

HERO

HERITAGE ECOLOGICAL RESTORATION
FOR INCLUSION OPPORTUNITIES



Co-funded by
the European Union



Aspects écologiques et
techniques des compétences
en matière de construction
et de restauration
du patrimoine

— La boîte à outils pour les pédagogues

— TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION	03
— Pourquoi est-il nécessaire d'améliorer les compétences sur les aspects techniques et environnementaux des techniques de construction du patrimoine ?	04
— Le patrimoine comme levier pour l'inclusion et la formation en Europe	06
— Le patrimoine culturel au cœur des politiques de durabilité de l'UE	07
SECTION A : Aspects techniques de la formation au patrimoine	09
— Développer une méthodologie de formation étape par étape	10
— Règles de sécurité	13
— Organisation du chantier	15
— Connaissance des matériaux et des outils	18
— Compétences cognitives avancées	20
SECTION B : Aspects environnementaux des compétences en matière de construction du patrimoine	22
— Durabilité et Patrimoine : définitions et concepts	23
— Conseils pour rendre un chantier et un projet de construction plus respectueux de l'environnement	24
— Aspects environnementaux des techniques et matériaux de construction traditionnels	27
— Aspects environnementaux des techniques de construction traditionnelles	29
— L'efficacité énergétique sur un chantier de restauration du patrimoine	31
CONCLUSION	36
ANNEXES	37
— Bibliographie et autres supports pédagogiques	37
— Annexe 1 - Grille d'auto-évaluation du formateur	38
— Annexe 2 - Élaboration d'un cadre méthodologique	39



INTRODUCTION



Légende

Cette boîte à outils vise à donner aux professionnels de la construction et de la restauration des connaissances de base et des compétences techniques pour intégrer une dimension écologique plus forte dans leur travail, mais aussi une dimension pédagogique lorsqu'ils agissent en tant que formateurs. L'industrie de la construction et de la restauration du patrimoine peut jouer un rôle plus important dans la résolution des défis sociétaux et dans l'initiation d'une transition juste qui soit à la fois écologique et inclusive. D'une part, ces industries manquent cruellement de travailleurs techniques qualifiés. Les chantiers de restauration du patrimoine offrent de grands atouts pour servir également de plateforme de formation où les travailleurs techniques peuvent devenir formateurs. Ce sujet est développé dans la section A : "Aspects techniques de la formation au patrimoine". D'autre part, en remettant en question ses processus, les pratiques modernes établies et en ressuscitant les techniques traditionnelles, cette industrie peut également devenir plus durable. Ce sujet est développé dans la section B : "Aspects environnementaux des compétences en matière de construction du patrimoine".

[1] Pour plus d'informations sur comment développer des opportunités de formation inclusives, se référer à [la boîte à outils dédiée](#)

Boosting environmental transition in construction industry with ecological and traditional techniques

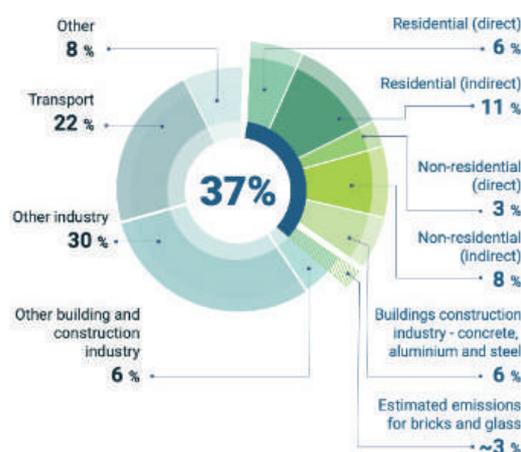
Selon le **Global Building Carbon Tracker (GBTC) publié dans le rapport sur la situation mondiale des bâtiments et de la construction (Global Status Report for Buildings and Construction ou Building-GSR)²**, le secteur n'est toujours pas en mesure d'atteindre la décarbonisation d'ici 2050, conformément à l'Accord de Paris.

En 2021, les émissions de CO₂ liées à l'énergie du secteur du bâtiment ont atteint un niveau record d'environ 10 milliards de tonnes de CO₂, une augmentation qui dépasse d'environ 5 % le niveau de 2020 et de 20 % le pic prépandémique de 2019. En d'autres termes, en 2021, les activités de construction ont rebondi pour atteindre les niveaux prépandémiques dans la plupart des grandes économies, parallèlement à une utilisation plus énergivore des bâtiments. En outre, un plus grand nombre d'économies émergentes ont augmenté leur utilisation de gaz de combustibles fossiles dans la construction. En conséquence, le Building-GSR appelle les responsables politiques et organisationnels à donner d'urgence **la priorité aux actions qui soutiennent la décarbonisation et la transition énergétique dans le secteur du bâtiment.**

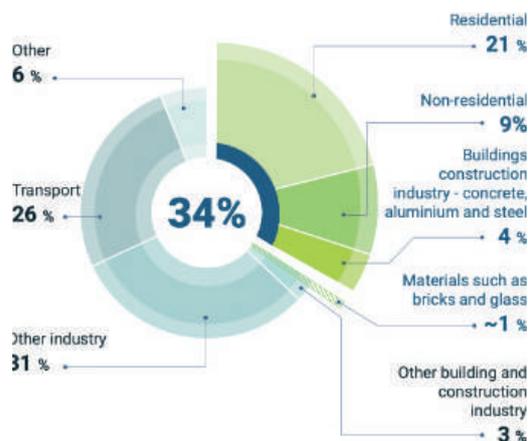
Le rapport invite également les pays à adopter des cadres réglementaires pour promouvoir les techniques de construction traditionnelles locales comme solution pour améliorer la consommation d'énergie, l'efficacité et la durabilité, en prenant le continent africain comme exemple : « Dans le cadre de cet effort, les pratiques de construction traditionnelles, durables et économes en énergie sont une des pierres angulaires du patrimoine culturel africain.

Elles devraient être promues et formalisées dans les codes de construction afin que les logements soient construits dans le contexte local et préservent la culture africaine tout en étant de haute qualité et abordables. »

Part globale des émissions de CO₂ dans le secteur de la construction en 2021



Part du secteur de la construction dans la consommation d'énergie globale en 2021



[2] Le rapport sur la situation mondiale des bâtiments et de la construction (Buildings-GSR, 2022), est une publication phare de l'Alliance mondiale pour les bâtiments et la construction (GlobalABC), hébergée par le PNUÉ. Le Buildings-GSR fournit un aperçu annuel des progrès du secteur des bâtiments et de la construction à l'échelle mondiale et examine l'état des politiques, des finances, des technologies et des solutions pour vérifier si le secteur est aligné sur les objectifs de l'Accord de Paris. Il fournit également aux parties prenantes des éléments probants pour persuader les responsables politiques et l'ensemble de la communauté du bâtiment et de la construction de prendre des mesures.

Cela ne concerne pas uniquement l'Afrique, mais toutes les régions et tous les pays qui ont utilisé pendant des siècles des techniques de construction traditionnelles. Comme le souligne le Climate Heritage Network, « pour décarboniser les bâtiments et les infrastructures de manière rapide, fiable et équitable, il faut reconnaître et prendre en compte l'énorme complexité et la variabilité des circonstances régionales et locales »³.

Le secteur du bâtiment représente 40 % de la consommation d'énergie en Europe, dont 80 % proviennent de combustibles fossiles, et 36 % des émissions de gaz à effet de serre de l'UE⁴. L'UE s'est fixé pour objectif d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 en adoptant le « Green Deal » européen, où l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments joue un rôle clé dans la réalisation de cet objectif ambitieux. **Le patrimoine culturel joue un rôle central dans le Green Deal** grâce à la « Renovation Wave »⁵ (ou vague de rénovation, dont l'objectif est d'augmenter le taux et la qualité des travaux de rénovation des bâtiments existants afin qu'ils émettent moins de dioxyde de carbone) et au [nouveau Bauhaus européen](#).

Le projet Erasmus+ **HERO (Heritage Ecological Restoration for Inclusion Opportunities)** considère que la compréhension des caractéristiques locales est essentielle à la fois pour la préservation de notre patrimoine et pour l'atténuation et la réduction de l'impact environnemental global du secteur de la construction. La collecte de données, la documentation des techniques, la formation et le perfectionnement des compétences sont indispensables.

« Le patrimoine est une source de connaissances - les structures qui ont traversé les siècles sont les plus durables, leur empreinte sur l'ensemble du cycle de vie est minimale. L'apprentissage à partir des bâtiments, des matériaux et des compétences traditionnels soutient l'innovation dans l'ensemble du secteur de la construction. »⁶

Légende

[3] <https://www.climateheritage.org/buildings>

[4] [Sustainability and cultural heritage | Culture and Creativity \(europa.eu\)](https://sustainability.ec.europa.eu/culture-and-creativity)

[5] https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en

[6] Ibid



Le patrimoine comme levier pour l'inclusion et la formation en Europe

Les boîtes à outils développées dans le cadre du projet HERO s'articulent autour du concept d'« inclusion active par le biais du patrimoine ». À travers la formation et la requalification des praticien-ne-s, elles visent à exploiter le potentiel du patrimoine culturel en tant qu'outil d'intégration sociale et économique, de développement personnel et d'autonomisation. Pour plus d'informations sur l'inclusion, voir également notre boîte à outils sur le développement d'opportunités de formation inclusive dans les travaux de restauration du patrimoine⁷.

Le contenu des boîtes à outils couvre divers aspects liés à la formation basée sur le patrimoine et au développement de compétences liées au patrimoine. Les boîtes à outils abordent également des thèmes clés tels que le dialogue interculturel, la cohésion sociale et le développement durable par le biais du patrimoine. Elles sont conçues pour aider les pédagogues qui travaillent avec des groupes de personnes vulnérables et qui peuvent être des professionnel-le-s provenant de différents domaines, notamment l'éducation, le travail social, l'architecture, la gestion de sites, l'ingénierie et d'autres secteurs liés au patrimoine. Les kits d'outils leur fournissent des ressources, des méthodologies et des conseils pratiques pour intégrer des approches basées sur le patrimoine dans leurs programmes de formation.

