

**Journées techniques
Jeudi 6 et vendredi 7 février 2025**

***Matériaux durables au cœur du chantier Monument historique :
Anticiper, réemployer et recycler***

Auditorium de la Médiathèque du patrimoine et de la photographie
(Charenton-le-Pont)

En coopération entre

ICOMOS France

Compagnie des architectes en chef des monuments historiques

Laboratoire de recherche des monuments historiques

Sous-direction des monuments historiques et des sites patrimoniaux (DGPA)

Ces journées techniques ont pour objectif de traiter, sous leurs aspects, historiques, techniques, administratifs, juridiques, normatifs, assurantiels et incitatifs, plusieurs problématiques à l'œuvre dans les chantiers monuments historiques :

- carence et raréfaction des matériaux traditionnels et naturels nécessaires à la conservation et à la restauration des monuments historiques ;
- modèle économique des lieux de production des matériaux ;
- conditions de réouverture de lieux de production fermés ;
- connaissance des ressources disponibles et des caractéristiques durables de ces matériaux ;
- enjeux du réemploi des matériaux : protocoles, analyses, garanties, fiscalité... ;
- recherche de circuits courts pour une maîtrise de l'empreinte carbone des chantiers ;
- conservation et la gestion des stocks de matériaux.

La manifestation vise à réunir l'ensemble des parties prenantes du monde du patrimoine : maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, laboratoires, scientifiques, entreprises, fabricants, exploitants, associations professionnelles, administrations, assureurs, groupes d'experts de normalisation...

Comité d'organisation

ICOMOS France : Éric Pallot, Isabelle Palmi, Chloé Mirouze

Compagnie des ACMH : Riccardo Giordano

LRMH : Corinne Bélier

SDMHSP : Isabelle Chave, Judith Kagan

- <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/monuments-sites/actualites/A-la-Une/journees-techniques-materiaux-durables-au-caeur-du-chantier-monument-historique-anticiper-reemployer-et-recycler-jeudi-6-et-vendredi-7-fevri>
- <https://icomosfrance.fr/evenements/journees-techniques-materiaux-durables-au-coeur-du-chantier-monument-historique-anticiper-reemployer-et-recycler>

Dossier documentaire

Le dossier documentaire rassemble d'une part, le programme des journées techniques, les résumés et biographies des intervenants et d'autre part, les références et bibliographies compilées par les organisateurs des journées techniques ou fournies par les intervenants.

Les références ont été également enrichies avec l'aide du ministère chargé de la transition écologique (direction générale de la prévention des risques), des services de documentation du Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH), du Centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien (CREBA) et de l'Association française de normalisation (AFNOR). Ces ressources seront augmentées, à la suite des journées techniques, à l'occasion de la publication de ses actes dans les « Cahiers techniques » d'ICOMOS.

[Liens vérifiés le 2 février 2025]

Sommaire

Programme	5
Conférence d'introduction.....	5
Séance 1 Un état des lieux	6
Séance 2 Approvisionner, stocker, faire durer.....	9
Approvisionner	9
Constituer et gérer les stocks pour le chantier	11
Faire durer	14
Séance 3 Stratégie de chantiers : études de cas	17
Séance 4 Protocoles et trajectoires de réduction de l'empreinte carbone	22
Dossier documentaire.....	27
• Aspects réglementaires	27
Code de l'environnement	27
Code de la commande publique	28
Les obligations réglementaires concernant les produits et matériaux de construction du bâtiment	28
Les règles de tri des déchets.....	28
Les déchets – fiches pratiques	28
Les déchets dangereux	28
La réglementation relative à l'exploitation de carrière	29
• Aspects normatifs	30
Au niveau français.....	30
Au niveau européen.....	30
Au niveau international	30
Normes et Eurocodes relatifs aux structures.....	31
Consulter une norme	31

• Aspects assurantiels.....	32
• Ressources du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB).....	32
Projet de recherche SPIROU	32
Documents à consulter	33
• Ressources du Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA).....	33
Portail du Centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien (CREBA).....	33
Projets du CEREMA	33
• Méthodes et expérimentations - FCRBE	33
• Histoire du réemploi	35
Instruction du 26 février 1849 pour la conservation, l'entretien, et la restauration des édifices diocésains et particulièrement des cathédrales.....	35
Sélection bibliographique établie par le LRMH et les intervenants.....	35
Articles ou pages internet.....	36
• Connaissance des carrières.....	36
Répertoire des carrières de pierre de taille exploitées en 1889.....	36
Mineralinfo, Le portail français des ressources minérales non énergétiques	36
Carte de France des Carrières de France – Roches Ornementales et de Construction, exploitations actives à fin 2015	37
Economie circulaire et recyclage	38
Bases de données du BRGM	38
Schéma Régional des Carrières (SRC)	38
Lithoscope, la lithothèque du CTMNC	38
InfoTerre, un accès à l'information scientifique et technique du BRGM.....	39
Carrières, pierre et monuments historiques – bibliographie et sitographie.....	39
Bases de données pierre et monuments historiques (refonte à venir)	40
Ressources en ligne - Fonds Annie Blanc	40
La lithothèque du LRMH	41
Le cas de Notre-Dame.....	41
Construire en pierre structurale	41
• La filière bois.....	41
La grande histoire des forêts françaises	41
Reconstruction de Notre-Dame de Paris : 5 ans après l'incendie.....	41
Bibliographie Bois - Etudes de cas	41
• Bétons	42

- La tuile en Alsace 42
- RETEX par monuments historiques ou institutions..... 42
- Ecologie de l'architecture 43
- Trajectoire carbone-énergie des Monuments historiques 44
- La matériauthèque du Centre de recherche sur les monuments historiques – Médiathèque du patrimoine et de la photographie..... 45
- Sitographie..... 46

Programme

Jeudi 6 février 2025

9h15 | Ouverture des journées techniques

- Ministère de la Culture (DGPA) : Gilles DÉSIÉ dit GOSSET et Emmanuel ÉTIENNE
- ICOMOS France : Éric PALLOT

Conférence d'introduction

9h40 | Valeurs culturelles et artistiques du réemploi des matériaux

Jusqu'à la révolution industrielle, la récupération et le réemploi des matériaux de construction sont la règle, pour des raisons pratiques, économiques, mais aussi symboliques, lorsque qu'il s'agit de se réappropriier des valeurs patrimoniales. Au cours du XIX^e siècle et pendant tout le XX^e siècle, la mécanisation du domaine de la construction change la donne, jusqu'à l'émergence récente d'une nouvelle conscience du coût global des démolitions suivies par des reconstructions à neuf. A cet égard, le réemploi des matériaux participe d'un mouvement plus large de réappropriation du passé pour des usages contemporains, qu'il s'agisse de mobiliser des références culturelles, ou de transformer du bâti existant. Un tel changement de paradigme implique l'écriture d'une autre histoire de l'architecture, qui abandonne et même qui retourne l'ancienne hiérarchie, entre création neuve et autonome et simple transformation. Au-delà des impératifs écologiques, valoriser et rendre désirable l'effort de recycler passe par la mise en évidence de ses profondes racines culturelles et artistiques. A partir de l'évocation de quelques exemples anciens, modernes et actuels, cette présentation entend explorer les fondements d'une esthétique du réemploi.

Jean-Philippe GARRIC, architecte et historien de l'architecture, est professeur à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Ancien pensionnaire de la Villa Médicis, il est spécialiste des échanges entre la France et l'Italie et de l'architecture française au seuil de la période contemporaine (1770-1870). Auteurs de plusieurs travaux sur les constructions rurales et les édifices agricoles, ses recherches actuelles portent sur le thème de l'architecture et les milieux naturels.

Séance 1 | Un état des lieux

Présidée par Éric PALLOT

Eric PALLOT, est architecte en chef des monuments historiques honoraire. Ancien architecte libéral, puis architecte des bâtiments de France, il est nommé architecte en chef des monuments historiques en 1991. En 2012, il est nommé inspecteur général des monuments historiques. Enseignant à l'École de Chaillot, il a également enseigné de manière occasionnelle aux écoles du patrimoine du Liban, de la Syrie, du Cambodge et dans divers centres de formation nationaux. Plus récemment, il a fait partie du groupe de travail Ad hoc auprès de l'UNESCO pour la conservation et la mise en valeur des temples d'Angkor au Cambodge en tant qu'expert, et a été président du comité de suivi des climats de Bourgogne de 2017 à 2021. Parmi ses principaux chantiers de référence en tant qu'architecte en chef des monuments historiques, on peut citer les restaurations diverses de l'Abbaye de Brou, du Palais de Compiègne et du Musée des Beaux-Arts de Dijon. Depuis 2021, il est président d'ICOMOS France.

10h10 | Table-ronde « Cadre réglementaire et technique et perspectives »

Modérée par Éric PALLOT

- **Le point de vue du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) : « Ressources minérales locales et économie circulaire pour les chantiers des monuments historiques »**

Le BRGM participe à l'élaboration des documents structurants en France pour la politique en approvisionnement en matières minérales, à savoir les schémas régionaux des carrières. Dans ces plans sont cartographiés les gisements des différentes ressources minérales comme les minéraux industriels, les roches ornementales et les granulats. Le gisement en ressources secondaires est aussi évalué (déchets du BTP, laitiers sidérurgiques, etc.). Ces documents ont une validité d'environ 12 ans et servent d'outil de planification pour l'extension ou l'ouverture des nouvelles carrières.

La filière des chantiers de restauration des monuments historiques n'est pas exempte de la régulation en déchets du BTP. Les produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment représentent une quantité importante de déchets. Il y a donc des enjeux spécifiques, notamment sur l'amélioration du tri et la réduction des dépôts illégaux. La loi AGEC a prévu la mise en place d'une filière REP (Responsabilité Élargie du Producteur) pour gérer ces enjeux. Celle-ci est opérationnelle depuis 2023.

Enfin, il convient de s'intéresser à la définition de certains termes comme piliers de l'économie circulaire appliqués aux matériaux des monuments historiques, la définition d'un « matériau local » et aux possibilités qui s'offrent avec des techniques de traçabilité des matériaux.

Daniel MONFORT CLIMENT est ingénieur et géologue diplômé de l'UPC de Barcelone et d'un master à l'ENSG de Nancy. Il intègre le BRGM en 2008 où il commence sa carrière au service risques naturels. En 2018, il rejoint l'équipe matériaux et recyclage et participe au schéma régional des carrières de la région PACA pour le volet ressources secondaires. Actuellement, il est coordinateur du projet européen MaDiTraCe sur la traçabilité et la certification d'origine des métaux comme le lithium et participe également au projet FutuRaM sur la taille de la mine urbaine de métaux. Il est aussi membre du projet Era-Net CREATE qui réunit des villes européennes souhaitant mettre en place des outils pour le suivi des flux des matériaux et déchets du BTP.

- **Le point de vue des exploitants de carrières : « Comment assurer durablement les fournitures de pierres naturelles françaises ? »**

Alors que la pierre naturelle est le matériau de construction bas carbone par nature, une pierre sur deux utilisée en France aujourd'hui est importée. Entre 2005 et 2020, la profession (extracteurs et transformateurs) a perdu plus de 30% de ses entreprises. Aujourd'hui, environ 500 carrières extraient les différentes pierres transformées par 640 entreprises, principalement des TPE et quelques PME ou groupes, qui emploient 6100 salariés. Si cette tendance devait se confirmer, l'approvisionnement en pierres françaises s'en trouverait gravement compromis.

Si le contexte économique des vingt dernières années a eu de l'influence (crise financière de 2008, COVID), cette situation résulte principalement de deux facteurs : d'une part, l'offre, avec une plus grande difficulté d'accès à la ressource pierre (réglementation lourde et complexe pour des petites unités, acceptation des territoires..) et d'autre part, la demande avec des clients qui se sont détournés de la pierre française pour des raisons de coût, de manque d'informations sur l'offre réelle ou en raison des doutes sur les capacités à fournir les volumes attendus dans les délais.

Pour maintenir une offre de pierres françaises pérenne et variée, le Syndicat National des Industries de Roches Ornamentales et de Construction (SNROC) propose d'appliquer aux demandes d'autorisation de carrières un principe de proportionnalité, présent dans la loi de 1976 sur la protection de l'environnement mais peu appliqué. Pour rassurer les maîtres d'ouvrage, le SNROC rappelle les lourds investissements réalisés ces dernières années par de nombreux producteurs, les démarches de reconnaissance de l'origine des pierres (indications géographiques) ainsi que le bilan avantageux de la pierre française sur les plans environnemental et socio-économique.

