



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 »

SYNTHESE

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.....	4
1.1	La Confédération de la construction en terre crue et son approche de la filière terre crue	4
1.2	Le projet Terres de métiers.....	4
1.3	La méthodologie mise en œuvre	5
2	Résultats du diagnostic réalisé.....	6
2.1	Les enseignements de la phase de cadrage.....	6
2.2	Trajectoires individuelles des professionnels de la terre crue	7
	Un public de professionnels marqué par plusieurs caractéristiques spécifiques, en lien avec des parcours parfois atypiques	7
	Des parcours marqués différemment par la découverte, puis l’appréhension de la terre crue	8
	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	8
2.3	Diagnostic des besoins en compétences	9
2.4	Cartographie et caractéristiques de l’offre de formation.....	10
3	Conclusions et préconisations.....	13
3.1	Enseignements du diagnostic et de l’étude comparée.....	13
	Des enjeux de diffusion d’une culture partagée de la terre crue auprès des professionnels actuels et futurs professionnels du bâtiment.....	13
	Approche par les besoins en compétences.....	14
3.2	Proposition de plan d’actions	18
3.3	Observations prospectives sur l’offre de formation à court terme et à l’horizon 2030.....	19
	Une filière émergente et diversifiée, dont les données manquent pour appréhender l’état actuel du marché et sa dynamique à court terme	19
	Estimation du volume de personnes formées actuellement	19
	Un diagnostic des besoins de compétences qui pointe vers une mutation des métiers existants à accompagner en formation initiale et continue.....	20
	Exemple de bonnes pratiques à l’international	21
	L’appareil de formation à la construction en terre crue à l’horizon 2030	21

1 Introduction et méthodologie de travail

1.1 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 ». 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). Les guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue couvrent **six techniques de terre crue en vigueur** : les torchis, les briques de terre crue, le pisé, la bauge, la terre allégée et les enduits de terre.

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 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 ⁵ » ». 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**.*

1.2 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**. 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). 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 présent diagnostic, intitulé "Terre de Métiers". 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.

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 »

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,
- **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 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.

1.3 La méthodologie mise en œuvre

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.

Une phase de cadrage a permis d’affiner la compréhension du contexte et des enjeux relatifs au développement de la construction en terre crue. Elle a également permis de préciser le périmètre des investigations, en lien avec le projet porté par le Confédération de la construction en terre crue. 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, pour se concentrer sur les pratiques de construction en circuit-court.

Le premier volet de la phase de diagnostic a visé à analyser les besoins en compétences associées à la construction en terre crue et l’offre de formation mobilisable pour y répondre. La méthodologie a reposé sur l’analyse de situations professionnelles lors desquelles les professionnels sont amenés à mobiliser leurs compétences.. 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. Six études de cas “chantier” territorialisées ont permis un premier repérage. Cinq journées d’études 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 et de déterminer les compétences correspondantes à mobiliser par les différents acteurs concernés. Elles ont rassemblé au total près de 200 professionnels⁶ de la construction en terre crue (artisans, architectes, ingénieurs en bureaux d’étude) et organismes de formation dans les cinq régions suivantes : Bretagne, Occitanie, Ile de France, Auvergne-Rhône-Alpes, Grand Est). Des entretiens complémentaires ont été conduits auprès de professionnels 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 compétences⁷. Ces référentiels n’ont pas vocation à remplacer les référentiels métiers existants mais visent à les compléter en fonction des évolutions de compétences observées.

Le second volet de la phase de diagnostic 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

⁶ Estimation prenant appui sur les listes de participants transmises par la Confédération de la construction en terre crue

⁷ Ceux-ci figurent dans le présent rapport (paragraphe 2.3 – Diagnostic des besoins en compétences)

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 ayant des positions différentes selon leur degré de spécialisation et les familles de métiers visées ont été conduits. En parallèle, deux enquêtes quantitatives en ligne par questionnaire ont également été réalisées. Les enquêtes visaient deux cibles distinctes : les professionnels évoluant actuellement ou ayant évolué à un moment de leur carrière dans la construction en terre crue et les 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. 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.