Les stagiaires peuvent être des particulier-ère-s, des professionnel-le-s ou des maçon-ne-s et des technicien-ne-s en début de carrière. Le projet vise en particulier les personnes en situation de vulnérabilité, éloigné-e-s de la formation et de l'emploi. Il peut s'agir de demandeur-euse-s d'emploi cherchant à reprendre une activité, d'immigré-e-s souhaitant s'intégrer dans la



Légende

communauté locale ou de jeunes cherchant à s'épanouir et à s'autonomiser. Enfin, les étudiant-e-s et les professionnel-le-s du secteur de la construction (moderne et ancien) recherchent souvent des opportunités pour améliorer leurs compétences pratiques en matière d'architecture et de patrimoine, ainsi que des opportunités d'apprentissage et de formation.

La présente boîte à outils se concentre sur les dimensions environnementales et techniques de la restauration du patrimoine architectural. Spécialement conçue pour les pédagogues sur le terrain, son objectif pédagogique est d'élever leurs niveaux de compétences sur les aspects techniques et environnementaux, en prenant en compte les connaissances des ingénieur-e-s et des artisan-e-s, et en intégrant des approches sociales et pédagogiques. Pour rendre cette boîte à outil facilement appropriable, nous nous sommes focalisés sur des techniques de construction du patrimoine en tant que domaine de la restauration écologique, ainsi que sur des aspects techniques généraux - plutôt que les questions spécifiques - basés sur des adaptations, des ressources et des contextes propres à chaque pays.

[7] [Developing inclusive training opportunities in heritage sites restoration](#)

Le patrimoine culturel au cœur des politiques de durabilité de l'UE

Dans l'Union européenne (UE), le patrimoine culturel et sa gestion durable sont devenus une priorité dans le domaine de la politique culturelle. Cet engagement se reflète dans diverses initiatives et politiques de l'UE.

L'Agenda européen de la culture⁸, introduit en 2007, souligne l'importance du patrimoine culturel en tant que priorité de la coopération européenne en matière de politique culturelle et le considère comme une ressource stratégique pour une Europe durable. Les conclusions du Conseil de l'Union européenne de mai 2014⁹ renforcent encore cette perspective en soulignant la nécessité d'une gestion durable du patrimoine culturel. Étant donné sa valeur pour la société d'un point de vue culturel, environnemental, social et économique, sa gestion durable apparaît comme un besoin stratégique du 21e siècle. Compte tenu de la valeur unique, irremplaçable et non interchangeable des ressources du patrimoine culturel, le Conseil de l'Union européenne a demandé à la Commission européenne de réaliser une étude sur « l'évaluation et la prévention des risques pour la sauvegarde du patrimoine culturel face aux effets des catastrophes naturelles et aux menaces causées par l'action de l'homme »¹⁰. Cette étude s'inscrit dans le cadre du plan de travail pour la culture (2015-2018)¹¹, en particulier dans le domaine prioritaire du patrimoine culturel.

Légende



[8] [Résolution du Conseil de l'Union européenne du 16 novembre 2007 relative à un agenda européen de la culture \(2007/C 287/01\)](#)

[9] [Conclusions du Conseil de l'Union européenne du 21 mai 2014 sur la dimension stratégique du patrimoine culturel pour une Europe durable \(2014/C 183/08\)](#)

[10] [Commission européenne, Direction générale de l'éducation, de la jeunesse, du sport et de la culture, Maxwell, I., Drdácý, M., Vintzileou, E. et al., Safeguarding cultural heritage from natural and man-made disasters – A comparative analysis of risk management in the EU, Publications Office, 2018](#)

[11] [Conclusions du Conseil et des représentants des gouvernements des États membres, réunis au sein du Conseil, sur un programme de travail \(2015-2018\) en faveur de la culture \(2014/C 463/02\)](#)

Le nouvel agenda européen de la culture¹² adopté en 2018 en même temps que l'Année européenne du patrimoine culturel (2018) a mis en évidence les synergies entre la culture et l'éducation, et les liens renforcés entre la culture et d'autres domaines politiques. Il a également recommandé, dans sa dimension économique, de **promouvoir les compétences nécessaires aux secteurs culturels et créatifs, y compris les compétences numériques, entrepreneuriales, traditionnelles et spécialisées.**

Le lien entre la culture et d'autres domaines politiques est très clair dans le cas du Green Deal européen : « *De nombreuses dimensions du Green Deal européen, telles que la rénovation des bâtiments, l'économie circulaire, la stratégie "de la ferme à la table" et la biodiversité, ont des aspects culturels clairement liés. (...) le patrimoine culturel offre un immense potentiel pour stimuler l'action climatique, influencer les modes de consommation et soutenir la transition vers une société et une économie plus saines, plus vertes et plus équitables. En outre, le patrimoine culturel peut être un catalyseur de changement positif, car il a le pouvoir de relier les gens à des lieux, d'encourager un sentiment d'appartenance et de favoriser l'inclusion sociale* ». ¹³

La sensibilisation à l'environnement ainsi que l'adaptation au changement climatique et son atténuation font partie intégrante de l'approche de l'UE en matière de patrimoine culturel. C'est dans cette optique que l'UE a lancé l'initiative « New European Bauhaus » (nouveau Bauhaus européen)¹⁴. Cette initiative vise à réunir les mondes de l'art, de la culture, de la science et de la technologie pour favoriser un développement durable et inclusif. Le nouveau Bauhaus européen cherche à intégrer les compétences et les connaissances en matière de patrimoine dans des approches innovantes et durables afin de relever les défis du changement climatique et de la durabilité environnementale.



Légende

[12] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0267>

[13] Livre vert sur le patrimoine culturel européen, résumé, mars 2021, préface de Hermann Parzinger, président d'Europa Nostra, p. 4

[14] https://new-european-bauhaus.europa.eu/about/about-initiative_en

A Aspects techniques de la formation au patrimoine

SECTION



Légende

De nombreux pays européens font face à des pénuries de main-d'œuvre dans le secteur de la construction^[15]. Au cours des 10 prochaines années, jusqu'à 2 millions de nouveaux travailleurs pourraient être nécessaires dans cette industrie. Parallèlement, l'Union européenne compte un nombre croissant de personnes ayant des difficultés à accéder au marché du travail et aux opportunités de formation (par exemple : les populations migrantes, les décrocheurs scolaires précoces, les personnes ayant des difficultés sociales et cognitives, etc.). Proposer des opportunités de formation adaptées et inclusives est une excellente solution pour favoriser les programmes de retour au travail, avec les chantiers de restauration du patrimoine en tant que plateformes de formation dédiées. Cette section fournira de nombreuses idées, conseils et bonnes pratiques à prendre en compte lors de la définition d'une offre de formation inclusive dans ce secteur spécifique.

[15] www.ituc-csi.org/more-than-two-million-workers-will-be-needed-in-the-construction-sector-in-europe-by-2030

Développer une méthodologie de formation étape par étape

1 La formation n'est pas un parcours prédéfini

Quel que soit le domaine d'intervention, les pédagogues devront élaborer et mettre en œuvre une proposition pédagogique, un cadre méthodologique adapté aux objectifs de la formation, au contexte de mise en œuvre et aux profils des stagiaires. De plus, afin d'évaluer l'atteinte des objectifs, les pédagogues doivent être en mesure d'établir une grille de critères qui doit permettre une évaluation objective des aspects mesurables de sa proposition. De plus amples informations sur la manière d'aborder méthodologiquement l'élaboration d'un cadre pédagogique figurent à l'annexe I. En outre, diverses informations et analyses sur les aspects pédagogiques de la formation et du développement d'opportunités d'apprentissage inclusif sont disponibles dans le précédent livret du projet sur les pratiques pédagogiques inclusives.

Une fois le cadre méthodologique établi, les pédagogues devront continuellement remettre en question ce qui se passe afin d'évoluer et d'adapter leur proposition pédagogique.

2 Comprendre le(s) rôle(s) du pédagogue

La subtilité du métier de pédagogue réside dans le fait qu'il doit s'engager sur plusieurs plans simultanément :

-  **Transmettre** des connaissances et des compétences
-  **Soutenir** les stagiaires tout au long de leur parcours
-  **Évaluer** les résultats de la proposition pédagogique dans la pratique
-  **Réguler et adapter** sa proposition

Ce quadruple rôle exige du pédagogue qu'il-elle opère dans deux dimensions à la fois :

- **Au moment présent**, en se concentrant sur l'aspect « production » (transmission, accompagnement)
- **Dans une position « méta »**, en prenant du recul, en observant et en analysant ce qui se passe, puis en s'ajustant en conséquence (pour en savoir plus, voir l'annexe I).



Légende

3 Impliquer les stagiaires

Outre la capacité des pédagogues à analyser et à s'adapter aux circonstances, ils doivent également préparer et mettre en œuvre un processus d'engagement des stagiaires ; une phase d'intégration avant la formation, au cours de laquelle le pédagogue aborde les cinq domaines suivants :

- **L'objectif global de la formation** : engager des adultes dans un parcours pédagogique, c'est d'abord leur permettre de comprendre pourquoi ils sont là et quel est l'objectif. La compréhension crée le sens, et le sens conduit à l'engagement. Le pédagogue ne doit pas négliger cette étape, car elle établit un cadre de référence commun, favorisant **l'émergence d'une communauté aux aspirations individuelles potentiellement spécifiques, mobilisée autour d'un objectif partagé.**
- **L'environnement de formation** : Pour vivre une situation d'apprentissage favorable, les stagiaires doivent développer un sentiment de « sécurité ». Il s'agit de favoriser le sentiment d'appartenance au groupe, de créer un climat de bienveillance, de partager des objectifs communs, d'assurer la sécurité physique liée au site et de familiariser les stagiaires avec l'environnement de formation. Il est donc **conseillé d'organiser une phase de découverte du lieu de formation permettant aux stagiaires** de s'orienter et de visualiser les différents espaces (plateaux pédagogiques, salles de cours, espaces de convivialité, vestiaires, etc.) et leurs équipements.