Vincent RAYNAUD, ingénieur des Mines d'Alès, est secrétaire général du SNROC depuis octobre 2023. Auparavant, il a travaillé pendant 25 ans pour des producteurs de granulats sur des thématiques liées à l'environnement et au développement foncier, en Île-de-France et dans le Sud-Ouest, dans une TPE et des groupes. Il a également représenté les producteurs de granulats dans des mandats syndicaux en lien avec l'environnement aux niveaux régional et national.

● **Le point de vue de l'Office national des forêts (ONF) : « La forêt publique, une source en bois durable »**

Avec près de 17 millions d'hectares en métropole, la France peut s'enorgueillir d'avoir la 4e forêt européenne. C'est une forêt en pleine expansion, dont la surface a doublé en moins de deux siècles, mais également très diversifiée avec près de 130 espèces d'arbres et plus de 70 % de feuillus. L'Office national des forêts (ONF) est un établissement public à caractère industriel et commercial sous tutelle de l'État. Il a la charge de la gestion des forêts publiques françaises, les forêts domaniales propriété de l'État mais également les forêts de collectivités. Aujourd'hui, la forêt publique représente ¼ de la forêt française. Basée sur une gestion durable multifonctionnelle des espaces, c'est une forêt qui remplit plusieurs rôles indispensables à notre société : elle protège les espèces, l'environnement et la biodiversité, elle prévient et gère les risques naturels, elle accueille tous les publics et produit la ressource bois.

Cette forêt est aujourd'hui menacée. Les effets des changements climatiques sont d'ores et déjà visibles dans tout le territoire. On observe notamment la mortalité d'arbres dues à la sécheresse, l'invasion d'insectes de faiblesse touchant entre autres les résineux de l'Est de la France, mais aussi le dépérissement d'espèces feuillues comme résineuses. Avec l'adaptation progressive des forêts, notamment dans leurs compositions, une des clés pour lutter contre le changement climatique est la valorisation optimale du matériau bois, produit renouvelable, recyclable et source de stockage durable du carbone quand il est issu d'une gestion durable des forêts.

Aymeric ALBERT, ingénieur forestier, intègre les services de l'ONF dans le Doubs comme chef du service bois en 2002. Entre 2010 et 2016, il rejoint ONF Energie, filiale spécialisée dans la production de bois énergie. Depuis 2016, il est directeur commercial bois à la Direction générale où il participe au développement de la contractualisation afin d'approvisionner la filière bois française à partir des forêts publiques françaises et de répondre aux enjeux de décarbonation de l'économie, notamment en augmentant la part du bois dans la construction. De 2021 à 2023, il a collecté des chênes en forêt publique pour la reconstruction de la charpente de Notre-Dame de Paris en étroite collaboration avec l'interprofession France Bois Forêt et l'Établissement public en charge de la restauration de l'édifice.

11h00 | Duo « Les questions assurantielles »

● **Le point de vue des assureurs des architectes : « Matériaux de réemploi : démarche et points de vigilance pour une assurabilité des matériaux de réemploi »**

Le recours aux matériaux de réemploi doit être anticipé par l'assistance à la maîtrise d'ouvrage ou l'architecte en charge du projet. Il doit notamment informer le maître de l'ouvrage des conditions dans lesquelles l'utilisation de ces matériaux est possible au regard des contraintes réglementaires et de celles imposées par les assureurs, notamment des entreprises. Le régime de la responsabilité décennale des constructeurs est, à lui seul, un facteur aggravant. Les constructeurs sont responsables des matériaux mis en œuvre dans l'ouvrage et aucune restriction ne peut être apportée à la garantie. Ainsi, même en ayant déjà vécu, un matériau réemployé doit donc pouvoir justifier d'une durabilité a

minima de 10 ans dès qu'il est réinstallé dans un ouvrage. Le risque décennal est en effet l'un des critères d'analyse incontournables quant aux types de matériaux réemployables. Cela appelle donc à la vigilance, notamment avec des éléments d'équipement tels que les radiateurs, qui deviennent poreux et fuyards, ou les tuiles en terre cuite devenues infiltrantes à cause des mauvaises conditions de stockage dans l'attente d'un réemploi (microfissuration). Les architectes, prescripteurs de matériaux de réemploi, doivent envisager un processus de contrôle et de validation des matériaux avant de s'engager dans leur mise en œuvre.

Benjamin MAILLARD est diplômé d'un master II en droit des assurances à l'Université Paris-Panthéon-Assas. Il est actuellement responsable du service des sinistres hauts risques financiers et du pilotage des pourvois en cassation à la Mutuelle des architectes français (MAF). Au sein de la direction de la stratégie juridique, il participe à la défense des métiers de la conception et à l'élaboration de stratégies pour une meilleure maîtrise des responsabilités.

● **Le point de vue des entreprises : « L'assurance des matériaux de réemploi côté entreprise »**

Les responsabilités encourues par les entreprises de travaux et leurs obligations d'assurance restent inchangées en présence de matériaux de réemploi. Les travaux intégrant ce type de matériaux sont classés d'office dans la catégorie de la Technique non courante, ce qui nécessite une extension de garantie ponctuelle, chantier par chantier, ou permanente. La disparition du fournisseur habituel de matériaux remplacé par des acteurs nouveaux modifie les responsabilités et les possibilités de recours en cas de défectuosité du produit. L'assureur sera attentif à l'étape de qualification des matériaux de réemploi.

Emmanuelle JACQUET, titulaire d'un Master 2 en droit des assurances de l'Université Paris-Panthéon-Assas, a rejoint la Société mutuelle d'assurance du bâtiment et des travaux publics (SMABTP) en 2008. Elle est actuellement responsable de la veille juridique au sein de la Direction Technique Construction.

11h45 | Sécuriser les performances pour faciliter la reconnaissance du réemploi

Le développement et la massification des pratiques de réemploi doivent répondre à plusieurs enjeux. D'une part, la soutenabilité des modèles économiques doit se consolider en vue d'une massification du réemploi. D'autre part, du point de vue assurantiel, les pratiques de réemploi nécessitent d'être encadrées, pour faire reconnaître les processus de requalification et de justification des performances des Produits-Équipements-Matériaux. Portées par un contexte politique volontariste, plusieurs initiatives sont en cours pour construire des consensus sur les modalités de justification des performances en vue d'un réemploi afin de sécuriser l'ensemble des parties prenantes et de contribuer à la massification des pratiques. Il s'agira ici de présenter les différents travaux réalisés et leurs perspectives pour simplifier la reconnaissance de l'intégration du réemploi dans nos bâtiments.

Sylvain LAURENCEAU est directeur Économie et Ressources au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Après une expérience professionnelle à Londres, il rejoint le CSTB, où il dirige aujourd'hui la direction Économie et Ressources. La direction concentre son activité sur l'analyse et l'accompagnement des solutions constructives liées à la circularité, l'analyse des modèles économiques, les dynamiques de parc et la prospective, ainsi que sur le développement de méthodes et outils pour accompagner les acteurs dans la prise en compte de ces nouvelles pratiques.

12h15 | Réemploi des matériaux de construction : qu'est-ce que le secteur de la construction peut apprendre des pratiques de conservation du patrimoine, et inversement ?

A l'appui d'une expérience de terrain et de plusieurs retours d'expérience de projets réalisés par la coopérative d'architecture Bellastock, l'objectif de cette intervention sera de montrer comment les défis (d'ordre technique, économique, assurantiel, logistique, culturel...) qui se posent actuellement au secteur de la construction pour mettre en

œuvre le réemploi peuvent être relevés en s'inspirant des pratiques de conservation du patrimoine, et réciproquement. Les projets mettront notamment en lumière les points communs suivants : les savoir-faire des entreprises pour prolonger la durée de vie des éléments de construction (démontage, nettoyage, réparation, vérification des performances, (re)mise en œuvre...), les méthodes de diagnostic et d'identification des éléments pouvant faire l'objet d'un réemploi, les méthodes de conception dont le point de départ est l'existant, et les possibilités de réinterprétation de ce dernier, l'équation économique et la couverture assurantiel.

Hugo TOPALOV est architecte et ingénieur. Il œuvre depuis 2018 au sein de la coopérative d'architecture Bellastock dans le cadre de projets de recherche, de maîtrise d'œuvre et de conseil dans le champ du réemploi des matériaux de construction. Il enseigne depuis 2020 à l'École nationale supérieure d'architecture de Paris-Belleville et depuis 2023 à l'École spéciale des travaux publics (ESTP).

Séance 2 | Approvisionner, stocker, faire durer

Présidée par Corinne BÉLIER

Corinne BÉLIER, est conservateur général du patrimoine et dirige depuis novembre 2023 le Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH), service à compétence national du ministère de la Culture. Ce service étudie les matériaux constitutifs du patrimoine, leurs altérations, les traitements en conservation-restauration, ainsi que les conditions de conservation des monuments et des œuvres ; il est organisé en neuf pôles scientifiques (Béton, Bois, Grottes ornées, Métal, Microbiologie, Peinture murale et polychromie, Pierre, Textile, Vitrail). Corinne Bélier était auparavant à la tête du musée des Monuments français et du département des Collections de la Cité de l'architecture et du patrimoine. Elle avait débuté sa carrière à la conservation régionale des monuments historiques d'Île-de-France, après une spécialisation en histoire de l'architecture du XX^e siècle. Elle est membre de la Commission nationale du patrimoine et de l'architecture.

Approvisionner

14h00 | Problématiques d'approvisionnement en pierre de taille, disponibilité des ressources et exploitabilité (ressources numériques et matériauthèques des laboratoires)

Les besoins en pierre de taille pour la restauration des monuments historiques répondent à des règles spécifiques (compatibilité, durabilité, esthétique) qui imposent un regard particulier sur l'approvisionnement.

Dans l'idéal, on utilisera la pierre d'origine encore exploitée et parfaitement compatible. Malheureusement, rares sont les cas où cela est possible. La ressource en pierre de taille est à la fois vaste et fragile. Certains gisements sont épuisés, d'autres ne sont plus accessibles car nombre de carrières ont cessé leur activité ou se sont tournées vers d'autres productions concurrentes. Pourtant, la pierre est un matériau incontournable pour la restauration des monuments. Afin de faciliter l'accès à la ressource dans le cas spécifique de la restauration du patrimoine bâti, un régime dérogatoire a d'ailleurs vu le jour en 2006, pour rendre possible la réouverture temporaire de carrières anciennes encore exploitables sur simple déclaration, sous certaines conditions. Quand cela n'est plus possible il faut recourir à des stratégies spécifiques d'approvisionnement qui vont être illustrées par quelques exemples. Ainsi pour la restauration de Notre-Dame de Paris après l'incendie de 2019 qui a nécessité un volume considérable de pierres neuves, des procédures d'approvisionnement exceptionnelles ont été mises en place pour permettre d'allier compatibilité et manque de disponibilité de la ressource. Pour la nouvelle et l'ancienne cathédrale de Marseille, ce sont des pierres d'origine lointaine qui se substituent à certaines des pierres d'origine indisponibles. Dans tous les cas, la démarche requiert des connaissances technico-scientifiques et documentaires des pierres de constructions françaises, des édifices et de l'état de la ressource disponible, connaissances qui s'appuient sur des lithothèques, des bases de données et des systèmes d'information géographique.

Lise LEROUX est géologue et docteur de l'Institut national agronomique Paris-Grignon (1995). Elle est ingénieur de recherche au pôle pierre du Laboratoire de recherche des monuments historiques depuis 2001. Son activité se focalise

sur l'identification des pierres en œuvre dans les monuments historiques, ce qui couvre tant le bâti que la sculpture. Ses recherches présentent une composante importante de terrain, avec la reconnaissance des carrières en activité et la recherche de carrières anciennes, le travail de diagnostic sur le patrimoine bâti ou des sites archéologiques.

Philippe BROMBLET est géologue, docteur de l'Université Paris 7, et ingénieur de recherche au ministère de la Culture depuis 1992. Scientifique du patrimoine spécialiste de la conservation de la pierre et du patrimoine bâti, il est responsable de l'activité pierre du Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP) depuis 2003 et a travaillé de 1992 à 2003 au pôle pierre du Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH). Il exerce des missions d'assistance scientifique et technique pour la restauration et la conservation du patrimoine et participe à des recherches sur la provenance des pierres (archéométrie), les mécanismes de leur altération, et la mise au point ou l'évaluation de nouvelles méthodes de conservation et restauration.