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. 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.

Une phase d'élaboration de préconisations a enfin 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, élargie avec 8 invités professionnels et/ou enseignants pour compléter les regards.

2 Résultats du diagnostic réalisé

2.1 Les enseignements de la phase de cadrage

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.

La construction en terre crue regroupe **différentes techniques** dont l'usage est **marqué régionalement** : le diagnostic s'attache par conséquent à 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. La construction en terre crue s'appuie sur un **matériau dont la marchandisation est rare** et dont les **caractéristiques varient d'un site à l'autre** : contrairement à des techniques de construction mobilisant des produits standardisés, l'utilisation de terre crue en construction nécessite la mobilisation de compétences permettant de **localiser et de caractériser** le matériau. Elle 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.

La construction en terre crue 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. La filière se compose de **nombreuses entreprises de très petite taille** : l'approche des métiers et des compétences a donc tenu compte de ce constat, dans une **appréhension large du niveau d'autonomie** requis pour les professionnels.

La filière est représentée par 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 tiennent 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.

Elle se caractérise notamment par des **revendications sociales et culturelles**, dont il a fallu rendre visible la part, 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.

La construction en terre crue se situe 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. **Ces incertitudes sont à considérer dans les préconisations issues du diagnostic.**

Enfin, les travaux conduits dans le cadre de l'étude se situent 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 Terre⁸ 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

Les résultats qui suivent sont issus d'entretiens réalisés auprès de professionnels intervenant dans la construction en 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. 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.

Un public de professionnels marqué par plusieurs caractéristiques spécifiques, en lien avec des parcours parfois atypiques

Les différentes investigations réalisées, convergent vers des résultats témoignant d'une **spécificité des caractéristiques des professionnels intervenant dans la filière de la terre crue**, avec un niveau de formation élevé de l'ensemble des professionnels intervenant dans la filière (71% de répondants à l'enquête auprès des professionnels ayant un diplôme équivalent ou supérieur au niveau 7), une proportion presque équivalente d'hommes et de femmes (46% de femmes parmi les répondants à l'enquête auprès des professionnels) et une part non négligeable de professionnels ayant réalisé au cours de leur parcours une reconversion professionnelle, pour arriver à la terre crue. Les professionnels de la construction en terre crue se caractérisent également par une moindre représentation des plus jeunes (moins de 25 ans) dans la filière et une part importante de très petites entreprises et d'indépendants.

Ces spécificités sont en grande partie liées aux parcours, parfois atypiques des professionnels œuvrant dans la filière. Ainsi, deux types de parcours ont 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. On y retrouve en grande majorité des maçons et artisans de la terre crue, qui

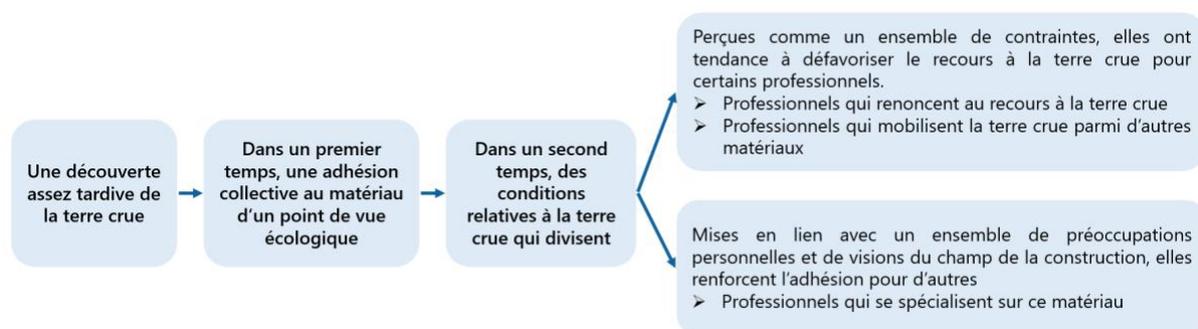
⁸ Le Projet National Terre a pour objectif de permettre à nouveau le déploiement, à grande échelle, de la construction en terre crue et mène des actions de recherche autour de neuf thématiques. <https://projet-national-terre.univ-gustave-eiffel.fr/>

ont souvent connu une reconversion professionnelle, et sont issus d'une diversité de formations (voire de métiers d'origine) : formations d'architectes ou d'ingénieurs pour une grande partie d'entre eux, mais aussi de formations dans le champ du BTP, de formations et de métiers dans des domaines plus ou moins éloignés du champ de la construction