→ **Les règles de sécurité** applicables aux activités pédagogiques et/ou de construction dans le cadre de la restauration du patrimoine : cet aspect, qui sera détaillé ultérieurement, vise à sensibiliser les stagiaires aux risques liés à la profession, à les identifier et à mettre en place des actions préventives appropriées. Il permet également aux stagiaires d'envisager concrètement la profession et d'acquérir un de ses éléments essentiels.

→ **Les outils et le matériel**
L'objectif est que les stagiaires identifient d'abord les outils et les matériels qu'ils utiliseront au cours de leur formation. Il s'agit de comprendre les différentes catégories d'outils et de matériels, leurs origines, leurs noms, leurs fonctions, quand et comment les utiliser, et ce qui les distingue. Le pédagogue peut s'appuyer sur des fiches techniques. Pour favoriser l'appropriation, le-la pédagogue peut également faire une démonstration de leur utilisation et demander ensuite aux stagiaires d'effectuer des tâches simples en guise d'expérience pratique initiale.

→ **Lignes directrices et techniques de base** : dans cette étape, le-la pédagogue proposera des séquences axées sur les activités ciblées par la formation et la réalisation de tâches spécifiques liées au projet de construction/restauration. Le-la pédagogue guidera les stagiaires à travers les étapes du processus d'exécution des tâches (travail préparatoire, mesures de sécurité, mise en œuvre et contrôle de la qualité) tout en veillant à ce qu'ils acquièrent les techniques requises (matériaux, outils, pratiques, etc.).

4 **Voici quelques conseils généraux et bonnes pratiques récoltés auprès de professionnels de terrain pour mettre en place une formation pertinente :**

☰ **Créer des équipes** basées sur le niveau d'expérience, le sexe, l'origine, l'âge et d'autres facteurs en fonction des stagiaires impliqués et de l'objectif du projet (c'est-à-dire apprendre à connaître ses stagiaires)

👤 **Définir clairement les rôles** des pédagogues et des stagiaires

✓ **Faire tourner les équipes** de manière équilibrée entre les différentes tâches

✓ Veiller à ce que les personnes **disposent de suffisamment de temps pour s'exercer seules**

✓ **Expliquer** qu'il n'y a pas de tâches inintéressantes et faire tourner tous les stagiaires dans leur réalisation

✎ **Leur donner régulièrement un retour** d'information personnel et collectif

✎ **Faire des bilans quotidiens** sur l'avancement des travaux



Légende

Règles de sécurité

La sécurité et le bien-être des pédagogues et des stagiaires sont l'une des priorités les plus importantes sur le site de formation. Des règles de sécurité concrètes doivent être respectées par tous ; si les pédagogues montrent l'exemple, il sera plus facile pour les stagiaires de s'y conformer également. Les pédagogues doivent encourager l'appropriation des règles et gestes de sécurité, par exemple en soulignant régulièrement leur bonne application. Ils-elles peuvent également confier différents rôles aux stagiaires en matière de sécurité afin de s'assurer que tout le monde coopère.



Lignes directrices générales

- **Ne pas donner trop de règles d'un coup.** Donner d'abord les règles les plus importantes et les plus simples, puis, tout au long de la formation, communiquer régulièrement des consignes plus détaillées.
- **Veiller à répéter régulièrement les règles** et à ajouter des arguments en leur faveur lorsqu'on remarque que les stagiaires commencent à oublier ou à sous-estimer une règle au cours de la formation.
- **Expliquer aux stagiaires qu'ils sont responsables de leur sécurité physique et de leur bien-être,** ainsi que des équipements de sécurité qui leur sont remis - individuellement et en groupe, les stagiaires doivent prendre soin les uns des autres.
- **S'informer sur les questions de sécurité liées aux tâches spécifiques** qui font partie de la formation (par exemple, l'utilisation de produits chimiques ou électroniques).
- **Planifier en fonction des conditions météorologiques** (garantir la protection contre le soleil, la pluie, etc.). Ne pas forcer la formation si les conditions météorologiques sont trop rudes : orage, tempête de neige, vague de chaleur...



Légende



Solutions / bonnes pratiques

- **Donner les consignes nécessaires à l'utilisation des outils et matériels dangereux en toute sécurité** (voir aussi le paragraphe 1.1.3). Les outils émoussés et mal fixés sont très dangereux. Il faut donc expliquer aux stagiaires pourquoi cet aspect est important et comment maintenir l'affûtage et le bon état des outils. Veiller à ce que les stagiaires sachent quels outils ils peuvent utiliser à tout moment et quels outils spécifiques requièrent une habilitation ou une formation spécifique (électronique).
- **Proposer un échauffement collectif pour la préparation physique**, ou le déléguer à un stagiaire. Expliquer aux stagiaires comment soulever des objets lourds en toute sécurité en faisant une démonstration. Expliquer comment le fait de soulever et de manipuler des objets et des outils de manière incorrecte entraîne de mauvaises postures et des blessures.
- **Utiliser des vidéos de sécurité choquantes et marquantes** ([exemple de vidéo sur le casque de protection](#)) ou des pictogrammes pour éviter les difficultés linguistiques lorsqu'on décrit les blessures potentielles auxquelles s'exposent les personnes qui ne respectent pas les règles de sécurité.
- **Faire s'engager les stagiaires à respecter les consignes de sécurité en signant un contrat.**
- **Consulter la fiche de données de sécurité des matériaux du bâtiment** ou des autres matériaux utilisés sur le chantier/atelier.
- **Use annoying and uncomfortable safety caps if someone does not have the proper shoes, to explain to them that wearing the proper shoes is a better way to go.**



Liste de contrôle avant de commencer une formation

- Est-ce qu'il y a suffisamment d'équipements de protection et de la bonne taille pour tous (par exemple, des gants pour femmes) ?
- Est-ce que les outils sont en bon état (affûtés, en bon état, non desserrés, électronique en état de marche, etc.) ?
- Est-ce que j'ai préparé les consignes de sécurité/l'équipement en fonction des tâches prévues aujourd'hui ?
- Est-ce que je me suis renseigné·e sur le profil et l'expérience des stagiaires d'aujourd'hui ? Est-ce leur première fois sur un chantier ? Quelles langues parlent-ils ?
- Est-ce qu'il y a une ou plusieurs tâches spécialisées ou risquées à expliquer ?
- Est-ce que j'ai préparé des déclarations/contrats de sécurité ?
- Est-ce que j'ai vérifié les conditions météorologiques et me suis-je préparé·e en conséquence s'il fait trop chaud ou trop froid, ou s'il y a trop de vent ou trop de pluie ?

Organisation du chantier

L'organisation du chantier est un sujet complexe, mais dans ce contexte, il est possible de le réduire à un thème de base : la disposition optimale des personnes, des tâches, des matériaux et des outils. Pour garantir la possibilité d'une telle disposition, il est également important de choisir correctement un site de travail, c'est-à-dire un site adapté aux objectifs de la formation.

Cela nous donne un ensemble de défis à relever :

- le choix de l'espace de travail adéquat
- répartir les stagiaires et les pédagogues sur le site de manière à ce que le processus de formation soit sûr et efficace
- répartir les outils et les matériaux de manière à ce qu'ils soient disponibles en cas de besoin, qu'ils ne soient pas gaspillés ou perdus et qu'ils n'entravent pas le processus de travail



Lignes directrices générales

Dans un objectif de formation, le but premier de l'organisation du chantier est bien de permettre aux stagiaires d'acquérir des compétences, plutôt que de viser la construction d'un bâtiment. Cependant, ces deux objectifs ne sont pas irréconciliables, ce qui nécessite de la planification et de la coordination.

- **Lors du choix du site, différentes variables doivent être prises en compte :** l'environnement, les ressources, les stagiaires, la sécurité et, surtout, le type et la durée de la formation - les exigences sont différentes pour un atelier de deux jours, un apprentissage de six mois ou une série de modules plus courts.
- **Le plus important est que la disposition et la taille du site correspondent au nombre et au type de stagiaires attendus.**

Partout, sauf dans les plus petits ateliers, les stagiaires doivent être organisés en équipes de travail, dont la taille et la composition sont adaptées aux pédagogues, aux tâches et aux ressources disponibles.

- **Les tâches, les pédagogues, ainsi que le nombre et la taille des équipes doivent être prévus.** Cependant, il faut toujours être prêt à pouvoir s'adapter (par exemple, en changeant les tâches ou les équipes) à des circonstances imprévisibles.
- **Chaque jour, avant de commencer le travail, il est nécessaire d'expliquer** aux stagiaires la disposition, les tâches, l'usage des outils et des matériaux, ainsi que les règles et procédures de sécurité.

Les matériaux et les outils doivent être accessibles, mais aussi à l'abri des dommages ou des déchets.

- **Le matériel et les outils doivent être organisés de manière à être facilement accessibles à tout moment.**
- En ce qui concerne les outils, une attention particulière doit être accordée à leur conservation : ils ont tendance à être égarés, à s'abîmer ou à se dégrader en l'absence d'un entretien approprié.

Le chantier doit être entretenu, à la fois pendant la journée de travail, pour qu'il soit sûr et que les déchets de construction ou les outils et matériaux temporairement mis de côté n'entravent pas le processus de travail, et en fin de la journée, pour que les pièces finies soient nettoyées, les pièces inachevées sécurisées, et les matériaux et les outils protégés.



Bonnes pratiques

1 Choisir le site en gardant à l'esprit les aspects suivants :

- les stagiaires : leurs capacités, leur condition physique, leur âge et la formation qu'ils doivent compléter;
- les conditions environnementales : la météo prévu, le climat typique pour la période de l'année, l'accessibilité, la sécurité
- les ressources disponibles (ou la possibilité de se les procurer sur le site) : météo, matériaux, outils, mécanisation, échafaudages, équipements de sécurité, énergie, nourriture, eau, etc.