14h20 | Table-ronde « Les matériaux de toitures : état des lieux et regards critiques sur la situation des filières »

Modérée par Corinne BÉLIER

• Le bois de charpente et de couverture : « Préserver la ressource bois, stocker et réemployer » par Rodolphe MAUFRONT

Le bois massif de structure est un des rares produits de construction bénéficiant d'un corpus normatif lui permettant d'être réemployé en assurant une conformité aux normes et donc d'être en technique courante ce qui rend les ouvrages réalisés avec des bois massifs de réemploi assurables en décennale. Connaître les principes de ce mécanisme permet d'éviter des écueils sur les chantiers et de réemployer en toute sérénité des bois massifs de structure.

Rodolphe MAUFRONT, après 17 années passées en entreprises de charpente en tant que charpentier, technicien en bureau d'études, conducteur de travaux puis chargé d'affaires dont 10 ans en monument historique, a intégré l'Union des Métiers du Bois de la FFB en 2011 pour en devenir le responsable technique Charpente Construction bois. Outre le secrétariat du NF DTU 31.1 Charpente en bois et de la commission miroir Eurocode 5, il participe aux autres commissions DTU, mais aussi à la révision des diplômes avec l'éducation nationale ou le ministère du travail. Il représente la profession des Charpentiers au sein de la filière bois et suit les évolutions réglementaires tant sur l'incendie, que la REP bâtiment. Il suit ou initie les financements mis en place par la filière bois permettent d'engager des recherches et actions.

• L'ardoise : « État des ressources et capacités de réemploi, production, formation »

Arnaud DEBAY est directeur général des Ardoisières de Corrèze. Après une classe préparatoire, il rejoint l'École spéciale militaire de Saint-Cyr en 2004. Affecté à Brive-la-Gaillarde en Corrèze, sa carrière se concentre d'abord sur l'opérationnel avec de nombreuses opérations extérieures. Il choisit par la suite de se reconvertir en reprenant l'une des dernières ardoisières de France. Se formant auprès de l'ancien propriétaire (ardoisier de père en fils), d'universitaires et des carriers espagnols, il a pour objectif de relancer la filière ardoise en France. Il dirige les Ardoisières de Corrèze depuis mars 2022.

• La terre cuite : « Les tuiles, naturelles, historiques et modernes, réemployées depuis toujours »

La Fédération Française des Tuiles et Briques (FFTB) est une organisation professionnelle qui regroupe les acteurs de l'industrie des matériaux en terre cuite en France. Elle a pour mission de promouvoir et défendre les intérêts de ses adhérents, notamment en matière de développement durable et d'innovation. La FFTB œuvre également à la valorisation de la qualité et des performances des produits en terre cuite auprès des professionnels et du grand public. La filière regroupe 125 lignes de production pour 60 entreprises dans toute la France. Elles réalisent un chiffre d'affaires d'environ 1 milliard d'euros pour un peu plus de 4 600 emplois, 4 millions de tonnes de produits sont fabriqués chaque année. 94% des tuiles neuves utilisées en France sont fabriquées en France.

Les tuiles de terre cuite sont utilisées dans la construction depuis l'Antiquité et constituent de ce fait un élément à prendre en compte dans la restauration des bâtiments historiques. Leur importance ne se limite pas seulement à leur fonction utilitaire, mais s'étend également à leur valeur patrimoniale et esthétique. En effet, les tuiles, témoignent d'un savoir-faire local et d'une tradition architecturale propre à chaque territoire. Leur durabilité exceptionnelle, permet leur réemploi. En effet, la terre cuite, par sa composition à base de minéraux argileux et de sable transformés en céramique par la chaleur, offre une longévité remarquable : les tuiles résistent aux intempéries, tout en conservant leur couleur et leur intégrité structurelle. Ce caractère pérenne est essentiel dans le cadre de la restauration.

Esthétiquement, les tuiles de terre cuite apportent une richesse visuelle par leur variété de format et de couleurs, ainsi que leur patine, obtenue par le temps et les éléments qui sont propres à chaque territoire. Le réemploi de ces tuiles anciennes est une démarche respectueuse de l'histoire et de l'environnement, il est, en tant que de besoin, complété par le contretypage de tuiles anciennes par les fabricants qui ont su conserver les techniques de fabrication.

Le réemploi des tuiles a toujours été pratiqué, on estime aujourd'hui qu'environ 14% des tuiles posées par des couvreurs en France sont des tuiles de réemploi et 36% des couvreurs déclarent en poser. Cette tendance devrait s'amplifier du fait de politiques publiques environnementales qui encouragent l'économie circulaire. Ainsi le centre technique de matériaux naturels de construction (CTMNC) a mis au point une méthodologie de mesure des caractéristiques techniques des produits de réemploi permettant de connaître les performances de ces produits. Il a également rédigé une série de guide de réemploi des tuiles et des briques.

Isabelle DORGERET est ingénieur en chimie des matériaux (Polytech Paris Sorbonne, 1993). Elle a travaillé toute sa carrière dans les produits de construction, produits d'étanchéité bitumineux d'abord, puis dès 2002, dans la filière des tuiles et briques au Centre technique des tuiles et briques (CTTB), pour l'entreprise Terreal, puis comme directrice générale de la Fédération française des tuiles et briques et du Centre technique de matériaux naturels de construction (CTMNC) depuis 2017.

Constituer et gérer les stocks pour le chantier

15h30 | Le Centre des monuments nationaux : questions pour le réemploi des matériaux à l'échelle d'un réseau national

Le Centre des monuments nationaux (CMN) conserve et ouvre au public plus de 100 monuments répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain. Depuis 2009, il assure également la maîtrise d'ouvrage des chantiers. Plusieurs opérations d'ampleur nécessitant le remplacement de matériaux ont été conduites et aucune politique déterminée n'a jusqu'ici accompagné le traitement des matériaux déposés. Ainsi, dans sa dispersion géographique, le CMN se trouve-t-il aujourd'hui à conserver des dépôts parfois très anciens de matériaux divers, pas toujours documentés, dont la mémoire dépend d'agents, et presque toujours mal conservés. A l'heure de l'accroissement des crises environnementales, de la raréfaction de certains matériaux, du lancement d'études pour mesurer l'impact carbone des chantiers, de la prise de conscience de la nécessité d'agir en vue de l'intervention la plus juste et la plus limitée possible, il devient essentiel de se pencher sur ces dépôts impensés. Plus que des réponses, le CMN souhaite participer par la diversité de ses cas d'étude, à poser les questions nécessaires pour déterminer un protocole permettant de penser au préalable les déposes, de préciser ce qu'il est possible de faire des stockages existants d'un point de vue juridique, administratif, technique et patrimonial.

Adeline RABATÉ est diplômée d'une maîtrise d'histoire à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et d'un diplôme de muséologie de l'École du Louvre. En 2009, elle intègre l'Institut national du patrimoine en spécialité « monuments historiques et inventaire ». En tant que conservatrice des monuments historiques, puis conservatrice régionale des monuments historiques en Limousin puis en Nouvelle-Aquitaine, elle suit particulièrement les protections au titre des monuments historiques, les restaurations des édifices et des objets protégés, les questions de déontologie de la restauration, ainsi que les sujets budgétaires et d'organisation. Plusieurs années membre de la commission nationale des monuments historiques, section travaux, elle s'intéresse particulièrement aux questions de partis d'intervention. Depuis 2023, elle est directrice de la conservation des monuments et des collections au Centre des monuments

nationaux où elle met en œuvre la politique de connaissance, de conservation et de maîtrise d'ouvrage des monuments, des espaces verts et des collections dans un objectif de prise en compte des strates historiques à une échelle large.

15h50 | Les tuiles semi-artisanales en Alsace : enjeux techniques, patrimoniaux et économiques d'une fourniture menacée

Les couvertures en tuile constituent un aspect particulièrement important du patrimoine bâti en Alsace, marqué par les traditions constructives de l'aire germanique. Depuis leur essor au Moyen Âge jusqu'à leurs déclinaisons modernes, dans le cadre du mouvement de l'Heimatschutz au début du XXe siècle, les couvertures en terre cuite y ont en effet adopté des formes, des finitions et des mises en œuvre très variées qu'il est indispensable de pouvoir conserver ou reproduire dans le cadre des chantiers de restauration actuels. L'uniformisation de la production industrielle, à échelle internationale, rend toutefois de plus en plus difficile la fourniture des chantiers en matériaux adaptés à un coût raisonnable. Seulement deux fabriques semi-artisanales sont encore actives localement, l'une dans le Bas-Rhin, l'autre en Moselle. Cette intervention vise à décrire les atouts et faiblesses des outils de production disponibles, ainsi que la manière dont les entreprises, les maîtres d'œuvre et les maîtres d'ouvrage tentent d'exploiter au mieux et de pérenniser cette filière fragile.

Alexandre COJANNOT est conservateur régional des monuments historiques adjoint pour l'Alsace, au sein de la DRAC Grand Est (site de Strasbourg). Archiviste paléographe (2000), ancien pensionnaire de l'Académie de France à Rome (2000-2002) et docteur en histoire de l'architecture avec une thèse consacrée à Louis Le Vau (2011) il a rejoint la DRAC Grand Est en 2021.

Christophe BERLEMONT est responsable des agences Chanzy-Pardoux d'Illkirch et Metz et compagnon couvreur du tour de France. Il commence son apprentissage en 1981 et accomplit son tour de France de 1984 à 1992. Il obtient ainsi son diplôme de maîtrise en couverture, puis remplit la fonction de prévôt de la Maison des Compagnons de Strasbourg de 1992 à 1996. Il rejoint l'entreprise Chanzy-Pardoux (groupe Vinci) couvrant les métiers de maçonnerie-pierre de taille, charpente et couverture en 1996.

16h20 | Les grès de la cathédrale de Strasbourg

Les carrières de grès exploitées lors de la construction et des premières restaurations de la cathédrale de Strasbourg constituent l'axe de recherche d'un groupe de géologues et de la Fondation de l'Œuvre Notre-Dame. Situées sur les premiers contreforts des Vosges, à environ 20 km à l'ouest de Strasbourg, elles apparaissent dans les archives comptables de la Fondation dès la fin du XIVe siècle et au XVe siècle. La carrière de Gresswiller, acquise par l'institution au XVIe siècle, a fourni une part significative du grès destiné à la cathédrale jusqu'aux XVIIIe et XIXe siècles. Ces carrières ne sont plus exploitables aujourd'hui.

Dès la fin du XIXe siècle, les architectes ont recherché de nouvelles sources de grès adaptées à la restauration de la cathédrale. Sous l'impulsion des monuments historiques, le grès vosgien dit à « gros grains » est prescrit des années 1960 à 1990. Apprécié pour sa résistance aux polluants chimiques de l'ère industrielle, il présente toutefois des différences importantes par rapport au grès d'origine. Ses propriétés pétrophysiques et minéralogiques, son manque de finesse, ainsi que sa teinte rouge prédominante, ont conduit au retour du grès à meules en restauration.

Aujourd'hui, la Fondation de l'Œuvre Notre-Dame alimente son parc à blocs (120 m³) auprès de carriers privés en Alsace, en Moselle et en Allemagne. La sélection des blocs repose sur une analyse visuelle en carrière qui évalue l'homogénéité du bloc, la taille des grains, les lits, la teinte, les réseaux de fissure, la présence de mica et la résistance à la taille. Des analyses en laboratoire complètent cette évaluation (porosité, vitesse du son, dilatation, masse volumique, etc.). Bien que la conservation du matériau original prévale, la réduction progressive de carrières exploitées pour les besoins spécifiques des monuments historiques soulève la question de l'approvisionnement futur.

Sabine BENGEL est docteure en histoire de l'art de l'Université technique de Berlin. En 2001, elle rejoint la Fondation de l'Œuvre Notre-Dame à Strasbourg où elle est actuellement responsable des collections et cheffe de projets culturels. Elle

est l'auteure de nombreuses publications sur la cathédrale de Strasbourg et ses restaurations, dont « Bâisseurs de Cathédrales. Strasbourg. Mille ans de chantiers, Strasbourg 2014 » (co-auteur). Elle est également membre du comité de direction de la Société des Amis de la cathédrale de Strasbourg et de l'Association européenne des architectes de cathédrale et responsables d'ateliers.

