats de Plan : <https://www.intercariforef.org/formations/recherche-formations.html>

2.4.1 Approche générale de la formation en terre crue

2.4.1.1 Typologie de l'offre de formation

La cartographie de l'offre de formation réalisée recense **cent-cinquante-sept formations distinctes** (et deux-cent-soixante-cinq sessions de formation annuelles) et **soixante-treize organismes de formation distincts**.

L'analyse du matériau recueilli fait ressortir une **typologie** s'articulant autour :

Des formations **diplômantes** et **certifiantes** spécialisées sur la **terre crue** ;

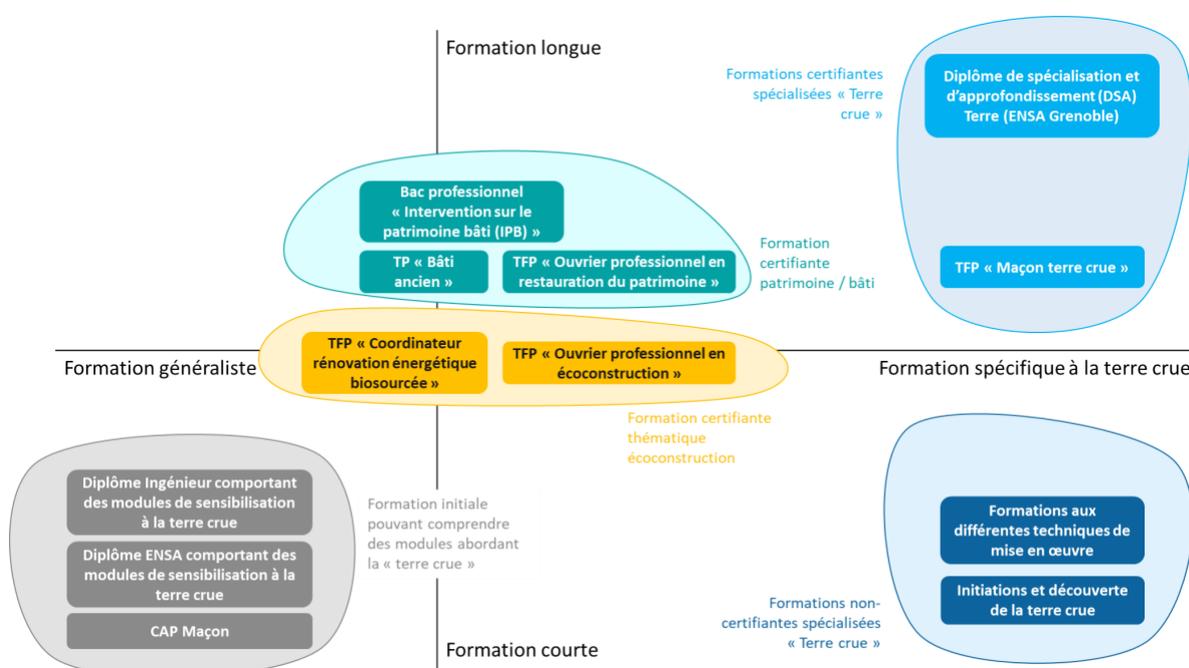
Des formations **non-certifiantes** spécialisées sur la **terre crue** ;

Des formations **certifiantes** abordant la terre crue sous le prisme du **patrimoine bâti** ;

Des formations **certifiantes** abordant la terre crue sous le **prisme de l'écoconstruction** et de **l'habitat durable** ;

Des formations **généralistes** pouvant aborder la terre crue dans le cadre de **modules spécifiques à la « terre crue »**⁶⁸.

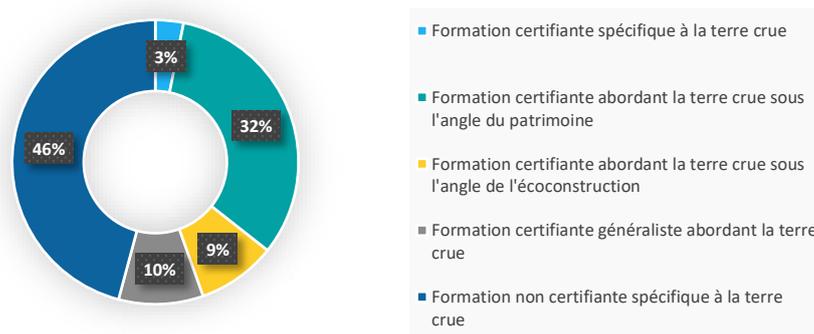
Autour de deux axes relatifs, pour le premier d'entre eux, au **degré de spécificité à la terre crue de la formation** et, pour le second, à la **durée** du parcours de formation, la cartographie permet de visualiser l'articulation de l'offre de formation abordant la terre crue de la manière suivante :



Parmi, ces formations, les **formations non-certifiantes spécifiques à la terre crue représentent près de la moitié de l'offre totale recensée** dans l'exercice de cartographie (46%) ; à l'inverse l'offre de formation **certifiante spécifique à la terre crue** concerne **seulement 3%** de l'ensemble de l'offre de formation recensée. L'entrée par le **patrimoine** constitue une part importante de l'offre de formation : presque un tiers de celle-ci.

⁶⁸ L'introduction de module de sensibilisation / formation à la terre crue dépend moins de la formation / certification (ou de son référentiel) que de l'établissement, organismes de formation ou CFA délivrant la formation en question.

Répartition des formations selon la typologie retenue (en %)



Source : Cartographie de l'offre de formation, Traitement Amnyos.

Au regard des familles de métiers visées par l'offre de formation, de véritables disparités en termes d'offres de formation mobilisables sont rendues visibles :

	Formation certifiante spécifique à la terre crue	Formation certifiante abordant la terre crue sous l'angle du patrimoine	Formation certifiante abordant la terre crue sous l'angle de l'éco-construction	Formation certifiante généraliste abordant la terre crue	Formation non certifiante spécifique à la terre crue	Total
Métiers de la réalisation	4	51	13	0	63	131
Tous métiers de la conception (architectes et ingénieurs)	1	0	0	12	46	59
Formations spécifiques aux métiers de l'ingénierie	0	0	0	2	37	39
Métiers de la maîtrise d'ouvrage	0	0	0	0	40	40

Source : Cartographie de l'offre de formation, Traitement Amnyos.

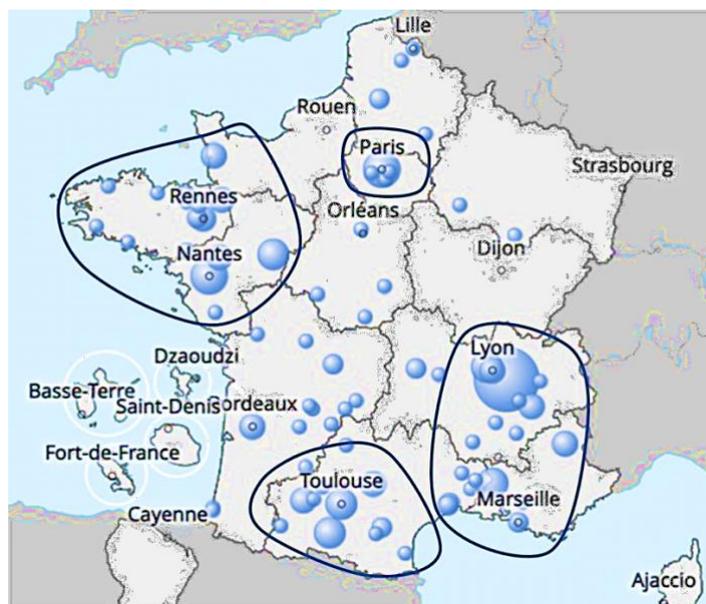
2.4.1.2 Localisation de l'offre de formation

La constitution de la cartographie de l'offre de formation relative à la terre crue permet d'élaborer la carte ci-dessous. Au travers de celle-ci, force est de constater que la localisation de l'offre de formation se calque, au moins en partie, sur la carte relative aux patrimoines bâtis identifiés par Elvyre Leylavergne⁶⁹. On retrouve en effet une forte concentration de formations abordant la terre crue (de manière plus ou moins spécifique) :

- En **Auvergne-Rhône-Alpes** et dans la **vallée du Rhône** ;
- Autour de **Toulouse** ;
- Entre la **Normandie** et les **Pays-de-la-Loire** en passant par la Bretagne.

La concentration observable autour de Paris est principalement liée à l'implantation de plusieurs écoles d'architectes et d'ingénieurs.

⁶⁹ La carte en question est présente en première partie du présent rapport (Cf. partie 8).



Source : Cartographie de l'offre de formation, Traitement Amnyos

Précision : ne figurent pas sur cette carte 4 formations identifiées entièrement dispensées à distance.

2.4.2 Focus sur l'offre de formation certifiante et diplômante spécifique à la terre crue

Pour mémoire, l'offre de formation certifiante et diplômante porte sur les diplômes et certifications professionnelles enregistrées au Répertoire National des Certifications Professionnelles (RNCP).

Les certifications professionnelles autres que les diplômes sont enregistrées au RNCP sur demande du certificateur. Elles doivent pour cela répondre à 9 critères, qui font l'objet d'un examen par France compétences :

- L'adéquation des emplois occupés par rapport au métier visé par le projet de certification professionnelle
- L'impact du projet de certification professionnelle en matière d'accès ou de retour à l'emploi
- La qualité des référentiels d'activités, de compétences et d'évaluation
- La mise en place de procédures de contrôle de l'ensemble des modalités d'organisation des épreuves d'évaluation
- La prise en compte des contraintes légales et réglementaires liées à l'exercice du métier visé par le projet de certification professionnelle
- La possibilité d'accéder au projet de certification professionnelle par la VAE
- La cohérence des blocs de compétences constitutifs du projet de certification professionnelle et de leurs modalités spécifiques d'évaluation
- Le cas échéant, la cohérence des correspondances totales ou partielles mises en place avec des certifications professionnelles équivalentes et de même niveau de qualification et leurs blocs de compétences
- Le cas échéant, les modalités d'association des commissions paritaires nationales de l'emploi de branches professionnelles dans l'élaboration ou la validation des référentiels.

L'offre de formation certifiante spécifique à la terre crue est relativement limitée, avec deux certifications visant spécifiquement la terre crue, et visant des objectifs et des niveaux de qualification très différents. Ces deux certifications accueillent un nombre d'apprenants restreint :

Le **diplôme de spécialisation et d'approfondissement (DSA) « Architecture de terre »** de l'ENSA de Grenoble, qui accueille vingt-cinq apprenants tous les deux ans ;

Le **titre à finalité professionnelle (TFP) « Maçon terre crue »** (enregistré au RNCP), qui a été obtenu par quarante-trois personnes entre 2019 et 2021⁷⁰, soit moins de 15 titulaires chaque année.

Il est également à noter qu'il existe un référentiel de compétences ECVET « Construire en terre » visant à évaluer et valider les acquis des personnes. Les référentiels ECVET (Système européen de crédits pour l'enseignement et la formation professionnels) ont pour objectifs de « faciliter la validation, la reconnaissance et l'accumulation des connaissances et compétences professionnelles acquises lors d'un séjour dans un autre pays ou dans des

⁷⁰ France Compétences, *Maçon en terre crue*, consulté en ligne ([lien](#)).

situations différentes »⁷¹ et de favoriser une meilleure compatibilité entre les enseignements dans les différents pays de l'Europe. Pour autant, le référentiel ECVET « Construire en terre » n'est pas une certification (et n'est en ce sens pas inscrit au RNCP), même si quelques organismes de formation ont pu se saisir de ce référentiel pour construire leur programme de formation. Dans le cadre des travaux réalisés, aucun des organismes de formation rencontrés n'a mobilisé ce référentiel.

2.4.2.1 Le DSA « Architecture de terre », une formation de référence avec une approche relativement large de la terre crue, de la conception à la mise en œuvre, avec une place importante accordée à la mise en pratique dans des contextes professionnels variés

Le Diplôme de spécialisation et d'approfondissement (DSA) Architecture de terre, cultures constructives et développement durable est un **diplôme post master délivré par l'ENSA de Grenoble** (ENSAG) d'une durée de **2 ans** avec des **promotions de 25 étudiants environ**. Il existe depuis 1984 et a été développé par l'association et laboratoire de recherche **CRATERRE**, qui intervient dans les enseignements.

Il s'agit **majoritairement** de professionnels avec **quelques années d'expérience** souhaitant se **spécialiser** sur la **terre crue**, souvent en lien avec **convictions écologiques et sociétales**, avec des profils variés (architectes, ingénieurs, archéologues, historiens, etc.) : « *Dans les lettres de motivation, ils mettent souvent en avant une forme de rupture par rapport au système de production dominant. Le matériau terre, pour eux, c'est un moyen d'avoir une pratique plus responsable. Certains ont également la nécessité de répondre à l'enjeu d'accompagner des populations très précaires dans certains pays. Il y a aussi le fait de répondre à des enjeux sociétaux très importants* » (Responsable pédagogique).

Le DSA a pour objectif de répondre aux évolutions en cours dans les divers domaines relatifs aux métiers de l'architecture de terre et plus particulièrement dans les domaines :

- Du projet d'habitat économique dans une perspective de développement durable ;
- Du projet d'architecture contemporaine respectueuse de l'environnement ;
- De la conduite de projets de conservation et gestion durable des patrimoines architecturaux et archéologiques ;
- De l'enseignement supérieur, de la recherche et la formation professionnelle.

Il a pour objectifs de former des spécialistes capables de :

Maîtriser le matériau terre et son potentiel constructif et architectural,

Appréhender de façon globale les aspects techniques mais aussi méthodologiques et stratégiques de projets de développement durable, de conservation du patrimoine ou encore de recherche et d'enseignement

Le DSA permet aux professionnels formés d'avoir une approche relativement large de la terre crue. Parmi les thématiques enseignées :

- Architecture de terre et cultures constructives ;
- **Bases scientifiques, techniques et méthodologiques** associées à l'architecture de terre ;
- Les métiers de l'**architecture** de terre dans l'Habitat et le Patrimoine ;
- Une approche **expérimentale** sur les architectures de terre ;
- La recherche sur la **conservation** et le **développement** des architectures.

Une place importante est accordée à la **mise en situation professionnelle (4 mois)**, qui s'effectue dans des contextes professionnels relativement variés : « *Généralement, ça peut être la fabrication de BTC au Sénégal pour des profils ingénieurs. Il y en a aussi qui vont en laboratoire (étudiants du DSA ingénierie) ou dans des associations type Urbasen, Urbamonde pour travailler sur le développement de la filière terre crue et la production de BTC. D'autres vont dans des bureaux d'étude français qui sont spécialisés sur la terre. Certains vont être chez des artisans sur des chantiers terre crue. Puis 2 mois en bureau d'étude. Ça permet de compléter l'expérience* » (Responsable pédagogique DSA).

Une place est également accordée à l'analyse et à la **mise en œuvre de la terre crue** de manière pratique : analyse de la terre en laboratoire, réalisation d'expérimentations avec le matériau, construction de murs en terre crue avec différentes techniques (pisé, BTC, etc.). Il est à noter que cette mise en pratique s'appuie sur une infrastructure de pointe, « **Les Grands Ateliers** : innovation, architecture, ingénierie, art » (GAIA) de l'Isle

⁷¹ Erasmus +

d'Abeau.

Il faut également noter qu'une **place importante** est accordée dans la formation à la **dimension économique et sociale de la construction en terre crue**, avec notamment l'analyse de projets de coopération, de filières de production en lien avec la terre crue : « *Au début, il y avait surtout une préoccupation par rapport à la maîtrise technique, au comportement de la matière. Et puis ça s'est ouvert sur des dimensions sociales, dans la mesure où en Afrique par exemple, la terre est plutôt mobilisée en auto-construction. Donc on a également abordé les outils de co-production avec les populations, les stratégies de développement avec les territoires* » (Responsable pédagogique DSA).

D'après la responsable pédagogique, les **résultats** des enquêtes d'insertion professionnelles sont très **bons**, avec un **taux d'insertion dans l'emploi quasiment à 100% dans l'année qui suit la formation**. Les débouchés professionnels sont **variés** : **construction** en terre crue, **conception** architecturale, **gestion** du patrimoine, **développement de filières de production** en lien avec la terre crue, particulièrement à l'international, mais aussi de la **recherche et développement**. Il existe une volonté de doubler les effectifs à terme.

2.4.2.2 *Le titre à finalité professionnelle « maçon en terre crue », un titre de niveau 3 essentiellement focalisé sur la mise en œuvre, avec une volonté d'aborder l'ensemble des procédés constructifs*

Le titre à finalité professionnelle (TFP) de Maçon en terre crue est une formation de niveau 3 d'une durée d'un an délivrée par les organismes membres de la fédération Eco-construire. Il porte essentiellement sur la mise en œuvre, avec une volonté d'aborder **l'ensemble des procédés constructifs** : « *On développe toutes les techniques quoi qu'il arrive. Comme c'est la seule certification [portant sur la terre crue], on a l'enjeu de former des professionnels capables de travailler partout en France* » (Organisme certificateur).

En effet, le référentiel de certification du TFP se compose de **quatre blocs de compétences** au sein desquels sont abordés un ou plusieurs procédés constructifs mobilisant la terre crue⁷² :

Bloc de compétences	Procédé(s) constructif(s)
Bloc de compétences 1 : Organiser, préparer et anticiper la mise en œuvre des techniques de construction en terre crue	
Bloc de compétences 2 : Réaliser la mise en œuvre du gros œuvre avec différentes techniques de construction en terre crue	<ul style="list-style-type: none">▪ Adobe▪ Bauge▪ Pisé
Bloc de compétences 3 : Réaliser la mise en œuvre du second œuvre en utilisant la terre crue	<ul style="list-style-type: none">▪ Torchis▪ Terre allégée
Bloc de compétences 4 : Réaliser des enduits et des éléments de finition en terre crue	<ul style="list-style-type: none">▪ Enduits de terre

Dans la pratique, le référentiel de certification laisse suffisamment de **latitude aux organismes de formation habilités pour mettre l'accent sur un ou plusieurs procédé(s) constructif(s)**, généralement selon la région d'implantation de ce dernier et selon le patrimoine local. De plus, la spécialisation sur un ou plusieurs procédé(s) constructifs par un apprenant s'effectue dans le cadre des stages qui jalonnent le parcours de formation : « *En Bretagne et Pays-de-la-Loire, on insiste un peu plus sur la bauge et sur l'aspect rénovation [...]. Ce qui différencie le parcours de chacun, c'est surtout le stage en entreprise. En fonction de là où ils vont aller, ils vont mettre l'accent sur une technique plutôt que sur une autre* » (Organisme certificateur).

La mise en œuvre des parcours de formation conduisant à la certification **met l'accent sur la pratique** : « *On essaie d'être le plus pratique possible. Si je prends l'exemple de la bauge, on va avoir une demi-journée de théorie sur cette technique, le lundi matin. L'après-midi, on va commencer un peu la pratique avec la préparation des outils et du matériel. Sur l'ensemble de la semaine, environ trois jours ou trois jours et demi, on va faire une réalisation en situation réelle. En fin de semaine, on fait un gros point réflexif avec les stagiaires, qui vient s'ajouter aux petits points réflexifs plus ou moins formels qui peuvent avoir lieu tout au long de la semaine* » (Organisme certificateur).

⁷² France Compétences, *Maçon en terre crue*, consulté en ligne ([lien](#)).

Le caractère « pratique » de la formation passe également par un nombre d'heures important dédié aux **stages en entreprise**. En effet, la formation se déroule aux deux tiers en centre de formation (entre 750 et 800 heures) et, pour un tiers, en entreprise (environ 400 heures).

Les **retours positifs exprimés par les entreprises** accueillant des stagiaires ou embauchant d'ex-bénéficiaires sont positifs, d'après l'organisme certificateur. Celles-ci reconnaissent une formation de qualité, alors que nombre de professionnels de la terre n'ont pu bénéficier de formation longue et certifiante relative à la terre crue : « *La satisfaction des maîtres de stage et des employeurs qui embauchent derrière des maçons terre crue est assez chaleureuse. On a des entreprises qui reconnaissent récupérer des stagiaires bien formés. De leur côté, ils n'ont pas eu de formation, ils ont appris sur le tas et ils reconnaissent que les formés ont la connaissance* » (Organisme certificateur).

2.4.3 L'introduction de la terre crue dans des certifications professionnelles de l'éco-construction

Deux certifications professionnelles en lien avec l'éco-construction ont été identifiées comme introduisant la terre crue parmi les activités ou les compétences visées par les titulaires :

- Le titre à finalité professionnelle (TFP) « Ouvrier professionnel en éco-construction » (OPEC)⁷³ devenu « Ouvrier en écoconstruction »⁷⁴ ;
- Le titre à finalité professionnelle (TFP) « Coordinateur en rénovation énergétique biosourcée » (CREB)⁷⁵.

2.4.3.1 *Le titre à finalité professionnelle « Ouvrier en écoconstruction », une certification de niveau 3 pensée par les organismes de formation qui la mettent en œuvre comme le premier niveau de qualification pour exercer une activité professionnelle dans l'éco-construction*

Le titre à finalité professionnelle « Ouvrier en éco-construction » est enregistré au Répertoire national des certifications professionnelles (RNCP) jusqu'en juillet 2025 et est une certification de niveau 3 (équivalent CAP/BEP). Cette certification vise l'acquisition de compétences par ces titulaires en vue d'**exécuter des travaux de construction ou de rénovation**, plus précisément sur ses **propriétés thermiques** (en intégrant les notions de sobriété énergétique et de bilan carbone).

Cette certification est composée de **trois blocs de compétences**. Parmi ces blocs de compétences, seul le troisième aborde de manière approfondie la construction en terre crue selon plusieurs procédés constructifs :

Bloc de compétences	Procédé(s) constructif(s)
Bloc de compétences 1 : Construire une charpente et une ossature bois afin d'accueillir un remplissage en matériaux bio et géosourcés et/ou non industrialisés s'inscrivant dans une démarche de construction durable	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Terre allégée
Bloc de compétences 2 : Maçonner en matériaux géosourcé, biosourcés et/ou non industrialisés afin de bâtir un mur ou une cloison à faible impact environnemental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Terre crue (sans précision du procédé constructif)
Bloc de compétences 3 : Isoler avec des matériaux biosourcés et géosourcés en vrac, manufacturés, bétons, enduits allégés, enduits et parements afin d'assurer une performance répondant aux exigences bioclimatiques et à faible impact environnemental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enduits de terre

La formation conduisant à la certification « OPEC » / « OEC » est délivrée par dix **organismes de formation (pour la plupart, membres de la Fédération Ecoconstruire)**. Du retour d'un des organismes de formation interrogés, le découpage de la certification permettrait – de manière théorique car il n'en a pas eu connaissance au cours des dernières années de mise en œuvre – à un candidat de ne suivre que le troisième bloc de compétences abordant de manière approfondie, mais parmi d'autres matériaux, la terre crue.