- 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. On y retrouve une part importante de professionnels issus de formations d'architectes ou d'ingénieurs, ainsi que des professionnels exerçant d'autres métiers du bâtiment : peintre, charpentier, etc.

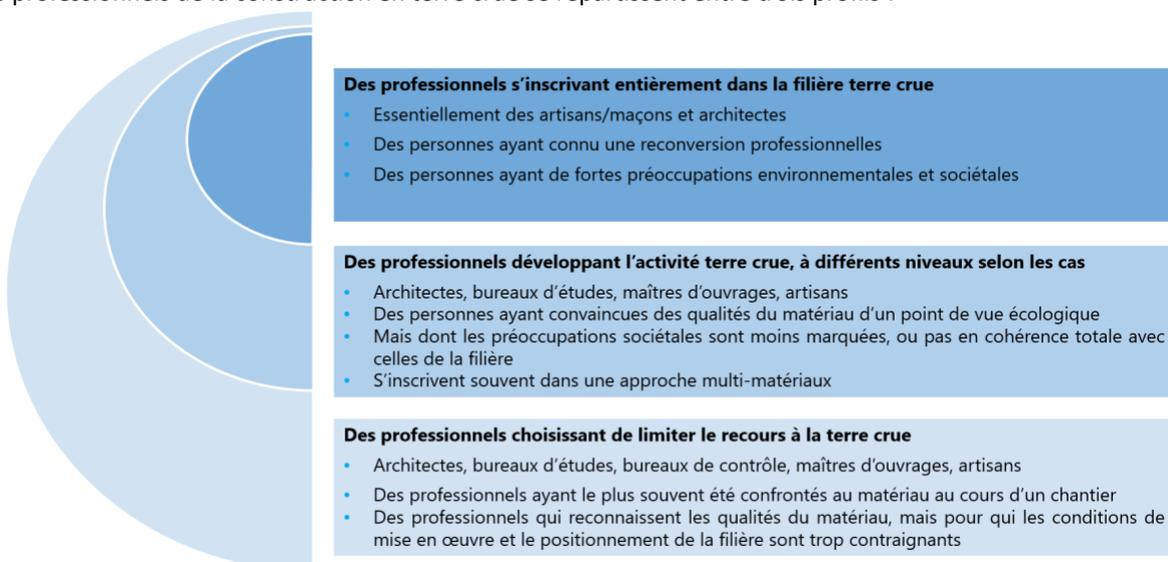
Des parcours marqués différemment par la découverte, puis l'appréhension de la terre crue

Les investigations conduites auprès des professionnels de la construction en terre crue ont mis en évidence que **la découverte du matériau** s'est effectuée, pour une majeure partie des professionnels rencontrés, **assez tardivement**. Dans la majorité des cas, il s'agit de personnes qui ont découvert le matériau au cours de leur vie d'adulte, via différentes modalités (lors de la formation initiale, dans le cadre de voyages, d'activités associatives, d'une activité professionnelle, ...). Cette découverte est ensuite **marquée de deux « temps »** : **l'adhésion, quasi systématique, au matériau terre crue**, au regard de ses qualités d'un point de vue écologique et une appréhension des « contraintes », normes et valeurs autour de la terre crue conduisant à un positionnement différencié des professionnels.