Mathieu BAUD est titulaire d'un master en conservation-restauration des biens culturels de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Ancien tailleur de pierre, il est responsable de l'atelier de conservation à la Fondation de l'Œuvre Notre-Dame.

16h40 | De la prison St Joseph de Lyon à « la vie grande ouverte », amputer pour cicatriser

Construite en 1832 sous la direction du grand architecte et pédagogue Louis-Pierre Baltard, la prison St-Joseph à Lyon a retrouvé une nouvelle vie en 2015, après avoir failli disparaître purement et simplement. Les arbitrages pour la viabilité de sa reconversion a conduit à reconstruire à neuf la moitié des bâtiments – non protégés – mais ce sacrifice a été mis à profit pour récupérer les matériaux issus de la démolition et les mettre au service de la restauration des parties conservées, dans une démarche à la fois responsable et économique. 300m³ de pierre de taille et 180m² de grilles forgées ont ainsi été recyclées, assurant 90% de la fourniture en matériaux similaires pour le chantier, et garantissant un résultat qualitatif.

Frédéric DIDIER est architecte en chef des monuments historiques depuis 1987. Il est actuellement en charge des départements de la Vienne et de l'Yonne, ainsi que du château et de la ville de Versailles, après avoir été en poste en Côte-d'Or, dans les Deux-Sèvres et en Saône-et-Loire. Il est également inspecteur général des monuments historiques, en charge des Hauts-de-France et de la Normandie, responsable de champ pédagogique et enseignant à l'École de Chaillot. Engagé dans la vie associative au service du patrimoine, il est vice-président des VMF, administrateur de la Fondation Mérimée et de la Société française d'archéologie, et membre de l'ICOMOS.

Faire durer

17h00 | Usage des matériaux biosourcés combustibles dans la construction (RE 2020) et prévention des risques incendie : présentation de la doctrine de la préfecture de police, juillet 2021

Cette intervention présente les conditions dans lesquelles la préfecture de police de Paris a été amenée à publier, en juillet 2021, une doctrine concernant l'usage des matériaux biosourcés. Elle aborde les principaux éléments de cette doctrine de portée générale, quel que soit l'usage du bâtiment, les principaux risques liés à l'usage des matériaux biosourcés et les solutions techniques proposées afin de prendre en compte ces risques de manière satisfaisante. Enfin, il s'agit de présenter les démarches en cours concernant l'utilisation des matériaux biosourcés dans la construction.

Le lieutenant-colonel Jean-François DUARTE PAIXAO est officier à la brigade de sapeurs-pompiers de Paris depuis plus de 20 ans. Après une première partie de carrière opérationnelle en compagnie d'incendie, il a été adjoint, puis chef du service de prévention et de sécurité incendie du musée du Louvre. Par la suite, il a servi 13 ans au bureau prévention de la brigade de sapeurs-pompiers de Paris qui est en charge des études et du suivi de tous les projets de construction sur les quatre départements de Paris et de sa petite couronne. Au sein de ce bureau, qu'il a dirigé entre 2020 et 2023, il a notamment participé à la réécriture du code de la construction et de l'habitation en France, aux révisions de différents règlements de sécurité et à l'écriture de textes techniques de la préfecture de police. Depuis 2023, il est détaché au ministère de la Culture à la Mission sécurité, sûreté et audit (MISSA) comme conseiller en sécurité incendie pour les musées au sein de la direction générale des patrimoines et de l'architecture.

17h20 | Patrimoine en béton et durabilité des réparations par patch : retours d'expérience sur cinq monuments historiques français

La réparation par « patch » constitue la technique de réparation la plus courante face à la corrosion des armatures, la principale pathologie des bétons armés historiques. Malgré son usage répandu depuis de nombreuses années et l'évolution de la technique au cours du temps, la durabilité de ces réparations par patch s'avère souvent insuffisante.

Afin de mieux cerner les critères de réussite ou d'échec, mais aussi de comparer les pratiques de restauration à une échelle internationale, le projet de recherche PEPS : *Performance Evaluation of Patch Repairs on Historic Concrete Structures*, a été initié en 2019. Mené en collaboration entre le Laboratoire des monuments historiques (LRMH), la Historic Buildings and Monuments Commission for England et le Getty Conservation Institute de Los Angeles (GCI), le projet est dédié à l'évaluation des performances de patches de réparation sur les structures historiques en béton dans les trois pays partenaires, dans l'objectif d'optimiser les stratégies et les pratiques de restauration des bétons anciens, et de répondre aux enjeux patrimoniaux et économiques qu'elles représentent. Le corpus français du projet PEPS est constitué de la Maison radieuse de Rezé, des maisons Jaoul à Neuilly-sur-Seine, de l'église Notre-Dame de la Consolation du Raincy, de l'église Saint-Joseph du Havre et du Palais d'Iéna. Ces cinq édifices construits à différentes époques et situés dans des environnements distincts, ont fait l'objet de campagnes de restauration adoptant des approches spécifiques.

Afin de caractériser les propriétés tant du béton d'origine que des matériaux de réparation utilisés, mais aussi de mieux cerner les critères de compatibilité entre les deux, un protocole expérimental commun a été élaboré. Une approche holistique a ainsi été adoptée, reposant sur des évaluations non destructives et destructives, des analyses sur site et en laboratoire à partir de prélèvements. Les résultats ont mis en lumière, une diversité des bétons d'origine, des matériaux de réparation et des techniques de mise en œuvre. De précieuses connaissances sur les pratiques de restauration ont également été rassemblées, offrant des clés vers des réparations plus durables, qui permettront de mieux préserver la valeur patrimoniale des œuvres historiques en béton.

Myriam BOUICHOU est ingénieure en science des matériaux (2006). De 2007 à 2011, elle est en charge de projets de recherche pour le CPP-LRMH. Depuis 2011, elle est ingénieure de recherche au sein du pôle béton du LRMH. Elle y assure une mission d'assistance scientifique et technique, sur les monuments classés ou inscrits en béton. Elle mène en parallèle

des projets de recherche sur l'identification et la caractérisation des bétons anciens (en particulier sur les ciments naturels du XIXe siècle), sur les techniques de restauration, et les méthodes d'évaluation de la corrosion dans les bétons armés. Elle enseigne également dans différentes formations (université de Rennes, ENSCI de Limoges, master CRBC, INP, Remparts, école des Mines de Douai...) en France et à l'étranger (Chine, Belgique). Elle est membre du groupe de travail sur le patrimoine du XXe siècle d'ICOMOS France et de la commission CABs du CEFRAFOR. Elle est l'auteur de nombreuses publications nationales et internationales.

Jean DUCASSE-LAPEYRUSSE reçoit son diplôme d'ingénieur de l'INSA de Strasbourg en 2010. Depuis 2014, il est docteur en Génie civil après avoir soutenu sa thèse sur la biocicatrisation des matrices cimentaires et le colmatage des fissures par l'action de bactéries. En 2015, il intègre le CPP-LRMH pour mener des recherches sur divers matériaux du patrimoine tels que le plâtre, les mortiers de chaux et les bétons. Depuis 2019, il est en charge du projet international PEPS (LRMH, Historic England, Getty Conservation Institute) dédié à l'étude de la durabilité des réparations par patch. En parallèle, de 2021 à 2022, il a mené le projet ACROBAT (soutenu par la COMUE Paris-Est), en collaboration avec Univ-Eiffel (département MAST du laboratoire EMGCU) portant notamment sur les traitements de protection cathodique des bétons. Depuis 2022, il est ingénieur de recherche au pôle béton du LRMH et membre du CRC-UAR 3224. Il est l'auteur de nombreuses publications nationales et internationales

17h40 | Carence en matériaux et réemploi : le cas des bétons armés

Les ciments Portland de type CEM I, qui contiennent au minimum 97% de clinker, ainsi que les ciments contenant des laitiers de hauts-fourneaux (norme NF EN 197 – 1) ont été les plus couramment utilisés pour la construction des édifices en béton aujourd'hui protégés au titre des monuments historiques en France. Les critères déontologiques de la restauration imposent souvent l'emploi de matériaux identiques. Malgré une nette diminution des émissions (-39% entre 1990 et 2018), le bilan carbone de la production de clinker, qui nécessite la cuisson d'un mélange de calcaire et d'argile à 1450°C et intègre un processus de décarbonatation du calcaire lors de la pré-calcination, reste assez lourd (moyenne de l'empreinte CO₂ de la production de ciment en France en 2018 : 624kg éq CO₂/t).

Depuis plusieurs années la filière béton étudie donc des solutions pour décarboner sa production. Une première étape a été franchie en janvier 2021, avec l'introduction d'une nouvelle norme européenne dédiée aux ciments « bas-carbone » qui contiennent moins de clinker (CEM VI, CEMII-C-M). Mais cette démarche vertueuse se dirige vers une raréfaction de la production de CEM I. Un second axe de réduction de l'empreinte carbone des bétons est le réemploi de matériaux issus de la déconstruction. Dans un esprit d'économie circulaire et de préservation des ressources naturelles (sables, graviers...) ces derniers sont réintroduits dans la construction neuve. Les bétons issus de la déconstruction sont ainsi concassés et utilisés comme granulats. Les producteurs d'acier ne sont pas en reste, avec l'introduction d'aciers à faible empreinte carbone. L'idée est de réemployer des armatures issues de la déconstruction et de les produire dans des fours à arc électrique utilisant de l'électricité renouvelable.

Ces innovations très positives pour l'environnement posent cependant plusieurs interrogations : quid de la protection ces ciments bas-carbones vis-à-vis de la corrosion des armatures ? Quid de la sensibilité à la corrosion des armatures recyclées ?... Pour répondre à ces questions, plusieurs projets de recherche nationaux ont déjà été menés et d'autres sont en cours. Cependant, du fait de la variabilité de l'approvisionnement, à ce jour l'utilisation de granulats de bétons recyclés se borne à des applications telles que la réalisation de fondations, de murs, de planchers, des routes ou de bordures de trottoirs.

Élisabeth MARIE-VICTOIRE est ingénieur-docteur en science des matériaux des universités d'Orsay et de Jussieu. Depuis 1994, elle est ingénieur de recherche du CPP-LRMH, puis elle intègre en 1997 le pôle métal du LRMH. Elle crée ensuite le pôle béton qu'elle dirige depuis 2004. Elle y assure des missions d'expertise (CST), de recherche et d'enseignement. Ses recherches portent sur l'identification des ciments anciens, le diagnostic de corrosion, et les traitements de restauration des bétons anciens. Elle a intégré l'UAR-3224 du CNRS en 2012. Elle enseigne dans plusieurs formations nationales et internationales (architectes, restaurateurs, masters...). De 2020 à 2022, elle a contribué au comité CE22 de l'ANR en tant que membre expert, puis vice-présidente. Elle est membre de la commission CABs du CEFRAFOR, membre expert du comité scientifique de l'ICOMOS sur le patrimoine du XXe siècle et a contribué à l'élaboration des référentiels des labels Qualibat 2192 et 2194. Elle est l'auteur de nombreuses publications nationales et internationales.

Myriam BOUICHOU est ingénieur en science des matériaux (2006). De 2007 à 2011, elle est en charge de projets de recherche pour le CPP-LRMH. Depuis 2011, elle est ingénieur de recherche au sein du pôle béton du LRMH. Elle y assure une mission d'assistance scientifique et technique, sur les monuments classés ou inscrits en béton. Elle mène en parallèle des projets de recherche sur l'identification et la caractérisation des bétons anciens (en particulier sur les ciments naturels du XIXe siècle), sur les techniques de restauration, et les méthodes d'évaluation de la corrosion dans les bétons armés. Elle enseigne également dans différentes formations (université de Rennes, ENSCI de Limoges, master CRBC, INP, Remparts, école des Mines de Douai...) en France et à l'étranger (Chine, Belgique). Elle est membre du groupe de travail sur le patrimoine du XXe siècle d'ICOMOS France et de la commission CABs du CEFACOR. Elle est l'auteurice de nombreuses publications nationales et internationales.