⁷³ France Compétences, *Ouvrier professionnel en écoconstruction*, consulté en ligne ([lien](#)).

⁷⁴ France Compétences, *Ouvrier en écoconstruction*, consulté en ligne ([lien](#)).

⁷⁵ France Compétences, *Coordinateur en rénovation énergétique biosourcée*, consulté en ligne ([lien](#)).

L'accès à cette formation ne nécessite **aucun prérequis** particulier. En revanche, un des organismes de formation interrogés dans le cadre de cette étude recommande aux candidats souhaitant s'inscrire de participer à au moins un chantier participatif en amont de la formation pour se forger une première idée du métier, quand ils ne proviennent pas du milieu du bâtiment : « *Pour cette formation, on ne demande pas d'expériences [professionnelles] dans le bâtiment mais on recommande une participation à un chantier participatif* » (Coordinatrice des formations continues).

Entre 2015 et 2019, **227 personnes ont obtenu cette certification professionnelle** soit, en moyenne, **45 chaque année**. A six mois, comme à deux ans, l'insertion dans le métier visé par la certification (ouvrier en écoconstruction) demeure bonne : supérieur à 65% pour quatre promotions sur cinq.

Au sujet de la terre crue et du retour de l'un des organismes le délivrant, abordant de manière spécifique la terre crue, il est dispensé selon **plusieurs modalités** :

- La caractérisation de la terre ;
- La découverte des différentes techniques mobilisant la terre crue de manière théorique, puis par une mise en pratique : « *En atelier, on a des modules qui sont toujours les mêmes pour voir toutes les techniques* » (Coordinatrice des formations continues) ;
- Une visite de chantier, dans la mesure du possible, pour mobiliser une technique constructive « *On essaie de garder une semaine ou quelques jours pour aller sur un chantier et mobiliser une technique. La visite de chantier dépend vraiment des opportunités et on y aborde la technique qui est mobilisée, soit de la bauge, soit de la brique de terre, soit du torchis, soit de la [terre allégée]* » (Coordinatrice des formations continues).

D'après l'organisme de formation interrogé, l'essentiel des titulaires de la certification exerce une activité professionnelle (en tant que salarié la plupart du temps et, parfois en tant qu'indépendant) dans le domaine de l'écoconstruction au sens large : « *Une grande partie s'oriente vers tout ce qui est maçonnerie et isolation sans être spécifiques à la terre crue. Je dirais qu'on en a environ un tiers qui sont amenés à manipuler la terre crue dans leur métier après la formation* » (Coordinatrice des formations continues).

A l'instar des financements de parcours de formation conduisant au titre à finalité professionnelle « Maçon terre crue », le financement des formations conduisant au titre à finalité professionnelle « Ouvrier en écoconstruction » passe, en grande partie, par les **marchés publics régionaux** et des **financements de parcours pour des demandeurs d'emploi**. L'organisme de formation interrogé admet essayer de diversifier les modalités de financement des parcours, en travaillant avec les publics en reconversion professionnelle via **Transition Pro** ou les professionnels déjà en poste cherchant à se diversifier ou à se spécialiser à travers des financements **OPCO**. Mais cette diversification reste encore difficile à mettre en œuvre.

2.4.3.2 Le titre à finalité professionnelle « Coordinateur en rénovation énergétique biosourcée », une certification de niveau 5 pensée comme le prolongement du titre « Ouvrier en écoconstruction » et s'adressant davantage à des professionnels du bâtiment

Le titre à finalité professionnelle « **Coordinateur en rénovation énergétique biosourcée** » (dite CREB) est une certification professionnelle, de **niveau 5** (équivalent BTS) enregistrée au RNCP jusqu'en juillet 2023.

Les activités du titulaire de cette certification sont essentiellement tournées vers la **planification** et **l'organisation de chantiers**. Le titulaire de cette certification constitue généralement **l'interface** entre les **concepteurs**, les **équipes de réalisation**, les autres intervenants. Les compétences visées par cette certification sont les suivantes : Analyser les caractéristiques **thermiques et hygrométriques** du bâti en fonction des matériaux le constituant, de son architecture et de son environnement ; Proposer un **diagnostic** et des **propositions d'objectifs thermiques** du bâti (à partir de solutions techniques) ; Veiller au respect de la **planification**, durant l'exécution du chantier, et proposer des mesures correctives le cas échéant ; Réaliser un **rapport de synthèse** en amont et en aval de l'opération en mobilisant les différents moyens d'information et de communication.

Le **référentiel de compétences de cette certification ne fait aucunement mention de la terre crue ou de procédés constructifs la mobilisant**. En revanche, des entretiens conduits auprès d'organismes de formation le mettant en œuvre mettent en avant que la terre crue peut être **abordée**, en s'appuyant sur la **souplesse du**

référentiel de certification, et en remplaçant certains aspects par d'autres relatifs à la terre crue : « *La terre [crue] n'est pas dans le référentiel de certification. On l'a intégrée parce que c'est ce qui est recherché par les stagiaires. On a diminué la place du bloc sur tout ce qui est maçonnerie et montage de parpaings au profit de la maçonnerie de terre. Par exemple, on ne fait pas d'enduits de ciment mais des enduits de terre* » (Coordinatrice des formations continues).

L'un des organismes de formation interrogés pense cette certification en articulation avec le titre à finalité professionnelle « Ouvrier en écoconstruction » évoqué ci-dessus, au sens où le titre de « **Coordinateur en rénovation énergétique biosourcée** » est pensé comme son **prolongement** et vise à former des **chefs de chantier en écoconstruction** : « *C'est une formation similaire à l'OPEC mais que l'on ouvre plutôt à des gens qui ont déjà une expérience ou un diplôme dans le domaine du bâtiment. L'objectif était un peu de désengorger la formation OPEC pour y accueillir des stagiaires moins aguerris* » (Coordinatrice des formations continues).

2.4.4 L'introduction de la terre crue dans des certifications professionnelles de l'entretien et de la restauration du patrimoine et du bâti ancien

Dans la cartographie des formations réalisée, les formations introduisant la terre sous l'angle de la restauration et de la réhabilitation du patrimoine et du bâti ancien représentent une part non-négligeable de l'ensemble des formations recensées. Parmi elles, se trouvent :

- Le baccalauréat professionnel « Interventions sur le patrimoine bâti » (IPB)⁷⁶ ;
- Le titre à finalité professionnelle (TFP) « Ouvrier professionnel en restauration du patrimoine » (OPRP) ;
- Le titre professionnel « Maçon du bâti ancien ».

2.4.4.1 *Le baccalauréat « Interventions sur le patrimoine bâti » : une formation de niveau 4 qui vise à former des professionnels aptes à porter une analyse de l'existant avec une intégration de la terre crue très variable selon l'importance du matériau dans les territoires d'implantation des centres de formation*

A l'instar du titre à finalité professionnelle « Coordinateur en rénovation énergétique biosourcée », le **baccalauréat professionnel « Interventions sur le patrimoine bâti » ne mentionne pas, dans le cadre de son référentiel, la terre crue ou les procédés constructifs en terre crue**. Pour autant, un établissement scolaire a introduit, dans le cadre du parcours de formation, des enseignements sur la terre crue et les procédés constructifs en terre crue.

« Selon le choix qu'il a fait, le titulaire du diplôme exerce soit dans le domaine de la maçonnerie, soit dans celui de la charpente, soit dans celui de la couverture. C'est un ouvrier hautement qualifié dans son domaine, doté d'une large autonomie. Il participe généralement à la préparation des interventions : sous le contrôle du chef d'entreprise, il apprécie l'architecture de l'édifice, recherche l'origine des désordres et les moyens à mettre en œuvre pour y remédier. Initié à la découverte des techniques traditionnelles, aux démarches d'essai-évaluation-rectification que nécessite une approche respectueuse du patrimoine, le titulaire travaille en autonomie sur le chantier dans les activités de mise en œuvre qui relèvent de son domaine. Il veille à la sécurité et peut encadrer une petite équipe »⁷⁷.

Le référentiel de certification n'est **pas construit autour de blocs de compétences** mais vise l'ensemble des compétences suivantes :

- **Effectuer des travaux de gros entretien** ou ayant un impact sur la structure des édifices ;
- **Restaurer ou restituer** tout ou partie des édifices dans le respect des règles relatives à la conservation du **patrimoine architectural** ;
- **Réhabiliter** des édifices tout en veillant à leur **intégrité**, au respect de leur **style** et de leur **identité**.

La **place accordée à la terre crue** relève donc du **choix** du centre qui dispense la formation. Le centre de formation interrogé met en avant le fait qu'elle va être plus ou moins importante en fonction de **l'importance du**

⁷⁶ France Compétences, BAC PRO – Interventions sur le patrimoine bâti (Maçonnerie, charpente, couverture), consulté en ligne ([lien](#)).

⁷⁷ France Compétences, BAC PRO – Interventions sur le patrimoine bâti (Maçonnerie, charpente, couverture), Op cit.

patrimoine local en terre crue à proximité du centre de formation : « *Quand il n'y a pas de terre crue dans la région, les centres de formation vont faire un enseignement seulement théorique. Ils vont en faire un petit peu. Moi, j'en fais énormément, parce que c'est un matériau important* » (Formateur).

Contrairement aux autres formations, le bac pro IPB est un diplôme de l'**Education Nationale** dispensé dans le cadre d'une **formation initiale** en **lycée professionnel**. Il s'agit donc essentiellement d'un public **jeune** en **suite de parcours**. Le bac pro peut être réalisé **en 3 ans en sortie de 3ème ou en 2 ans** après la validation d'une formation de niveau 3 (CAP maçon, charpentier bois, constructeur bois...) ou après une seconde professionnelle dans les métiers de la construction durable, du bâtiment et des travaux publics.

Selon les établissements, la formation peut être réalisée en **apprentissage** ou sous **statut scolaire**.

Dans la formation étudiée, les **principaux points abordés** en formation sont les suivants (dans une perspective plus large que la seule construction en terre crue) :

- Lecture du bâti et **diagnostic** de l'existant
- L'étude des **pathologies** existantes et des **remèdes** adéquats
- **Analyse** de la terre et **caractérisation** selon les usages
- **Mise en œuvre** des **différentes techniques** en lien avec la terre crue dans un objectif de réhabilitation : principalement brique adobe/BTC, pisé, enduits
- **Organiser les zones de travail des équipes**, notamment au niveau des postes de travail et la répartition des tâches du personnel de chantier de l'équipe.
- **Animer** le travail d'une équipe et gérer la **qualité** du chantier

D'après le professionnel interrogé, qui participe à la commission nationale sur la certification, la formation **rencontre des difficultés à attirer son public**, avec des fermetures, surtout dans les établissements proposant uniquement des formations sous statut scolaire : « *Quand on a ouvert en 2009, on était sous statut scolaire. Et nos effectifs baissaient. Et puis je me suis retrouvé avec 2 élèves en terminale. Alors avec le proviseur, on a mis au point une seconde professionnelle patrimoine et puis 2 années en alternance* » (Formateur).

Dans le centre de formation interrogé, la formation a pourtant un **rayonnement régional**, avec des **profils variés** (seconde patrimoine, assistant architecte, ébéniste, charpentier, maçon...). Pourtant, la formation peine à remplir ses places : « *On pourrait en avoir 30. Et j'en ai 16. On a des difficultés à recruter sur ces formations. On n'arrive pas à remplir. Le métier a été dénigré* » (Formateur).

D'après le professionnel interrogé, le profil des sortants correspond bien à ce que recherchent les entreprises, c'est-à-dire un **profil polyvalent** capable d'intervenir sur **plusieurs domaines** (maçonnerie, charpente, couverture), **d'organiser le chantier** et d'intervenir sur la **terre crue**, matériau sur lequel **peu de professionnels** disposent de réels savoir-faire.

2.4.4.2 *Le titre à finalité professionnelle « Ouvrier professionnel en restauration du patrimoine », formation de premier niveau visant à former des professionnels sur un large ensemble de techniques constructives*

Le titre à finalité professionnelle « Ouvrier professionnel en restauration du patrimoine » est une certification professionnelle de **niveau 3** (équivalent CAP / BEP) qui était enregistrée au RNCP jusqu'en avril 2023. D'après les données fournies pour le réenregistrement de la certification au RNCP, **111 personnes ont obtenu la certification** (entre 2018 et 2019).

Il s'agit d'une certification portée par le CAUE du Gers⁷⁸.

Cette certification n'est **aucunement spécifique à la terre crue** ; elle y figure en tant que matériau utilisé dans d'anciens procédés constructifs : « *C'est une formation de 1.200 heures où on essaie de brosser toutes les techniques qui touchent au gros œuvre – on ne fait pas d'électricité ou de menuiserie par exemple – dont les techniques de maçonnerie ancienne – essentiellement la pierre et la terre – et les enduits* » (Responsable pédagogique).

⁷⁸ Auprès duquel un entretien a pu être conduit.

Cette certification n'est donc pas spécifique à la terre crue et ne possède pas, non plus, de bloc de compétences dédié à ce matériau ou aux procédés constructifs le mobilisant. La terre crue est en effet présente dans plusieurs des blocs de compétences composant la certification :

- **Bloc de compétences 1** : Diagnostiquer un ouvrage ancien afin d'en identifier les caractéristiques et les pathologies ;
- **Bloc de compétences 2** : Organiser un chantier de restauration d'un édifice ancien afin d'assurer la préparation des interventions ;
- **Bloc de compétences 3** : Exécuter les travaux afin de réparer, conforter, intervenir sur la structure d'un édifice ancien.

La mise en œuvre du parcours de formation conduisant à la certification « Ouvrier professionnel en restauration du patrimoine » se veut pratique. D'après un des organismes certificateurs de ce titre à finalité professionnelle, « *Ce n'est pas une formation en alternance, mais le rythme est presque le même. Il y a un tiers de théorie [...] que l'on fait sous un format assez classique, on fait des cours en salle sur l'histoire, la géographie, le matériau avec des visites en extérieur [...]. On a ensuite un autre tiers de pratique sur chantier et un dernier tiers de stage en entreprise* » (Responsable pédagogique).

Comme les stages jalonnant le parcours de formation conduisant au titre à finalité professionnelle « Maçon en terre crue » permettaient une spécialisation sur un procédé constructif, les **stages présents tout au long du parcours de la formation** conduisant au titre à finalité professionnelle « Ouvrier professionnel en restauration du patrimoine » **offrent la possibilité aux candidats de se spécialiser sur la terre crue, voire sur l'un des procédés constructifs la mobilisant** : « *Ils font les stages en fonction de la technique qui les intéresse le plus [...]. Ce que l'on souhaite, c'est que sur les cinq stages de deux semaines... après le module 'charpente', on les force à faire un stage en charpente, à faire un stage de maçonnerie de pierre ou de maçonnerie de terre. Sur les trois autres stages, ils peuvent choisir le matériau qu'ils veulent privilégier... telle ou telle technique... Ils peuvent se spécialiser* » (Responsable pédagogique).

Face aux désordres engendrés sur le patrimoine suite à l'intervention de maçons non sensibilisés / non formés au bâti ancien (et à la construction en terre crue), l'un des organismes certificateurs souhaiterait orienter davantage le **ciblage vers les professionnels** du bâtiment conventionnel : « *Le public que l'on aimerait sensibiliser, ce sont les maçons qui font du neuf et qui se sont trouvés privés de marchés et qui vont faire de la réhabilitation* » (Responsable pédagogique).

Eu égard au caractère certifiant de la formation, des exigences en termes d'insertion des publics formés et titulaires pèsent sur les co-certificateurs. Aussi, une **lettre de motivation et un projet professionnel sont généralement demandés** par les organismes de formation habilités aux candidats : « *Le titre étant inscrit au RNCP, on a une exigence d'insertion à tenir. On demande obligatoirement [aux candidats] dans leur lettre de motivation de nous dire ce qu'ils étaient, les raisons qui les poussent à vouloir faire cette formation* » (Responsable pédagogique).

2.4.4.3 *Le titre professionnel « maçon du bâti ancien », une formation proposée par un (très) grand nombre d'organismes de formation mais pas toujours spécifiquement orientée vers la terre crue*

Le titre professionnel « Maçon du bâti ancien » est une certification professionnelle, portée par le Ministère du travail, de l'emploi et de l'insertion, de **niveau 3** (équivalent CAP / BEP). Comme le titre à finalité professionnelle « Ouvrier en restauration du patrimoine », ce titre professionnel **n'est pas spécifique à la terre crue**, il s'y intéresse sous le prisme du patrimoine / du bâti ancien.

La **terre crue n'est pas explicitement mentionnée** parmi les compétences visées dans le référentiel de certification. La mention « terre crue » n'est pas non plus systématique parmi les organismes habilités à la formation (95). En revanche, plusieurs éléments de vocabulaire offrent la possibilité aux organismes de formation d'introduire la terre crue dans leurs enseignements : « matériau local traditionnel », « enduire un ouvrage de maçonnerie avec un mortier traditionnel local ».

Par cette certification, il s'agit de former des maçons du bâti ancien capables d'intervenir sur « *des chantiers de restauration et de rénovation ou d'aménagement de bâtiments anciens, construits en matériaux locaux (pierre*

taillée, moellons, galets, terre crue, briques pleines du nord, briques foraines) selon des techniques de mise en œuvre traditionnelles »⁷⁹.

La structuration de cette certification professionnelle repose sur trois blocs de compétences :

- **Bloc de compétences 1** : Exécuter des travaux de maçonnerie dans du bâti ancien ;
- **Bloc de compétences 2** : Réaliser des enduits dans du bâti ancien ;
- **Bloc de compétences 3** : Réaliser des ouvrages coffrés dans du bâti ancien.

Cette certification est proposée par un **nombre important d'organismes de formation** répertoriés dans la cartographie.

2.4.5 Les difficultés communes aux formations certifiantes identifiées et étudiées

2.4.5.1 *Des financeurs ayant des publics prioritaires en décalage avec les publics « naturels » des formations en lien avec la terre crue*

L'offre de formation **certifiante** en lien avec la **terre crue** relève essentiellement de la formation professionnelle continue à travers des certifications professionnelles de **niveau 3**. Cette offre est principalement financée dans le cadre des **marchés publics des conseils régionaux et de Pôle Emploi**, qui ciblent le plus souvent en priorité les demandeurs d'emploi avec un **faible niveau de qualification**. Ce qui pose **difficulté** au niveau du **recrutement** des organismes de formation, dans la mesure où les publics qui se positionnent sur les certifications en lien avec la terre crue sont en **majorité des professionnels qualifiés** cherchant à se **spécialiser** ou à se **reconvertir** : « *Nos publics, ce sont plutôt des architectes qui ne répondent pas aux critères des marchés publics régionaux. Beaucoup viennent parce qu'il n'y a pas d'autres formations sur la terre* » (Organisme certificateur) ; « *On est en fragilité, car on est financés par Pôle Emploi. Et Pôle Emploi cherche avant tout des gens sans aucun diplôme. Mais les gens sans diplôme ne vont pas nous voir. Donc c'est difficile pour eux de se dire qu'ils vont travailler dans l'éco-construction* » (Formatrice coordinatrice - Formation certifiante en lien avec la réhabilitation).

L'enquête menée auprès des professionnels de la terre crue met d'ailleurs en avant que **plus d'un tiers (34%) ont été en reconversion professionnelle** au cours de leurs parcours. Il s'agit même de **près des deux tiers** des publics (65%) **exerçant un métier en lien avec la réalisation**. Il faut également noter que près de la moitié des personnes ayant connu une **reconversion professionnelle** ont un niveau de diplôme **équivalent ou supérieur au Bac+5 en lien avec l'architecture ou l'ingénierie**. A titre de comparaison, d'après les données de l'observatoire des métiers du BTP, parmi les sortants de formation initiale du secteur en 2021, 31% avaient un diplôme de niveau 3 (CAP/BEP) et 52% de niveau 4 (Baccalauréat professionnel ou Baccalauréat technologique⁸⁰).

Une partie des organismes de formation interrogés essayent de **contourner ces difficultés de recrutement** en **diversifiant** leurs sources de financement, en s'appuyant notamment sur les dispositifs permettant de financer la **reconversion professionnelle** ou la **spécialisation** de profils **déjà qualifiés**, comme **Transition pro et le CPF de Transition**, les **aides individuelles** à la formation des conseil régionaux. Mais cela nécessite un **investissement important** de la part des organismes de formation pour assurer leur visibilité auprès des publics. Il faut également noter que **peu d'organismes** de formation formant sur les certifications en lien avec la terre crue semblent avoir **recours aux dispositifs de l'alternance**, que ce soit le contrat d'apprentissage ou le contrat de professionnalisation, ce qui peut pourtant constituer une source de financement intéressante à mobiliser, dans un contexte où **l'alternance** constitue une **priorité** pour les **financeurs** de la formation.

⁷⁹ France Compétences, *Maçon du bâti ancien*, Op cit.

⁸⁰ Observatoire des métiers du BTP, *La formation en alternance*, consulté en ligne ([lien](#)).

2.4.5.2 *Des difficultés pour les organismes de formation formant à la terre crue pour répondre aux exigences des financeurs et de France Compétences en termes d'insertion professionnelle des titulaires*

Outre leur niveau de formation initiale élevé, les publics se positionnant sur des formations en lien avec la terre crue sont également **spécifiques** dans leur **projet post-formation**. Ce qui peut poser difficulté, à la fois pour les financeurs publics et pour les certificateurs eux-mêmes, qui peinent à répondre aux exigences de France Compétences.

L'organisme certificateur du titre de Maçon en Terre crue met par exemple en avant les difficultés à répondre aux exigences de France Compétences en termes de taux d'insertion professionnelle : « *Les architectes qui viennent se former n'ont pas tous pour projet de travailler dans la maçonnerie terre crue. La difficulté que l'on a, c'est vis-à-vis de France Compétences qui attend que l'on démontre une insertion de nos publics dans le métier de maçon terre crue et pas que l'on forme des architectes qui restent architectes* » (Organisme certificateur).