Pour répartir convenablement et correctement les stagiaires sur le site, les pédagogues doivent avoir :

- **une vue d'ensemble des tâches possibles ou nécessaires :**
 - tâches de construction (quels sont les objectifs de construction),
 - tâches de préparation des matériaux (quels matériaux et/ou éléments de construction doivent être extraits, préparés ou achetés),
 - tâches d'intendance (quelle activité peut être faite : construire, aider à construire, préparer les matériaux, préparer le terrain, mesurer, approvisionner, nettoyer, etc.).
- **un aperçu des caractéristiques des tâches :**
 - autonome – si la tâche est suffisamment proche de son niveau de compétence, l'équipe peut effectuer une tâche sans être guidée en permanence, mais plutôt contrôlée occasionnellement,
 - déléguée – dirigée par un stagiaire plus qualifié, ayant une connaissance suffisante de la tâche et la capacité de contrôler le travail des autres,
 - exigeante – certaines tâches sont cruciales pour la qualité finale du bâtiment et, dans ce cas, les équipes affectées doivent être directement supervisées par le-la pédagogue,
- **juger de la taille et du nombre des équipes.**

Le-la pédagogue doit pouvoir suivre les activités des équipes et intervenir pour expliquer ou aider si nécessaire. Par ailleurs, il doit y avoir suffisamment de stagiaires dans l'équipe pour qu'ils puissent exécuter la tâche en toute sécurité sans effort excessif, mais en nombre raisonnable, car ils pourraient se gêner les uns les autres.

2 Organiser les matériaux de construction

Deux types de stockage peuvent être envisagés :

- le stockage à long terme, approprié pour la conservation et le réapprovisionnement,
- les stocks de travail à court terme peuvent être placés à portée de main et être accessibles pendant le processus de construction.

• **Ils doivent être aussi proches que possible des tâches en cours, mais de manière à ce que les stocks n'entravent pas les activités de travail, le transport, le mouvement ou la communication.**

• **Ils peuvent être stockés à une plus grande distance lorsque :**

- les matériaux doivent être protégés ou stockés dans des conteneurs spéciaux,
- il existe des moyens de transport appropriés, des itinéraires de transport et des équipes de transport en nombre suffisant,
- les matériaux sont standardisés, clairement étiquetés ou facilement reconnaissables (de sorte qu'il est facile de demander le type et la quantité nécessaires).

• **En règle générale, tous les matériaux d'un chantier doivent être :**

- triés en fonction de leur nature, de leur taille ou de toute autre propriété permettant de les acquérir et de les utiliser facilement,
- marqués (avec des noms et des symboles si nécessaire) si les différents types sont difficiles à différencier visuellement pour les stagiaires.

3 Organiser les outils

- **Ils doivent être en nombre suffisant** – ce qui ne signifie pas nécessairement que chaque stagiaire a besoin de son propre outil, mais que les besoins réels d'utilisation doivent être soigneusement évalués.
- **L'utilisation correcte de chaque outil doit être clairement expliquée et appliquée**, afin qu'ils ne soient pas endommagés.
- **Un ou plusieurs magasinier-ère-s (il peut s'agir d'un ou plusieurs stagiaires) doivent assurer le suivi des outils** : ils doivent être comptabilisés et nettoyés à la fin de la journée.
- **Ils doivent être triés en fonction du type de construction** (bois, pierre, brique) **et de leur catégorie** (marteaux, ciseaux), et le stockage de certains outils peut être nommé/marqué.
- **Ils doivent être marqués de manière visible** pour éviter de les perdre (enterrés, emportés avec les déchets de construction) et pour que l'on sache clairement à qui ils appartiennent.



Légende



Liste de contrôle pour la personne responsable du chantier

- Évaluer la pertinence du site pour la formation
- Évaluer quelles tâches de formation peuvent être accomplies avec les ressources humaines et matérielles disponibles
- Définir les tâches de travail : différentes parties du site, différentes parties du processus
- Acquérir et organiser le matériel
- Acquérir et organiser les outils
- Répartir les stagiaires en équipes pour certaines tâches
- Expliquer à chacun le processus de formation et de construction, l'organisation du chantier, les règles de comportement et de sécurité, donner les consignes techniques de base
- Expliquer aux équipes individuelles les spécificités de leurs tâches, les activités et les techniques nécessaires
- Suivre les activités en cours, contrôler la réalisation des tâches
- Conseiller, corriger et encourager si nécessaire
- Organiser le nettoyage du site (divisé entre chaque équipe ou organisée collectivement si nécessaire)
- Organiser le ramassage et le stockage des outils et du matériel (chaque équipe pour ce qui relève de son domaine, puis vérifié par le-la magasinier-ère)
- Organiser la protection, le ramassage et le stockage, ou l'enlèvement ou l'élimination des matériaux de construction

Connaissance des matériaux et des outils

La manipulation et l'utilisation correcte du matériel et des outils revêtent une grande importance tant pour les pédagogues que pour les stagiaires. Il convient donc d'appliquer un ensemble de procédures et de méthodes/bonnes pratiques afin d'éviter les problèmes courants qui surviennent souvent sur un chantier avec des stagiaires.



Problèmes les plus courants sur le terrain

- Utilisation incorrecte et dangereuse des outils.
- Utilisation d'outils endommagés ou défectueux.
- Méconnaissance des propriétés de base du matériel et de leurs exigences en matière d'entretien.
- Mauvais stockage du matériel et des outils.
- Les stagiaires laissent derrière eux des outils qui pourraient mettre leurs collègues en danger (par exemple, soulever des outils à la main sur une échelle, laisser un outil sur un échafaudage).
- Les stagiaires sont facilement démotivés s'ils sont confrontés à des matériaux difficiles à travailler (par exemple, des pierres dures) ou à des outils difficiles à manipuler, etc.



Solutions / bonnes pratiques

- Informez les stagiaires sur les différents types de matériaux qui seront utilisés, leur origine et leur approvisionnement.
- Faire s'entraîner les stagiaires sur des matériaux plus faciles et peu coûteux, par exemple pour le ciselage de la pierre, afin de les motiver.
- Demander aux stagiaires de s'entraîner avec des mortiers à faible teneur en liant lorsqu'ils ne travaillent pas sur un projet de construction/restauration réel afin de pouvoir les démonter facilement et de réemployer les matériaux.
- S'informer sur les propriétés des matériaux.
- Montrer aux stagiaires comment reconnaître la bonne qualité d'une matière première (pierre, chaux, sable, etc.).
- Consulter la fiche technique et la fiche de données de sécurité des matériaux des produits de construction pour savoir comment les stocker/entretenir/manipuler correctement.
- En cas de travail avec des matériaux locaux non certifiés, s'assurer qu'il n'y a aucun problème de sécurité pour les stagiaires et les participant·e·s, tests de laboratoire pertinents à l'appui.
- Organiser des conférences/présentations/démonstrations/vidéos spécialisées sur les matériaux et leur utilisation/traitement historique (par exemple, l'exploitation traditionnelle des carrières de pierre).

- **Transporter et stocker les outils correctement** (par exemple, utiliser des chariots ou des boîtes à outils pour leur stockage dans de bonnes conditions)
- **Mettre l'accent sur l'enseignement de la bonne utilisation/manipulation** des outils
- **Mettre l'accent sur l'enseignement de la sécurité** relative à la manipulation correcte des outils



Meilleures pratiques

- **Présenter et enseigner d'abord aux stagiaires l'utilisation et la manipulation correctes des outils traditionnels** (burin, broyeur, marteau, coins de fendage à main, etc.), même si les stagiaires utiliseront des équipements modernes et électriques au cours de leur carrière
- **Disposer d'un espace d'exposition** présentant les avec différents matériaux de construction avec lesquels les stagiaires pourront se familiariser



Liste de contrôle avant le début d'une formation

- Est-ce que je connais bien le matériel que je vais utiliser dans ma prochaine formation ? Si ce n'est pas le cas, où est-ce que je peux trouver de bonnes explications ?
- Est-ce que j'ai inspecté les outils et le matériel à utiliser le lendemain ?
- Est-ce que tous les stagiaires ont leurs équipements de protection ?
- Est-ce que j'ai assez d'équipement pour tous mes stagiaires ?
- Est-ce que je suis conscient-e de tous les dangers et problèmes de sécurité liés au matériel que je vais utiliser ?

Légende

Compétences cognitives avancées

La formation aux compétences en matière de construction patrimoniale et moderne est un processus à long terme comportant différentes étapes d'objectifs et de difficultés d'apprentissage. Il est important pour un pédagogue de garder à l'esprit les différents niveaux d'expérience et de compétence dans son équipe de stagiaires, ainsi que d'utiliser des outils pratiques pour aider les stagiaires à acquérir les connaissances de base dont ils ont besoin.

Dans la précédente [boîte à outils sur le développement de formations inclusives à la restauration du patrimoine](#), plusieurs informations sont fournies sur la manière d'enseigner les compétences mathématiques et géométriques de base, la lecture des dessins et la compréhension de la représentation de l'espace ; des compétences essentielles pour participer à un processus de construction. En ayant les éléments ci-dessus comme prérequis, dans cette boîte à outils nous abordons la manière dont les pédagogues peuvent accompagner leurs stagiaires dans l'acquisition de compétences cognitives plus avancées.



Problèmes les plus courants

- La plupart des débutant-e-s n'ont pas une perception de l'aspect final de l'ouvrage dans l'espace ; par conséquent, ils ont du mal à comprendre les étapes de construction qui en résultent.
- Les stagiaires ne perçoivent pas toujours à quel point il est important de prêter attention aux détails de la construction ou à la précision des mesures.
- Les stagiaires ont besoin de temps pour s'exercer, ce qui n'est pas toujours possible, en particulier lorsque le processus de formation est combiné à un projet de construction réel.