Vendredi 7 février 2025

Séance 3 | Stratégie de chantiers : études de cas

Présidée par Isabelle CHAVE

Isabelle CHAVE est diplômée de l'École nationale des chartes, de l'Institut national du patrimoine et de l'École pratique des hautes études. En 2001, elle est nommée directrice adjointe des archives départementales de la Somme, puis directrice des archives départementales et conservatrice des antiquités et objets d'art des Vosges, puis, aux Archives nationales, comme responsable de projet Dématérialisation, puis cheffe du département Exécutif et Législatif. En 2017, elle rejoint l'administration centrale du ministère de la Culture, comme adjointe au chef du département du pilotage de la recherche et de la politique scientifique, notamment chargée du patrimoine culturel immatériel et de l'anthropologie du patrimoine, puis comme cheffe du bureau de la conservation du patrimoine mobilier et instrumental. Conservateur général du patrimoine, elle est, depuis octobre 2021, sous-directrice des monuments historiques et des sites patrimoniaux, à la direction générale des patrimoines et de l'architecture.

9h00 | Île-de-France (78), Institut d'études politiques de Saint Germain-en-Laye : étude de cas de réemploi sur un chantier de restructuration

Débuté en 2020, le projet de restructuration du bâtiment S de l'Institut d'études politiques de Saint-Germain-en-Laye est actuellement en phase chantier. C'est l'occasion pour les différents membres du groupement de maîtrise d'œuvre, sous la direction de h2o architectes, de revenir sur une des ambitions du projet : intégrer le maximum de réemploi en chantier. L'étude historique menée sur le bâtiment S a permis de mettre en évidence ses principales caractéristiques et qualités qui ont été conservées depuis sa construction. Dès le démarrage des études, l'objectif a été de conserver, réemployer, adapter le maximum d'éléments existants et de les valoriser. Le groupement de maîtrise d'œuvre a donc intégré une logique de réemploi, à travers des diagnostics historiques, architecturaux et structurels précis de l'ensemble du bâtiment, ainsi que la réalisation de fiches réemploi pour tous les éléments de second œuvre et architecturaux. Ces documents ont été transmis lors de l'appel d'offres aux entreprises, et la méthodologie du réemploi a fait l'objet d'un critère de notation lors de la consultation.

La phase chantier a permis de mettre en pratique les préconisations faites lors des phases études. La réalité du chantier a poussé les entreprises à mettre en place des mesures particulières pour respecter certains attendus du dossier marché (stockage, mise aux normes, ...). Elles étaient en effet tenues contractuellement de favoriser le réemploi dès que ce dernier était possible et encouragées à étudier d'autres pistes. L'avancement du chantier permet la comparaison des quantités prévues réemployées et des quantités réellement réemployées. L'étude critique réalisée sur ce projet a permis d'identifier les différents freins impactant le réemploi *in situ* dans le patrimoine. Elle a également permis de mettre en avant d'autres pistes de réemploi, pas nécessairement identifiées en amont.

Antoine SANTIARD est architecte EPFL, diplômé de l'École polytechnique fédérale de Lausanne en 2001. Il a enseigné à l'ENSA de Paris-Val de Seine de 2010 à 2012 et à celle de Paris-Malaquais de 2007 à 2010. Il est également enseignant dans le cadre du programme New York/Paris à la Graduate School of Architecture, Planning and Preservation, Columbia University depuis 2012 et à l'ÉNSA Versailles depuis 2023. En 2008, il rejoint h2o architectes en tant qu'associé puis en 2026, il crée avec Charlotte et Jean-Jacques Hubert Eugène architectes du patrimoine, structure spécialisée dans la restauration des monuments historiques.

Léa IACHKINE est ingénieure-architecte DE (INSA Rennes, ENSA Bretagne) et travaille chez Équilibre Structures depuis 2023. Elle a mené son projet de fin d'études au sein de l'agence avec pour intitulé « Analyse critique de l'impact environnemental de solutions techniques de renfort de planchers bois dans le contexte de monuments historiques et proposition d'un outil d'aide à la décision pour l'optimisation des impacts carbone ». Elle poursuit cette dynamique au sein d'un groupe de travail visant à développer des alternatives moins carbonées aux préconisations de structures habituelles.

9h20 | Bourgogne-Franche-Comté (21), abbaye de Cîteaux : restauration du définitoire. Réemploi de maçonneries en briques et de bois charpente : méthodologie d'étude, cadrage administratif et assurantiel

Le Définitoire de l'abbaye de Cîteaux est un vaste édifice construit vers 1690. A l'origine, c'est une aile de cloître formant une façade monumentale sur les jardins au sud de l'abbaye. Isolé et écrêté lors des destructions postrévolutionnaires, il servit d'atelier avant de brûler en 1877. Protégé depuis par une toiture plus basse, il connaît un quasi-abandon pendant le XXe siècle, avant d'être classé monument historique. Il est aujourd'hui dans un état sanitaire général très dégradé. Le projet de restauration est porté par la Communauté de Cîteaux avec un programme double : la création d'un parcours de découverte au rez-de-chaussée et la conservation d'archives à l'étage. La restauration de l'enveloppe prévoit notamment la construction d'une nouvelle toiture plus haute, et la réouverture des baies monumentales du XVIIe siècle, bouchées en briques de réemploi au XIXe siècle.

Le souhait de valoriser les ressources libérées par le projet a conduit à un inventaire, dégagant l'opportunité du réemploi *in situ* de briques issues des bouchements, et de bois de la charpente à déposer. Les études de réemploi ont été conduites par la maîtrise d'œuvre en osmose avec le projet de restauration. Les enjeux concernaient notamment les hypothèses adaptées au calcul de stabilité de la charpente future, la description des conditions de dépose, le tri et la mise en œuvre des matériaux, ainsi que le cadrage assurantiel. Si les entreprises spécialisées en patrimoine sont coutumières du réemploi dans le cadre de restauration, donc à conditions d'emploi égales, il s'agit ici d'investir avec elles le réemploi dans un ouvrage neuf de charpente, modifiant les conditions d'emploi du matériau.

Martin BACOT est architecte du patrimoine et architecte en chef des monuments historiques en charge des départements de la Côte-d'Or et du Rhône, de l'ancienne abbaye du Val-de-Grâce et de l'École militaire à Paris. Au sein de l'agence Archipat (Lyon, Paris), il développe avec ses associés et une équipe forte d'une quarantaine de collaborateurs une compétence d'intervention élargie sur le patrimoine. Membre du conseil de la Compagnie des architectes en chef des monuments historiques, il est impliqué dans des sujets transversaux relatifs à la conservation des biens culturels, notamment la sécurité incendie du patrimoine, et pilote le projet d'étude opérationnelle d'une « trajectoire énergie-carbone du secteur des monuments historiques ». Il est enseignant à l'École de Chaillot.

9h40 | Bretagne (35), chantier de restauration du manoir du Boberil : enjeux et problématiques liés au réemploi et à l'approvisionnement local des matériaux (terre crue)

Situé en Ille-et-Vilaine dans la commune de l'Hermitage, le Manoir du Boberil est le plus ancien manoir de Bretagne. Daté de 1435 par dendrochronologie, il est construit en maçonnerie de terre crue. Plusieurs techniques de mise en œuvre ont été utilisées : maçonnerie de schiste hourdée à la terre, bauge et pans de bois avec remplissage en terre. Des quenouilles assurent le remplissage des planchers bois. Le manoir est inscrit aux monuments historiques depuis le 3 mai 2018.

En 2017, le manoir était dans un état proche de la ruine et son propriétaire a donc entrepris d'importants travaux pour en assurer la sauvegarde. La restauration a été réalisée en utilisant les techniques ancestrales de maçonnerie de terre crue, en circuit court, la terre et la paille ayant été récupérées sur le site. La terre est en effet un produit naturel, disponible localement permettant une restauration à faible empreinte carbone et écologique. La restauration a par ailleurs nécessité des études préalables et les entreprises ont dû réaliser essais et ajustements pour se réappropriier les techniques de terre crue. Des tutoriels vidéo ont été réalisés à cette occasion afin de permettre la diffusion de ces savoir-faire et techniques.

Ce projet remarquable, tant par son envergure que par la diversité des techniques de terre crue employées, a été documenté par Studio Sherlock afin de conserver la mémoire des gestes mis en œuvre. En 2023, des désordres sont constatés au niveau des murs en maçonnerie de terre : dégradation des enduits, défaut de séchage, apparition d'efflorescence. Une étude de diagnostic est donc menée par Sherlock Patrimoine afin de déterminer l'origine de ces désordres et de définir des solutions possibles pour y remédier. Des hypothèses ont pu être faites et renforcent encore les connaissances sur ces matériaux naturels et les bonnes pratiques de mise en œuvre à respecter : temps de séchage, vigilance sur la composition des matériaux, problématique de l'environnement agricole.

Charlotte TRIGANCE est ingénieur civil des mines depuis 2007. Elle se spécialise aux Ponts et Chaussées dans l'étude de la dégradation des matériaux du patrimoine architectural. Spécialisée dans le diagnostic des matériaux et des structures anciennes, elle co-fonde en 2015 le bureau d'études Sherlock Patrimoine, et Studio Sherlock, agence de production audiovisuelle pour le patrimoine. Passionnée de patrimoine et d'ingénierie, elle intervient sur des problématiques variées : dégradation de la pierre, du bois, du métal, diagnostic des structures, instrumentation, méthodes non destructives ou encore relevé et modélisation 3D. Elle intervient sur des chantiers de grande envergure, aussi bien que sur le patrimoine local et vernaculaire. Avec 17 ans d'expérience dans le diagnostic des monuments, Charlotte est membre du conseil d'administration du GMH et membre expert d'ICOMOS France.

10h00 | Auvergne-Rhône-Alpes (43), ensemble cathédral du Puy-en-Velay. Restauration du clocher angélique et des toitures du logis des Clergeons : réouverture d'une micro-carrière éphémère à Polignac pour extraire le matériau nécessaire à la restauration de la cathédrale, par Etienne BARTHÉLEMY

10h20 | Grand Est (51), cathédrale Notre-Dame de Reims. Refonte et réutilisation du plomb de couverture »

Victime d'incendies spectaculaires à trois reprises en 1210, en 1481 puis en 1914, la cathédrale de Reims a vu ses charpentes et ses couvertures successives en plomb refaites à chaque fois en réutilisant le matériau généralement refondu au pied du chantier. De plus, depuis plusieurs années, de nouvelles réfections de la toiture en plomb se sont avérées ponctuellement nécessaires par suite d'affaissements puis d'effondrements des tables de plomb mises en œuvre par l'architecte en chef des monuments historiques Henri Deneux pour couvrir sa charpente en béton, inspirée des charpentes en petits éléments inventées par Philibert Delorme. Ces travaux ont consisté à récupérer le plomb pour le refondre selon la technique traditionnelle du coulage sur sable. Cette opération réalisée dans un atelier installé au Royaume-Uni a permis de confirmer que le plomb est un des matériaux les plus réutilisés sur les chantiers de restauration depuis le début du Moyen Âge.

Marie-Suzanne DE PONTAUD est architecte en chef des monuments historiques depuis 1996, en charge des départements de l'Eure-et-Loir et du Morbihan, ainsi que du Musée d'Orsay, de la Manufacture de Sèvres et des cathédrales de Chartres et de Reims. Elle est inspectrice générale des patrimoines depuis 2012 et membre de l'ICOMOS, de la Société française d'archéologie et du conseil scientifique de l'Établissement public chargé de la conservation et de la restauration de Notre-Dame de Paris.

10h40 | Île-de-France (75), cathédrale Notre-Dame de Paris. La filière bois : études, réponses, provenances, stockage et mise en œuvre

Rémi FROMONT est architecte en chef des monuments historiques depuis 2017 pour le Puy-de-Dôme (63). Il a notamment la charge de la cathédrale de Clermont-Ferrand, de l'hôtel de Chazerat (DRAC) et des menhirs de Sainte-Anne et de la Sarre, du Palais de Justice (Sainte-Chapelle ducale) à Riom et du Château de Villeneuve-Lembron (CMN). Depuis 2019, il a également la charge de la cathédrale de Notre-Dame de Paris (sécurisation et restauration) avec Pascal Prunet, en appui de Philippe Villeneuve. En 2024, il est nommé dans le Cher où il a la charge de la cathédrale de Bourges et le Palais Jacques Cœur.