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

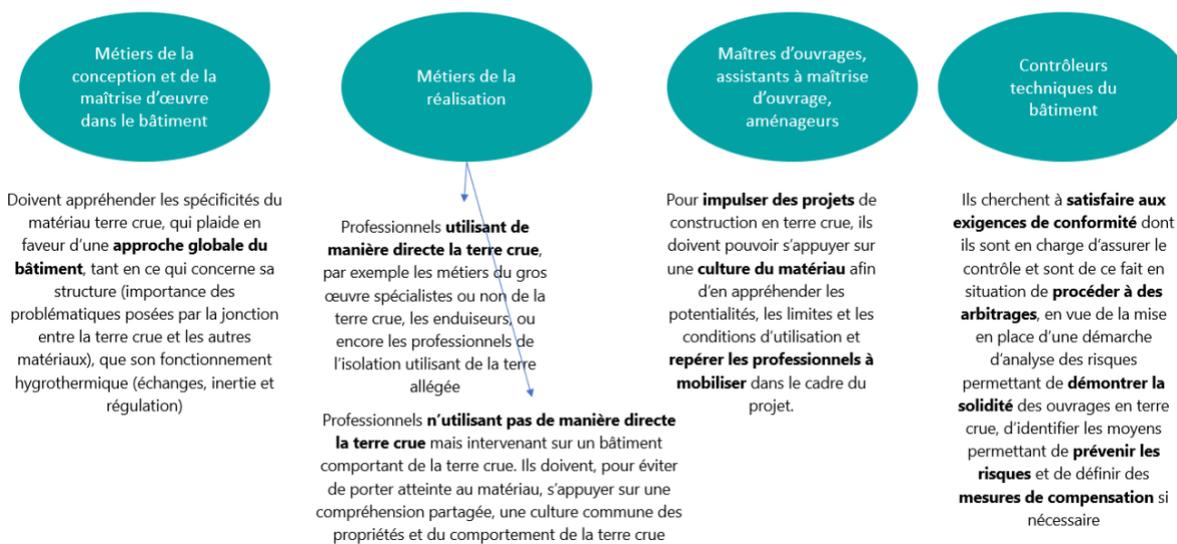
Les professionnels de la construction en terre crue se répartissent entre trois profils :



2.3 Diagnostic des besoins en compétences

Le volet « besoins en compétences » 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.

Il a porté sur quatre familles de métiers :



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.

Quatre constats permettent de caractériser de manière transversale les compétences observées dans le cadre de l'étude :

La construction en terre crue est à l'origine d'une adaptation des pratiques des professionnels, avec des compétences qui ont 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. Ainsi, autour d'un projet de construction en terre crue, les actions conduites en situation professionnelle sont **concourantes**. Elles tendent vers un **but commun**. La construction en terre crue invite à **approfondir les interfaces techniques et organisationnelles**. Pour une même activité professionnelle, selon les acteurs en présence, chacun choisit de **mobiliser des ressources** : connaissances, savoir-faire, démarche de coopération ou de collaboration. 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.

La construction en terre crue nécessite une approche systémique du bâtiment et des collaborations renforcées entre professionnels tout au long de la vie du projet. Cette approche s'appuie sur une **compréhension partagée**, une **culture commune** des propriétés et du comportement du matériau. Elle invite les acteurs d'un projet à mettre en œuvre une **collaboration étroite et une démarche collective de résolution de problèmes**. Cette démarche collective de résolution de problèmes est rendue particulièrement délicate, dans le cadre de la terre crue, par **l'absence de cadre normatif usuel**, qui interroge particulièrement les pratiques professionnelles et les démarches des ingénieurs exerçant dans les bureaux d'études techniques ou les bureaux de contrôle technique, qui, elles, s'appuient sur une « culture de la certitude » et de la « démonstration ».

Certains besoins en compétences peuvent ne pas être appelés à perdurer. En tant que techniques "non courantes", au sens qui lui est donné par l'AQC, les techniques de construction en terre crue conduisent 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. 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. Les enjeux liés à la vulgarisation des connaissances sur la terre crue, 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 à la terre crue et à ses spécificités, conditions d'utilisation, qualités, contraintes et potentiels...

La volonté de diffuser une culture professionnelle autour de la construction en terre crue peut avoir des impacts sur les besoins en compétences exprimés. 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.