Les professionnels ayant développé une offre de formation certifiante en lien avec la réhabilitation ou l'écoconstruction mettent également en avant le fait que leurs publics ont souvent des **projets professionnels plus alternatifs et peu compatibles** avec la vision de l'insertion des financeurs publics : « *Il y en a qui veulent changer le monde et le salariat n'est pas l'objectif premier. C'est des gens qui veulent construire des éco-lieux. Et donc, le taux d'insertion à 6 mois, ils s'en fichent un peu. Donc c'est un peu complexe* » (Formatrice coordinatrice - Formation certifiante en lien avec la réhabilitation)

Il faut d'ailleurs noter la **place prépondérante** des **chefs d'entreprises** et des **indépendants** parmi les professionnels de la **réalisation** en lien avec la terre crue. D'après l'enquête menée auprès des professionnels, **41% sont des indépendants et 12% des chefs d'entreprises**. Le salariat représente moins d'un tiers des professionnels de la réalisation en lien avec la terre crue interrogée. L'insertion professionnelle peut donc être **moins immédiate que pour d'autres métiers de la construction**, dans la mesure où les professionnels de la terre crue sont souvent contraints de **construire leur propre activité** s'ils veulent **travailler sur le matériau**. Même sur les chantiers de réhabilitation, la terre crue n'est souvent qu'un élément parmi d'autres. Et les **débouchés** pour travailler de manière régulière sur le matériau sont **restreints** : « *Globalement, les entreprises font peu de terre crue sur les chantiers de rénovation. Elles font des murs de clôtures existants, elles reprennent de la maçonnerie. Elles vont faire des enduits intérieurs. Mais ça se limite souvent à ça* » (Formatrice coordinatrice-Formation certifiante en lien avec la réhabilitation).

2.4.5.3 *Une offre de formation certifiante en lien avec la terre crue qui peine souvent à trouver sa place dans les marchés de commande de formation des conseils régionaux et, plus globalement, dans l'écosystème de la construction*

Il faut également prendre en compte le fait que les **modalités d'allotissement sectoriels** des Conseils régionaux posent des difficultés aux organismes de formation avec **une offre de formation « de niche »** : « *En passant par des organismes de formation de la Fédération éco construire, ça nous permet de faire attention à ce que les zones géographiques de se recoupent pas. Comme on passe souvent par appel d'offres des régions, on essaie de se répartir les appels d'offres [...]. En Pays-de-la-Loire, on est sur un lot écoconstruction, en Bretagne, on a carrément un lot terre crue. Dans le sud-ouest, les marchés commencent à se spécialiser. En Rhône-Alpes, ça reste compliqué au niveau de l'allotissement* » (Organisme certificateur).

Un organisme de formation met également en avant les difficultés auxquelles il est confronté au quotidien avec une partie des **représentants de la profession** : « *C'est un secteur qui reste en marge pour les professionnels du secteur. La FFB nous dit qu'on est sur des métiers très à la marge, et qui n'ont pas leur place. Ils cherchent des maçons traditionnels. C'est dommage* » (Conseiller en formation continue – Formation certifiante en lien avec la maçonnerie dans l'écoconstruction).

2.4.6 Focus sur l'offre de formation non-certifiante spécifique à la terre crue

2.4.6.1 Une offre de formation non-certifiante qui s'adresse à l'ensemble des professionnels pouvant intervenir sur la terre crue

Lorsque la terre crue fait l'objet de formations spécifiques non-certifiantes, elle est **le plus souvent destinée aux professionnels**. Dans quelques cas, elle peut également être ouverte (voire être exclusivement destinée) à un public de **particuliers**. Les formations se positionnent plus ou moins autour du triptyque « **sensibilisation-information-formation** ».

En général, la formation cible **spécifiquement un corps de métier** (maçons et artisans, architectes, ingénieurs, etc.). Cela n'empêche néanmoins pas les organismes de formation d'envisager une **mixité** des publics, en accueillant au sein d'une même session de formation une **variété de professionnels** : architectes, ingénieurs, artisans etc. Ainsi, dans le cadre de nos travaux, nous avons pu identifier **72 formations non-certifiantes** (dispensées par **26 organismes de formation distincts**), spécifiques à la terre crue.

Ces formations durent en **moyenne légèrement plus de vingt-trois heures**, et dépassent rarement plus d'une semaine de formation. Cette durée est généralement en lien avec les contraintes des professionnels à former, disposant souvent de peu de temps, et souhaitant être formés dans un laps de temps restreint.

2.4.6.2 Une offre de formation portée par des organismes à l'écoute des besoins des professionnels et en capacité de s'adapter

Parmi les organismes de formation identifiés, il s'agit le plus souvent de **structures spécialisées auprès d'un type de métiers** (métiers de la réalisation, de la conception, etc.). Leur positionnement, et de fait leur connaissance fine des évolutions des métiers, leur ont le plus souvent permis d'identifier rapidement les potentiels axes de développement en matière de formation : « *C'est vrai qu'avec tout ce qui est relatif à la nouvelle réglementation thermique, on a vu l'émergence du bio sourcé. On faisait déjà des formations sur le chanvre, la paille. Donc ça nous paraissait évident qu'il fallait faire de la terre crue* » (Chargée de formation dans un organisme de formation spécialisé dans la formation d'architectes).

Certains **organismes de formation sont aussi plus « hybrides »** en ayant en parallèle des activités de conseil, ou en exerçant dans le même domaine que les professionnels qu'ils forment (maîtrise d'œuvre, bureau d'études, etc.). Là aussi, leur positionnement leur permet d'être à l'écoute des besoins des professionnels et des problématiques qu'ils rencontrent.

Dans la plupart de ces organismes, les **formations relatives à la terre crue mobilisent des intervenants extérieurs**, souvent des professionnels de la filière, disposant d'une bonne expertise sur le sujet. Le recours à des intervenants externes ne pose d'après les organismes de formation pas de difficultés, d'autant qu'ils ont l'habitude de faire appel à des ressources externes sur des thématiques très précises : « *Nous, on n'a que des formateurs prestataires extérieurs. C'est un choix de notre part. On ne peut pas les faire travailler toute l'année. Comme le formateur est aussi professionnel à côté, ça permet d'alimenter la formation via des cas concrets* » (Chargée de formation dans un organisme de formation spécialisé dans la formation d'architectes).

D'autres organismes, lorsqu'ils ont développé une offre conséquente relative à la terre crue, ou s'ils se sont spécialisés sur l'écoconstruction, ont fait le choix de recourir à des **formateurs internes**. Par ailleurs, la plupart des organismes de formation rencontrés semblent disposer d'une bonne connaissance de l'écosystème actif dans la filière terre crue, et sont enclins à développer des **partenariats**. Parfois, ils constituent même une ressource pour d'autres acteurs de la formation initiale, de l'enseignement supérieur : « *On a travaillé avec plusieurs écoles d'architecture. On a des modalités hyper larges : parfois on est sur de l'accompagnement d'intervenants, parfois sur des interventions* » (Formateur d'un organisme de formation, spécialisé dans l'écoconstruction).

2.4.6.3 Une évolution du positionnement de ces formations, initialement destinées à la découverte de la terre crue et aujourd'hui orientées vers l'apport de réponses aux besoins opérationnels des professionnels

Il y a encore quelques années, les formations courtes à la terre crue étaient davantage mobilisées par les professionnels comme un moyen de **découvrir ce matériau**, sans pour autant envisager de l'intégrer dans leurs pratiques. A ce titre, les organismes de formation envisageaient ces formations comme des ateliers de sensibilisation et de découverte. Certains d'entre eux ont même développé des activités spécifiques en matière de **sensibilisation et d'information** : « *Il y a deux périodes qui se sont enchaînées. Il y a cinq ans, beaucoup de professionnels venaient à nos formations en curieux. Ils ne connaissaient pas le sujet et voulaient découvrir la terre crue, mais ce n'était pas forcément dans le concret. Là, depuis quelques années, quasiment toutes les personnes qui viennent à nos formations ont déjà des projets en cours, ou à venir. Elles viennent avec des questions concrètes, c'est plus riche pour nos formations* » (Directrice d'un organisme de formation, spécialisé dans l'éco-construction).

Un changement a, semble-t-il, été opéré depuis plusieurs années, en lien avec le développement de projets intégrant de la terre crue. Il s'est traduit par un **besoin croissant des professionnels de se former de manière opérationnelle** pour garantir une bonne intégration du matériau dans le cadre de leurs projets et chantiers : « *Les stagiaires ont évolué par rapport à nos premières sessions. Au début, ils étaient juste sensibilisés. Puis après, il y a eu de plus en plus d'appels d'offres. Donc on avait des grosses agences qui venaient se former pour pouvoir répondre à ces appels d'offres. Autant avant les personnes venaient se former par curiosité, alors que maintenant, elles sont plutôt convaincues* » (Chargée de formation dans un organisme de formation spécialisé dans la formation d'architectes).

En lien avec cette évolution, les **organismes de formation ont renforcé le contenu des programmes** afin d'apporter des **réponses opérationnelles aux problématiques rencontrées** par les professionnels. Ainsi, on observe aujourd'hui des contenus de formation qui intègrent un **temps de découverte / d'initiation à la terre crue puis d'approfondissement** de certaines thématiques selon le type et l'éventail de professionnels formés. Par exemple :

- Sur le **dimensionnement** du projet (système constructif, portance et élancement, ...), la **thermique** du bâtiment, certains détails techniques, les aspects règlementaires lorsqu'il s'agit de former des architectes ;
- L'appréhension et la **mise en œuvre** pratique de certaines **techniques** lorsque la formation s'adresse prioritairement aux métiers de la réalisation (patrimoine vernaculaire concerné par la technique, formulation de la terre, paramètres de mise en œuvre, gestes, problématiques techniques et règlementaires).

2.4.6.4 Des formations dont les contours sont construits de manière à répondre aux contraintes et attentes des professionnels souhaitant se former

Etant donné que l'offre de formation s'adresse prioritairement à un public de **professionnels**, les organismes rencontrés ont à cœur de proposer des formations qui, tant dans leur contenu que dans leurs modalités pratiques, **répondent à leurs besoins et respectent leurs contraintes**.

C'est en grande partie pour cette raison que les **durées de formation excèdent rarement une semaine**. Elles sont aussi, le plus souvent, réalisées dans un **calendrier court** (plutôt que d'étaler plusieurs jours de formations sur plusieurs semaines) : « *Nous on est sur des temporalités de 5 jours, une semaine. On peut aussi faire des formations sur deux ou trois jours. Je ne suis pas certaine que pour le public qu'on a [majoritairement des architectes], ce soit pertinent d'aller sur des formations longues. Le sujet est trop spécifique pour eux pour qu'ils y investissent plusieurs mois de formations* » (Directrice d'un organisme de formation, spécialisé dans l'écoconstruction).

Au-delà de la durée, l'offre de formation est assez **flexible**. Les organismes rencontrés ont souvent fait le choix de développer, et d'afficher à l'avance, un nombre restreint de sessions de formation, tout en axant une partie de leur offre vers la **possibilité de créer des formations ad hoc et sur-mesure**, en fonction des demandes de la part de professionnels, d'entreprises, de maîtres d'ouvrage, etc. : « *Nous on n'est pas vraiment dans un modèle où on répète 10 fois la même formation. On a pleins de formations différentes, mais qui ne se font pas si souvent.*

On monte un programme spécifique à chaque fois, c'est du sur-mesure pour chaque partenaire » (Directrice d'un organisme de formation, spécialisé dans l'écoconstruction) ; « *On demande à chaque fois aux stagiaires leurs attentes parce que le but ce n'est pas d'avoir une formation que l'on déroule une fois, deux fois, trois fois... mais d'avoir une formation qui sera utile aux publics. Elle a tendance à changer un peu selon que le public est un public de particuliers, d'artisans, d'architectes...* » (Formateur d'un organisme de formation, spécialisé dans l'écoconstruction).

A titre d'exemple, un des organismes de formation a monté une formation sur mesure à la suite d'une demande de la part d'un **maître d'ouvrage** qui souhaitait former les différentes parties prenantes sur son chantier. La formation a ainsi été réalisée auprès d'une dizaine de stagiaires, et a intégré les problématiques spécifiques du chantier.

2.4.6.5 *Des contenus et modalités de formation mixant découverte et spécialisation, et mixant théorie et pratique*

En lien avec la manière dont l'offre de formation s'est construite, dans un premier temps avec un objectif de découverte, et en lien avec le choix de s'adresser à certains types de professionnels tout en cherchant à varier les publics, les **formations semblent majoritairement osciller entre découverte et spécialisation** d'une part, **entre théorie et pratique**, d'autre part.

Ainsi, même si l'offre de formation est de plus en plus tournée vers **l'apport de solutions et de réponses opérationnelles aux publics formés**, l'ensemble des formations débutent systématiquement par une phase de **découverte** de la terre crue. Ensuite, le degré de spécialisation varie selon les cas et permet de manière plus ou moins marquée de répondre aux problématiques spécifiques selon les métiers. Il semblerait en quelque sorte que **l'offre de formation sur la terre crue soit conçue de manière à ce qu'elle intègre systématiquement un socle commun**, peu importe le sujet relatif à la terre crue traité, pour « **comprendre ce qu'est la terre** » et **la manipuler**. Ce socle commun donne ainsi la possibilité de mixer les publics (tous type de professionnels) lors des formations et d'acquérir une base commune. Néanmoins, cela laisse peu de marges de manœuvre pour développer un contenu permettant de traiter les problématiques des professionnels formés, d'autant que les durées de formation sont très limitées.

Sous l'angle des procédés constructifs mobilisant la terre crue, la cartographie de l'offre de formation met en avant le fait que la **formation relative aux enduits constitue une part importante de l'offre globale**. En effet, quand elles n'abordent pas la terre crue sous un angle « générique » (près de la moitié des formations recensées), l'essentiel des formations non-certifiantes est spécifique aux enduits de terre (dans les deux tiers des cas).

Les **modalités de formation oscillent également entre théorie et pratique**. Dans l'ensemble, tous les organismes de formation rencontrés estiment incontournable de passer par un apprentissage pratique de la terre. Qu'il s'agisse d'une formation dédiée à la maîtrise d'ouvrage, aux architectes, aux bureaux d'étude, le **fait de devoir toucher et appréhender la terre constitue un passage obligé pour tous** : « *Notre ADN, c'est la formation par l'expérientiel. C'est en touchant la matière qu'on apprend. Pour nous c'est fondamental. Aujourd'hui, on fait quelques formations où il n'y a pas d'expérientiel quand on nous le demande. Mais on arrive toujours, même en distanciel, à dire aux gens d'aller chercher de la terre pour qu'on la manipule, même devant l'ordinateur* » (Directrice d'un organisme de formation, spécialisé dans l'éco-construction).

Par ailleurs, le recours au **distanciel**, semble faire l'objet de demandes de la part des professionnels. Quelques initiatives auprès d'organismes de formations ont même déjà été recensées. Même si les exigences de la terre crue, qui nécessitent du présentiel pour pouvoir **manipuler** la terre, semblent rendre la **formation à distance impossible**, les **professionnels sont de leur côté demandeurs de distanciel** (pour mieux gérer les emplois du temps, éviter les déplacements). Ce sujet fait l'objet de positionnements différents selon les organismes de formation :

Certains ne souhaitent pas développer des formations (ou des parties de formation) en distanciel, soit parce qu'ils estiment que cela n'est pas cohérent avec l'approche expérientielle nécessaire à la terre crue, soit parce que leurs formateurs ne sont pas en capacité (ou ne veulent pas) aller sur ce registre : « *Les profils formateurs sur le biosourcé n'ont pas une pédagogie adaptée au distanciel. Et ils ne veulent pas faire l'effort* » (Référénte Formation, Formation continue des architectes)

D'autres perçoivent au travers du digital une manière différente d'aborder la théorie, et d'éventuellement

pouvoir dégager plus de temps sur les aspects pratiques : « *On s'est rendu compte qu'on perdait trop de temps dans les formations sur les contenus théoriques de base. Du coup on s'est dit que c'était pas mal d'avoir ce MOOC, auquel les apprenants ont accès en amont de la formation, pour qu'on puisse passer plus vite à la pratique et revenir sur leurs questions* » (Directrice d'un organisme de formation, spécialisé dans l'éco-construction).

2.4.6.6 *Des freins relatifs à la volumétrie des professionnels à former qui conduisent à un équilibre à tenir entre une offre la plus large et ouverte possible et la capacité à répondre à des besoins spécifiques*

Même si les besoins de formation des professionnels sur le sujet de la terre crue semblent croître, il reste encore **difficile de développer une offre de formation professionnelle continue pérenne**. L'offre de formation a encore aujourd'hui des difficultés à rencontrer son public lorsqu'elle est développée : « *On a voulu monter une offre de formation pour les professionnels, mais les gens ne s'inscrivent pas. Il n'y a pas de demande forte* » (**Responsable pédagogique - Formation généraliste ingénieur**).

Ces difficultés sont notamment liées :

- Aux **pratiques en matière de recours à la formation**, qui diffèrent selon les catégories de métiers⁸¹. Si les **architectes** sont soumis à une **obligation de formation** et sont ainsi davantage enclins à se former à divers sujets, cela n'est pas forcément le cas pour les autres catégories de métiers. Pour les métiers du Bâtiment par exemple, le recours à la formation professionnelle est très **largement dominé par des formations obligatoires**, laissant peu de marges pour se former sur d'autres aspects⁸².
- Au fait que les **professionnels recherchent une formation sur la terre crue, souvent dans un temps court, et de manière très ponctuelle**. Les professionnels s'intéressent surtout à la terre crue lorsqu'ils y sont confrontés, dans le cadre de leurs projets, ce qui reste encore relativement **peu fréquent** de manière générale. Cela suppose qu'il y a une capacité de la part des organismes de formation à répondre à leurs besoins dans des délais restreints : « *Les professionnels qui se dirigent vers les formations terre crue, ils y vont seulement le jour où il y a un projet* » (Référente Formation, Formation continue des architectes).
- Au **coût que représente la formation** : Il y a très souvent un **reste à charge** pour les professionnels, ce qui peut être dissuasif, d'autant plus pour des professionnels qui souhaitent **simplement s'informer sur le matériau**, sans lien direct avec un projet en cours. Le recours à une formation sur la terre crue représente alors un investissement (à la fois en temps et au niveau financier) que les professionnels ne sont **pas prêts à réaliser**.

Il est cependant à noter que la **terre crue** a été **identifiée comme un axe prioritaire de formation par la branche architecture de l'OPCO EP**. La branche a ainsi décidé d'inclure les formations « **Objectif terre** », « **construire en terre crue** », « **matériaux éco-sourcé : Terre** »⁸³. Cette nouvelle reconnaissance, qui s'accompagne d'un financement de la formation par l'OPCO, **participe à lever les freins** au recours aux formations sur la terre crue pour les professionnels.

L'offre de formation non-certifiante spécifique à la terre crue se voit contrainte de concilier :

Un **intérêt à apporter une offre de services**, à la fois en termes de sensibilisation et de formation, large, pour faire face à la volumétrie restreinte de publics à former : en axant les contenus de formation sur de la découverte et des thématiques pouvant parler à tous les publics, en ouvrant les formations à tous types de publics, en affichant clairement une offre de formation ;

Un **intérêt à se positionner sur une offre plus spécialisée**, pour répondre aux attentes des professionnels : contenu axé sur des sujets précis, parfois différents selon les types de professionnels formés, adaptabilité des modalités de formations aux différents types de publics apprenants.

⁸¹ Les analyses des réponses au questionnaire adressé aux professionnels parviennent à le mettre en évidence (Cf. partie 2.4.7).

⁸² Etude sur les départs en formation dans les entreprises du BTP et du négoce -Constructys, 2020, étude réalisée par le cabinet Amnyos

⁸³ Critères de financement 2023, branche des entreprises d'architecture (IDCC 2332), OPCO EP

2.4.7 Focus sur l'offre de formation initiale généraliste pouvant proposer des modules de sensibilisation à la terre crue

2.4.7.1 Une offre de formation généraliste encore relativement peu ouverte à la terre crue sur les métiers de la réalisation, de la conception et de l'ingénierie

Lorsque la terre crue est intégrée aux formations généralistes, il s'agit en majorité d'une **sensibilisation de quelques heures de formation**, dans le cadre d'une **approche plus globale des matériaux biosourcés**, le plus souvent, au niveau **master**, même si elle peut être abordée niveau licence.

Bien que les écoles d'architecture semblent intégrer de plus en plus la terre crue dans leurs formations, la pénétration de la terre crue dans l'offre de formation des **écoles d'ingénieurs** et des centres de formation formant sur les métiers de la **construction** est **plus complexe à appréhender**, l'offre étant largement plus éclatée. Mais elle semble actuellement encore peu développée. Les résultats de l'enquête menée auprès des professionnels confirment d'ailleurs cette hypothèse. Plus des deux tiers (67%) des professionnels de la terre crue interrogés dans le cadre de l'enquête n'ont **pas abordé le matériau lors de leur formation initiale**.

En architecture : Nous avons identifié, et recensé dans la cartographie, des modules en lien avec la terre crue dans **sept des vingt-deux ENSA**. La volonté de faire découvrir la terre crue aux étudiants est présente dans la plupart des écoles d'architecture rencontrées, souvent dans le cadre d'une approche de développement de l'écoconstruction. Les initiatives recensées témoignent de possibilités variées pour appréhender la terre crue :

Bonne pratique identifiée dans un établissement de formation supérieur en architecture

Intégration d'enseignements relatifs à la terre crue à l'ENSA Paris La Villette

L'école a fait appel à un intervenant spécialisé sur la terre crue qui intervient dès la licence 3, où il aborde la question des matériaux dans une approche globale : *« Sur la licence 3, c'est quand même assez général [...] il s'agit de comprendre que quand on construit un bâtiment, il y a un certain nombre de choses à prendre en compte. On va parler de l'énergie, du chauffage, de la ventilation, que la construction a un impact carbone dans sa construction et dans son fonctionnement. Qu'on a des solutions pour bien construire un bâtiment, qu'on peut baisser l'impact carbone sur la construction et sur le fonctionnement. »* (Intervenant à l'ENSA Paris La Villette)

Son intervention se poursuit également en Master 1, à partir d'une approche expérientielle : En 2023, les étudiants de Master 1 sont amenés à concevoir un bâtiment réel. Pour cela, ils ont été voir des terres franciliennes, et ont réalisé des études de convenances sur différentes terres. C'est à partir de cette première étape qu'ils ont pu déterminer la technique constructive à mettre en œuvre. Cinq propositions ont été élaborées par les étudiants, l'une d'entre elle a été retenue. L'année suivante, ces mêmes étudiants seront amenés à intervenir sur la réalisation du projet retenu, lors d'un chantier école. Cette poursuite du projet sur la réalisation est d'autant plus précieuse qu'elle permet de faire le lien entre conception et réalisation, et de prendre conscience de la manière dont les choix réalisés lors de la conception impactent le chantier.