11h40 | Origine des matériaux de réemploi : enjeux de traçabilité et de préservation du bâti non protégé au regard du marché des matériaux anciens

Le secteur du bâtiment fait désormais face aux enjeux écologiques de réduction de l'empreinte environnementale des projets de construction neuve comme de réhabilitation. Parmi les solutions, celle du réemploi est couramment mise en avant. La réglementation récente le présente d'ailleurs comme un levier privilégié de la transition écologique. Si à ce jour les questions autour des matériaux de réemploi sont nombreuses (stockage, garantie, mise en œuvre, ...) et la filière pas encore structurée, le marché des matériaux d'occasion se porte bien. A l'intérêt écologique de préservation

des ressources fait désormais face l'intérêt économique. Afin de remporter des marchés de travaux qui en ont fait un critère d'attribution, les entreprises se doivent d'être en mesure de fournir des matériaux de réemploi. Le risque est d'amplifier un phénomène connu mais peu ou pas documenté : celui de la destruction du bâti non protégé en vue d'en extraire les matériaux intéressants. Si ce phénomène se cantonnait autrefois au bâti ancien, il peut désormais s'étendre à des constructions plus récentes mais pas pour autant dénuées d'intérêt. Il paraît plus que jamais nécessaire de le documenter et d'en étudier l'évolution pour en comprendre les enjeux et adapter au mieux une éventuelle réponse réglementaire. Le cas d'un édifice démoli partiellement permettra de mettre en lumière ces problématiques et d'attirer l'attention sur l'enjeu majeur de la traçabilité des matériaux destinés au réemploi.

Mathieu DÉJARDIN réalise des études d'histoire de l'art et d'archéologie spécialisées dans l'architecture médiévale avant d'intégrer la filière technique du ministère de la Culture. Actuellement ingénieur des services culturels et du patrimoine, chargé d'opérations à l'Oppic, il est membre de la mission environnement de l'Oppic et du groupe de travail Climat et patrimoine au sein d'ICOMOS France.

12h00 | Valeur des éléments géotechniques du patrimoine, quelle meilleure pratique pour la sauvegarde de leurs matériaux ?

Les monuments et sites historiques sont riches de structures qu'on peut appeler « géotechniques » : murs de soutènement, galeries enterrées, corps de chaussée, talus artificiels et remblais de surélévation et, bien entendu, fondations. Les structures géotechniques, pour la plupart cachées, passent inaperçues. Lorsqu'elles font partie d'un ensemble monumental à caractère historique, elles ne semblent pas avoir de statut spécifique qui les protégeraient au même titre que la partie architecturée de la structure. Le cas des fondations est typique de ce problème car elles sont naturellement asservies à l'édifice par leur rôle de premier ordre dans sa stabilité et sa durabilité. Ce rôle d'abord utilitaire et nécessaire détermine les priorités en cas de problème les concernant : on n'hésite pas à les reprendre lourdement avec des techniques invasives (micropieux, injections, colonnes en béton de sol et autres) pour assurer la pérennité d'un bâtiment, même quand il n'y a pas d'urgence. Les membres du TC301 réfléchissent au problème de l'authenticité des structures géotechniques anciennes et de leur sauvegarde, privilégiant autant que possible la conservation de leurs matériaux d'origine, donc également des savoirs-faires traditionnels. Il est en effet probable que certaines solutions invasives, moyennant plus d'ingénierie et de dialogue entre spécialistes et maîtrises d'ouvrages, puissent être avantageusement remplacées par des approches plus patrimoniales, et en dernier lieu écologiques, supposant leur étude et leur réemploi. On peut invoquer à ce sujet l'emblématique exemple de la sauvegarde de la tour de Pise.

Jean-David VERNHES est ingénieur diplômé de l'Institut de sciences et technologies en 1998, spécialité géophysique-géotechnique (Université Paris VI – Polytech Sorbonne). Il a été chef de projet en bureau d'étude (Européenne de Géophysique de 2000 à 2006, ANTEA de 2008 à 2011) et en entreprise (Solétanche-Bachy de 2006 à 2008). Il est également enseignant-chercheur en géotechnique et risques naturels à UniLaSalle de Beauvais depuis 2011. Il est président du Comité français de géologie de l'ingénieur (CFGI) pour la période 2023-2027. Depuis 2015, il est membre français du TC301, groupe de travail « géotechnique et monuments historiques » de la Société internationale de mécanique des sols et de géotechnique. En 2021, il a organisé avec la CFGI la webconférence « Notre-Dame de Paris et ses pierres » qui a rassemblé près de 150 participants.

Thierry MAZET est ingénieur génie civil diplômé de l'École Centrale de Nantes en 1986. Après un parcours d'ingénieur généraliste à Nantes et à Paris dans les domaines du bâtiment, des terrassements et chaussée, des ouvrages d'art et génie civil, il se spécialise au sein de GEOLIA dans le patrimoine et les monuments historiques. Il est actuellement directeur général adjoint de GEOLIA Géotechnique à Morangis (91) et directeur du service Réhabilitation et Patrimoine. Spécialiste en géotechnique, il a notamment œuvré au chevet de monuments majeurs comme Notre-Dame de Paris ou la Basilique Saint-Denis.

Séance 4 | Protocoles et trajectoires de réduction de l’empreinte carbone

Présidée par Christophe BOTTINEAU

Christophe BOTTINEAU, nommé architecte en chef des monuments historiques en 2001, est tout d’abord chargé des départements de la Moselle et de la Haute-Saône puis du Bas-Rhin où il conduit les restaurations de la cathédrale de Metz, du château du Haut-Koenigsbourg et de nombreux édifices religieux, civils et militaires au sein des villes de Metz et de Strasbourg et de leurs départements. Il est chargé en 2010 du 1er arrondissement de Paris, puis de l’hôtel de la Marine en 2014, du 4ème arrondissement en 2015, et de la Seine Saint Denis en 2021. Il étudie et dirige des opérations de restauration sur le Palais-Royal (Conseil d’Etat, Conseil constitutionnel, ministère de la Culture, Comédie française), sur le ministère de la Justice place Vendôme, sur le palais de justice de Paris, sur la Sainte Chapelle et la Conciergerie ainsi que sur la basilique Saint Denis. Il est, depuis 2024, président de la Compagnie des ACMH.

14h00 | Table-ronde « Pierre de couverture et pierre de construction : comment maintenir la filière française et ses savoir-faire ? »

Modérée par Judith KAGAN

Judith KAGAN, conservatrice générale du patrimoine, est chef du bureau de l’expertise et des métiers à la sous-direction des monuments historiques et sites patrimoniaux. Entre 1999 et 2020, elle a été chef du bureau de la conservation du patrimoine mobilier et instrumental dans la même sous-direction. Elle a exercé auprès des DRAC en conservations régionales des monuments historiques les fonctions d’inspectrice des monuments historiques (1987-1997) puis de conservatrice des monuments historiques (1998-1999) pour la Bourgogne, la Lorraine, les Antilles et la Guyane. Elle anime depuis 2004 le groupe d’experts GE1 « Recommandations générales et terminologie » du Comité français de normalisation de la conservation des biens culturels (AFNOR-CNCBC), comité miroir du TC346 au niveau européen. Depuis 2011, au sein du groupe de travail « Conservation-restauration » de la direction générale des Patrimoines et de l’Architecture, elle anime le site thématique « Conservation-restauration » du ministère de la Culture. Elle est membre des comités de rédaction des revues *Monumental* et *In Situ. Revue des patrimoines*, et membre de la SFIIIC, d’ICOMOS France, du Comité français d’histoire de l’art.

Ardoises et lauzes

● **Le point de vue du maître d’ouvrage : « Point d’étape sur l’étude sur les savoir-faire des lauziers dans l’Aisne » par Laurent PRADOUX**

● **Le point de vue du maître d’œuvre : « L’approvisionnement en lauzes dans la vallée de la Roya »**

Les lauzes violettes et vertes de la vallée de la Roya (Alpes-Maritimes) participent à l’identité du territoire des communes de Breil-sur-Roya jusqu’à Tende. Ce matériau de couverture, formé d’une pelite schisteuse et exploité dans des veines à l’origine de gorges spectaculaires, façonne des ensembles patrimoniaux uniques (villages de Saorge, de Fontan, de Tende, etc.).

Aujourd’hui cette ressource n’est plus exploitée et tend à se raréfier. Les chantiers de restauration des monuments historiques sont contraints à l’usage de matériaux issus d’un marché de réemploi, qui contribue à la banalisation de l’architecture vernaculaire. Toutefois, face à la pénurie, l’importation depuis le Brésil a été privilégiée pendant un temps, bien qu’elle soit peu vertueuse et risquée, car difficile à contrôler. Malgré la recherche de carrières menée par le Bureau de recherches géologiques et minières à la demande de la direction régionale des affaires culturelles de la région Provence-Alpes-Côte-D’azur, les pistes d’une exploitation locale n’ont pas encore abouti à ce jour. Un groupe de réflexion a été réuni à l’initiative de la Communauté d’agglomération de la Riviera française et des perspectives émergent. En attendant, la nécessaire mise hors d’eau des monuments, exposés aux épisodes climatiques extrêmes que connaissent le haut pays niçois, impose de faire des choix dans l’urgence, sans stratégie d’ensemble : sélection de monuments ou importation de matériaux provenant de carrières éloignées (Brésil, Pays de Galles).

Cette communication fera le point sur la méthodologie adoptée aujourd'hui et les perspectives pour l'avenir : les techniques permettant de recycler tout en économisant les matériaux, la recherche de sites d'extraction locaux et la recherche de carrières en France et en Europe pour l'importation de matériaux de substitution, faute de mieux.

Antoine MADELÉNAT est architecte en chef des monuments historiques depuis 2017. Dans le cadre de ses fonctions, il a fait face au désastre de la tempête Alex et à ses conséquences sur le patrimoine naturel et bâti des Alpes-Maritimes. Lors de ses missions, il a acquis une bonne connaissance du terrain et de ses acteurs pour contribuer à la reconstruction des vallées sinistrées. Appuyé par une agence à Nice, il conduit de nombreux chantiers de restauration dans la région. Les problématiques des mises en œuvre spécifiques au territoire de l'ancien Comté de Nice constituent le cœur de l'activité de son agence.

- **Le point de vue des entreprises : « Retours d'expériences sur les chantiers bretons »**

Ludovic DE TROGOFF, a suivi des études de contrôle de gestion et en ressources humaines à Angers. Il intègre le Groupe Eore en 2011 en tant que comptable-contrôleur de gestion avant de rejoindre le secteur du transport et de la logistique comme directeur administratif et financier et directeur des ressources humaines pendant 5 ans. En septembre 2020, il reprend la direction générale du groupe Eore et ses filiales. Passionné par le patrimoine et les monuments historiques, il se forme sur le terrain. En 2021, la défaillance d'une entreprise bretonne réputée de couverture l'invite à créer Mattoenn pour intégrer ce nouveau savoir-faire au groupe.

Pierre de construction

- **Développer la pierre pour les chantiers neufs afin d'assurer l'approvisionnement des chantiers de restauration. Exemple étranger : Terre Sainte. Raréfaction de la ressource**

En 2018, quelques personnes de bonne volonté se sont réunies au sein d'un groupe de travail informel pour s'informer, diffuser et développer l'architecture contemporaine en pierre de taille selon deux fins principales : ne pas perdre définitivement l'usage de ce matériau et maintenir les carrières et les chaînes de production au bénéfice conjoint de la création architecturale et de la restauration. En effet, la seule demande de restauration et de réhabilitation ne pourra porter dans la durée le maintien des carrières. Depuis 2020, le colloque « Construire en pierre aujourd'hui » a lieu tous les 2 ans, présentant les avancées réglementaires ainsi que de récents projets français et étrangers. Le prochain colloque aura lieu en janvier 2026.

Michel GOUTAL obtient son diplôme d'architecte D.P.L.G. en 1983 et devient architecte en chef des monuments historiques l'année suivante. Le ministère de la Culture le nomme alors dans les départements des Vosges et des Ardennes (jusqu'en 1991), de la Moselle (jusqu'en 2001) et de la Meuse (jusqu'en 1998). Entre 1997 et 2009, il a également la charge de l'Orangerie du jardin des Tuileries. Jusqu'en décembre 2024, Michel Goutal assure les fonctions d'architecte en chef des monuments historiques pour le département de la Gironde (à partir de 1997), pour le Palais du Louvre (à partir de 1999), pour la villa Cavrois (à partir de 2001) et pour les résidences présidentielles (à partir de 2008). Depuis décembre 2024, il est architecte en chef honoraire et reste missionné par le ministère de la Culture pour travailler à la préservation des domaines nationaux de Jérusalem. Parallèlement, il poursuit son activité d'architecte et de maître d'œuvre au travers de marchés publics et privés.