Légende



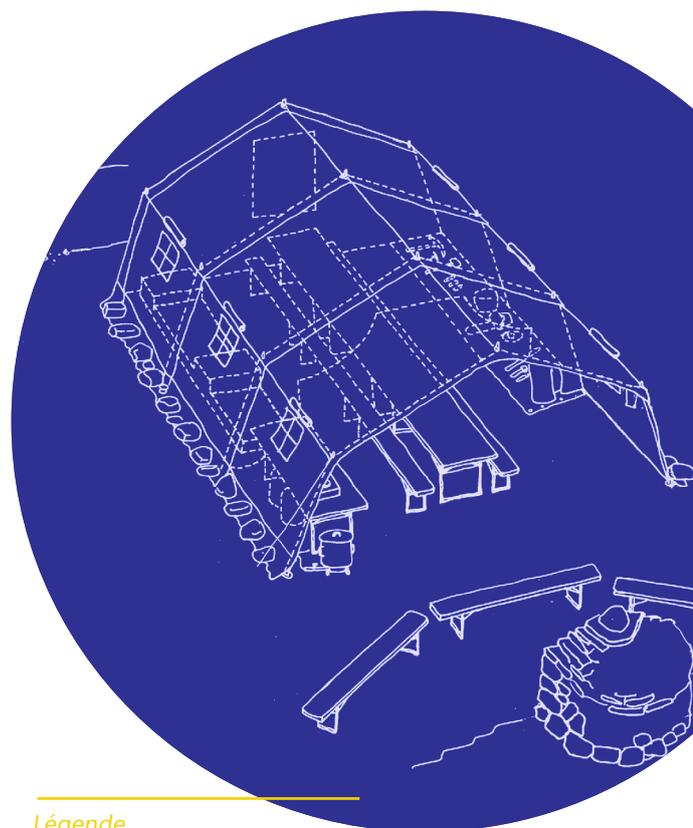
Solutions / bonnes pratiques

- Utiliser les informations pertinentes de la boîte à outils sur les développements de formations inclusives à la restauration du patrimoine sur les compétences cognitives de base et faire en sorte que les stagiaires s'exercent sur les mesures, le nivellement des surfaces et la lecture des dessins.
- Utiliser des croquis axonométriques pour illustrer une structure, car ils sont assez visuels et facilement compréhensibles. C'est l'occasion pour les maçons et les architectes de collaborer pendant la formation et de présenter les différents angles de vue ainsi que l'importance des représentations spatiales.
- Expliquer les bases du processus et faire pratiquer aux stagiaires le croquis et le dessin libre en guise d'exercice.
- Adopter une approche à l'échelle réelle et faire visiter/documenter les stagiaires des structures/monuments similaires de la zone pour comprendre les typologies et les techniques.
- Cartographier avec les stagiaires les points difficiles d'un processus ou d'une séquence de construction. Identifier et souligner ensemble les erreurs possibles peut servir d'outil pour le processus d'apprentissage.



Meilleures pratiques

- Utiliser des maquettes, des modèles 3D ou des modèles réduits de présentation.
- Prévoir des zones de travail spécifiques pour les stagiaires, uniquement pour la pratique à petite échelle, par exemple la construction de murets en maçonnerie.



Légende

Aspects environnementaux des compétences en matière de construction du patrimoine



Légende

Le secteur de la restauration du patrimoine, par définition, est étroitement lié au développement durable. Restaurer des bâtiments historiques signifie donner une nouvelle vie à un site déjà construit, réutiliser sa structure et son matériau, tout en appliquant des techniques traditionnelles ayant un impact limité sur l'environnement par rapport aux techniques modernes. Cette section fournira des connaissances générales sur la durabilité appliquée à la restauration du patrimoine, des explications approfondies sur les matériaux et les techniques traditionnels de différentes régions européennes, ainsi que des conseils pratiques sur la mise en œuvre, la planification et l'organisation du chantier.

Durabilité et Patrimoine

Définitions et concepts

Selon les politiques de l'Union européenne en matière de patrimoine culturel, la durabilité est l'un des cinq piliers du Cadre européen d'action en faveur du patrimoine culturel, qui aborde le potentiel d'amélioration des réseaux de relations, d'augmentation de la croissance économique et de garantie de la durabilité environnementale. Pour atteindre ces objectifs, les pédagogues doivent se familiariser avec les notions de durabilité et les questions environnementales dans le domaine du patrimoine



Problème le plus fréquent

Les professionnels du patrimoine ne sont pas assez acculturés aux questions environnementales et aux pratiques écologiques, tant pour la définition du changement climatique et la manière d'y faire face que pour les concepts et la terminologie relatifs au secteur de la construction et à son empreinte environnementale.

Que doit savoir un formateur - connaissances de base en vue du secteur de la construction ?



Durabilité des bâtiments

Signifie vivre en harmonie avec l'environnement naturel, prendre en compte les aspects sociaux, environnementaux et économiques des décisions, et réduire notre empreinte en adoptant un mode de vie moins gourmand en énergie, en eau et en matériaux (selon l'ABSA ou Australian Sustainability Building Association).



Changement climatique

Il s'agit de tout changement significatif dans les mesures du climat sur une période prolongée. En d'autres termes, le changement climatique comprend les changements majeurs de température, de précipitations ou de régimes des vents, entre autres, qui se produisent sur plusieurs décennies ou plus (d'après le Glossaire des termes relatifs au changement climatique, Agence américaine pour la protection de l'environnement).



Émissions de carbone

Le rejet de CO₂ (dioxyde de carbone) lorsqu'il s'agit d'évoquer le changement climatique dans l'atmosphère.



Émissions intrinsèques

Les émissions associées à l'énergie consommée dans les processus liés à la production de matériaux et à la construction tout au long du cycle de vie d'un bâtiment ou d'une infrastructure.



Cycle de vie des matériaux de construction

Toutes les étapes d'un système de production, depuis l'obtention de la matière première ou sa production à partir de ressources naturelles jusqu'à son élimination finale.



Réutilisation des matériaux de construction

Matériaux obtenus à partir de déchets après la rénovation ou la démolition d'un bâtiment ou d'une construction, ou à partir de l'abandon et de l'effondrement d'anciens bâtiments.



Durabilité

Processus dynamique qui garantit la persistance des systèmes naturels et humains de manière équitable.



Légende

Conseils pour rendre un chantier et un projet de construction plus respectueux de l'environnement

1 Réutilisation des matériaux

→ Analyse préliminaire

Avant le début des travaux, une analyse minutieuse des matériaux présents sur le chantier permet d'identifier ceux qui pourront être récupérés. Les pierres, les moellons, les briques, etc., sont repérés en fonction de leur emplacement, de leur état et de leur potentiel de réutilisation.

→ Méthode de dépose

Lors du démarrage des chantiers, une dépose méticuleuse des matériaux récupérés est recommandée pour les préserver autant que possible et minimiser les dommages pour permettre leur réutilisation.

→ Organisation du stockage

Après leur dépose, les vieux matériaux sont triés, nettoyés, correctement stockés et protégés des intempéries. Ils doivent être classés en fonction de leur type (pierre, gravats, brique, etc.) afin de faciliter leur réutilisation future sur le chantier ou dans d'autres projets de restauration.

→ Préparation à la réutilisation

Donner la priorité à la réutilisation des anciens matériaux sur place avant d'en acheter de nouveaux. Ils peuvent être utilisés pour reconstruire des murs, des façades ou d'autres éléments architecturaux, préservant ainsi l'authenticité du bâtiment.

→ Préparation à la réutilisation

Privilégier la réutilisation des matériaux anciens sur le chantier avant l'achat de matériaux neufs. Ils peuvent être utilisés pour reconstruire des murs, des façades ou d'autres éléments architecturaux, préservant ainsi l'authenticité du bâtiment.

→ Utilisation de matériel simples et facilement disponibles

Pour le criblage, du matériel simple et facilement disponible, comme une grille ou un grillage avec des écartements de diamètres différents, ou des tamis spécialement conçus, peuvent être utilisés.

○ Utilisations possibles des gravats criblés

- *Les sables récupérés des gravats criblés peuvent être réutilisés dans la préparation des mortiers, des bétons et des joints lors des travaux de restauration.*

- *Les granulats récupérés peuvent être utilisés dans la construction de drains, le comblement de tranchées ou pour le nivellement de sols, contribuant ainsi à la réduction des déchets, de leurs transports et à une utilisation efficace des ressources.*

- *Les terres récupérées peuvent être réutilisées pour des travaux de terrassement ou pour des aménagements paysagers, offrant une alternative écologique à l'achat de terre végétale.*

- *Les pierres récupérées peuvent être utilisées pour la construction de dalles, de maçonneries ou d'autres éléments architecturaux, préservant ainsi l'aspect historique et esthétique du bâtiment.*

Légende



2 Matériaux naturels et durables

→ Utilisation de matériaux naturels et bruts

Privilégier l'utilisation de matériaux naturels et non mélangés tels que la chaux, les sables et les ocres naturels. Ces matériaux préservent l'environnement car moins polluants que les matériaux industriels mélangés et assurent la durabilité des ouvrages. Le mélange de plusieurs matériaux bruts naturels sur le chantier est en cohérence avec la préservation des techniques traditionnelles constructions.

→ Réduction des matériaux polluants

Réduire au maximum l'achat de produits plastiques et synthétiques, qui ont un impact négatif sur l'environnement et la santé humaine. Opter plutôt pour des alternatives respectueuses de l'environnement.

→ Isolation des murs

Une technique courante d'isolation des murs consiste à utiliser un enduit chaux/chanvre ou un enduit chaux/riz, offrant une isolation thermique efficace et une régulation de l'humidité.

→ Isolation des sols

Pour l'isolation des sols, le béton de chaux avec des billes d'argile ou de la pouzzolane peut être utilisé, offrant une isolation thermique et acoustique respectueuse de l'environnement. Ces bétons permettent également de réguler l'humidité dans les pièces.

→ Étanchéité

Pour l'étanchéité, privilégier l'utilisation de produits naturels. Une chappe d'étanchéité peut par exemple être réalisée en béton de chaux et de brique pillée, offrant une bonne résistance à l'eau tout en étant respirant. Le concept d'étanchéité est le même que celui d'une tuile en terre cuite.



Légende

3 Économie et récupération de l'eau

→ Récupération d'eau de pluie

Les eaux de pluie provenant des toitures, des puits ou du ruissellement peuvent être récupérées. Elles peuvent être utilisées pour le nettoyage sur le chantier et les mélanges de mortier, contribuant ainsi à une utilisation efficace des ressources en eau locales.

→ Réservoir de décantation pour l'eau de nettoyage

L'installation d'un bac de décantation permet de filtrer les eaux de nettoyage utilisées sur le chantier. Après leur passage dans les bacs, ces eaux peuvent être réutilisées, réduisant ainsi la consommation d'eau douce.