Dans les écoles d'ingénieurs : les initiatives sont plus limitées, et sont soumis à davantage de difficultés pour appréhender la terre crue. La terre crue est d'après les écoles d'ingénieurs rencontrées complexe à intégrer aux enseignements, d'autant qu'elle renvoie à des cultures professionnelles et à des approches différentes, voire opposées. Malgré tout, quelques actions intéressantes ont été repérées :

Bonnes pratiques identifiées dans les établissements supérieurs de formation à l'ingénierie

Module de l'ENTPE sur la terre crue

L'ENTPE consacre un cours à la « **Construction et habitation en terre crue** » dans le cadre de la **troisième année de la formation** d'ingénieur voie d'approfondissement Génie civile dans l'unité d'enseignement « Matériaux écologiques pour la construction ».

Ce cours est une option non obligatoire de **30h environ**. Elle propose aux étudiants d'appréhender les thématiques suivantes :

- **Caractéristiques générales** du matériau avec de la manipulation
- Approche de **l'analyse du cycle de vie** pour mieux appréhender leurs impacts, par ex. en faisant des comparaisons terre-béton
- Comportement **mécanique et thermique** de la terre crue
- **Dimensionnement** d'un projet terre crue avec un bureau d'étude
- **Diagnostic des pathologies** sur un site terre crue
- Présentation du **guide des bonnes pratiques** sur la terre crue

Le dimensionnement du projet terre crue constitue un axe fort du cours, avec une volonté du responsable pédagogique de la formation de montrer aux étudiants « **qu'il est possible** » de dimensionner ce type de projet.

Module de l'école Centrale de Lyon sur la terre crue

L'école **Centrale de Lyon** aborde la terre crue dans le cadre de son cursus de formation d'**ingénieurs généralistes** dans le cadre d'un module d'une dizaine d'heures. Un **projet de fin d'études** permet néanmoins aux étudiants d'approfondir leurs connaissances et compétences vis-à-vis du matériau dans le cadre d'un projet de fin d'études. La pratique est d'autant plus intéressante que ce projet est conduit par un **binôme d'étudiant ingénieur et d'étudiant architecte** : « *L'idée c'est de décloisonner les disciplines et de comprendre comment on réfléchit dans d'autres disciplines et de mieux comprendre les difficultés et limites qui existent dans d'autres disciplines. De faire travailler ensemble des ingénieurs et des architectes, c'est prendre de l'avance sur leur parcours professionnels, ils travailleront ensemble à la sortie de toute manière* » (**Professeur Génie civil en école d'ingénieurs**)

Dans les formations initiales aux métiers de la construction, notamment le CAP Maçon : malgré un volume de personnes formées chaque année au CAP maçon, la pénétration de la terre crue dans ces formations reste minoritaire. Il existe pourtant un potentiel de développement, et de nouvelles opportunités au regard de l'ajout progressif de références aux matériaux biosourcés et géosourcés dans les référentiels de certifications généralistes, tels que le CAP maçon. A ce stade, peu d'expériences et d'actions de sensibilisation ont été repérées. On peut tout de même mentionner les actions suivantes :

Bonnes pratiques identifiées dans les établissements de formation aux métiers de la construction

Déploiement d'un projet de construction intégrant différents matériaux dont la terre crue au sein du BTP CFA Occitanie

Le CFA a développé récemment un projet de construction intégrant plusieurs matériaux bio et géosourcés, dont la terre crue. Ce projet est né de deux objectifs :

Le CFA dispense des formations auprès de différents métiers (maçon, carreleur, peintre, plombier, ...) et souhaite depuis plusieurs années déployer un terrain dans lequel ses apprentis, des différentes formations, seraient amenés à travailler ensemble et à collaborer ;

En parallèle, le développement d'une approche plus respectueuse de l'environnement dans le secteur de la construction motive le CFA à intégrer les matériaux bio et géosourcés dans la formation. Le déploiement d'un projet de construction s'inscrit donc dans cette optique : « *On voulait construire un bâtiment, mais plutôt le bâtiment de demain. Donc naturellement on s'est tourné vers les matériaux bio sourcés.* » (**Directrice du CFA**)

Le projet de construction, qui est aujourd'hui en phase de conception, s'inscrit également dans une approche locale avec une ambition de renforcer le maillage territorial auprès des acteurs de la construction.

Le CAP maçon en écoconstruction du GRETA du Livradois-Foréz

Le Greta s'est spécialisé dans l'éco-construction depuis 2009. En lien avec le parc régional du Livradois, il a été décidé de monter une formation de maçon permettant de travailler sur les constructions en terre crue, dans la mesure où il existe sur le territoire un patrimoine bâti important, avec des besoins exprimés par les professionnels du territoire.

Cette formation d'une durée de 9 mois s'appuie sur le référentiel du CAP maçon, mais les matériaux conventionnels ne constituent que 30% du référentiel : « *Ils vont à faire apprendre à faire des parpaings, des*

chapes bétons, à travailler le béton armé. Mais c'est pour la culture générale. Le CAP maçon fait état de matériaux conventionnels mais il laisse également la liberté d'aller sur des matériaux locaux » (Conseiller en formation continue)

Sur la partie écoconstruction, une part importante de la formation est consacrée à la terre crue, et à l'appréhension des différentes techniques associées.

Elle permet d'obtenir une double certification, le CAP Maçon traditionnel mais également le certificat académique Ecoconstructeur, qui permet de davantage aborder les aspects liés à l'analyse du bâti : « *Avec un CAP maçon, on a juste des bâtisseurs. Avec le certificat écoconstructeur, ils doivent être en capacité d'analyser un bâti. Ils font d'ailleurs des sorties pédagogiques pour analyser le bâti. Ils ne pourront pas aller sur des diagnostics très poussés, mais ça leur permettra de voir rapidement des problèmes comme des fissures du pisé, des remontées d'humidité... » (Conseiller en formation continue)*

2.4.7.2 Des freins en lien avec des cultures professionnelles en décalage avec les spécificités de la terre crue

Cette faible pénétration de la terre crue dans les écoles d'ingénieurs et les centres de formation s'adressant aux professionnels de la réalisation s'explique en partie par un **décalage important entre la culture professionnelle** sur ces métiers et les **spécificités** de la terre crue.

Dans les métiers de l'ingénierie, le décalage est particulièrement important, dans la mesure où la terre crue nécessite un **changement important** dans la **manière d'appréhender** les **matériaux** et la **construction de manière plus générale**, avec une part d'aléas importante, renforcée par l'absence de règles professionnelles : « *L'élève ingénieur a été formaté par une classe préparatoire. Il a besoin d'outils de quantification éprouvés. Et sur un matériau trop alternatif, il a du mal. Et effectivement, c'est un matériau compliqué. Plus compliqué que le bois, peut-être. C'est très hétérogène en fonction d'où vient la terre. Chaque type de terre est différente. On est obligé de faire des essais en labo, et de voir ensuite comment tout ça fonctionne » (Responsable pédagogique – Ecole d'ingénieur).*

Dans les métiers de la **réalisation**, la culture professionnelle est aujourd'hui **beaucoup portée** sur la **construction neuve et les matériaux classiques**. Les matériaux alternatifs et les techniques associées souffrent le plus souvent d'a priori négatifs. La terre crue est par exemple réputée être chronophage et couteuse : « *Dans les CAP maçon classique, on prépare les jeunes à fabriquer des maisons individuelles » (Enseignant-formateur Lycée professionnel – Formations initiales en lien avec la conception et la réalisation).*

2.4.7.3 Un déficit de compétences des formateurs sur la terre crue qui constitue un frein important à la pénétration du matériau dans les formations généralistes

Les formateurs des formations généralistes ont également souvent un **déficit de compétences** pour **intégrer les matériaux biosourcés** dans leurs **curseurs** de formation : « *Le béton armé a tellement changé la façon de construire, que tout a été oublié. Les savoir-faire se sont perdus. Dans le réseau, la plupart des formateurs ne connaissent pas. Du coup le travail de sensibilisation n'est pas fait » (Conseiller en formation continue – Formation certifiante en lien avec la maçonnerie dans l'écoconstruction).*

Ceci pose d'autant plus difficulté dans un contexte où les centres de formation ont parfois des **moyens financiers limités** pour avoir recours à **des formateurs externes**. Il est également parfois compliqué pour les centres de formation **d'identifier des professionnels spécialisés** sur ces matériaux non conventionnels et prêts à former les formateurs : « *Je recherche un formateur pour former nos élèves et former nos enseignants. C'est un savoir-faire que détiennent peu de personnes et c'est compliqué de trouver quelqu'un qui veuille le faire » (Responsable pédagogique Lycée professionnel - Formations initiales en lien avec la conception et la réalisation).*

Or le **recours à des intervenants extérieurs** est dans certains cas **contraint**, avec par exemple un niveau de qualification bac +5 minimum dans certaines écoles d'ingénieurs/architectes.

Le **faible volume de chantiers avec un volet terre crue** et plus globalement la **faible visibilité** du patrimoine en terre crue constituent également un **frein** non négligeable. En fonction des territoires, la terre crue est peu, voire pas connue des professionnels, des étudiants et des formateurs : ce qui implique d'abord de **sensibiliser au matériau en amont**. Devant former de futurs professionnels, les organismes de formation identifient parfois **difficilement les perspectives professionnelles** du matériau pour leurs étudiants : « *Ce serait intéressant d'avoir une formation de conducteur de travaux avec une spécialisation sur les chantiers en terre crue [...] mais il y a trop peu de chantiers qui voient le jour et qui constituent un débouché professionnel pour nos étudiants [...] Un conducteur de travaux qui sort d'école et qui se retrouve sur un chantier terre crue, il va découvrir la gestion du chantier en live, mais l'avantage c'est qu'il en aura entendu parler* » (Responsable pédagogique, Ecole d'ingénieurs).

2.4.7.4 *L'existence de grands programmes de recherche en lien avec la terre crue qui impulsent l'interdisciplinarité et le lien entre la recherche, les acteurs de la formation initiale et continue et les professionnels du territoire*

Parmi les grands projets identifiés dans le cadre des investigations :

- **CRATERRE** en Auvergne-Rhône-Alpes : « CRATERRE est une Association et un Laboratoire de recherche de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, qui rassemble chercheurs, professionnels et enseignants, et travaille avec de nombreux partenaires, ce qui permet d'établir des liens créatifs entre recherche, actions de terrain, formation et diffusion des connaissances »⁸⁴. Il est à noter que **CRATERRE** est à l'origine de la création du **DSA Architecture en terre de l'ENSAG**.
- Les **Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau** en Auvergne-Rhône-Alpes : « Les Grands Ateliers sont une plateforme scientifique, technologique et pédagogique. Ils permettent aux élèves architectes et ingénieurs de concevoir et de réaliser, dans le cadre de modules pédagogiques intégrés à leur cursus, des prototypes de bâtiments, la plupart du temps à l'échelle 1. Cette pédagogie met en œuvre une véritable mixité culturelle associant, chaque fois que possible, l'architecture, les arts, le design, les sciences de l'ingénieur, les sciences sociales et le monde industriel »⁸⁵. Cette plateforme a notamment été à l'initiative, en 2012, du **projet Amaco** (Atelier Matière à Construire), qui est aujourd'hui un **acteur reconnu de la formation sur la terre crue**.
- **Ecomaterra** et **l'IAUR** en Bretagne : « Ecomaterra est un programme de Recherche et Développement collaboratif et pluridisciplinaire autour de la terre crue, présent sur le grand ouest, porté par l'IAUR avec Accroterra, association rennaise à l'initiative du projet. La dynamique de R&D regroupe des institutions publiques et privées qui ont décidé, sur la base du volontariat, de mettre en commun leurs compétences, leurs savoir-faire, leurs expériences, leurs connaissances antérieures et nouvelles ainsi que leurs moyens pour poser les bases du renouveau et de la promotion de la terre crue pour la construction contemporaine et dans nos paysages urbains »⁸⁶.

Au-delà de ces programmes de recherche déjà « institutionnalisés », des **recherches, notamment dans le cadre de thèses, naissent ici et là au sujet de la terre crue** en tant que matériau, en tant que procédé constructif, en tant que filière (d'un point de vue sociologique), etc. Or, l'étude comparative des filières « paille » et « pierre sèche » met en évidence l'intérêt que portent des démarches de recherche dans la structuration d'une filière en termes de capitalisation des connaissances, acquis et d'apport de nouvelles connaissances.

2.4.7.5 *Une volonté de développer une approche plus écologique de la formation, en lien avec les évolutions sociétales et réglementaires*

Les professionnels interrogés mettent en avant la nécessité de **répondre aux préoccupations écologiques** des publics formés. Cette approche est particulièrement présente pour les publics positionnés sur des **formations généralistes** sur des niveaux de formation **élevés** (écoles d'ingénieurs, d'architectes). Elle semble cependant moins présente pour les publics positionnés sur des **formations de niveau 3 et 4**, donc potentiellement pour les étudiants des métiers de la **réalisation** : « *Tout ce qui concerne l'environnement et l'écologie, ça intéresse les jeunes. Beaucoup viennent parce qu'on parle géoscience, environnement, habitat durable... il y a un certain*

⁸⁴ **CRATERRE**, consulté en ligne ([lien](#)).

⁸⁵ **Ministère de la culture**, *Les Grands Ateliers de L'Isle-D'abeau (GAIA)*, consulté en ligne ([lien](#)).

⁸⁶ **Institut d'aménagement et d'urbanisme de Rennes (IAUR)**, *R&D Ecomaterra*, consulté en ligne ([lien](#)).

engouement de leur part pour changer les choses, améliorer... On le voit aussi au niveau des sujets de recherche, on en a de plus en plus qui portent sur la terre crue et de moins en moins sur le béton pour centrale nucléaire » (Responsable pédagogique, Ecole d'ingénieur).

L'anticipation de l'évolution du marché de la construction et la forte **émergence** de la **réhabilitation** et des **matériaux biosourcés** au regard de l'évolution de la **réglementation** est également un facteur souvent évoqué par les professionnels. La terre crue, au même titre que d'autres matériaux biosourcés, peut permettre de mieux répondre aux **exigences des commanditaires** dans un futur proche : « *La partie rénovation va évoluer. Le neuf va être tellement contraignant, qu'on va être davantage sur de la réhabilitation. Et on doit apporter de l'information, de la formation* » (Responsable pédagogique Lycée professionnel) ; « *Ce qui les pousse, c'est la réglementation. Réduire le bilan carbone et aller sur des matériaux biosourcés, c'est un développement général. L'architecte, ce qui le conditionne, c'est le budget. Mais on va voir de plus en plus de formations qui certifient que l'archi est un expert biosourcé. Et les clients vont vouloir uniquement un archi matériaux biosourcés* » (Référente formation – formation continue des architectes).

La dimension **économique** et **sociétale** de la terre crue est moins fréquemment mise en avant. Elle est surtout évoquée par les candidats **au DSA Architecture de terre**, d'autant plus que le recrutement est international : « *Pour certains candidats qui viennent de l'étranger, il y a la nécessité de répondre à l'enjeu d'accompagner des populations très précaires dans certains pays. Les enjeux sociétaux très importants* » (Responsable pédagogique).

2.4.8 Focus sur le process d'acquisition des compétences par les professionnels de la terre crue

2.4.8.1 Une acquisition de compétences sur la terre crue qui passe par de multiples modalités avec une place importante du chantier comme lieu de transmission des savoir-faire mais également de la formation

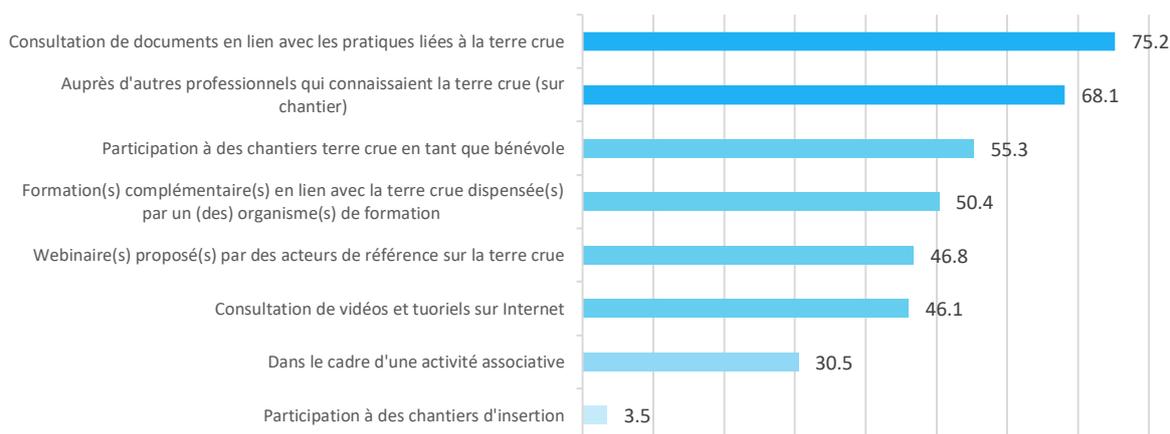
L'acquisition des compétences relative à la terre crue passe très minoritairement par la formation initiale. **La majeure partie des professionnels** rencontrés, et interrogés dans le cadre des enquêtes (60% d'après l'enquête auprès des professionnels), **n'ont pas du tout abordé la terre crue lors de leur formation initiale**. Lorsque la terre crue est abordée dans le cadre de la formation initiale, elle l'est le plus souvent de manière très partielle et peu approfondie (faisant surtout office de sensibilisation). Ainsi, d'après l'enquête auprès des professionnels, seuls 8,5% des répondants ont suivi une formation spécialisée « terre crue » dès leur formation initiale ; parmi les 91,5% restants, la terre crue était abordée partiellement dans 22,7%, et de manière approfondie dans 10,2% des cas.

Exemple d'un maçon terre crue

Il a obtenu un **CAP puis un BP dans le domaine de la maçonnerie conventionnelle**. Il n'avait donc **jamais abordé la terre crue** avant sa première expérience professionnelle auprès d'un autre maçon terre crue : « *J'ai un parcours de maçon assez classique : j'ai fait un CAP et un BP dans la maçonnerie, je n'avais pas du tout été orienté vers l'écoconstruction ou les bâtiments anciens. Je n'avais pas du tout été sensibilisé à tout ça avant mon entrée dans le monde du travail* ».

L'apprentissage de la terre crue se fait donc **le plus souvent lors du parcours professionnel**, avec comme point commun à l'ensemble des professionnels, une **multiplication des expériences**. En moyenne, les professionnels de l'enquête ont mobilisé près de **quatre modalités de formation** pour renforcer leurs compétences sur la terre crue. Les professionnels ayant acquis des compétences relatives à la terre crue l'ont fait le plus souvent au travers d'un parcours mobilisant une multitude d'expériences, **selon des modalités diverses**.

Modalités utilisées par les professionnels pour renforcer leurs compétences sur la terre crue (en %)



Source : Enquête Amnyos auprès des professionnels (Base complète : 141 répondants).

Parmi ces modalités :

L'**autoformation** occupe une place importante dans les pratiques, avec la consultation de documents en lien avec les pratiques de la terre crue (dont les guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue) (75%), et dans une moindre mesure, la consultation de vidéos et de tutoriels sur internet (46%).

L'acquisition de compétences **se fait également beaucoup par la pratique** :

- Dans le cadre de la **participation à des chantiers** menés par d'autres professionnels (68%) ou la participation à des chantiers en tant que bénévole (55%) et dans une moindre mesure par des chantiers d'insertion (3%)
- Dans le cadre d'une activité associative (30,5%)
- Mais aussi dans le cadre de leur activité professionnelle.

Exemple d'un maçon terre crue

Il a été **formé à l'architecture** dans les années 1990 et a abordé la terre crue (et les techniques préindustrielles plus largement) pour la première fois dans le cadre d'un chantier participatif. Sa **formation technique** sur le maniement de la terre crue a été réalisée de **manière informelle** au contact de « maçons plus âgés ». Il dirige actuellement une entreprise de maçonnerie spécialisée dans rénovation, restauration et réhabilitation de bâtiments en terre crue.

Le recours au chantier est une pratique très répandue dans la filière. En moyenne, les **professionnels déclarent avoir participé à dix-huit chantiers** pour développer leurs compétences. Ce chiffre masque néanmoins des réalités diverses : certains professionnels (environ un tiers) n'ont participé qu'à un ou deux chantiers, tandis que d'autres ont déclaré en avoir fait plus d'une centaine (allant pour un répondant jusqu'à 500). Ainsi, en « neutralisant » l'effet des valeurs extrêmes, on constate que le nombre médiant de chantiers est de 5 : en d'autres termes, la moitié des professionnels concernés a participé à cinq chantiers ou moins pour développer ses compétences, l'autre moitié à participé à cinq chantiers ou plus. La durée de ces chantiers varie elle aussi considérablement. Si la moitié des chantiers ont duré moins d'un mois d'après les répondants, ils ont pour certains pu durer plus d'un an.

La **participation à des chantiers mobilisant la terre crue est particulièrement fréquente chez les professionnels ayant connu une reconversion professionnelle**. Ils sont en 73.9% (34 sur 46) à avoir pris part à au moins un chantier participatif, contre 47.2% (42 sur 89) des professionnels n'ayant pas connu de reconversion professionnelle.

Exemple d'un maçon (non spécialisé terre crue)

Il a **arrêté les études en 3ème**. Il a ensuite exercé différents métiers, puis il est devenu gérant d'une entreprise d'insertion depuis plus d'une dizaine d'années. Cette entreprise est spécialisée dans la **construction bois** et plus particulièrement dans la **conception/fabrication de charpente, menuiserie, agencement et mobiliers durables**, avec un axe fort autour du réemploi.