Les compétences travaillées dans le cadre de l'étude relèvent d'une quinzaine de situations emblématiques de l'activité de restauration du patrimoine bâti, de la conception de projets de construction en terre crue et de la mise en œuvre de chantiers de construction en terre crue. Cette « matière première » peut être par exemple mobilisée pour :

- 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,
- 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).

Elle met en évidence, pour chaque situation, les compétences partagées entre les différents métiers intervenant dans un projet de construction en terre crue, faisant apparaître les **enjeux associés à la gestion des interfaces** et à la **collaboration entre professionnels**.

2.4 Cartographie et caractéristiques de l'offre de formation

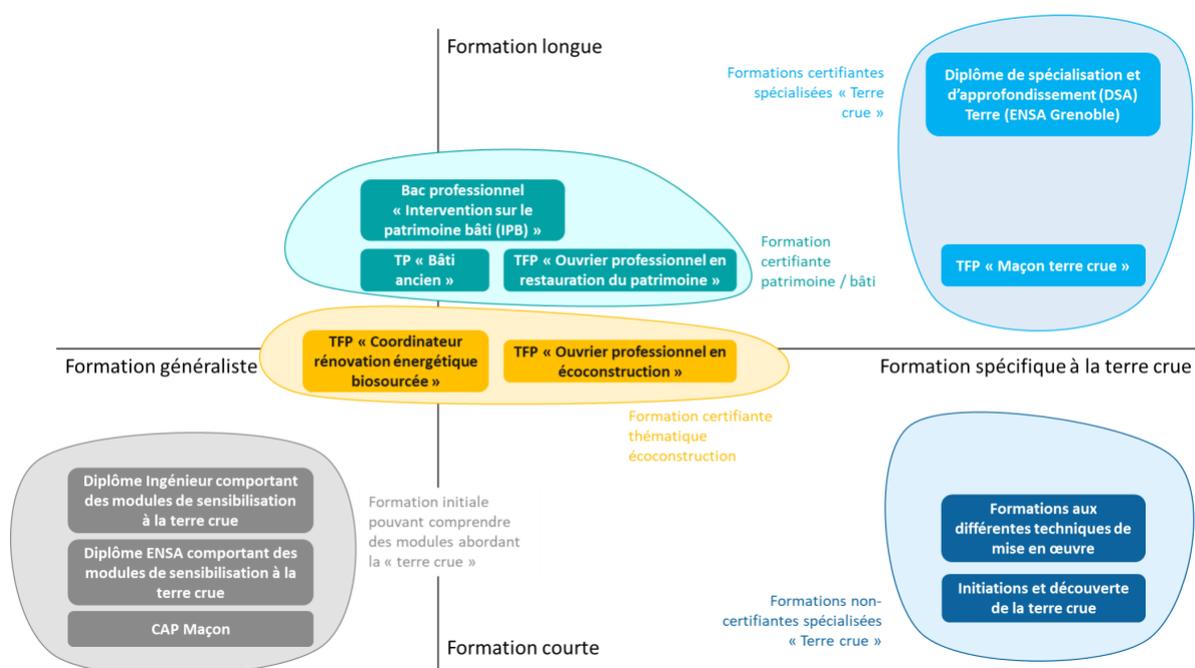
Les travaux réalisés dans le cadre de l'étude ont visé à mettre en regard les besoins en compétences et l'offre de formation telle qu'elle est aujourd'hui portée par les organismes de formations et les organismes certificateurs, étant entendu que, dans la filière terre crue, le constat a été effectué 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.

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 »**⁹.

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 :

⁹ 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.