→ Toilettes sèches sur les chantiers

L'utilisation de toilettes sèches permet de réduire considérablement la consommation d'eau sur le chantier, permettant une économie d'environ 9 litres d'eau par personne et par utilisation.

4 **Achat et fourniture de matériaux**

- **Réutilisation des matériaux**
Privilégier l'achat de matériaux issus de démolition ou de dépose, tels que des pierres, des briques ou du bois, pour les chantiers de restauration. Cela donne une seconde vie à des éléments existants.
- **Réutilisation des équipements et des fournitures**
Considérer l'achat des équipements et du matériel provenant de dépose de bâtiments de la région, comme du bardage, des équipements sanitaires, des équipements électriques ou encore des radiateurs. Cette approche en circuit local réduit la demande de nouveaux produits, favorise la réduction des déchets et l'empreinte carbone liée aux transports.
- **La réparation du matériel**
Privilégiez la réparation du matériel plutôt que de le remplacer, lorsque cela est possible. La réparation contribue à la réduction des déchets et de l'impact environnemental lié à la production de nouveaux équipements. Par ailleurs, le matériel électroportatif de chantier est souvent composé d'un assemblage de matériaux différents ce qui le rend difficile à recycler.

5 **Réutilisation et adaptation des matériaux à des fins pédagogiques**

- **Mortier**
Réalisez des mortiers appauvris en chaux pour faciliter le démontage des maquettes pédagogiques, favorisant ainsi l'apprentissage des techniques de mise en œuvre.
- **Gravats**
Les gravats issus de la formation, une fois criblés et tamisés peuvent fournir les matériaux nécessaires à la création de nouveaux mortiers de formation. Cela valorise les matériaux de démolition et offre une expérience pratique et durable lors des formations.
- **Pierres et briques**
Démonter, nettoyer et réutiliser les briques et les pierres sur les chantiers de restauration, afin d'enrichir l'expérience pédagogique et de donner une seconde vie à ces matériaux.
- **Coffrage**
Après la réalisation de coffre pour de la formation, il est possible de démonter minutieusement les coffrages pour réutiliser le bois. Les clous des coffrages eux peuvent être décloués et remis en forme pour une réutilisation ultérieure. Cette pratique réduit les déchets et enseigne des méthodes respectueuses de l'environnement.

6 **Conseils pour développer une culture écologique sur le chantier**

- **Tri et recyclage obligatoires des déchets** ; conserver des poubelles séparées et promouvoir les informations afférentes au sein des équipes
- **Disposer de cendriers** partout et assurer la collecte régulière des mégots



Légende

- **Réduisez autant que possible l'utilisation de bouteilles et de gobelets en plastique.** Si possible, fournissez aux participants des bouteilles rechargeables et indiquez-leur les points d'eau autour du site.
- Si de la nourriture est fournie sur place, **assurez-vous également de proposer des options végétariennes ou végétaliennes.** En tenant compte de l'origine et de l'arrière-plan culturel de vos participants, c'est également un bon moyen d'éviter d'éventuels problèmes liés à des régimes restrictifs (viande de porc, par exemple).

Aspects environnementaux des techniques et matériaux de construction traditionnels - Quelques exemples

La technique de la pierre sèche, la terre, la chaux et les matériaux fibreux naturels, utilisés pour la construction depuis la préhistoire, sont aujourd'hui à l'épicentre de la plupart des discussions sur la durabilité de l'architecture, qui sont liées de manière significative à l'utilisation de matériaux et de pratiques à moindre intensité de carbone et d'énergie. Ci-dessous, quelques brèves informations sont présentées en mettant l'accent sur leurs avantages pour l'environnement.

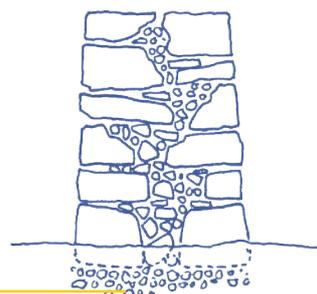
1 Technique de la pierre sèche

Les structures en pierre sèche sont probablement les structures les plus anciennes qui existent depuis des millénaires, et sont particulièrement liées à la gestion du paysage et aux pratiques agricoles.

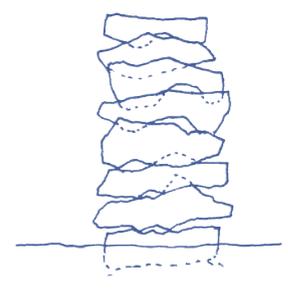
La technique est basée uniquement sur l'utilisation de pierres sans aucun matériau de jointage et repose sur le traitement approprié des matières premières et leur stabilisation adéquate au cours du processus de construction. Aussi, elle est intrinsèquement liée au type de pierre disponible, ce qui définira en fin de compte l'esthétique et la fonctionnalité de la structure. **Les principaux avantages de cette technique pour l'environnement sont les suivants :**

- Il s'agit d'une technique **peu coûteuse et peu énergivore** qui tire parti des matériaux locaux.
- Une fois abandonnées ou tombées en désuétude, les structures **ne laissent pas de déchets nocifs**, et s'intègrent parfaitement à leur environnement.
- Il existe de nombreux exemples d'infrastructures traditionnelles en pierre sèche liées à la gestion de l'eau, à l'enrichissement des aquifères et à l'atténuation des effets du changement climatique, tels que l'érosion des sols et les glissements de terrain.
- Elles **créent des écosystèmes et des microclimats appropriés**, offrant une niche naturelle à la biodiversité locale.

DUPLICA



UNJULA



Légende

2 Terre

Il existe de nombreuses façons d'utiliser les produits de construction en argile, comme les techniques de pisé, les blocs de terre comprimée, le torchis, la maçonnerie d'adobe, les enduits d'argile, etc. Chaque catégorie présente des caractéristiques, des propriétés et des besoins différents en matière d'application et d'entretien, ainsi qu'une empreinte environnementale différente. Il faut garder à l'esprit qu'il existe diverses compositions de terre, avec des teneurs en argile et des types d'argile variables qui détermineront l'aptitude finale à la construction, en fonction également de la technique et de l'application. De même, il est nécessaire de procéder à des analyses et à des essais scientifiques avant d'utiliser un matériau en terre dans un projet de construction réel, afin d'évaluer sa qualité et ses performances, ainsi que les questions liées à l'hygiène.

Dans toute l'Europe et la Méditerranée, différentes techniques ont été développées en fonction des divers gisements géologiques, des différentes conditions climatiques, des besoins architecturaux et des technologies.

Il existe cependant des approches générales sur les avantages environnementaux des matériaux à base d'argile qu'un pédagogue en restauration du patrimoine et en architecture écologique devrait garder à l'esprit :

- La terre peut provenir de sources locales et, selon le produit de construction final, pourra ne subir qu'une transformation minimale, limitant ainsi l'impact environnemental (c'est le cas des briques de terre crue non stabilisées).
- Elle ne contient aucun composé organique volatil et crée une qualité d'air intérieur globalement plus saine grâce à ses propriétés d'absorption de l'humidité.
- Les matériaux de construction en terre se caractérisent par de bonnes propriétés d'isolation thermique et phonique, réduisant ainsi les besoins énergétiques d'un bâtiment liés au chauffage/ climatisation.
- Une quantité importante de sols d'excavation peut être réutilisée après une évaluation appropriée et un traitement minimal ; les déchets d'excavation qui finissent dans les décharges peuvent être revalorisés en tant que matériaux de construction.
- Les matériaux et les structures en terre, une fois abandonnés ou devenus inutilisables, se désintègrent et se refondent tout simplement dans leur environnement. Tous les matériaux terrestres peuvent être récupérés et retournés à la terre sans aucune action, étant des matériaux en amont de cycle (modèle « cradle to cradle »).



Légende

3 Chaux

Il existe deux grandes catégories de liants calcaires utilisés en architecture, en fonction de l'origine géologique et de la pureté du calcaire :

- **La chaux aérienne calcique**, qui est produite par la calcination de calcaires à haute teneur en calcite et qui durcit au contact du CO_2 de l'atmosphère. La chaux vive est produite après la combustion du calcaire et réagit avec l'eau (éteinte) pour former de l'hydroxyde de calcium $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$, connu sous le nom de chaux hydratée (HL). La chaux hydratée est généralement disponible sous la forme d'une fine poudre sèche. Elle peut également se présenter sous la forme d'une pâte épaisse, appelée chaux en pâte, ou d'une suspension liquide, appelée lait de chaux. Historiquement, la chaux en pâte était largement utilisée comme liant dans de nombreux bâtiments historiques en Europe et dans la région méditerranéenne.
- **La chaux hydraulique** est produite par la calcination de calcaires riches en impuretés de silice, donnant des composés calcium/silice. Lorsque la chaux vive est transformée en chaux hydratée, après avoir réagi avec de l'eau, ces composés font partie du produit, le reste étant de l'hydroxyde de calcium. Les composés calcium/silice sont capables d'une réaction cimentaire avec l'eau, de sorte que lorsque la chaux est utilisée dans le mortier, celui-ci prend et durcit « hydrauliquement », c'est-à-dire par réaction avec l'eau. Le reste de la chaux hydratée durcit lentement par réaction avec le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère. Ce type de chaux confère au matériau de construction final des propriétés de résistance à l'eau avancées.

Différentes applications des produits de construction à base de chaux peuvent être observées dans les structures historiques ; les enduits, les mortiers de liaison, le béton et les applications spéciales telles que les peintures murales et les éléments décoratifs ont été utilisés dans des structures durables dans le monde entier. Aujourd'hui, en Europe, tous les types de chaux utilisés dans le secteur de la construction sont certifiés conformément à la norme EN459, qui décrit les différents types de produits disponibles dans le commerce et leurs spécifications pour le contrôle de la qualité et l'application correcte. Voici quelques avantages environnementaux de l'utilisation de la chaux, en particulier celle qui durcit à l'air :

- **Elles sont perméables à la vapeur** et permettent aux bâtiments de respirer, ce qui réduit le risque d'humidité piégée et les dommages qui en résultent pour la composition de l'immeuble, tout en améliorant la qualité de l'air à l'intérieur.
- La chaux **moins d'énergie intrinsèque** que le ciment Portland ordinaire.
- **La chaux libre absorbe le dioxyde de carbone** dans le processus de carbonation. Le cycle de la chaux illustre, outre le processus de production du liant et sa mise en place dans la construction, cette propriété de réduction de la teneur finale en CO_2 .
- **Il est possible de produire de la chaux à petite échelle.** Il existe des cas en Europe où la production traditionnelle de chaux a repris, ce qui permet de sauvegarder un savoir-faire artisanal historique dans le traitement des matières premières.