Lors d'un chantier, il a été amené à réaliser un ouvrage en terre crue. Il a construit (et construit encore actuellement) sa **montée en compétences sur la terre crue**, essentiellement à travers des **chantiers** auxquels il a **participé** ou qu'il a simplement **observés**, et en recrutant des maçons qui maîtrisent le matériau.

La **formation** joue également un **rôle important** dans l'acquisition de compétences sur la terre crue des professionnels :

La **moitié** des professionnels interrogés ont suivi des **formations complémentaires** en lien avec la terre crue. Il est à noter que les professionnels de la **réalisation** recourent davantage à la formation (69%) que les professionnels de la conception (37%).

Près de la **moitié** (46%) ont également suivi des **webinaires** proposés par des acteurs de référence sur la terre crue.

Le **recours à une (des) formation(s) est particulièrement utile pour les publics dont le positionnement au sein de la filière « terre crue » fait suite à une reconversion professionnelle**. En effet, 87% (40 sur 46) des professionnels ayant connu une reconversion professionnelle sont passés par au moins une formation en lien avec la terre crue. La moitié d'entre eux n'a suivi qu'une seule formation ; l'autre moitié a participé à plusieurs formations (20 sur 40). Lorsqu'ils ne recourent qu'à une seule formation, les professionnels en reconversion privilégient, dans la majorité des cas, une formation longue non spécifique à la terre crue. Quand ils multiplient les formations, ils mobilisent parfois une formation longue (pas nécessairement spécifique à la terre crue) mais mobilisent, de manière quasi-systématique des formations courtes spécifiques à la terre crue (18 sur 20).

Exemple d'une artisanne (enduits en terre crue)

Ayant été professeur d'anglais, elle s'est ensuite orientée vers l'infographie et l'édition. Dans ce métier, elle appréciait le côté créatif, mais regrettait le temps passé devant un écran.

Elle a découvert la terre crue la première fois lors de **chantiers participatifs** en paille. Puis, quelques années plus tard, elle a commencé à construire sa propre maison en écoconstruction et intégrant des enduits terre.

Très attirée par ce matériau, elle a décidé de **se former**, via un DU bâti ancien et techniques innovantes de restauration (IUT de Rennes), puis **via des modules de formation** en Allemagne (ECVET) et le module terre crue à l'école d'architecture de Nantes. Son parcours s'est alors traduit par un « **patchwork de formations** », qu'elle justifie par le fait qu'elle ne trouvait pas de formations certifiantes (en lien avec la terre crue) à proximité de chez elle.

Les parcours d'acquisition des compétences par les professionnels sont au final **fortement individualisés, avec des trajectoires non-linéaires et différentes d'un professionnel à l'autre**. Chaque professionnel mobilise alors différentes modalités, selon ses préférences (en matière d'acquisition des savoir-faire), ses contraintes propres (ressources financières, mobilité géographique, temps qu'il peut dédier à sa professionnalisation), l'accessibilité géographique de ces différentes modalités.

Bien qu'il soit difficile d'affirmer quelles sont les modalités les plus mobilisées selon les métiers concernés⁸⁷, **quelques tendances semblent se dessiner** aux regards des investigations qualitatives réalisées :

Les maçons et artisans, ainsi qu'une partie des architectes, spécialisés dans la terre crue rencontrés multiplient dans l'ensemble les expériences pour acquérir les compétences nécessaires, notamment via la mobilisation des ressources existantes (guides de bonnes pratiques), le recours à des chantiers, et des formations longues dans plusieurs cas ;

Exemple d'une architecte

Architecte, diplômée en 2008, elle est à son compte depuis 2016. Elle a été amenée à réhabiliter sa maison, en partie en terre crue, pour laquelle elle a été accompagnée par un maçon. Par la suite, elle a décidé de se former à la terre crue via **plusieurs chantiers participatifs**.

Elle s'est également formée à l'écoconstruction **via une formation** de Noria (Conducteur de projet en rénovation énergétique et biosourcée). Cette formation lui a permis d'approfondir ses connaissances sur la terre crue : « *pour moi ça a été très intéressant, ça a été un moyen d'augmenter mes compétences, spécialement dans tout ce qui est thermique et matériau bio sourcé, mais aussi de me faire un réseau d'acteurs* ».

Les professionnels intervenant en tant qu'architectes, ingénieurs (bureaux d'étude, bureaux de contrôle) et maître d'ouvrage semblent davantage mobiliser de la formation en organisme de formation, et s'appuient également sur l'expertise de professionnels de la filière terre crue ;

Exemple d'un ingénieur en bureau d'études structure (bois et paille)

Issu de l'Ecole Supérieure du Bois de Nantes, cet ingénieur a créé son propre bureau d'études, qui est désormais composé de 5 personnes. Dans le cadre de son activité, il a été amené à travailler sur des projets intégrant de la terre. A ce jour, il envisage de former l'un de ses collaborateurs à la terre crue.

Les autres corps d'état (électricien, charpentier, carreleur, ...) semblent en revanche peu recourir à la formation, ou à d'autres modalités, et acquièrent davantage leurs compétences dans le cadre de leur activité professionnelle.

⁸⁷ Les enquêtes réalisées ne permettent pas de disposer de résultats suffisamment représentatifs

Exemple d'un plâtrier-plaquiste

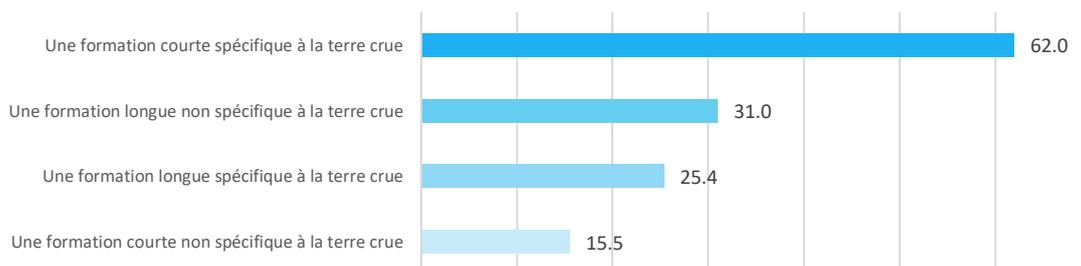
Il n'est titulaire d'**aucun diplôme spécifique au bâtiment** et a été formé à différents métiers du bâtiment dans le cadre d'une entreprise familiale, au travers d'un **apprentissage « sur le tas »**. Il a ensuite suivi une formation spécifique pour se former à son métier actuel : « *Avant l'armée, j'étais en peinture avec mon oncle. A l'armée, j'étais peintre aussi et après l'armée j'ai travaillé avec un peintre. Après quatre ans, je suis devenu plaquiste [...]. Je travaille à 60% dans des bâtiments en pisé, j'ai fait du neuf, mais je préfère la rénovation* »

Ayant une part importante de son activité qui concerne le pisé, il **s'est formé « sur le tas »** pour acquérir les compétences spécifiques.

2.4.8.2 Un appareil de formation perçu comme répondant aux besoins en compétences sur la terre crue par les professionnels l'ayant mobilisé dans leur parcours

Parmi les professionnels ayant suivi une formation pour acquérir de nouvelles compétences sur la terre crue, **plus de la moitié** d'entre eux (56%) ont suivi **plusieurs** formations (3 en moyenne). Le plus souvent, cette montée en compétences s'est effectuée à travers des **formations courtes spécifiques à la terre crue** (62%). Près d'un **tiers** (31%) des professionnels ayant eu recours à la formation ont suivi une formation longue non spécifique à la terre crue, soit légèrement plus que les professionnels ayant suivi une formation longue spécifique à la terre crue. L'analyse de l'offre de formation existante en lien avec la terre crue permet de constater qu'il s'agit principalement de formations certifiantes de niveau 3 (équivalent CAP / BEP) en lien avec **l'écoconstruction et la réhabilitation**.

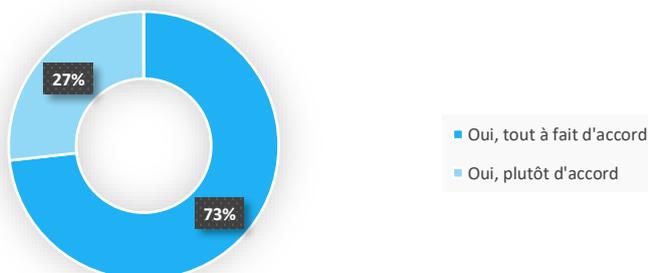
Type de formation en lien avec la terre crue suivie (en %)



Source : Enquête Amnyos auprès des professionnels (71 répondants : professionnels ayant recouru au moins une fois à une formation au cours de leur parcours professionnel).

Les **retours des professionnels interrogés sont plutôt positifs** par rapport à leur recours à la formation. La totalité d'entre eux pensent qu'elle a été **utile** dans leur acquisition de compétences sur la crue.

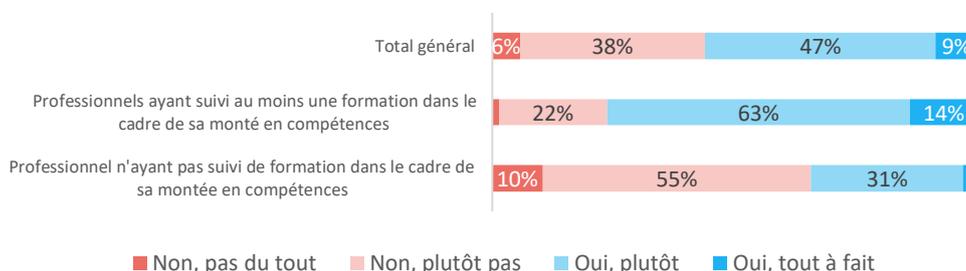
Part des professionnels reconnaissant une utilité sur la montée en compétences de la formation suivie (en %)



Source : Enquête Amnyos auprès des professionnels (71 répondants : professionnels ayant recouru au moins une fois à une formation au cours de leur parcours professionnel).

Malgré tout, les **professionnels interrogés** sont relativement **mitigés** par rapport à l'offre de formation. Près de la **moitié** d'entre eux (44%) pensent que l'offre actuelle **couvre peu ou pas** les besoins en compétences des professionnels.

Couverture par l'offre de formation des besoins en compétences des professionnels (en %)



Source : Enquête Amnyos auprès des professionnels (Base complète : 141 répondants).

Ce constat rejoint plusieurs retours de la part des professionnels rencontrés, qui estiment avoir une **visibilité limitée sur l'offre de formation** : « *Si on veut se former sur le sujet, ça n'est pas évident, c'est de la formation sur le tas. C'est encore un peu nouveau. Et puis c'est un milieu un peu fermé* » (bureau de contrôle).

Il faut néanmoins relever que cette **perception est très différente** selon que les professionnels interrogés **ont eu recours à la formation ou non** dans le cadre de leur parcours :

- Plus des trois quarts (77%) des professionnels ayant suivi au moins une formation ont une **appréhension relativement positive de l'appareil de formation**, même si la réponse aux besoins reste perfectible, avec 63% de répondants estimant qu'elle répond plutôt aux besoins et seulement 14% de réponses à tout à fait.
- Les professionnels n'ayant pas suivi de formation dans le cadre de leur parcours sont bien plus critiques, avec près des **deux tiers** (65%) mettant en avant son **manque d'adéquation** avec les besoins des professionnels du secteur.

3 Conclusions et préconisations

3.1 Enseignements du diagnostic et de l'étude comparée

Les besoins en compétences des professionnels concernés par la construction en terre crue sont à appréhender à deux horizons temporels distincts :

- Le marché tel qu'il existe aujourd'hui, en l'absence de textes normatifs reconnus par l'AQC, et qui est porté en partie par la demande en matière de restauration du bâti ancien en terre crue. Il existe aujourd'hui des **enjeux d'accompagnement à la formation continue** des professionnels sur la construction en terre crue, afin de répondre à cette demande⁸⁸,
- Le marché tel qu'il pourrait se déployer à terme, à l'issue d'une montée en puissance de la connaissance et des caractéristiques des matériaux contenant de la terre crue et de l'élaboration de textes normatifs reconnus par l'AQC. Il **existera à terme des enjeux d'accompagnement des professionnels de la conception, de la réalisation et du contrôle en vue de l'appropriation de ces textes ou données de référence.**

Le plan d'actions à mettre en place doit donc envisager ces **deux horizons temporels**.

3.1.1 Des enjeux de diffusion d'une culture partagée de la terre crue auprès des professionnels actuels et futurs professionnels du bâtiment

Le diagnostic des besoins en compétences a mis en évidence que le déploiement des projets de construction en terre crue se heurte souvent à une méconnaissance du matériau, de ses propriétés et de ses usages possibles en construction de la part des différents acteurs concernés. Cette méconnaissance touche à la fois les entreprises du bâtiment, les professionnels de la conception et de la maîtrise d'œuvre, ou encore les acteurs de la maîtrise d'ouvrage (maîtres d'ouvrage, assistant à maîtrise d'ouvrage, ...).

La cartographie des formations a permis d'identifier que de très nombreuses actions de sensibilisation ont été déployées pour répondre à ce constat et permettre à des publics très variés d'appréhender la construction en terre crue.

Cependant, il est apparu que les actions de sensibilisation auprès des futurs professionnels, à savoir les publics en formation engagés dans une formation généraliste, sont inégales : elles sont nombreuses pour les architectes, mais encore très embryonnaires pour les ingénieurs et les futurs professionnels du bâtiment (métiers de la réalisation).

Or les actions de sensibilisation des futurs professionnels réalisées aujourd'hui sont susceptibles de jouer demain un rôle facilitateur dans la perspective d'un déploiement du recours à la terre crue en construction, notamment lorsque ces techniques auront fait l'objet d'une normalisation ou de règles professionnelles.

Des références aux matériaux biosourcés et géosourcés apparaissent peu à peu dans les référentiels des certifications généralistes, à l'image de la dernière rénovation du CAP maçon. De manière générale, il existe un environnement très incitatif à l'introduction, dans les parcours de formation, de contenus relatifs à la transition écologique⁸⁹.

Cependant, les pratiques de la sensibilisation à la construction en terre crue dans les établissements scolaires et organismes de formation ne sont pas toujours déployées. Les témoignages de professionnels de la formation recueillis dans le cadre de la cartographie des formations et des journées d'études régionalisées organisées en régions Sud-Ouest et Ile-de-France dans le cadre de l'étude ont mis en évidence que les établissements scolaires et organismes de formation sont à la recherche de ressources pédagogiques et de référents techniques. Ce

⁸⁸ Cf chapitre 2.3.1.

⁸⁹ Article 41 de la Loi de programmation de la recherche du 24 décembre 2020, qui traduit les conclusions et recommandations de la Convention Citoyenne pour le Climat et vise la mobilisation de l'ensemble des formations du supérieur / La loi Climat et résilience du 22 août 2021, qui renforce la place de l'éducation au développement durable comme éducation transversale à travers les programmes de toutes les disciplines, de la maternelle à la terminale, dans toutes les voies d'enseignement (générale, technologique et professionnelle).

constat a également été effectué auprès d'établissements d'enseignement supérieur souhaitant mettre en place des modules intégrant une sensibilisation à la terre crue.

Il existe donc un enjeu **d'exploitation des opportunités offertes** par les référentiels de certification existants, les orientations des politiques en matière d'éducation et les demandes exprimées par les jeunes générations pour conduire une **action volontariste auprès des futurs professionnels du bâtiment**. Une telle action pourra viser à donner davantage de visibilité à la construction en terre crue, à côté des autres matériaux biosourcés ou géosourcés.

Une fois le processus d'élaboration d'un cadre normatif reconnu par les assureurs abouti, se présenteront, en complément de ce premier enjeu, **des besoins de diffusion de ces travaux auprès des professionnels concernés**.

L'étude comparative réalisée sur les filières « paille » et « pierre sèche » met en évidence le caractère très structurant pour ces filières de l'élaboration de règles professionnelles, à la fois sur les pratiques des professionnels et sur les pratiques de formation. L'étude évoque, par exemple, l'expérience conduite au sein de la filière « paille », avec la mise en œuvre de formations « pro paille » et leur rôle dans l'assurabilité des ouvrages.

	Filière « terre crue »	Filière « paille »	Filière « pierre sèche »
Secteur d'activité	Construction	Construction	Travaux publics
Normalisation du matériau	Non	Oui	Non
Normalisation technique	Non <i>(Guides de bonnes pratiques)</i>	Oui <i>(Règles professionnelles permettant d'exercer sous couvert des assurances)</i>	
Formation « obligatoire » pour exercer	Non	Oui <i>(Formation « pro-paille »)</i>	Non
Offre de formation spécifique certifiante	Oui <i>(Un titre à finalité professionnelle)</i>	Non	Oui <i>(Une certification enregistrée au RS et deux CQP enregistrés au RNCP)</i>
Offre de formation à l'interface des autres corps d'état	Non	Oui	<i>Pas concerné</i>
Calendrier des formations	Non	Oui	Non
Annuaire des professionnels	Non	Oui	Oui
Cartographie des ouvrages mobilisant le(s) procédé(s) constructifs	Non	Oui	Non

3.1.2 Approche par les besoins en compétences

Il s'agit d'appréhender ici de quelle manière l'offre de formation actuelle répond aux besoins en compétences analysés dans le cadre du diagnostic. Nous proposons donc une grille de lecture de l'offre de formation existante au travers du prisme proposé par les **situations critiques et leurs déclinaisons en compétences** travaillées dans le cadre de la présente étude.

3.1.2.1 - Les compétences associées à des situations de restauration du patrimoine bâti (situations 1 et 2)

a) Les besoins identifiés

Le diagnostic des besoins en compétences a donné lieu à une analyse des compétences et ressources associées nécessaires pour appréhender un bâtiment en terre crue et préparer un projet de restauration dans le cadre du

diagnostic d'un bâtiment existant et de l'élaboration de prescriptions.

Or les interventions relatives à la restauration de constructions en terre crue représentent une part non négligeable de la demande actuelle de compétences en matière de construction en terre crue. L'existence du marché est avérée et ce marché n'est pas directement impacté par les travaux relatifs à la normalisation des techniques de construction en terre crue.

L'analyse des trajectoires des professionnels de la terre crue a montré que ces compétences sont d'autant plus cruciales que **les professionnels exerçant un métier de la réalisation sont issus pour près des 2/3 de parcours de reconversion professionnelle** et qu'une partie importante de ces professionnels deviennent artisans, indépendants.

Dès lors, la maîtrise de compétences permettant d'examiner les pathologies et désordres sur un bâtiment en terre crue, d'apporter un conseil technique au client et / ou à la maîtrise d'œuvre et d'effectuer des prescriptions pertinentes sont clés.

b) Les réponses existantes

Pour les professionnels ou futurs professionnels qui choisissent d'aborder les compétences de la construction en terre crue au travers de certifications professionnelles, il existe aujourd'hui trois certifications de niveaux 3 et 4 qui abordent ces compétences :

Le titre à finalité professionnelle « Maçon terre crue » (niveau 3), au travers du bloc de compétences « Organiser, préparer et anticiper la mise en œuvre des techniques de construction en terre crue » :

« Analyser, par un contrôle in situ, avec le maître d'ouvrage, et l'équipe de maîtrise d'œuvre si présente, la cause ou les causes des désordres en identifiant les matériaux et les techniques mises en œuvre dans l'ouvrage existant pour proposer des solutions de remédiation à ces désordres et des techniques constructives à base de terre crue permettant de valider l'intervention telle que décrite dans le cahier des charges »

Cependant, cette certification est très peu utilisée, avec une moyenne de moins de 15 certifiés par an entre 2018 et 2019, et ne conduit que très partiellement à un exercice en tant que maçon terre crue (moins de 60 % d'insertion dans le métier entre 2018 et 2019).

Le titre à finalité professionnelle « Ouvrier professionnel en restauration du patrimoine » (niveau 3) au travers du bloc de compétences « Diagnostiquer un ouvrage ancien afin d'en identifier les caractéristiques et les pathologies ». Dans cette certification, le diagnostic n'est cependant pas abordé sous le seul angle de la construction terre crue. Cependant, les formations peuvent aborder explicitement la terre crue sur les territoires dans lesquels il existe un patrimoine bâti dans ce matériau.

Enfin, le Baccalauréat Professionnel « Interventions sur le patrimoine bâti » intègre les dimensions du diagnostic dans ses objectifs : « restaurer ou restituer tout ou partie des édifices dans le respect des règles relatives à la conservation du patrimoine architectural » ; « réhabiliter des édifices tout en veillant à leur intégrité, au respect de leur style et de leur identité ». La lecture du bâti et le diagnostic de l'existant ainsi que l'étude des pathologies existantes et des remèdes adéquats y sont traitées en formation. Cependant, à l'image du titre Ouvrier professionnel en restauration du patrimoine, le diagnostic n'est pas abordé sous le seul angle de la construction terre crue.

Par ailleurs, **la cartographie des formations n'a pas permis d'identifier d'offre de formation non certifiante portant sur ces compétences pourtant essentielles en dehors des pratiques de formation sur chantier.**

c) Mise en perspective

Pour ces raisons et parce que le recours à la formation pour les entreprises du bâtiment se concentre sur les formations réglementaires, **il n'existe donc aujourd'hui que très peu de pratique de la formation afin d'accompagner les entreprises du bâtiment souhaitant investir le marché de la construction en terre crue**, en dehors de la formation entre pairs sur chantier. Cette absence du recours à de la formation délivrée par des organismes de formation et le fort recours des professionnels de la terre crue à des échanges entre pairs sur chantier **questionnent quant aux solutions à proposer**. Ces constats invitent à aborder autrement que par le recours à une formation certifiante cette question, en particulier dans les territoires dans lesquels existent un fort patrimoine bâti en terre crue.

3.1.2.2 Les compétences associées aux situations de conception de bâtiments en terre crue (situations 3, 4, 5, 6 et 7)

a) Les besoins identifiés

Le seul traitement des problématiques liées à des procédés ou de systèmes constructifs est **insuffisant pour changer la donne** et avoir un **impact significatif** pour une transition écologique du secteur du bâtiment.

Des enjeux conséquents se confirment autour de la conception, notamment en ce qui concerne la **mise en place d'une collaboration renforcée entre les différents acteurs engagés dans les études de conception**. Ce constat fondamental, déjà effectué dans le cadre des travaux du Grenelle de l'environnement, est d'autant plus prégnant avec la RE 2020 qui consacre des approches sociétales qui exigent une **démarche de conception intégrée** : responsabilité sociale et environnementale, efficacité énergétique, analyse du cycle de vie, impact environnemental du bâtiment et des matériaux de construction...