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. 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 :

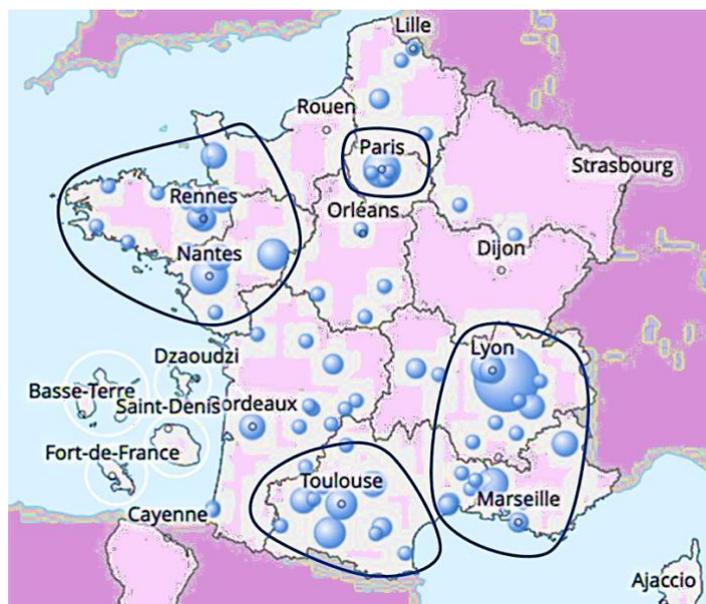
	Formation certifiante spécifique à la terre crue	Formation certifiante abordant la terre crue sous l'angle du patrimoine	Formation certifiante abordant la terre crue sous l'angle de l'éco-construction	Formation certifiante généraliste abordant la terre crue	Formation non certifiante spécifique à la terre 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.

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 les travaux de recherche. 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.



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

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

L'analyse fait apparaître des caractéristiques très différentes de l'offre de formation et des modalités de transmission des savoir-faire en fonction du type de formation.

L'offre de formation certifiante en lien avec la terre crue est souvent non spécifique à la construction en terre crue, avec une clef d'entrée par la réhabilitation du patrimoine et l'écoconstruction. Les financeurs ont, pour ce type de formation, des publics prioritaires qui se situent en décalage avec les publics qui se tournent naturellement vers des formations en lien avec la terre crue. Les organismes de formation formant à la terre crue éprouvent quant à eux des difficultés pour répondre aux exigences des financeurs en termes d'insertion professionnelle des titulaires. Enfin, l'offre de formation certifiante en lien avec la terre crue 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.

L'offre de formation non certifiante en terre crue se compose de formations qui ciblent souvent spécifiquement un corps de métier (maçons et artisans, architectes, ingénieurs, etc.), sauf rares exceptions. Une évolution du positionnement de ces formations a été constatée. Initialement destinées à découverte de la terre crue, elles sont aujourd'hui de plus en plus orientées vers l'apport de réponses aux besoins opérationnels des professionnels. Enfin, des freins relatifs à la volumétrie des professionnels à former conduisent à un équilibre à tenir entre une offre la plus large et ouverte possible et la capacité à répondre à des besoins spécifiques.

L'offre de formation généraliste en lien avec les métiers de la terre crue est encore relativement peu ouverte sur les métiers de l'ingénierie et de la réalisation. Des freins en lien avec des cultures professionnelles en décalage avec les spécificités de la terre crue ont été identifiés. Par ailleurs, le déficit de compétences des formateurs sur la terre crue constitue un frein important à la pénétration du matériau dans les formations généralistes. Il existe cependant une volonté de développer une approche plus écologique de la formation, en lien avec les évolutions sociétales et réglementaires.

L'analyse du processus d'acquisition des compétences des professionnels de la terre crue fait apparaître des pratiques qui passent par de multiples modalités avec une place importante du chantier comme lieu de transmission des savoir-faire mais également de la formation. L'appareil de formation est perçu comme répondant aux besoins en compétences sur la terre crue par les professionnels l'ayant mobilisé dans leur parcours. En revanche, ceux qui a priori n'ont pas mobilisé l'offre de formation se déclarent insatisfaits par cette offre.

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 demande¹⁰,
- 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.**

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 écologique¹¹.

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 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

¹⁰ Cf chapitre 2.3.1.

¹¹ 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).

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.

Approche par les besoins en compétences

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

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.

Les réponses existantes

Pour les professionnels ou futurs professionnels qui choisissent de développer leurs compétences de la construction en terre crue au travers de certifications professionnelles, il existe aujourd'hui trois certifications de niveaux 3 et 4 mobilisables. Cependant, seul le titre Maçon terre crue les aborde exclusivement sous l'angle de la 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.**

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 pratiques 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.