14h45 | Maîtrise d'ouvrage publique et enjeux environnementaux dans les chantiers patrimoniaux

L'Oppic, en tant que maître d'ouvrage au service de l'État et de ses établissements, est au cœur des politiques publiques culturelles, immobilières et environnementales. Il contribue à une filière en pleine mutation qui s'approprie les enjeux de transition écologique. A travers la mise en place de sa stratégie environnementale l'Oppic porte dans ses opérations les enjeux d'amélioration énergétique du bâti patrimonial, les problématiques liées au réemploi des matériaux (qualité, traçabilité, stockage) et intègre à ses marchés des critères environnementaux qui confortent la *charte environnementale* mise en place pour chaque chantier. A travers l'exemple d'une opération de réhabilitation d'ateliers de restauration

labellisée *Effinergie patrimoine*, il propose de montrer que le patrimoine est au cœur d'un champ des possibles. Restaurer ou réhabiliter un monument aujourd'hui c'est réussir à concilier l'usage, le programme, les objectifs environnementaux avec le respect de l'histoire et de l'identité du monument ; le tout dans un environnement juridique complexe (Code de la commande publique, code de l'environnement, code de la construction, code général de la propriété des personnes publiques, loi AGECE, normes, ...). Restaurer un monument, c'est également préserver et valoriser les savoir-faire traditionnels tout en incitant, via les marchés publics, le secteur du bâtiment, et plus spécifiquement la filière patrimoniale, à s'approprier ces enjeux et à se structurer pour mieux y répondre.

Mathieu DÉJARDIN réalise des études d'histoire de l'art et d'archéologie spécialisées dans l'architecture médiévale avant d'intégrer la filière technique du ministère de la Culture. Actuellement ingénieur des services culturels et du patrimoine, chargé d'opérations à l'Oppic, il est membre de la mission environnement de l'Oppic et du groupe de travail Climat et patrimoine au sein d'ICOMOS France.

Céline RICART est diplômée en architecture D.P.L.G. avant de se spécialiser comme architecte du patrimoine à l'École de Chaillot. Elle est cheffe de projet à l'OPPIC sur des opérations patrimoniales à forts enjeux environnementaux. Elle est également membre de la mission environnement de l'Oppic et d'ICOMOS France.

15h05 | Développement des pratiques de réemploi dans les chantiers de restauration de monuments historiques

Pratique ancestrale, techniquement toujours maîtrisée par les entreprises et les architectes spécialisés en patrimoine, le réemploi reste une pratique marginalement valorisée et développée dans les projets de restauration de monuments historiques. Face au développement de la pratique sur les bâtiments récents, le secteur du bâti ancien risque de pâtir de méthodes et de réglementations inadaptées. Un premier guide méthodologique du réemploi sur les chantiers Monuments historiques a été établi par R-USE, bureau d'études techniques Réemploi, pour le compte de l'Oppic. Par la suite, dans le cadre d'une nouvelle étude pour l'Oppic, R-USE a poursuivi la recherche avec Martin Bacot (ACMH /archipat). Les conditions techniques et assurantielles ont été développées, notamment par des chantiers tests de réemploi conduits sur le projet de restauration de l'École militaire à Paris, pour établir des objectifs, des méthodes et des prescriptions types (études et travaux), en envisageant notamment le « déclassé limité » des matériaux et des flux « inter-chantiers ». Au-delà des bâtiments protégés au titre du code du patrimoine, les considérations développées dans cette étude pourront généralement s'appliquer au bâti ancien en général.

Hugues WILHELEM est ingénieur. Il est membre de la mission environnement de l'Oppic et porteur de projet avec les chantiers tests de réemploi monuments historiques.

Clément RIGOT est diplômé de l'École centrale Paris comme ingénieur généraliste, avec une spécialisation en architecture au Politecnico di Milano. Il a travaillé plusieurs années sur la construction durable au sein d'Ekopolis – centre de ressource construction durable en Ile-de-France - et sur la qualité architecturale au sein des CAUE franciliens. Convaincu que la construction et les matériaux traditionnels répondent aux enjeux de réduction des impacts environnementaux, il se spécialise à l'École de Chaillot en 2017, et travaille depuis maintenant 10 ans en intervention sur l'existant et restauration de monuments historiques. Après plusieurs années au sein des agences 2BDM puis de François Chatillon, il est actuellement chef de l'antenne parisienne de l'agence archipat.

Camille GUILLOTEAU est architecte et ingénieur diplômée de l'ENSA Nantes et de Centrale Nantes. Après quelques expériences en agences d'architecture et en assistance à maîtrise d'ouvrage, elle travaille au sein de Rotor, agence d'architecture et bureau d'études spécialisé en réemploi de matériaux de construction basé en Belgique. Elle rejoint R-USE en 2023 et prend en charge différentes opérations sur lesquelles elle assure la réalisation des diagnostics ressources puis le développement des études techniques. Elle élabore également des processus de recherche pour développer des solutions circulaires de réemploi.

15h25 | Écologie de l'architecture : une démarche pour restaurer le patrimoine, développer les filières locales et limiter durablement les consommations d'énergies dans le respect de l'environnement et de la santé des usagers

La restauration du patrimoine fait appel à des savoir-faire traditionnels mais aussi à des techniques de pointe. En effet, le bâti ancien doit être adapté aux nouveaux usages et aux normes en vigueur. Particulièrement, les réglementations thermiques ou environnementales tendent à imposer de nouveaux modèles applicables également au patrimoine. Pour y parvenir, il est nécessaire de développer une approche multicritère qui aborde les économies locales et solidaires dans le respect de l'environnement et de la santé des travailleurs et des usagers. Le choix des techniques et des matériaux répond alors à des préoccupations environnementales autant que patrimoniales, et ce choix pousse à favoriser les techniques à faible impact écologique (et carbone) et à fort impact social tels que les matériaux faiblement transformés issus du territoire, les méthodes durables d'économies d'énergie par la performance de l'enveloppe thermique, la maîtrise du renouvellement d'air et l'utilisation d'énergies renouvelables. Dans cette optique, il faut écarter les techniques fortement industrialisées ou gourmandes en ressources et énergies pour la production et privilégier celles qui sont porteuses à la fois de savoir-faire et de dynamiques pour l'économie locale, telles que l'utilisation des bois régionaux, la construction en terre, les matériaux biosourcés issus de l'agriculture ou du remploi et la conception thermique passive. Cette approche sera illustrée par des présentations de chantiers et des détails de mise en œuvre.

Yannick CHAMPAIN est architecte D.P.L.G., associé de VIVARCHI et membre fondateur du cluster GLOBE21 pour la promotion du bâtiment écologique. Il milite pour une démarche intégrée de conception bioclimatique et environnementale dans l'urbanisme, l'architecture et le design.

15h45 | Exemples et témoignages de circuit court dans des chantiers de restauration de monuments historiques privés

L'association La Demeure Historique réunit 3000 propriétaires-gestionnaires de monuments. Sa vocation première est de faciliter le partage des bonnes pratiques de restauration et d'entretien des bâtiments aussi bien que celles de développement d'activités touristiques et culturelles. De façon plus ambitieuse, l'association veut aider les monuments à développer un modèle soutenable, pour assurer leur pérennité, tant sur le plan économique (arriver à financer l'entretien et la maintenance par des activités) que sur le plan écologique (retrouver le modèle d'autrefois en boucles courtes respectueux de la biodiversité). A ce titre, cette présentation apporte deux expériences concrètes.

A l'abbaye de Doue et au château de La Tour en Haute-Loire, deux importants programmes de restauration ont été menés par Gilles Bayon de La Tour entre 2015 et 2024. Toutes les entreprises qui sont intervenues étaient domiciliées à moins de 10 km des chantiers et la quasi-totalité des matériaux utilisés (tuiles en terre cuite, pierre de taille, prismes basaltiques, bois de charpente et de menuiserie, sable) provenait de l'environnement proche des deux chantiers (10 à 20 km).

Au château de Montautre, en Haute-Vienne, un grand programme de restauration de la chapelle et du logis des gardes a été lancé par Serge Lacaze. Alors que le château est dans une petite commune rurale de 500 habitants, les quatre entreprises principales qui ont été sollicitées (maçon, charpentier, couvreur et menuisier) étaient en moyenne à moins de 30 km de distance par la route. Tous les matériaux ont également été sourcés localement : pierres trouvées sur site, chaux fabriquée sur place, chênes du Limousin, ardoises traditionnelles de Travassac. Ces dernières ont pu être utilisées, car la quantité nécessaire était raisonnable (une tour), mais leur extraction reste limitée en volume aujourd'hui.

Gilles BAYON DE LA TOUR est vice-président délégué et trésorier de la Demeure Historique. Il est rapporteur national des Référents travaux et délégué départemental Haute Loire. Il a travaillé pendant 40 ans dans l'immobilier, l'aménagement urbain, la promotion immobilière et la restauration de bâtiments anciens. Il a notamment conduit la restauration de deux monuments historiques privés en Haute Loire, l'abbaye de Doue et le château de La Tour.

Serge LACAZE est administrateur de la Demeure Historique, rapporteur national Transition énergétique et éolien et délégué départemental de la Haute Vienne. Il a travaillé dans l'industrie automobile comme ingénieur et manager d'importants projets de développement. En 2018, il reprend le château de Montautre en Haute Vienne, dans lequel il a mené des travaux de restauration et créé des activités touristiques et économiques.

16h05 | Étude « Trajectoire énergie-carbone des monuments historiques », projet lauréat de France 2030 – Alternatives vertes 2

En 2023, le ministère de la Culture a lancé une seconde édition de l'appel à projets intitulé « Alternatives vertes », afin de soutenir des démarches d'amélioration de la prise en compte des enjeux environnementaux dans le domaine des métiers de la culture.

La Compagnie des architectes en chef des monuments historiques (ACMH), soucieuse du caractère vertueux des chantiers conduits sur le patrimoine classé, a souhaité présenter un projet visant les objectifs suivants : connaître l'empreinte carbone des chantiers de restauration de monuments historiques aujourd'hui ; étudier différents cas représentatifs de son activité en sélectionnant des opérations courantes et répliquables ; identifier sur ces cas d'études les leviers pouvant être actionnés pour améliorer leur empreinte carbone ; et mettre un place un outil d'aide à la prescription en faveur d'une meilleure empreinte, ayant pour vocation à être diffusée largement à l'ensemble des acteurs du secteur (maitres d'œuvre, maitres d'ouvrage, entreprises, enseignement...). L'étude cherchera également à tracer une trajectoire énergie-carbone pour l'ensemble de la filière, en apportant des éléments quantitatifs sur les émissions carbone liées aux travaux mais aussi aux consommations énergétiques du parc de monuments historiques. Ce projet, dont la Compagnie des ACMH est le pilote, est réalisé par le bureau Carbone 4. Elle regroupe en comité de suivi et de pilotage plusieurs porteurs de projet associés : l'Oppic, l'Association des architectes du patrimoine et le CEREMA notamment. La présente communication propose de faire une présentation des objectifs de l'étude et son état d'avancement. Ses résultats doivent être livrés en fin d'année.

Gabrielle GUIDETTI est diplômée de Sciences Po Paris et de la London School of Economics. Spécialisée en politique urbaine et environnementale, elle a développé une compréhension fine des dynamiques territoriales et des enjeux environnementaux et son parcours reflète un engagement constant pour des solutions innovantes et durables, adaptées aux défis de notre époque. Aujourd'hui, elle est cheffe de projet chez Carbone 4 et compte huit ans d'expérience dans le conseil en stratégie de transition environnementale. Elle accompagne notamment les acteurs du bâtiment et de l'aménagement territorial et combine expertise sectorielle et engagement en faveur de la transition écologique.