Le potentiel de déploiement de la construction neuve en terre crue semble aujourd'hui freiné par l'absence d'un cadre de référence permettant de faciliter l'assurabilité des ouvrages, leur dimensionnement et leur contrôle. Toutefois, l'évolution des outils logiciels de calculs et de simulation, le développement de procédés plus normalisés, tels que les blocs à maçonner en terre crue comprimée (BTC), encadrés par le biais d'ATEX pour le moment, pourront **faciliter à l'avenir un recours plus important à la terre crue dans les constructions neuves**⁹⁰, ce déploiement pouvant de surcroît être porté par l'élaboration d'un cadre de référence 's'appliquant à toutes les techniques de construction en terre crue

Les besoins en compétences, élaborés à partir des récits des professionnels ayant témoigné dans le cadre de la présente étude, esquisser un **périmètre complexe pour leur traduction en pistes de formation**.

En effet, la résurgence de connaissances techniques tombées en désuétude sur la construction en terre crue est nécessaire. Leur réinterprétation à la lumière d'une démarche de conception contemporaine, avec ses contraintes techniques et réglementaires est indispensable. En outre, 'les outils logiciels de dimensionnement structurel et de modélisation thermique ne permettent pas aujourd'hui la prise en compte de toutes les dimensions physico-chimiques de ce matériau. Enfin, à l'instar d'autres matériaux biosourcés ou géosourcés, la terre crue exige une attention plus particulière lors de la conception car l'approche systémique requise repose notamment sur la prise en compte d'interfaces qui sont indissociables :

- interfaces entre acteurs (dimension relationnelle et organisationnelle),
- interface entre le bâti et le site ou le territoire dans lequel le projet s'inscrit (dimension réglementaire liée à la sismicité ou aux conditions climatiques par exemple),
- interfaces entre matériaux
- interfaces entre éléments constructifs (dimensions techniques liées au génie des matériaux, la conception architecturale et l'ingénierie de la construction notamment).

Cette corrélation entre interfaces, et leurs interactions, **pousse vers une recherche de collaboration entre acteurs plus prononcée. Très peu d'offres de formation proposent pour le moment d'approche collaborative de la conception**, qui nécessiterait d'agir de manière plus intégrée, avec une mise en commun et un partage de connaissances, d'outils, de méthodologies...

b) Les réponses existantes

L'offre de formation existante, identifiée et analysée dans le cadre de la présente étude, ne semble couvrir que partiellement les besoins en compétences nécessaires pour agir en situation professionnelle, dans le cadre d'un projet de construction en terre crue.

Cette offre traduit encore **une approche en silos**, qui repose notamment sur une distribution des tâches et responsabilités entre acteurs. Par ailleurs, malgré l'interdisciplinarité des publics visés par les formations

⁹⁰ Ces procédés constructifs sont répétables et duplicables, de manière homogène, à condition de respecter les règles et précautions d'utilisation définies par le producteur. Moins liée à des cultures territoriales de la construction en terre crue, leur dissémination sera facilitée.

proposées, les organismes de formation déplorent une participation faible de la part des ingénieurs et des maîtres d'ouvrage aux actions de formation continue.

L'offre de formation existante répond à différents degrés d'expertise :

- Des formations de sensibilisation, qui incitent à la découverte ; dont l'approche initiale peut être complétée par une mise en application, pour une approche expérientielle de la matière ;
- Des formations ciblant de manière explicite une mise en situation professionnelle, avec des contenus qui se prêtent à une mise en œuvre opérationnelle.

Actuellement, l'offre de formation à l'attention des concepteurs vise en priorité à :

- faire connaître le matériau auprès des maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage,
- permettre d'apprécier ses qualités physico-chimiques, mécaniques, voire esthétiques,
- appréhender les techniques de construction existantes,

pour une diffusion d'une culture commune et son intégration dans les projets de construction. Ces formations peuvent viser un public spécifique ou interdisciplinaire : architectes, ingénieurs structures ou fluides, maîtres d'ouvrage...

En l'état, l'offre de formation à l'attention des architectes est la plus nombreuse et la plus visible. Sa variété est également observable, avec par exemple :

- une formation diplômante de l'école d'architecture de Grenoble (DSA terre),
- des modules de formation initiale abordant les problématiques de la terre crue, dans le cadre d'une initiation aux matériaux biosourcés et géosourcés, proposés par les écoles nationales supérieures d'architecture (22 ENSA sur 11).⁹¹
- une formation non certifiante (Objectif terre) initiée par un partenariat entre l'ENSA Bretagne et l'université Gustave Eiffel notamment, qui est diffusée dans l'arc ouest, la région Auvergne-Rhône-Alpes et l'arc sud-ouest par des organismes de formation continue intégrés au réseau des professionnels de l'architecture,
- et des formations thématiques orientées terre crue, portées par des organismes de formation professionnelle continue liés à la profession d'architecte (GEPa, AFAPi, AMACO, ...), et mobilisables par les acteurs de la filière au-delà des seuls architectes.

Par ailleurs, peu d'offres de formation à destination des ingénieurs ont été identifiées. Il a été observé une intégration de la terre crue dans des modules de sensibilisation aux matériaux biosourcés et géosourcés, dans l'offre de formation initiale des ingénieurs. Rares sont les écoles d'ingénieurs qui se réclament d'une approche orientée terre crue ; parmi les témoignages recueillis durant la présente étude, l'UPSSITECH, Centrale Lyon et l'ENTPE indiquent proposer une découverte de la terre crue dans le cadre d'une **présentation plus globale des matériaux biosourcés et géosourcés**. L'UPSSITECH souligne conduire une sensibilisation aux matériaux biosourcés durant la formation de ses conducteurs de travaux et ingénieurs structure, ainsi qu'une démarche de recherche liée à la transition environnementale. L'ENTPE semble être l'une des écoles d'ingénieurs ayant le plus mis en visibilité la construction en terre crue parmi les cours optionnels proposés ; cependant, ses étudiants semblent plutôt intéressés par des modules de spécialisation au bois ou au béton biosourcé.

On peut retenir de ces exemples que **la concurrence avec d'autres écomatériaux**, dont les filières de construction sont plus structurées (bois, paille...) et ayant décidé de règles professionnelles communes, semble faire pencher la balance en défaveur de la terre crue, dans la formation initiale des ingénieurs.

Enfin, les acteurs de la formation à la terre crue soulignent des difficultés à identifier des formateurs professionnels compétents sur les problématiques de conception en terre crue. Aussi arrive-t-il que des architectes, intéressés pour se former sur ces questions, participent par défaut à des formations proposées aux entreprises de réalisation pour découvrir le matériau et ses conditions de mise en œuvre.

⁹¹ L'attractivité du matériau terre crue pour les architectes s'exprime également par le biais des mémoires et travaux de fin d'études élaborés par certains étudiants en architecture (par exemple étudiants issus de l'ENSA Marseille, Nantes, Montpellier, Rennes, Saint-Etienne, Val de Seine, Versailles...)

c) Mise en perspective

L'offre de formation existante, initiale et continue, traduit encore une approche en silos, qui repose notamment sur une distribution des tâches et responsabilités entre acteurs. Le degré d'expertise visé par les formations proposées est celui du transfert des acquis de formation en situation professionnelle. La dimension plus experte, qui vise à la collaboration entre acteurs, la réflexivité et le retour d'expérience n'est pas encore achevée pour l'heure.



Vue schématique des degrés d'expertise visés par les actions de formation. Source Amnyos.

3.1.2.3 Les compétences associées aux situations de préparation et de conduite de chantiers de construction en terre crue (situations 8, 9 et 10, situations associées à la recherche de terre, aux tests et essais et à la préparation du matériau)

a) Les besoins identifiés

Le diagnostic des besoins en compétences a mis en évidence les compétences et ressources nécessaires à l'organisation et au suivi d'un chantier de construction mobilisant la terre crue. Ces compétences sont potentiellement mises en œuvre à la fois dans le cadre de chantiers de restauration de bâti ancien et dans le cadre de construction neuve, comme cela a été constaté au travers des études de cas chantier. Dans l'optique de la Confédération de la construction en terre crue, des compétences particulières sont également à mobiliser en amont du chantier sur la recherche et la caractérisation de la terre. L'usage de la terre crue en construction mobilise par ailleurs des compétences associées à la réalisation de tests et essais et à la préparation du matériau.

L'ensemble de ces compétences apparaissent déterminantes pour la bonne réalisation des ouvrages en terre crue et la prévention des désordres que pourrait générer une mise en œuvre inadaptée.

De la même manière que pour les compétences de diagnostic et prescription associées à la restauration du bâti ancien, la mobilisation de ces compétences est **d'autant plus importante du fait de la part de professionnels de la terre crue issus de parcours de reconversion professionnelle** qui deviennent artisans, indépendants.

Par ailleurs, à l'image des compétences associées à la conception, ces compétences mobilisent fortement la **capacité de collaboration entre les différents acteurs** de la réalisation.

b) Les réponses existantes

La cartographie des formations n'a pas véritablement permis d'identifier d'offres de formation existantes associées à la recherche de terre, à l'exception quelques exemples de pratiques pédagogiques issus d'écoles d'architecture, mettant les étudiants en situation de recherche de terre. (ENSA Paris la Villette)

La question de la caractérisation de la terre est quant à elle prise en compte, sous trois angles différents :

- celui, plutôt axé sur la sensibilisation, de l'offre de formations très courtes ou d'actions d'information portant sur l'appréhension du matériau,

- celui, plus professionnalisant, des modules de formation proposés par certains organismes de formation spécialistes de la terre crue et qui engagent les participants dans la voie d'une compréhension du matériau au travers de formations déclinées sur plusieurs jours, ou du titre à finalité professionnelle maçon terre crue, dont la formation aborde l'identification et l'analyse des terres,
- celui, très scientifique, de quelques écoles d'ingénieur, à l'image des pratiques identifiées, par exemple, à Centrale Lyon⁹² et à l'ENTPE Lyon.

Il semble que, pour les professionnels du bâtiment souhaitant acquérir des compétences en matière de recherche et de caractérisation de la terre, les transmissions de savoir-faire de la part des pairs sur chantier jouent un rôle majeur. Ce constat est important à considérer à l'heure de s'engager sur un plan d'actions, l'acquisition des compétences en matière de caractérisation de la terre faisant appel à un apprentissage expérimentiel du matériau, qui se construit sur la durée.

Les compétences associées à la réalisation de tests et essais et à la préparation du matériau sont généralement intégrées dans les formations proposées.

En ce qui concerne les compétences en matière d'organisation et de suivi de chantier terre crue, le titre à finalité professionnelle maçon terre crue (niveau 3) apporte des réponses au travers du bloc de compétences 1 « Organiser, préparer et anticiper la mise en œuvre des techniques de construction en terre crue » :

« Se coordonner avec les autres corps d'état afin de trouver un ensemble des solutions techniques et organisationnelles permettant de préserver les éléments d'ouvrage (accroche d'éléments lourds, fixation et passage des réseaux...)

Décomposer son chantier en ouvrages élémentaires en identifiant les solutions techniques choisies pour planifier le temps de travail, commander les matériaux nécessaires et prévoir le matériel pour approvisionner le chantier en matériaux issus du site ou exploités localement afin de réduire l'impact carbone du chantier

Préparer et installer le chantier dans le respect des réglementations techniques (DTU, règles professionnelles, réglementation sismique), des consignes et des règles de sécurité, d'hygiène et environnementales en protégeant les ouvrages existants pour permettre la réalisation des activités dans des conditions optimums

Réaliser un compte-rendu du travail réalisé précisant l'organisation choisie, la planification et les choix techniques permettant de clôturer l'activité ou de l'adapter en cas de difficultés »

Le titre à finalité professionnelle « Ouvrier professionnel en restauration du patrimoine » (niveau 3) aborde également ces compétences dans le bloc de compétences « Organiser un chantier de restauration d'un édifice ancien afin d'assurer la préparation des interventions », sans toutefois prendre en compte de manière explicite les spécificités de la terre crue, cette certification abordant différents matériaux.

Dans le Baccalauréat Professionnel « Interventions sur le patrimoine bâti » (niveau 4), quelques compétences sont travaillées en lien avec les besoins en compétences identifiées, même si elles ne portent pas expressément sur la construction en terre crue : « préparer l'intervention », « proposer des matériels, matériaux et outillages », « quantifier les besoins pour l'équipe », « identifier, trier et stocker les matériaux à réemployer », « effectuer le suivi des activités », « assurer la qualité de la mise en œuvre » .

A noter, le bloc de compétences qui figurait précédemment dans le titre à finalité professionnelle ouvrier professionnel en éco-construction et qui s'intitulait « Préparation et organisation du chantier » a disparu dans la nouvelle version du référentiel de certification.

Il existe de surcroît un écart entre les compétences décrites dans le cadre de l'étude, qui visent une capacité à organiser et suivre un chantier terre crue de manière globale **et les compétences visées par les certifications professionnelles** pré citées, qui sont essentiellement centrées sur l'intervention d'un professionnel. Elles n'impliquent pas non plus de prise de décision.

Par ailleurs, aucune offre de formation non certifiante n'a été identifiée sur ces compétences.

⁹² Caractérisation des terres en construction au travers de 6 travaux pratiques pour utiliser différentes techniques de caractérisation des terres en laboratoire sur la base de la démarche utilisée en mécanique des sols.

c) Mise en perspective

Il n'existe donc aujourd'hui que **très peu d'offre de formation structurée** visant à **accompagner les entreprises du bâtiment souhaitant investir le marché de la construction en terre crue** en dehors des échanges de pratique informels entre pairs sur chantier. A l'image du constat effectué sur les compétences en matière de restauration de bâti ancien, cette absence du recours à de la formation délivrée par des organismes de formation et le fort recours des professionnels de la terre crue à de la formation délivrée sur chantier questionnent quant aux solutions à proposer. Ces constats **invitent à aborder autrement cette question**, en particulier dans les territoires dans lesquels existent une dynamique de la construction en terre crue.

Par ailleurs, au-delà de l'offre de formation, les débats organisés dans le cadre des journées d'études régionalisées ont mis en évidence un besoin de d'outils de vulgarisation sur la construction en terre crue à utiliser sur les chantiers.

3.1.2.4 *Approche par les besoins des professionnels et futurs professionnels de la construction en terre crue*

Les professionnels de la terre crue présentent des particularités mises en avant dans les travaux. Plus d'un tiers (34%) des professionnels interrogés ont été en reconversion professionnelle au cours de leurs parcours professionnel. Il s'agit même de près des deux tiers des publics exerçant un métier en lien avec la réalisation.

L'accompagnement de cette reconversion professionnelle constitue donc un **enjeu central**. Pour une partie des publics, elle va notamment se faire par l'accès à une formation longue et certifiante en lien avec la terre crue. Il existe actuellement une **offre de formation certifiante** pour leur permettre d'effectuer les apprentissages professionnels associés aux techniques de la terre crue, même si le niveau d'appréhension des gestes professionnels associés à ce matériau va différer, pour les formations non spécifiques à la terre crue en lien avec la réhabilitation ou l'écoconstruction, selon l'importance du patrimoine bâti sur le territoire.

Mais cette offre de formation certifiante en lien avec la terre crue est principalement financée par les acteurs de la formation professionnelle continue, les Conseils régionaux et Pôle Emploi. Ce qui pose des difficultés, dans la mesure où ces financeurs priorisent des publics – demandeurs d'emploi peu qualifiés- en décalage avec les profils des publics en reconversion en lien avec la terre crue. En effet, près de la moitié des personnes ayant connu une reconversion professionnelle ont un niveau de diplôme équivalent ou supérieur au Bac+5 en lien avec l'architecture ou l'ingénierie.

L'accès à l'offre de formation pour ces publics en reconversion va donc **davantage passer par des aides individuelles à la formation** (aides individuelles de Pôle Emploi et des conseils régionaux, CPF de Transition...). Mais ces aides sont moins lisibles et plus difficilement mobilisable pour les publics.

Les investigations mettent également en avant que **le processus de reconversion des professionnels se fait en dehors de la formation, par la multiplication des expériences**, particulièrement à travers la participation à des chantiers en lien avec la terre crue. Ce qui nécessite de comprendre comment est structurée la filière, quels sont les réseaux existants pour pouvoir identifier les chantiers, dans une filière souvent peu lisible pour un acteur extérieur.

Plus largement, il existe un **enjeu fort à accompagner ces publics en reconversion** dans la construction de leur activité future, dans la mesure où une grande partie va devoir évoluer en tant qu'artisan indépendant pour travailler dans la filière, avec une pratique professionnelle encore en construction, qui peut fragiliser leur posture en tant que professionnel au lancement de leur activité.

3.2 Proposition de plan d'actions

Cinq axes de travail ont été identifiés pour l'élaboration du plan d'actions, en réponse aux enseignements du diagnostic :

Axe 1 - Diffuser une culture partagée du matériau terre crue auprès des futurs professionnels du bâtiment

Axe 2 - Accompagner le développement des compétences dans les entreprises du bâtiment souhaitant intervenir sur des chantiers de construction en terre crue

Axe 3 - Faciliter l'acculturation sur la construction en terre crue des acteurs et futurs professionnels de la conception

Axe 4 - Faciliter l'émergence de projets terre crue en agissant notamment auprès des prescripteurs et des clients

Axe 5 - Faciliter les reconversions des personnes ayant un projet professionnel dans le domaine de la construction terre crue

3.2.1 Axe 1 - Diffuser une culture partagée du matériau terre crue auprès des futurs professionnels du bâtiment

3.2.1.1 Conception d'actions de sensibilisation sur le matériau à destination des jeunes et adultes en formation

Objectifs	Mettre à la disposition des organismes de formation et établissements scolaires des ressources pédagogiques sur le matériau terre crue et son usage en construction, associées à la mise en évidence des enjeux écologiques et sociaux liés à son déploiement
Cibles	Etablissements scolaires / enseignement supérieur, centres de formation d'apprentis, organismes de formation proposant des formations certifiantes généralistes dans le bâtiment
Actions	<ul style="list-style-type: none"> - Repérage des personnes ressources (enseignants, chefs de travaux, ...) au sein des différents réseaux de formation, pouvant sensibiliser au matériau terre crue et aux matériaux bio et géosourcés : <ul style="list-style-type: none"> o Travail avec les inspecteurs d'académie dans les rectorats pour identifier ces personnes au sein du réseau d'établissements scolaires ; o Pour les formations en apprentissage, travail avec le CCCA BTP et/ou des associations régionales des BTP CFA dans les régions concernées par la terre crue. - Conception d'une action de formation sur les constructions en terre crue auprès des formateurs et enseignants : <ul style="list-style-type: none"> o Rapprochement des différents réseaux (Rectorats, CCCA BTP, associations régionales des BTP CFA) pour identifier leurs pratiques en matière de formation des formateurs et enseignants et adapter le format et le contenu en fonction des besoins o Pour les lycées, la terre crue peut également être évoquée dans des cours en lien avec l'écologie (Education civique et citoyenne par exemple) - Conception de ressources pédagogiques « découverte de la construction terre crue » et / ou accompagnement à l'élaboration de ressources pédagogiques en lien avec des enseignants, chefs de travaux, organismes déjà engagés dans cette voie
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Rectorats (inspecteurs d'académie), CCCA BTP, associations régionales des BTP CFA - Réseau des GRETA - Autres acteurs ayant développé ce type d'initiatives en matière de création d'outils pédagogiques, de formation des formateurs et enseignants

3.2.1.2 Mise en œuvre d'actions d'appui à la sensibilisation sur le matériau auprès des jeunes et adultes en formation

Objectifs	Contribuer à la diffusion d'une culture commune sur la construction en terre crue auprès des futurs professionnels du bâtiment
Cibles	Jeunes et adultes en cours de formation certifiante
Actions	<ul style="list-style-type: none"> - Repérage des formations certifiantes à cibler (diplômes et titres professionnels) pour diffuser cette culture commune au travers de modules de sensibilisation ; - Démarchage des têtes de réseaux représentant les établissements scolaires et les CFA qui proposent ces certifications, pour organiser des modules de sensibilisation et des accueils en entreprise dans les régions où les associations régionales ne le font pas déjà : <ul style="list-style-type: none"> o Têtes de réseaux concernées pour les diplômes : CCCA BTP, rectorats dans les régions utilisatrices de terre crue (DAFPIC), Chambres de métiers et d'artisanat, fédérations compagnonniques o Têtes de réseaux concernées pour les Titres Professionnels : AFPA, associations régionales des Maisons Familiales Rurales, ... - Appel à participation de professionnels de la terre crue en capacité de proposer des terrains de stages, des visites de chantiers, voire d'animer des séances de sensibilisation en prenant appui sur les associations régionales adhérentes à la Confédération / Identification d'entreprises prêtes à accueillir des enseignants et transmission de cette liste au rectorat pour organiser des découvertes métiers de la terre crue auprès de jeunes en formation initiale - Formation des formateurs et enseignants des établissements scolaires et CFA à la terre crue en vue de déployer des actions de sensibilisation auprès des jeunes
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Associations régionales adhérentes à la Confédération (pour repérer les professionnels et entreprises pouvant contribuer aux différentes actions) - Têtes de réseaux des établissements scolaires et CFA (CCA BTP, Rectorats, CMA, fédérations compagnonniques, AFPA, associations régionales des Maisons Familiales Rurales, ...)