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

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, dont les entreprises de réalisation.** 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**¹², 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, esquissent 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...

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 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, depuis les formations de sensibilisation, qui incitent à la découverte aux formations ciblant de manière explicite une mise en situation professionnelle, à 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, à permettre d'apprécier ses qualités physico-chimiques, mécaniques, voire esthétiques et à 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. **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 mais rares sont les écoles d'ingénieurs qui se réclament d'une approche orientée terre crue. On peut retenir des exemples identifiés dans le cadre de l'étude 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

¹² 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.

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.

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.

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)

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.

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 Lyon¹³ 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 expérientiel 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

¹³ 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.

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. Le titre à finalité professionnelle « Ouvrier professionnel en restauration du patrimoine » (niveau 3) aborde également ces compétences, sans toutefois prendre en compte de manière explicite les spécificités de la terre crue, cette certification portant sur 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.

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.

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.

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 :

AXES	THEMATIQUES DU PLAN D' ACTIONS
<p>Axe 1 - Diffuser une culture partagée du matériau terre crue auprès des futurs professionnels du bâtiment</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conception d'actions de sensibilisation sur le matériau à destination des jeunes et adultes en formation ▪ Mise en œuvre d'actions d'appui à la sensibilisation sur le matériau auprès des jeunes et adultes en formation ▪ Mise en œuvre d'actions de formation regroupant de futurs maçons et de futurs acteurs de la conception
<p>Axe 2 - Accompagner le développement des compétences dans les entreprises du bâtiment souhaitant intervenir sur des chantiers de construction en terre crue</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accompagnement à la montée en compétences des entreprises du bâtiment sur la restauration du patrimoine bâti en terre crue ▪ Conception et diffusion d'outils de vulgarisation sur la construction en terre crue pour les chantiers ▪ Appui aux transmissions de savoir-faire, au développement des compétences sur les techniques terre crue ▪ <i>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</i> ▪ Elaboration de certifications professionnelles en vue de valider les compétences des professionnels de la construction en terre crue
<p>Axe 3 - Faciliter l'acculturation sur la construction en terre crue des acteurs et futurs professionnels de la conception</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capitalisation et diffusion des connaissances et retours d'expérience existants sur le matériau terre crue en construction ▪ Appui aux actions de sensibilisation sur le matériau à destination des jeunes et adultes en formation (métiers de la conception) ▪ Appui à la prise en compte des compétences nécessaires à la conception de constructions en terre crue par les professionnels de la conception ▪ <i>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</i>
<p>Axe 4 - Faciliter l'émergence de projets terre crue en agissant notamment auprès des prescripteurs et des clients</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diffusion des connaissances permettant de favoriser l'émergence de projets terre crue ▪ Promotion des acteurs de la terre crue et des réalisations en terre crue
<p>Axe 5 - Faciliter les reconversions des personnes ayant un projet professionnel dans le domaine de la construction terre crue</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valorisation des formations certifiantes en lien avec la terre crue auprès des partenaires institutionnels régionaux ▪ 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

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.

Une filière émergente et diversifiée, dont les données manquent pour appréhender l'état actuel du marché et sa dynamique à court terme

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.

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.

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.

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 du nombre d'étudiants sensibilisés, initiés ou formés à la construction en terre crue en formation initiale en 2022

Métiers	Volumes de personnes 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 du nombre d'étudiants sensibilisés, initiés ou formés à la construction en terre crue en formation continue en 2022

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.

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**.

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

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.

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.

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.

L'appareil de formation à la construction en terre crue à l'horizon 2030

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 "filiales à enjeux"¹⁴ pour lesquels plusieurs objectifs sont déclinés dans la stratégie "Ville Durable et Bâtiments Innovants"¹⁵, 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.**

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 :

¹⁴ Source : <https://www.ecologie.gouv.fr/materiaux-construction-biosources-et-geosources>

¹⁵ Source : <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-ville-durable-et-batiments-innovants>

- **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.

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 (étude DARES).

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