- Les propriétés de liaison souple de la chaux aérienne **permettent la réutilisation complète d'autres matériaux**, tels que le sable et le gravier.
- De petites quantités de chaux **peuvent protéger et être combinées avec des matériaux à très faible consommation d'énergie**, tels que les produits de construction en terre et les ballots de paille.

4 Matériaux fibreux naturels

Depuis l'Antiquité, des matières fibreuses naturelles ont été ajoutées à différents mélanges pour améliorer les propriétés des matériaux de construction ou dans des applications autonomes. Jusqu'au milieu du 19e siècle, presque tous les bâtiments étaient construits en matériaux naturels, principalement en bois, mais aussi en diverses fibres naturelles. Diverses matières premières telles que la laine, le poil de chèvre, le coton, le chanvre, la paille, les roseaux (bambou, canne, totora), le sisal, le kenaf, le jute, le lin, le kapok, la fibre de coco et d'autres ont été utilisées dans le monde entier dans des applications polyvalentes, en fonction de la disponibilité locale et des conditions culturelles. Aujourd'hui, elles offrent un grand potentiel pour l'architecture et le design. Les principaux avantages environnementaux associés à ces matériaux sont les suivants :

- **Ils poussent rapidement et sont disponibles localement et en grandes quantités** (déchets agricoles)
- Ils peuvent être utilisés **à partir de déchets agricoles** (recyclabilité) et permettent donc de réduire les déchets mis en décharge



Légende

- **Ils sont peu coûteux, légers et renouvelables**
- Ils ont **la capacité d'absorber le CO₂** (faible impact environnemental) de l'atmosphère pendant leur croissance
- Ils offrent une **surface esthétique attrayante et des applications polyvalentes**
- Ils possèdent de **multiples propriétés physiques et mécaniques fonctionnelles**, par exemple, pour l'isolation thermique, les applications acoustiques, le comportement hydrique et les composites renforcés par des fibres (meilleure résistance, réduction du affaissement et de la formation de fissures)
- Ils sont faciles à manipuler/utiliser et **n'ont que peu ou pas d'impact sur la santé des utilisateurs**
- Ils sont **biodégradables** (à la fin de leur cycle de vie) et **ne produisent pas de toxines ou d'autres polluants**.

Aspects environnementaux des techniques de construction traditionnelles

1 Exemple de l'archipel de Santorin

Dans les terres volcaniques de l'archipel de Santorin, la plupart des sentiers pavés étaient reliés à des infrastructures de collecte de l'eau, des citernes, traditionnellement imperméabilisées avec de la chaux et un mélange de pouzzolane naturelle locale (terre de Théra). Les habitants utilisent indifféremment les termes de « route » et de « rivière » pour désigner le sentier, car il fonctionnait comme le lit d'une rivière avec le flux saisonnier des ruisseaux, qui canalisait l'eau vers les citernes.

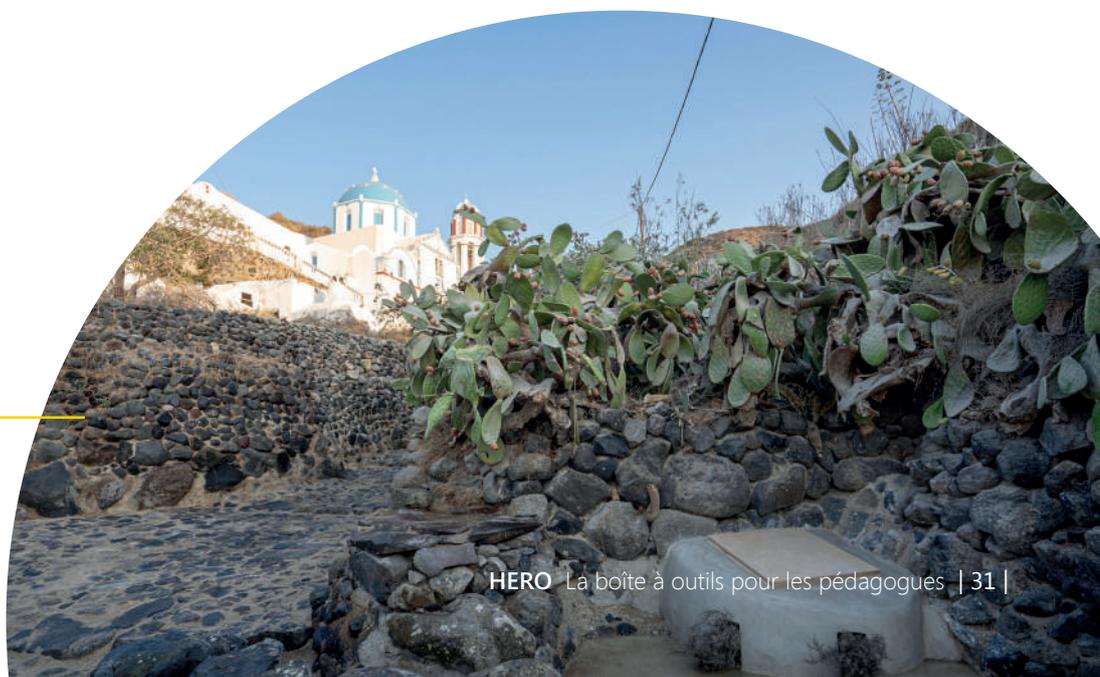
Un projet de restauration qui a eu lieu dans le village troglodyte d'Agriia en 2021 visait à rétablir la fonctionnalité entre les pavés et les citernes pour la gestion de l'eau, contribuant à la recherche sur la façon dont les solutions traditionnelles peuvent aider à faire face à la pénurie d'eau.

2 L'exemple de l'île de Paros

La technique des micro-barrages constitue une pratique traditionnelle de gestion de l'eau, mise en œuvre dans les cours d'eau et les lits des rivières. Leurs valeurs sont multiples :

- Ils **réduisent la pente du lit du cours d'eau** et de **petites quantités d'eau sont recueillies** à des fins d'irrigation
- Ils **enrichissent l'aquifère** en réduisant la vitesse d'écoulement de l'eau et en retenant une partie de celle-ci, ce qui augmente sa pénétration dans le sol.
- En période de fortes précipitations, elles **elles retiennent des quantités importantes d'eau et de sédiments**, réduisant ainsi le risque d'inondation des agglomérations généralement situées dans les zones côtières à l'extrémité des cours d'eau
- Ce sont des **points chauds pour la biodiversité** : les réservoirs d'eau à faible profondeur qu'ils créent constituent de petites oasis pour les écosystèmes insulaires arides, en particulier pendant les périodes de sécheresse.

Légende



3

Infrastructures traditionnelles de gestion de l'eau dans les zones karstiques de Croatie

La zone karstique du territoire croate représente environ la moitié du pays et est particulièrement importante dans les Alpes dinariques, ainsi que dans les zones côtières et les îles. Elle est formée par la dissolution de pierres solubles telles que la pierre calcaire, la dolomie et le gypse. Les creux et les fissures sont les principales caractéristiques des pierres de la géologie karstique. Cela conduit à la formation de systèmes de drainage souterrains avec des dolines et des grottes. La circulation constante de l'eau dans les deux sens crée une diversité d'habitats à la surface et sous terre, assurant des conditions de vie à de nombreuses espèces différentes, y compris des espèces rares, menacées et endémiques.

Cependant, le climat méditerranéen des régions karstiques de Croatie est caractérisé par des sécheresses estivales. En outre, la rétention d'eau en surface sur le karst est rare et instable. La pierre calcaire est soluble dans l'eau et, par conséquent, poreuse et pleine de fissures. Tous ces facteurs sont à l'origine de la pénurie d'eau dans les régions karstiques. Tout au long de l'histoire, les hommes ont trouvé des moyens de gérer les systèmes d'eau pour l'agriculture et l'élevage.

En conséquence, dans les endroits où l'eau est déjà présente dans une certaine mesure en raison de la morphologie du relief et des types de sol qui ralentissent le ruissellement et l'enfoncement de l'eau, les gens ont aménagé des étangs et des puits - des installations pour la rétention et l'utilisation de l'eau. Alors que les étangs sont plus larges et moins profonds, et accessibles directement



Légende

aux hommes et aux animaux, les puits sont plus profonds et ont une surface plus réduite, et l'eau en est extraite.

Les étangs sont souvent (mais pas nécessairement) entourés d'un anneau de pierres sèches, parfois même de plusieurs. Il est souvent construit comme un mur de soutènement, avec une face orientée vers le bas et d'autres enterrées dans le champ. Le mur de soutènement permet de surmonter la différence de hauteur de l'étang dans l'environnement, mais il a également pour fonction d'empêcher l'érosion du sol environnant dans la flaque, ainsi que de purifier les torrents de captage des débris, du limon et de l'impureté.

Les puits sont des excavations plus profondes, pour lesquelles il est nécessaire de construire un mur afin que l'excavation ne s'effondre pas. Le mur de soutènement du puits est généralement vertical, car il suit la paroi de l'excavation. Il est construit de manière circulaire et les pierres sont grossièrement taillées pour les rendre plus régulières, ce qui facilite également la collecte de l'eau. De cette façon, il est plus facile de remplir la couche de fond et les joints avec de l'argile, de façon à réduire l'accumulation de saletés et de débris dans le puits grâce à des joints plus serrés.

4

Still Water Revival

Un exemple réussi de restauration et de conservation des écosystèmes d'eau stagnante des montagnes karstiques méditerranéennes via des techniques en pierre sèche

Le projet Still Water Revival est mené par l'association BIOM, en partenariat avec l'association 4 grada Dragodid et plusieurs parcs naturels et institutions croates.