3.2.1.3 Mise en œuvre d'actions de formation regroupant de futurs maçons et de futurs acteurs de la conception

Objectifs	Contribuer à la cohésion entre les différents métiers autour d'un projet de construction en terre crue Impulser de bonnes pratiques de collaboration entre les métiers d'architecte, d'ingénieur et de maçon
Cibles	Jeunes et adultes en cours de formation certifiante issues des filières maçonnerie, architecture et ingénierie
Actions	<p>Conception et mise en œuvre de formations permettant à des publics issus de différentes filières, entre les différents organismes de formation concernés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'appréhender ensemble un projet de construction terre crue dans sa globalité (partage d'une culture des différents métiers, tous les participants sont en charge, dans un premier temps, de concevoir et de construire) - d'apprendre à collaborer dans le cadre de la construction d'un prototype (chacun étant, dans un second temps, dans le positionnement métier qui est le sien et collaborant au projet)
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Etablissements scolaires / organismes de formation proposant des formations conduisant aux métiers de la maçonnerie / du bâtiment - Ecoles d'architecture - Ecoles d'ingénieurs (dont génie civil)

3.2.2 Axe 2 - Accompagner le développement des compétences dans les entreprises du bâtiment souhaitant intervenir sur des chantiers de construction en terre crue

3.2.2.1 Accompagnement à la montée en compétences des entreprises du bâtiment sur la restauration du patrimoine bâti en terre crue

<p>Objectifs</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Accompagner le développement de compétences sur le diagnostic et la réalisation de travaux de restauration, en s'appuyant sur des projets concrets et favoriser une reconnaissance des compétences acquises par l'observation de leur mise en œuvre <ul style="list-style-type: none"> o Pas de massification attendue par ce biais, en termes de transition écologique du bâtiment, mais une professionnalisation durable des professionnels accompagnés. o Démarches de reconnaissance des compétences des professionnels par leurs pairs o Mettre en évidence des acteurs locaux qui en bénéficient sur le territoire (pratique comparable sur certains points : CIP Patrimoine CAPEB) o Intégration d'une action de formation professionnalisante permettant une mise en œuvre effective, un suivi du résultat (ouvrage + retour d'expérience du client ou maître d'ouvrage) + diffusion des résultats et valorisation au travers d'un annuaire territorial (à articuler avec l'annuaire national proposé) o Après phase d'expérimentation : ouverture à d'autres thématiques que la restauration
<p>Cibles</p>	<p>Artisans découvrant la terre crue (maçon, enduiseur), actions à mener dans les régions dans lesquelles il y a un patrimoine bâti terre crue</p>
<p>Actions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Démarche proposée : <ol style="list-style-type: none"> 1. Ateliers de type « formation-action » proposés autour d'un projet de restauration d'un bâti existant en terre crue : une demande réelle existe, une proposition technique et commerciale adaptée à la demande et à l'ouvrage existant doit être réalisée, suivie de travaux de restauration. <ul style="list-style-type: none"> o Les ateliers maillent cette démarche de projet et sont consacrés par exemple au diagnostic de l'existant, aux prescriptions et aux actions de restauration (préparation du support, préparation du matériau, tests/essais/ prototypes, mise en œuvre). Ils donnent des éléments de cadrage initiaux, que le professionnel réutilise de manière pragmatique pour conduire sa mission. o Elaboration d'un programme d'ateliers permettant au professionnel de se former en 3 ou 4 ½ journées, en fonction de ses besoins, tout au long de sa démarche professionnelle : diagnostic / prescription / réalisation (outils de positionnement pouvant être construits à partir des travaux sur les compétences) 2. Ces ateliers sont suivis par des pairs qui permettent d'observer la restauration réalisée. Cette observation est conduite par un professionnel de la terre crue expérimenté, qui s'assure que les travaux ont été réalisés « dans les règles de l'art », et échange avec le client pour s'assurer que le résultat répond à la proposition technique et commerciale initiale. <ul style="list-style-type: none"> o Cette visite de pairs garantit un avis par l'observation de résultats concrets : à la fois sur le bâti réalisé et sur le retour d'expérience du maître d'ouvrage (aspects conseil, prescription, engagements de résultats). o Au bout de 2 à 3 réalisations vérifiées et donnant lieu à un avis favorable : possibilité d'intégrer un annuaire territorial des « professionnels de la terre crue ». Un service complémentaire peut être proposé, par exemple sous la forme d'un mentorat par un professionnel de la terre crue plus expérimenté, entre chaque atelier pour « transformer l'essai », confirmer que l'action

	<p>conduite se fait « dans les règles de l'art » (mentorat à distance, ou visites sur site)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ces ateliers pourraient être mis en place à la suite des formations de sensibilisation proposées aujourd'hui. <p>- Conditions de réalisation de la démarche :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Coût de la visite à estimer pour que le professionnel puisse l'intégrer à sa proposition commerciale initiale. ○ Faire comprendre l'intérêt de se former pour des professionnels, avec un suivi local, sur la base de réalisations pouvant être observées et en prenant en compte les témoignages et avis des clients. ○ Nécessité d'un travail sur les critères de sélection par région pour intégrer l'annuaire des professionnels de la terre crue ○ Des moyens dédiés à la mise en place et à la tenue de l'annuaire des professionnels de la terre crue <p>Nécessité de pouvoir trouver un financement pour la mise en œuvre de cette démarche</p>
<p>Partenaires pouvant être associés aux actions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pôles éco-construction : pour une mise à disposition de plateaux techniques adaptés, matière d'œuvre, accueillir des formateurs compétents pour former les professionnels du territoire - CAPEB, FFB, Fédération des SCOP BTP à solliciter sur les territoires concernés par la construction terre crue pour diffuser l'offre atelier auprès des artisans intéressés par la terre crue - Associations régionales membres de la Confédération de la construction en terre crue pour repérer des professionnels expérimentés pour conduire les visites d'experts (parmi les adhérents de ces organisations) - ADEME régionale : synergie des actions liées à l'éco construction avec le développement des compétences des professionnels

3.2.2.2 Conception et diffusion d'outils de vulgarisation sur la construction en terre crue pour les chantiers

<p>Objectifs</p>	<p>Contribuer à la diffusion d'une culture commune sur la construction en terre crue auprès des professionnels du bâtiment</p>
<p>Cibles</p>	<p>Professionnels du bâtiment tous corps d'état en activité</p>
<p>Actions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ajouter des fiches pratiques aux guides des bonnes pratiques (sur le modèle des fiches chantiers disponibles dans les règles professionnelles concernant les enduits sur les supports composés de terre crue) - Elaboration, par exemple à partir des travaux réalisés dans le cadre de l'axe compétences, d'un guide pratique à destination des maçons terre crue et des maîtres d'œuvre chargés du pilotage de chantiers terre crue sur les points clés de la préparation et du suivi d'un chantier terre crue et sur les messages à faire passer aux différents intervenants (dont les pratiques qui permettent de faciliter leur transmission : notamment passage par le dessin, comment utiliser un prototype, ...) - Elaboration d'un panneau d'affichage ou de guides simples illustrés (type « calepins de chantier » de l'AQC) à destination des intervenants sur un chantier terre crue téléchargeable sur le site de la confédération et ceux des organisations professionnelles du bâtiment et de l'artisanat à partir du contenu des guides des bonnes pratiques
<p>Partenaires pouvant être associés aux actions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Organisations professionnelles du bâtiment (CAPEB, FFB, SCOP BTP, ...)

3.2.2.3 Appui aux transmissions de savoir-faire, au développement des compétences sur les techniques terre crue

Objectifs	Accompagner le déploiement des actions de transmission de savoir-faire autour des techniques de construction terre crue
Cibles	Maçons terre crue
Actions	<ul style="list-style-type: none"> - Exploration avec un partenaire de la possibilité de mettre en place une formation d'encadrant technique de chantier école « terre crue » - Diffusion des travaux réalisés dans le cadre de l'étude auprès des représentants des branches professionnelles du BTP en s'appuyant sur l'Observatoire des métiers du BTP et Constructys - Animation de réunions d'information sur les compétences clés de la terre crue et les enseignements du diagnostic (webinaires nationaux, réunions régionales en présentiel, ...) auprès des principaux centres de formation avec des formations en lien avec la réalisation en terre crue - Elaboration d'un cahier des charges à l'attention des organismes de formation proposant des formations à la terre crue exploitant les résultats du diagnostic (volet compétences). Ce cahier des charges aurait comme objet une labellisation par la Confédération de la construction en terre crue des formations répondant aux enjeux identifiés. Une action de communication viendrait valoriser ce label
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Maisons Paysannes de France - CAPEB - Constructys, Observatoire du BTP - Associations régionales (si réunions en présentiel avec les centres de formation) - Organismes de formation proposant des formations non certifiantes à la construction en terre crue

3.2.2.4 Si aboutissement des travaux de normalisation / élaboration de règles professionnelles : appui à la conception d'actions de formation à destination des acteurs de la construction terre crue en vue d'assurer la dissémination des règles professionnelles

Objectifs	Diffuser auprès des professionnels les travaux réalisés sur la normalisation du matériau / les règles professionnelles
Cibles	Métiers de la réalisation, de la conception, de la maîtrise d'œuvre, de la maîtrise d'ouvrage
Actions	<ul style="list-style-type: none"> - Conception d'une formation spécifique, commune à tous les intervenants d'un projet en terre crue, potentiellement par la Confédération, en s'inspirant notamment de la « Pro-paille » : <ul style="list-style-type: none"> o Cette formation porterait en priorité sur les règles professionnelles et pourrait aborder les caractéristiques du matériau terre crue et les aspects théoriques et pratiques de la construction en terre crue o Cette formation spécifique pourrait être un module mobilisable seul (sans être rattaché à une autre formation) ou pouvant être inclus dans des parcours certifiants o Formation « socle » interdisciplinaire commune à tous les intervenants d'un projet en terre crue : maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, entreprises / artisans o Elle pourrait donner lieu à une attestation de réussite (à l'issue d'une évaluation) - Elaboration des contenus de formation : <ul style="list-style-type: none"> o À co-construire avec un ou des organismes de formation ou à élaborer en constituant une équipe pédagogique dédiée - Animation des formations

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Labellisation d'organismes de formation sur la base d'un cahier des charges prédéfini, ou bien formation de formateurs à co-construire avec un ou des organismes de formation, ou bien formation de formateurs à élaborer et conduire en constituant une équipe pédagogique dédiée
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Organismes de formation spécialisés dans l'éco-construction et/ou la terre crue pour déployer la formation ; - Organismes de formation, établissements scolaires, d'enseignement supérieur, écoles d'architecture, CFA, et autres établissements proposant des formations qui pourraient intégrer ce module spécifique

3.2.2.5 *Elaboration de certifications professionnelles en vue de valider les compétences des professionnels de la construction en terre crue*

Objectifs	<p>Valider les compétences des professionnels Contribuer à faciliter l'assurabilité des ouvrages</p>
Cibles	Métiers de la réalisation, puis de la conception
Actions	<p>Elaboration d'une première certification professionnelle portée par la Confédération de la construction terre crue en vue de valider les compétences des professionnels de la construction en terre crue. Une première certification pourrait être construite sur le thème « réaliser des enduits sur support comportant de la terre crue » ou « prescrire des enduits sur support comportant de la terre crue », ces activités étant couvertes aujourd'hui par des règles professionnelles.</p> <p>Expérimentation de la conception et de la mise en œuvre d'une première certification dans la perspective d'un enregistrement au Répertoire Spécifique avec comme objectif :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de vérifier qu'elle répond aux besoins des professionnels, - de mettre en place un modèle économique adapté pour la faire fonctionner, - de préparer l'argumentation de sa valeur d'usage en vue d'un enregistrement ultérieur au Répertoire Spécifique <p>Une fois cette première certification expérimentée, retour d'expérience en vue de déployer la démarche sur d'autres certifications, le cas échéant</p>
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Organismes de formation spécialisés dans la construction en terre crue en vue de les habiliter à délivrer la formation

3.2.3 *Axe 3 - Faciliter l'acculturation sur la construction en terre crue des acteurs et futurs professionnels de la conception*

3.2.3.1 *Capitalisation et diffusion des connaissances et retours d'expérience existants sur le matériau terre crue en construction*

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Traduire des démarches scientifiques en état des lieux pragmatiques où chacun peut trouver des données de référence pour les ré-exploiter dans un projet, dans une démarche d'investigation, de conception, d'évaluation de la faisabilité. - Vulgariser et diffuser de manière massive des connaissances scientifiques à des professionnels qui, aujourd'hui, ont peu investi sur le matériau en dehors de bureaux d'études spécialisés, et sur des projets démonstratifs
Cibles	<p>Ingénieurs exerçant dans les bureaux d'études techniques, les bureaux de contrôle, en tant que maîtres d'ouvrage, ... Architectes, maîtres d'œuvre</p>

Actions	<ul style="list-style-type: none"> - Exploitation à l'échelle nationale des travaux de recherche conduits sur le matériau terre crue (mémoires, thèses professionnelles, doctorats), en vue de leur essaimage et leur vulgarisation sous la forme d'un centre de ressources national, en lien avec le Projet National Terre : Créer un centre de ressources national qui capitalise et diffuse des éléments de référence, traduits de manière opérationnelle, pour répondre aux questions des professionnels : <ul style="list-style-type: none"> o Caractéristiques des matériaux et ouvrages terre crue o Dimensionnements, méthodologies de calculs, formules de calculs o Techniques de construction mises en œuvre, o Etat de l'art à traduire ; formules utilisables, o Projets réalisés (valeurs en usage (coefficients de sécurité, ...) par rapport à des projets déjà réalisés). - Condition de réalisation : Mises à jour régulières nécessaires (identification et intégration des données récentes)
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Pôles de recherche universitaires pour l'identification des ressources, voire leur vulgarisation, écoles d'ingénieurs de la construction, écoles nationales d'architecture - CDC pour des co-financements éventuels - ADEME régionale : synergie des actions liées à l'éco construction et relai de la diffusion à l'ensemble des acteurs et organismes de formation sur les territoires - CINOVA, SYNTEC, Ordre des Architectes : relai de la diffusion à l'ensemble des acteurs et organismes de formation liés aux organisations professionnelles

3.2.3.2 Appui aux actions de sensibilisation sur le matériau à destination des jeunes et adultes en formation (métiers de la conception)

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Appuyer les établissements formant les futurs professionnels des métiers de la conception dans la sensibilisation sur le matériau terre crue et la mise en évidence des enjeux écologiques et sociaux liés à son déploiement - Diffuser la culture technique sur la construction en terre crue - Développer des modalités pédagogiques autres que les enseignements traditionnels - Développer de l'approche pluridisciplinaire entre étudiants issus d'univers différents (architecture, fluides, structure)
Cibles	Ecoles d'ingénieurs, universités, établissements d'enseignement supérieur, écoles d'architecture
Actions	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation et lancement par la Confédération de concours de projets de construction terre crue, en lien avec les établissements d'enseignement supérieur : par exemple, à partir d'un projet conçu par des étudiants en architecture, d'un prototype réalisé par des élèves ou étudiants en formation maçonnerie, projet conduit par des étudiants ingénieurs (dont étudiants en génie civil) pour produire des mesures, réaliser des calculs de résistance mécanique et/ou thermique, des tests et essais, afin d'acquérir la connaissance des propriétés du matériau et d'appréhender la démarche relative à la conception d'un projet en terre crue - Concours de projets de fin d'étude d'architecture portant sur la construction en terre crue en s'appuyant sur les ENSA avec un jury non enseignant - Conception de ressources pédagogiques sur la construction en terre crue et / ou accompagnement à l'élaboration de ressources pédagogiques en lien avec des enseignants, établissements d'enseignement supérieur - Formation des enseignants des établissements d'enseignement supérieur à la terre crue en vue de déployer des actions de sensibilisation auprès des étudiants - Mise à disposition dans chaque région d'une liste de chantiers prêts à

	accueillir des visites dans le cadre de formations/actions de recherche
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Etablissements formant les futurs professionnels aux métiers de la conception (écoles d'ingénieurs, universités dont IUT génie civil, établissements d'enseignements supérieur, écoles d'architecture) - DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), qui peuvent soutenir des concours régionaux - Bureaux d'études techniques et architectes spécialisés dans la terre crue pour accompagner les concours

3.2.3.3 Appui à la prise en compte des compétences nécessaires à la conception de constructions en terre crue par les professionnels de la conception

Objectifs	Accompagner le développement des compétences autour de la conception de constructions en terre crue
Cibles	Professionnels de la conception (architectes, ingénieurs des bureaux d'études) en exercice
Actions	<ul style="list-style-type: none"> - Diffusion des travaux réalisés dans le cadre de l'étude auprès des représentants des branches professionnelles des métiers de la conception en s'appuyant sur la branche architecture, la branche des bureaux d'études techniques, cabinets d'ingénieurs conseils et sociétés de conseils, l'Ordre des Architectes, ... - Animation de réunions d'information sur les compétences clés de la terre crue et les enseignements du diagnostic (webinaires nationaux, réunions régionales en présentiel, ...) auprès des principaux centres de formation avec des formations en lien avec la conception de constructions en terre crue
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Branche architecture, branche des bureaux d'études techniques, cabinets d'ingénieurs conseils et sociétés de conseils - Ordre des Architectes - Organismes de formation proposant des formations non certifiantes à la conception de constructions en terre crue

3.2.3.4 Si aboutissement des travaux de normalisation / élaboration de règles professionnelles : appui à la conception d'actions de formation à destination des professionnels de la conception en vue d'assurer la dissémination des règles professionnelles

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboration de dispositifs de formation garantissant les compétences minimales nécessaires à la construction en terre crue <ul style="list-style-type: none"> o Diffusion massive des savoir-faire professionnels attendus sur la base d'un degré de maîtrise explicite, observable et évaluable (à distinguer de la formation « socle ») o Développement de l'offre de formation et d'un réseau d'organismes de formation identifié et animé o Développement de formateurs permettant de concrétiser et animer l'offre de formation sur les territoires o Concevoir à minima un cadre de référence pour l'élaboration de dispositifs de formation professionnalisante répondant à des exigences communes o Favoriser l'émergence de parcours de formation interdisciplinaires réunissant les professionnels de la maîtrise d'œuvre et de la maîtrise d'ouvrage, voire les entreprises / artisans lorsque le thème s'y prête (par exemple anticiper ou remédier aux pathologies des ouvrages en terre crue)
Cibles	Ingénieurs exerçant dans les bureaux d'études techniques, les bureaux de contrôle, en tant que maître d'ouvrage, ... Architectes, maîtres d'œuvre
Actions	- Conception de modules de formation orientés vers les professionnels des

	<p>métiers de la programmation et de la conception :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Actions de spécialisation « métier » : Intégration des enjeux du matériau terre crue dans la programmation / dans la conception (actions pluridisciplinaires rassemblant les différents métiers de la conception) / dans le contrôle des projets de construction <p>Choix et mise en œuvre des techniques adaptées au projet de construction / restauration en terre crue</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spécificités des formations logicielles : <ul style="list-style-type: none"> ○ Définition de besoins de formation dont les éditeurs de logiciels peuvent s'emparer et auxquels ils peuvent répondre dans le cadre des formations à la prise en main des logiciels sous licence ou par le biais de créations de tutoriels spécifiques - Mise à disposition de ressources pédagogiques et scientifiques sur un espace numérique à destination des formateurs (dont les formateurs internes dans les bureaux de contrôle qui privilégient ce type de formation)
<p>Partenaires pouvant être associés aux actions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Organismes de formation continue sur les territoires, y compris les écoles d'ingénieurs de la construction et les écoles nationales d'architecture. - CDC pour des co-financements éventuels - ADEME régionale : synergie des actions liées à l'éco construction et relai de la diffusion à l'ensemble des acteurs et organismes de la formation sur les territoires - CINOVA, SYNTEC, Ordre des Architectes : et relai de la diffusion à l'ensemble des acteurs et organismes de la formation liés aux organisations professionnelles

3.2.4 Axe 4 - Faciliter l'émergence de projets terre crue en agissant notamment auprès des prescripteurs et des clients

3.2.4.1 Diffusion des connaissances permettant de favoriser l'émergence de projets terre crue

<p>Objectifs</p>	<p>Diffuser les connaissances permettant de favoriser l'émergence de projets terre crue</p> <p>Mettre en valeur les avantages de la construction en terre crue, les bâtiments remarquables réalisés et répondre aux questions clés que se posent les maîtres d'ouvrage</p>
<p>Cibles</p>	<p>Maîtres d'ouvrage et Assistants à Maîtrise d'Ouvrage (AMO)</p> <p>Aménageurs</p>
<p>Actions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conception d'une brochure à mettre à disposition des acteurs de la filière terre crue intervenant auprès des maîtres d'ouvrage et AMO pour mettre en valeur les avantages de la construction en terre crue, les bâtiments remarquables réalisés (autour de récits contemporains afin d'aider les maîtres d'ouvrages et aménageurs à se projeter dans la construction en terre crue) et répondre aux questions clés qu'ils se posent - Appui à la programmation et à la mise en œuvre d'actions de sensibilisation / information sur le recours aux matériaux bio et géo sourcés en construction à l'attention des élus, des techniciens des collectivités locales dans les territoires dynamiques en matière de construction terre crue - Appui à la mise en œuvre d'interventions, de séminaires et conférences à destination des élus
<p>Partenaires pouvant être associés aux actions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Autres filières matériaux bio et géo sourcés (paille, chanvre, ...) pour conduire des actions communes auprès des maîtres d'ouvrage et AMO - Partenariat avec des acteurs ayant déjà engagé la production d'outils à destination des clients et prescripteurs (Maisons Paysannes de France par exemple) - CNFPT (interventions auprès des élus et des techniciens, par exemple dans

	<p>le cadre des événements (webinaires, rencontres nationales, ...),</p> <ul style="list-style-type: none"> - Liens à explorer avec des organismes intervenants auprès des élus par exemple l'Association des maires de France et des présidents d'intercommunalité (par exemple offre de formation 2023 qui intègre notamment des Masterclasses à l'attention d'élus déjà sensibilisés sur un sujet pour favoriser le partage d'expériences entre élus d'un même niveau sur ½ journée) - DREAL et leurs réseaux régionaux d'ambassadeurs des matériaux biosourcés
--	--

3.2.4.2 Promotion des acteurs de la terre crue et des réalisations en terre crue

Objectifs	Renforcer la visibilité des professionnels mobilisables sur un territoire en matière de construction terre crue et de leurs réalisations
Cibles	Professionnels du bâtiment en recherche de partenaires Maîtres d'œuvre Maîtres d'ouvrage / AMO Clients finaux
Actions	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'un annuaire en ligne géré par les associations régionales adhérentes à la confédération de la terre crue afin de recenser les professionnels de la terre crue de leur territoire en vue d'une mise à disposition large de l'information - Mise en place d'un outil en ligne permettant de valoriser à l'échelle régionale les projets (neuf et restauration) et les réalisations en terre crue emblématiques administré par les associations régionales - Appui de la confédération à l'animation des réseaux de professionnels sur les territoires dans lesquels une dynamique existe (Bretagne, Sud-Ouest, AURA, IDF notamment) : proposition de thèmes de conférence, de conférenciers / intervenants potentiels, de spécialistes en vue de favoriser des échanges de pratiques entre professionnels, ... - Organisation de visites d'études de chantiers terre crue à l'attention des élus locaux en s'appuyant sur le réseau de Conseils d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE) ou les Parcs Naturels Régionaux
Partenaires pouvant être associés aux actions	<ul style="list-style-type: none"> - Associations régionales - Réseau des Conseils d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement - Parcs Naturels Régionaux

3.2.5 Axe 5 - Faciliter les reconversions des personnes ayant un projet professionnel dans le domaine de la construction terre crue

3.2.5.1 Faciliter les reconversions des personnes ayant un projet professionnel dans le domaine de la construction terre crue

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Informer les publics en reconversion professionnelle pour faciliter et sécuriser leur reconversion - Sécuriser l'existence d'une offre de formation certifiante en lien avec la terre crue auprès des partenaires emploi-formation régionaux
Cibles	En priorité les publics en reconversion professionnelle souhaitant évoluer dans la terre crue
Actions	<ul style="list-style-type: none"> - Valorisation des formations certifiantes en lien avec la terre crue auprès des partenaires institutionnels régionaux en s'appuyant sur les partenaires sociaux du BTP et les cadres existants (dont les Contrats de Plan Régionaux de Développement de la Formation) en faisant connaître ses spécificités (profils plus qualifiés, reconversion professionnelle, public plus féminin,

	<p>insertion post-formation moins tournée vers le salariat...) en s'appuyant sur les associations régionales de la confédération de la terre crue</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de réunions thématiques sur la création et le développement de son activité dans la terre crue en lien avec les associations régionales
<p>Partenaires pouvant être associés aux actions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Partenaires sociaux du BTP régionaux - Associations régionales de la confédération de la terre crue

3.3 Observations prospectives sur l'offre de formation à court terme et à l'horizon 2030

Dans la perspective de la réponse à l'Appel à Manifestation d'Intérêt "Compétences et Métiers d'Avenir" volet 2 "dispositif de formation", l'équipe de pilotage de Terre de Métiers a tâché de produire des indicateurs permettant aux acteurs qui souhaiteraient y répondre d'avoir une perspective quantitative sur les effectifs de formation nécessaires pour faire face à la demande en professionnels qualifiés. Ces résultats s'appuient sur l'enquête réalisée par le cabinet Amnyos pour Terre de Métiers mais n'ont pas été rédigés par celui-ci.

3.3.1 Une filière émergente et diversifiée, dont les données manquent pour appréhender l'état actuel du marché et sa dynamique à court terme

3.3.1.1 Absence de données chiffrées et préconisations pour répondre à ce manque

Les deux principales enquêtes menées au sujet du secteur de la construction en terre crue avant ce diagnostic n'ont pas procédé à une objectivation des effectifs de professionnels du secteur (Leylavernne, 2012; Villain, 2020). Par ailleurs, ces études mettent en évidence l'absence totale de statistiques concernant les pratiques de construction en terre crue, toutes techniques confondues, tous métiers confondus à l'échelle nationale comme régionale : *"En raison de la représentation statistique insignifiante de ces professionnels dans l'ensemble du champ de la construction conventionnelle et de la faible codification de leur activité, il n'existe pas de statistiques relatives aux professionnels de la construction en terre crue."* (Villain, 2020 : 178). Ainsi, aucun observatoire, organisations professionnelles ou institutions publiques en charge de mener des études statistiques sur les marchés et les métiers du bâtiment ne procèdent à une différenciation qui laisse apparaître les techniques de construction en terre crue.

La situation émergente de ces techniques explique en partie l'absence complète de statistiques solides jusqu'aujourd'hui mais aussi les difficultés à mener une telle étude. En effet, alors que la construction en terre crue représente un faisceau de techniques ancestrales redécouvertes depuis plus de 40 ans, la structuration de la filière est relativement récente, avec la rédaction des Guides des bonnes pratiques publiés fin 2018 et la constitution de la Confédération de la construction en terre crue en 2019, regroupant l'ensemble des organisations de professionnels ayant participé à leur rédaction.

Afin d'objectiver la taille du secteur de la construction en terre crue, il importe donc d'intégrer à l'avenir les différentes techniques de construction en terre crue parmi les catégories utilisées pour produire des statistiques sur les métiers du bâtiment au sein des observatoires, organisations professionnelles et institutions publiques concernées.

3.3.1.2 Difficultés liées à une évaluation quantitative et précautions en vue d'une étude de marché

La réalisation d'une évaluation quantitative du secteur de la construction en terre crue pose un certain nombre de difficultés vis-à-vis desquelles ce diagnostic suggère de prendre des précautions, dans la perspective notamment d'une étude statistique.

Tout d'abord, l'appellation « construction en terre crue » intègre un ensemble de techniques qui varie suivant les définitions et qui peut recouper à la fois les catégories des géosourcés et des biosourcés (lorsque la terre est mélangée à des fibres et/ou intégrée à une ossature en bois par exemple). À ce sujet, la Confédération de la construction en terre crue s'est dotée de définitions qui croisent des exigences techniques, sociales et environnementales, formant le cadre des techniques consignées dans les Guides des bonnes pratiques, étudiées dans le Projet National Terre et sur lequel se fonde le présent diagnostic⁹³. Cette définition exclut le recours à des matériaux mélangés à des adjuvants modifiant le comportement physico-chimique de la terre crue et nuisant à la réversibilité du matériau (liants hydrauliques tels que chaux hydrauliques et ciments notamment). Dans ce cadre, la construction en terre crue regroupe une variété de techniques qui répondent à des enjeux constructifs distincts : techniques porteuses ou de masse (bauge, pisé, adobe) ou non ; techniques mixtes ou de remplissage, fibrées et isolantes (torchis, terre allégée) ou non, techniques décoratives, de parement et de finition (enduits). Ces distinctions techniques sont à prendre en considération pour différencier les besoins en construction neuve et les restaurations de bâti ancien, dont les rénovations énergétiques.

Une autre difficulté concerne les parts d'activité relatives à la construction en terre crue. Comme le montre la présente étude, ces parts varient beaucoup d'un individu à l'autre, d'une entreprise à l'autre, de l'intégration

⁹³ Voir les Guides des bonnes pratiques et le site de la Confédération : <https://conf-terrecrue.org/textes-de-reference/>

très ponctuelle d'une technique dans un projet à une spécialisation forte autour d'une ou plusieurs techniques de construction en terre crue, en passant par la mobilisation courante de la terre crue parmi d'autres matières. L'entrée du secteur par la matière terre ne permet pas de distinguer directement un périmètre *a priori* des professionnels de la terre crue à partir d'un degré de spécialisation, d'une quantité de chantier ou d'une part dans le chiffre d'affaires.

Enfin, comme mentionné plus haut, le caractère à la fois émergent de ce secteur et sa distribution inégalement répartie sur le territoire métropolitain posent des difficultés de mise en œuvre d'une enquête statistique à l'échelle nationale.

Ainsi, les statistiques produites doivent tenir compte des différents métiers concernés, des différentes techniques, des parts de marché de ces techniques dans les activités des individus et structures concernées, du nombre d'expériences passées, etc.

3.3.2 Estimation du volume de personnes formées actuellement

La cartographie de l'offre de formation permet d'estimer des volumes approximatifs de personnes formées annuellement aujourd'hui, en formation initiale suivant différents métiers et niveaux de qualification, et en formation continue (non certifiantes) suivant différents métiers.

Métiers	Niveaux de qualification	Volumes d'étudiants sensibilisés, initiés ou formés à la construction en terre crue annuellement	Effectifs totaux des étudiants potentiellement concernés (en 2022)	Pourcentage
Maçons	CAP (niveau 3)	300	11 000	3%
	BAC Pro (niveau 4)	100	4 000	2,5%
	BTS (niveau 5)	0	3 500	0%
Architecte	Master (niveau 7)	400	20 000	2%
Ingénieur	IUT (niveau 5)	50	5 200	1%
	Master (niveau 7)	100	3 000	3%

Estimation des volumes d'étudiants sensibilisés, initiés ou formés à la construction en terre crue en formation initiale en 2022

Métiers	Volumes d'étudiants sensibilisés, initiés ou formés à la construction en terre crue annuellement	Nombre de formations	Effectifs totaux des étudiants potentiellement concernés (en 2022)	Pourcentage
Maçons	150	20	180 000	0,1%
Architecte	150	25	40 000	0,4%
Ingénieur	20		25 000	0,1%

Estimation des volumes de personnes sensibilisées, initiées ou formées à la construction en terre crue en formation continue en 2022

Les formations initiales concernent ici principalement la maçonnerie, l'architecture et l'ingénierie (thermique, structure). Cependant, construire en terre crue à impact environnemental extrêmement réduit implique une transformation structurelle du secteur du bâtiment en entier touchant les nombreux métiers du bâtiment à tous niveaux : programmation, économie, autre ingénierie (ex : acoustique) AMO, contrôle technique,

assurance, entretien et maintenance, etc.

En outre, une partie de la construction en terre crue se fait en technique mixte avec du bois. Ce qui inclut une part non négligeable de savoir-faire constructifs à partir de fibres végétales, et de bois. Sont concernés les charpentiers, les métiers de second œuvre : menuisier, cloisonnement, isolation, étanchéité à combiner avec les enduiseurs, tous les métiers de la finition, de l'ornement ou de la décoration (très impliqués dans la finition et la performance thermique du bâtiment).

3.3.3 Un diagnostic des besoins de compétences qui pointe vers une mutation des métiers existants à accompagner en formation initiale et continue

Comme mentionné précédemment, ce diagnostic n'a pas mis en évidence de nouveaux métiers liés à la construction en terre crue, mais plutôt une mutation de tous les métiers existants impliqués dans la chaîne de valeur du bâtiment, de la commande à la réalisation, en passant par la conception et le contrôle. Compte tenu de l'importance des phases d'approvisionnement, cette chaîne de valeur s'étend également du côté des terrassiers et des marchands de matériaux.

L'examen non exhaustif des situations critiques rencontrées dans la conduite d'un projet de construction en terre crue a mis en évidence une centaine de compétences nouvelles distribuées et partagées parmi les différents métiers comme suit :

Métiers	Nombre de compétences
Maçon	84
Enduiseur	17
Autres corps d'état	9
Architectes, maîtres d'oeuvre	76
Ingénieurs structure	29
Ingénieurs thermiciens	18
Contrôleurs techniques	9
Maîtres d'ouvrage	5

Élaborer une prospective en termes de "nouveaux emplois" n'est donc pas adapté à la situation. Il est d'avantage question de **nouvelles compétences dans des métiers existants** et de **nouvelles parts d'activité dans des marchés en évolution**.

Le constat d'une mutation des métiers existants oriente ainsi les pistes d'actions sur l'offre de formation dans trois directions principales :

- **L'intégration de modules spécifiques ou de colorations dans les formations initiales concernant tous les métiers du bâtiment ;**
- La **mise en place de dispositifs de formation continue** à l'attention de tous les professionnels de la construction, allant de la sensibilisation au perfectionnement ;
- Qu'il s'agisse de formation initiale ou continue, il est également souligné **l'importance d'une forte coopération entre tous les participants à l'acte de construire** pour répondre aux situations critiques. Il est donc souhaitable qu'une partie de ces modules et dispositifs s'adresse à un public mixte, réunissant acteurs actuels et futurs de la programmation, de la conception et de la réalisation, et passe par des modalités pédagogiques orientées vers ces formes de coopération.

Les observations prospectives sont donc fondées sur des volumes d'individus potentiellement concernés par

des transformations de leur formation initiale ou par la participation à un dispositif de formation continue.

Nous rappelons enfin que le présent diagnostic (et en particulier son plan d'action) invite à la reconnaissance et à la validation des savoir-faire transmis entre pairs en situation de travail, en études et/ou sur chantier ; ces modalités de transmission et de certification entre pairs n'apparaissent pas dans les présentes préconisations orientées vers les organismes de formation mais constituent à l'heure actuelle une typologie de formation déterminante et appelée à le rester.

3.3.4 Exemple de bonnes pratiques à l'international

Depuis 2005, la construction en terre crue a fait l'objet de 4 projets européens portant sur des parcours de formation européens et la formalisation d'acquis d'apprentissage. Le projet Enduit en terre (2005-2007); le projet Leonardo Acquis.terre (2007-2009), le projet Learning With Clay (2010-2012). Ces projets ont été menés par des partenaires des pays suivants : France (l'association Asterre, le centre de formation du Gabion et Batipole en Limouxin), l'Allemagne, la Grande-Bretagne, La Bulgarie, la Tchéquie, Slovaquie, la République tchèque, la Slovaquie et l'Italie.

Dans le projet Leonardo Transfert de l'Innovation (Acquis•Terre 2007-2009), ont été définis des règles communes et un niveau de qualité pour un système ECVET axé sur les enduits en terre, sur la base du Cadre Européen de Certification (CEC). Un accord de partenariat (« Memorandum of Understanding ») a été signé entre des partenaires de quatre pays : DE, FR, BG, UK. Les partenaires ont convenu d'organiser des formations et des examens et de reconnaître les certificats délivrés par les autres partenaires.

Entre 2010 et 2012, le projet de partenariat « LearnWithClay » a fait le suivi et l'évaluation des outils de l'ECVET Construire en terre, qui ont été récemment introduits dans trois nouveaux pays, la République tchèque, la Slovaquie et l'Italie.

Le dernier projet PIRATE (2012-2015) a permis de définir des acquis d'apprentissage sur les techniques du pisé, la bauge et les briques.

L'objectif de l'ensemble de ces projets est de faire reconnaître ces certificats ECVET au sein des qualifications existantes dans l'Union européenne. Aujourd'hui, le matériel pédagogique et le référentiel de formation et de qualification sur les enduits en terre sont intégrés aux formations qualifiantes OPEC et OPRP.

À ce jour, nous ne connaissons pas d'autres pays ayant mis en place des dispositifs de transmission de savoir-faire et de formation qui répondent de manière satisfaisante au besoin de compétences dans les métiers de la construction en terre crue, du point de vue notamment de la transversalité des compétences entre métiers.

La France figure ainsi parmi les pays pionniers quant à la reconnaissance et la valorisation des pratiques professionnelles de la terre crue, quand bien même celles-ci ne répondent pas encore aux besoins constatés.

3.3.5 L'appareil de formation à la construction en terre crue à l'horizon 2030

3.3.5.1 Obstacles et leviers de croissance du besoin de formation sur la terre crue

Du fait de sa pertinence performantielle (structurel, thermique, acoustique, incendie), environnementale (matériau non-dénaturé donc à la fois potentiellement réemployable à l'infini et sans impact en cas de « retour à la terre ») et des valeurs sociales et culturelles qu'elle peut véhiculer, la terre crue apparaît comme une modalité de construction dont l'ensemble des professionnels de la construction peut donc être amené à s'emparer. Par ailleurs, on estime à un million le nombre de logements construits en terre en France métropolitaine, soit 15% du patrimoine réparti dans l'ensemble des régions françaises bien que concentré dans certains territoires. Comblé les besoins de connaissances pour intervenir sur ce bâti existant apparaît donc comme indispensable au vu des objectifs de réhabilitation fixés par les politiques publiques.

Pour que la filière se développe pleinement, il faut cependant répondre à plusieurs enjeux : reconnaissance du matériau, valorisation scientifique de ses capacités, cadre de confiance entre acteurs de la construction, et formation des acteurs du bâtiment.

Le matériau souffre en effet d'un déficit de connaissance, à la fois chez le grand public où les techniques de construction industrielles ont supplanté dans l'imaginaire les techniques traditionnelles, mais aussi chez les professionnels des métiers de la conception et de la réalisation du fait de la très faible intégration de la terre crue dans les formations initiales. Cette méconnaissance se retrouve ensuite dans l'activité des professionnels, dont ceux de la conception et du contrôle demandent des éléments qualitatifs et quantitatifs pour introduire la terre crue au mieux dans les projets. Enfin, cette méconnaissance conduit à l'incapacité à évaluer les risques ou les atouts de ce procédé constructif relégué au statut assurantiel de « technique non courante ».

Il est toutefois à noter que les acteurs de cette filière ont très tôt pris conscience de ces freins et travaillent activement à les lever. La reconnaissance du matériau et du patrimoine bâti auprès du grand public comme des

professionnels de la construction constitue un des objectifs les plus partagés par les associations locales, régionales et nationales, dont les plus structurées sont membres de la Confédération ou sont amenées à le devenir. La production scientifique est désormais largement mutualisée et dirigée par les besoins des professionnels dans le cadre du Projet National Terre. Enfin, la rédaction et la publication des Guides de Bonnes Pratiques a permis de rassembler l'ensemble des acteurs pour élaborer une stratégie claire et commune sur le sujet assurantiel, ouvrant la voie à une réflexion en cours sur l'évolution vers des Règles professionnels ou d'autres stratégies pour faire reconnaître davantage ce matériau.

En somme, la formation de l'ensemble des acteurs apparaît comme une des conditions déterminantes pour l'essor maîtrisé de la construction en terre crue, la réémergence de ces techniques étant rendue possible par la forte implication des praticiens convaincus et par un soutien public aux actions menées par la Confédération mentionnées ci-dessus.

3.3.5.2 Des politiques publiques ambitieuses avec des objectifs qui restent à chiffrer

Tous les documents du gouvernement font apparaître la construction en terre crue parmi les "filères à enjeux"⁹⁴ pour lesquels plusieurs objectifs sont déclinés dans la stratégie "Ville Durable et Bâtiments Innovants"⁹⁵, dont les suivants :

- Objectif 7 "Favoriser le déploiement des matériaux biosourcés, géosourcés produits et transformés sur le territoire national" de l'axe 2 "Agir sur le bâti pour la sobriété" ;
- Objectif 11 "Structurer et accompagner les filières des matériaux biosourcés" de l'axe 3 "Accompagner le développement des filières".

Si l'implémentation de la RE2020 mentionne l'objectif de diminuer les émissions des secteurs industriels d'au moins 30 % en 2030 par rapport à 2013, **aucun objectif chiffré n'est explicitement fixé dans la stratégie France 2030 concernant le développement des différentes filières de construction.**

3.3.5.3 Propositions de scénarios et d'indicateurs à l'horizon 2030

Le diagnostic "Terre de Métiers" a privilégié une approche qualitative visant à identifier les besoins de compétences, à produire une cartographie de l'offre de formation et à mieux saisir les modalités de transmission de savoir-faire. Pour autant, le croisement de ses résultats avec les statistiques aujourd'hui connue permet de produire une estimation des volumes d'individus potentiellement concernés par la construction en terre crue dans leur parcours de formation à l'horizon 2030.

Trois scénarios sont ainsi proposés pour les propositions prospectives de ce diagnostic. Ils sont fondés sur des objectifs d'effectifs formés dans les différents métiers de la construction en formation initiale et continue à l'horizon 2030 :

- Scénario pessimiste ("*business as usual*") : absence d'incitation ou de soutien publics au développement de la construction "écologique" et de la terre crue en particulier, pas d'évolution vis-à-vis de la situation actuelle en termes d'offre de formation et de parts de marché dans la construction en terre crue, aucune acculturation des acteurs du bâtiment ;
- Scénario moyen ("*faible accompagnement de la transition écologique*") : évolution prudente du secteur de la construction vers des matériaux "écologiques", réglementation peu ambitieuse, implication modérée des acteurs de la formation dans la diffusion de l'offre terre crue ;
- Scénario ambitieux ("*fort accompagnement de la transition écologique*") : changement profond de culture partagée par l'ensemble des décideurs et des acteurs de l'acte de bâtir avec des politiques publiques en accord avec les objectifs environnementaux et sociaux qu'impliquent la transition écologique.

⁹⁴ Source : <https://www.ecologie.gouv.fr/materiaux-construction-biosources-et-geosources>

⁹⁵ Source : <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-ville-durable-et-batiments-innovants>

Scénario à l'horizon 2030	Proportion annuelle de personnes formées à la construction en terre crue	
	En formation initiale	En formation continue
Scénario pessimiste	< 3 %, variable suivant les filières	< 0,4 %, variable suivant les filières
Scénario moyen	30 %	1 %
Scénario ambitieux	80 %	3 %

Ces scénarios sont à prendre avec précaution au regard des nombreuses variables évoquées ci-dessus et des contingences liées notamment aux évolutions à venir sur la reconnaissance assurantielle des techniques de construction en terre crue. Compte tenu des éléments énoncés ci-dessus, la prospective s'aligne sur les volumes d'emploi existants, disponibles dans différentes bases de données existantes, et sur les scénarios emploi proposés dans le cadre de France 2030. Ces derniers mettent en évidence une forte hausse du nombre d'emplois dans le secteur du bâtiment (entre 100.000 et 300.000 selon les éléments de la stratégie France 2030 "Ville durable et bâtiments innovants"). La récente étude de la DARES quantifie ces évolutions entre 2019 et 2030 à 190.000 emplois dans le scénario de référence. L'estimation totale monte à 317.000 dans le scénario "bas-carbone" et à 170.000 dans le scénario "covid +".

Métiers	Niveaux de qualification	Scénario pessimiste	Scénario moyen	Scénario ambitieux
Maçons	CAP (niveau 3)	500	6 000	15 000
	BAC Pro (niveau 4)	200	2 500	6 500
	BTS (niveau 5)	50	2 000	5 000
Architecte	Master (niveau 7)	600	7 000	19 000
Ingénieur	IUT (niveau 5)	150	2 000	5 750
	Master (niveau 7)	130	1 000	3 000

Projections du nombre de personnes sensibilisées, initiées ou formées à la construction en terre crue en formation initiale à l'horizon 2030

Métiers	Scénario pessimiste		Scénario moyen		Scénario ambitieux	
	Volume de personnes	Formations à créer*	Volume de personnes	Formations à créer*	Volume de personnes	Formations à créer*
Maçons	200	10	2 500	300	7 500	1 000
Architecte	200	6	500	120	1 500	400
Ingénieur	30		300		900	

* Le nombre de formations créées est évalué en supposant que les formations existantes seront maintenues à horizon 2030. Aussi, il est supposé que les formations existantes et nouvelles intègrent des contenus permettant de répondre aux besoins de compétences identifiés dans le présent diagnostic.

Projections du nombre de personnes sensibilisées, initiées ou formées à la construction en terre crue en formation continue à l'horizon 2030



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Contacts

Confédération de la construction en Terre Crue

contact@conf-terrecrue.org

AMNYOS

info@amnyos.com