Les écosystèmes d'eau douce créés par la main de l'homme ont servi à l'approvisionnement en eau des populations et de leur bétail, ainsi qu'à l'abreuvement des animaux sauvages, et constituent des lieux riches en biodiversité. Les montagnes karstiques ont été utilisées pour le pâturage pendant des siècles, mais au cours des dernières décennies, il y a eu une forte diminution du nombre d'habitants, ainsi qu'une perte d'infrastructures agricoles (étangs naturels et artificiels, murs de pierres sèches et autres installations utilisées dans l'élevage). L'objectif du projet est de restaurer les écosystèmes d'eau douce dans les montagnes karstiques croates pour soutenir la préservation de la biodiversité, mais aussi de promouvoir les activités humaines dans ces zones.



Légende

L'efficacité énergétique sur un chantier de restauration du patrimoine

La restauration et la rénovation sont des termes souvent confondus ; alors que la rénovation vise à remettre un bâtiment dans un état neuf, la restauration vise à le ramener à son état d'origine, ce qui nécessite la réutilisation de matériaux et de techniques anciens.

Préserver le passé, protéger l'avenir

La restauration et la préservation des bâtiments et sites historiques représentent une tâche complexe qui nécessite non seulement une expertise technique, mais aussi une attention particulière à l'efficacité énergétique du bâtiment lui-même et aux méthodes utilisées pendant les travaux. Dans ce contexte, les travaux de restauration sont soumis à des contraintes administratives et à des directives rigoureuses afin de préserver l'esthétique et les matériaux d'origine. Les méthodes de construction traditionnelles permettent l'utilisation de matériaux durables et écologiques tels que la pierre, le chanvre, les briques en terre cuite et la chaux, permettant d'améliorer également l'efficacité thermique et énergétique des bâtiments historiques.

1 Concept et terminologie de l'efficacité énergétique dans la restauration du patrimoine

L'efficacité énergétique dans la restauration du patrimoine implique l'adoption de stratégies et de techniques qui réduisent la consommation d'énergie tout en préservant l'intégrité et la valeur historique du bâtiment. Cela comprend l'application de méthodes d'isolation efficaces, l'utilisation de matériaux résistants et durables et la mise en place de systèmes de chauffage, de ventilation et d'éclairage respectueux de l'environnement.

2 Améliorer l'efficacité énergétique grâce à l'isolation

L'isolation joue un rôle clé dans l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments historiques. En utilisant des techniques d'isolation appropriées telles que la laine de mouton, la fibre de bois ou la chaux/chanvre, il est possible de réduire les pertes de chaleur et d'améliorer le confort thermique et acoustique à l'intérieur des bâtiments.



Légende

3 **Avantages des méthodes de construction traditionnelles**

Les méthodes de construction traditionnelles employées dans la restauration du patrimoine offrent souvent une meilleure efficacité énergétique que les méthodes modernes. Les bâtiments historiques construits avec des matériaux naturels tels que la pierre, la terre ou le bois ont une meilleure régulation thermique, ce qui réduit les besoins en chauffage et en climatisation. En outre, ces matériaux sont plus résistants et nécessitent moins d'entretien et des remplacements moins fréquents. La transmission des techniques traditionnelles de restauration est d'autant plus pertinente qu'elle fait appel à des outils manuels, évitant l'emploi de machines électriques dont la fabrication, l'utilisation et le recyclage requièrent une quantité importante d'énergie.

La restauration du patrimoine offre une occasion unique d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments tout en préservant leur valeur historique. En combinant des stratégies d'efficacité énergétique telles que l'utilisation de matériaux d'isolation appropriés et d'origine locale, l'approvisionnement, le recyclage et la réutilisation des matériaux avec l'utilisation d'outils manuels, les professionnel-le-s de la restauration peuvent préserver le passé tout en protégeant l'avenir. Cette approche holistique garantit que les bâtiments historiques continuent à mettre en valeur notre patrimoine culturel tout en répondant aux exigences d'un monde moderne orienté sur la durabilité.



Légende

— CONCLUSION

Rendre l'industrie de la construction et de la restauration plus inclusive et durable est un véritable défi, mais aussi une excellente opportunité d'innover et d'explorer de nouvelles approches. Des progrès peuvent être réalisés à chaque étape du processus de construction et de restauration (conception, planification, organisation, exécution, exploitation, etc.), mais aussi à chaque individu impliqué (architectes, ingénieurs, responsables de chantier, chefs d'équipe, formateurs techniques, etc.).

Les sites historiques se prêtent particulièrement à l'innovation dans ce secteur : ils combinent des caractéristiques durables intrinsèquement liées aux techniques traditionnelles utilisées dans leur construction et réutilisées pour leur restauration, tout en restant une plateforme éducative prestigieuse et attrayante pour les personnes vulnérables à la recherche d'opportunités professionnelles.

Les défis sociétaux liés à la crise climatique et au contexte socio-économique européen rendent ces évolutions nécessaires. Les politiques initiées par la Commission européenne, telles que le Green Deal et le New European Bauhaus, fournissent un cadre intéressant pour permettre aux acteurs de ce secteur de relever ces défis et de proposer des solutions.

Nous espérons que cette boîte à outils donnera au lecteur une meilleure compréhension des défis du secteur et fournira des informations clés pour les relever. Le contenu n'est pas exhaustif, mais il a le mérite de compiler l'expertise et les meilleures pratiques du terrain qui peuvent être facilement mises en œuvre. La boîte à outils ne constitue pas non plus un ensemble d'instructions rigides, mais plutôt une gamme de solutions dont les professionnels peuvent s'inspirer pour s'adapter aux spécificités de leurs projets et de leur public.



ANNEXES

Bibliographie et autres supports pédagogiques



[Vidéo sur la réutilisation des matériaux](#)

[Un site web de l'UE pour faciliter la réutilisation des matériaux dans les projets de construction et de rénovation](#)

Documents et politiques pertinents de l'UE pour l'inclusion et la durabilité dans le contexte du patrimoine

[New European Bauhaus](#)

[Putting Europe's shared heritage at the heart of the European Green Deal](#)

[European Competence Framework](#)

[Climate Heritage Network](#)

[Rempart white paper on ecological aspects and heritage](#)

Général

[UNESCO World Heritage Sites | Art of dry stone walling, knowledge and techniques](#)

[Convegno SNAPS 2022 - The Art of Dry Stone Walling - Before&After, Greece, Ioulia K Papaeftychiou](#)

[Convegno SNAPS 2022 - The Art of Dry Stone walling - Past, future - 'Ada Acovitsioti-Hameau \(SPS\)](#)

[Safety](#)

Projets européens

[Charter alliance](#)

[Heritage pro](#)

[Culture labs](#)

[BIØN](#)



Légende

Annexe 1 - Grille d'auto-évaluation du formateur

	Cette affirmation est	Vraie	Partiellement vraie	Partiellement fausse	Fausse
Attendu vs réalisé	Il n'y a pas de différence entre ce qui était attendu et ce qui a été réalisé. Il n'y a pas d'erreurs ou d'omissions. L'ensemble du processus a été respecté et mené à bien.				
Cohésion du groupe vs dispersion	La cohésion du groupe était excellente, l'atmosphère était caractérisée par le soutien mutuel et la coopération, et aucun-e stagiaire n'a été exclu-e. Il n'y a pas eu de conflit ou de remarques négatives entre les stagiaires.				
Explications claires et compréhensibles	Les explications étaient claires. Tous les stagiaires ont compris ce qu'on attendait d'eux-elles. Les résultats, les réalisations et les réponses données par le pédagogue montrent que tout a été compris.				
Implication des stagiaires	Les stagiaires ont fait preuve d'une participation active et d'intérêt en posant des questions et en demandant des explications supplémentaires. Ils-elles ont pris des notes et exprimé des impressions critiques.				
Difficultés matérielles	Le matériel n'a posé aucun problème, tout a bien fonctionné du premier coup. Les conditions matérielles n'ont pas eu d'impact négatif sur la pédagogie.				
Oubli	Le pédagogue a dit tout ce qu'il devait dire, il n'y a pas eu d'omission. Tout le travail de préparation, les notes et les documents d'appui étaient pertinents.				
Gestion du groupe	Il n'y a pas eu de conversation excessive qui pourrait montrer un manque d'intérêt ou de pertinence de l'activité, un faible niveau de préparation ou un format de formation non adapté. Les stagiaires perturbateurs ont été gérés efficacement et leurs comportements individuels n'ont pas eu d'impact négatif sur le déroulement de la formation.				
Pertinence des activités	Les activités pédagogiques ont été bien conçues et étaient adaptées et pertinentes pour les stagiaires. Les stagiaires ont accepté les activités proposées. Les activités ont été mises en œuvre sans problème et ont atteint l'objectif pédagogique.				
État d'esprit des stagiaires	Le rythme, la quantité d'informations nouvelles, la progressivité, les horaires et les pauses ont été adaptés aux besoins du groupe.				
Matériel pédagogique	Le matériel pédagogique a été fourni au bon moment. Il a été utile et bien assimilé. Aucun matériel n'a été « oublié » par un stagiaire après l'activité.				

Annexe 2 - Élaboration d'un cadre méthodologique

Fixer des objectifs d'apprentissage

Les objectifs peuvent avoir des temporalités différentes, allant d'une heure à une journée, une semaine, un mois ou la durée de la formation. Chaque objectif doit être choisi en fonction de l'alignement pédagogique.

Flux de travail

- ① **Clarification**
Quels résultats d'apprentissage voulons-nous évaluer ?

- ② **Observation**
Comment obtenir des preuves d'apprentissage ?

- ③ **Interprétation**
Comment analyser les preuves d'apprentissage ?

Évaluer la réalisation des objectifs d'apprentissage

Ce processus exige du pédagogue qu'il suive certaines étapes.

Avant de créer la grille d'analyse

Expliciter les objectifs d'apprentissage et leur poids respectif

- ① **Étape 1**
Identifier et décrire avec précision les dimensions et critères d'évaluation

- ② **Step 2**
Lister les indicateurs de performance et de réalisation

- ③ **Étape 3**
Établir l'échelle d'évaluation

- ④ **Étape 4**
Commenter et faire des observations