Christophe BATARD est architecte en chef des monuments historiques depuis près de 20 ans. Il est associé de l'agence 2BDM et de l'agence Artene. Après avoir été architecte des bâtiments de France dans l'Oise, puis architecte en chef en charge des départements de la Manche et des Côtes d'Armor, il conduit aujourd'hui de nombreux projets de restauration au château de Vincennes, au domaine national de Rambouillet, à l'abbaye de Fontevraud, à l'Hôtel national des Invalides et sur différents sites ministériels du 7e arrondissement de Paris. Parallèlement, il a développé une forte expérience dans la reconversion du patrimoine bâti à travers diverses réalisations telles que le Musée d'Art moderne de l'abbaye de Fontevraud, le centre de photographie de l'ancienne prison de Guingamp ou le musée de la Libération de la Ville de Paris.

Dossier documentaire

- **Aspects réglementaires**

Code de l'environnement

Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances (Articles L501-1 à L597-46)

Titre IV : Déchets (Articles L541-1 à L542-14)

Chapitre Ier : Prévention et gestion des déchets (Articles L541-1 à L541-50)

Article L541-1-1 (extrait)

Déchet : toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire ;

Prévention : toutes mesures prises avant qu'une substance, une matière ou un produit ne devienne un déchet, lorsque ces mesures concourent à la réduction d'au moins un des items suivants :

- la quantité de déchets générés, y compris par l'intermédiaire du réemploi ou de la prolongation de la durée d'usage des substances, matières ou produits ;

- les effets nocifs des déchets produits sur l'environnement et la santé humaine ;

- la teneur en substances dangereuses pour l'environnement et la santé humaine dans les substances, matières ou produits ;

Réemploi : toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus ;

Gestion des déchets : le tri à la source, la collecte, le transport, la valorisation, y compris le tri, et, l'élimination des déchets et, plus largement, toute activité participant de l'organisation de la prise en charge des déchets depuis leur production jusqu'à leur traitement final, y compris la surveillance des installations de stockage de déchets après leur fermeture, conformément aux dispositions relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement, ainsi que les activités de négoce ou de courtage et la supervision de l'ensemble de ces opérations ;

Producteur de déchets : toute personne dont l'activité produit des déchets (producteur initial de déchets) ou toute personne qui effectue des opérations de traitement des déchets conduisant à un changement de la nature ou de la composition de ces déchets (producteur subséquent de déchets) ;

Détenteur de déchets : producteur des déchets ou toute autre personne qui se trouve en possession des déchets ;

Collecte : toute opération de ramassage des déchets en vue de leur transport vers une installation de traitement des déchets ;

Traitement : toute opération de valorisation ou d'élimination, y compris la préparation qui précède la valorisation ou l'élimination ;

Réutilisation : toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau ;

Préparation en vue de la réutilisation : toute opération de contrôle, de nettoyage ou de réparation en vue de la valorisation par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont préparés de manière à être réutilisés sans autre opération de prétraitement ;

Recyclage : toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Les opérations de valorisation énergétique des déchets, celles relatives à la conversion des déchets en combustible et les opérations de remblayage ne peuvent pas être qualifiées d'opérations de recyclage ;

Valorisation : toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, y compris par le producteur de déchets ;

Élimination : toute opération qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances, matières ou produits ou d'énergie.

(...)

Collecte séparée : une collecte dans le cadre de laquelle un flux de déchets est conservé séparément en fonction de son type et de sa nature afin de faciliter un traitement spécifique. Cette collecte peut également porter sur des déchets de type et nature différents tant que cela n'affecte pas leur capacité à faire l'objet d'une préparation en vue de la réutilisation, d'un recyclage ou d'autres opérations de valorisation ;

Déchets de construction et de démolition : les déchets produits par les activités de construction et de démolition, y compris les activités de rénovation, des secteurs du bâtiment et des travaux publics, y compris ceux produits par les ménages à titre privé ;

Remblayage : toute opération de valorisation par laquelle des déchets appropriés non dangereux sont utilisés à des fins de remise en état dans des zones excavées ou, en ingénierie, pour des travaux d'aménagement paysager. Les déchets utilisés pour le remblayage doivent remplacer des matières qui ne sont pas des déchets, être adaptés aux fins mentionnées ci-dessus et limités aux quantités strictement nécessaires pour parvenir à ces fins ;

Tri : l'ensemble des opérations réalisées sur des déchets qui permettent de séparer ces déchets des autres déchets et de les conserver séparément, par catégories, en fonction de leur type et de leur nature ;

Tri à la source : tri ayant lieu avant toute opération de collecte, ou avant toute opération de valorisation lorsque cette opération de valorisation est effectuée sur le site de production des déchets ;
Valorisation matière : toute opération de valorisation autre que la valorisation énergétique et le retraitement en matières destinées à servir de combustible ou d'autre moyen de produire de l'énergie. Elle comprend notamment la préparation en vue de la réutilisation, le recyclage, le remblayage et d'autres formes de valorisation matière telles que le retraitement des déchets en matières premières secondaires à des fins d'ingénierie dans les travaux de construction de routes et d'autres infrastructures.

Code de la commande publique

L'article 58 de la loi n°2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (dite loi AGECE) introduit l'obligation pour les acheteurs de l'État, des collectivités territoriales et de leurs groupements d'acquiescer des biens issus du réemploi ou de la réutilisation ou comportant des matières recyclées.

Décret n° 2024-134 du 21 février 2024 relatif à l'obligation d'acquisition par la commande publique de biens issus du réemploi ou de la réutilisation ou intégrant des matières recyclées et à l'interdiction d'acquisition par l'Etat de produits en plastique à usage unique

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000049184670>

GUIDE - Obligation d'acquisition de biens issus du réemploi, de la réutilisation, ou contenant de la matière recyclée- Mise en œuvre de l'article 58 de la loi AGECE

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/publications/cgdd_guide_article_58_loi_agec.pdf

Les obligations réglementaires concernant les produits et matériaux de construction du bâtiment

<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/produits-materiaux-construction-du-secteur-du-batiment-pmcb>

Le diagnostic « produits, équipements, matériaux et déchets » (PEMD)

<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/diagnostic-produits-equipements-materiaux-dechets-pemd>

Les règles de tri des déchets

<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/tri-dechets>

Principes

Le tri chez les particuliers - Le tri dans les administrations

Le tri dans les entreprises - Le tri dans les établissements recevant du public

Références législatives et réglementaires

Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire

Ordonnance n° 2020-920 du 29 juillet 2020 relative à la prévention et à la gestion des déchets

S'agissant des acteurs de la construction et de la démolition, ils sont soumis depuis 2021 à une obligation de tri de sept flux. Ainsi, doivent être triés et collectés séparément les déchets de papier/carton, plastique, verre, bois, métal, fractions minérales et plâtre. **La filière à responsabilité élargie des producteurs**, créée en 2022, permettra de mettre en place un maillage territorial suffisant permettant ainsi aux acteurs de bénéficier de points de collecte à proximité de leur lieu de chantier.

<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/tri-dechets>

Les déchets – fiches pratiques

TRI DES DÉCHETS - LES OBLIGATIONS APPLICABLES À TOUS LES PROFESSIONNELS :

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/TRI-DECHETS-4p-A4-Imprimable.pdf>

TRI DES DÉCHETS - LES OBLIGATIONS APPLICABLES À UN ÉTABLISSEMENT RECEVANT DU PUBLIC (ERP) :

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/ERP-tri-dechets-4p-A4-Imprimable.pdf>

Foire aux questions - La mise en œuvre du tri et de la collecte séparée en 6/8 flux pour les déchets des professionnels :

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/FAQ_Tri6_8Flux.pdf

Les déchets dangereux

<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/dechets-dangereux>

La réglementation relative à l'exploitation de carrière

Portail AIDA/Ineris de la réglementation de la prévention des risques et de la protection de l'environnement :

Réglementation - 2510. EXPLOITATION DE CARRIÈRE OU AUTRE EXTRACTION DE MATÉRIAUX

<https://aida.ineris.fr/reglementation/2510-exploitation-carriere-autre-extraction-materiaux>

6. Carrières de pierre, de sable et d'argile destinées :

- à la restauration des monuments historiques classés ou inscrits ou des immeubles figurant au plan de sauvegarde et de mise en valeur un secteur sauvegardé en tant qu'immeubles dont la démolition, l'enlèvement ou l'altération sont interdits ;

- ou à la restauration de bâtiments anciens dont l'intérêt patrimonial ou architectural justifie que celle-ci soit effectuée avec leurs matériaux d'origine,

lorsqu'elles sont distantes de plus de 500 mètres d'une exploitation de carrière soumise à autorisation ou à déclaration et lorsque la quantité de matériaux à extraire est inférieure à 100 m³ par an et que la quantité totale d'extraction n'excède pas 500 m³ (DC)

Régime de la déclaration : [Arrêté du 26/12/06](#) relatif aux prescriptions générales applicables aux exploitations de carrières soumises à déclaration sous la rubrique n° 2510 de la nomenclature des installations classées.

- **Aspects normatifs**

Au niveau français

AFNOR/P01E - Développement durable dans la construction

<https://norminfo.afnor.org/structure/afnorp01e/developpement-durable-dans-la-construction/1240>

- AFNOR/P01E GT PCB QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE DES PRODUITS DE CONSTRUCTION ET DES BÂTIMENTS - GROUPE DE TRAVAIL PRODUITS DE CONSTRUCTION ET BÂTIMENTS
- AFNOR/P01E GT GC GÉNIE CIVIL
- AFNOR/P01E GT EC ECONOMIE CIRCULAIRE DANS LA CONSTRUCTION

Président : SENIOR GÉRARD (MINISTERE DE LA CULTURE - DION GENERALE DES PATRIMOINES)

Secrétaire : DARI Karine (AFNOR)

Gérard Sénior est par ailleurs président de Qualibat

<https://norminfo.afnor.org/structure/afnorp01e/developpement-durable-dans-la-construction/1240#activite>

21 normes en conception +1

1 en Enquête Publique - 27 Publiées - 0 En réexamen

Commission de normalisation AFNOR/X46D « Diagnostics dans le cadre bâti ».

Lancé courant 2023 avec le soutien du Ministère de l'Ecologie, une norme sur le diagnostic PEMD sera soumise prochainement à enquête publique :

Pr NF X 46-039 Diagnostic Produits Equipements Matériaux Déchets (PEMD) issus de la démolition ou de la rénovation significative dans les immeubles bâtis – Missions et méthodologie

Au niveau européen

CEN/TC 350 - Contribution des ouvrages de construction au développement durable

<https://norminfo.afnor.org/structure/centc-350/contribution-des-ouvrages-de-construction-au-developpement-durable/60462>

Président : DE LATHAUWER DIETER

Secrétaire : DARI Karine

Au niveau international

ISO/TC 59/SC17 Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil

<https://www.iso.org/fr/committee/322621.html>

<https://www.iso.org/fr/committee/49070/x/catalogue/>

Secrétariat: AFNOR (France) : Karine Dari

Président(e) (jusqu'à fin 2029) : Jean-Marc Potier

Date de création : 2002

Certaines normes ISO ne sont pas reprises dans la collection nationale car leur équivalent européen existe.

Norme EN ISO 22057 « Modèles de données pour l'utilisation des déclarations environnementales de produits (DEP) pour les produits de construction dans la modélisation des informations de la construction (BIM) » cite à la fois la EN 15804 et la ISO 21930.

Norme et/ou projet sous la responsabilité directe du ISO/TC 59/SC 17 Secrétariat(0)	Stade	ICS
ISO/TS 12720:2024 Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil — Lignes directrices pour l'application des principes généraux de développement durable	60.60	<ul style="list-style-type: none"> • 93.010 • 91.040.01
ISO 15392:2019 Développement durable dans les bâtiments et ouvrages de génie civil — Principes généraux	90.20	<ul style="list-style-type: none"> • 91.040.01
ISO 16745-1:2017 Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil — Métrique du carbone des bâtiments existants pendant la phase opérationnelle — Partie 1: Calculs, rapports et communication	90.93	<ul style="list-style-type: none"> • 91.040.01
ISO 16745-2:2017 Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil — Métrique du carbone des bâtiments existants pendant la phase opérationnelle — Partie 2: Vérification	90.93	<ul style="list-style-type: none"> • 91.040.01

Norme et/ou projet sous la responsabilité directe du ISO/TC 59/SC 17 Secrétariat(0)	Stade	ICS
ISO 20887:2020 Développement durable dans les bâtiments et ouvrages de génie civil — Conception pour la démontabilité et l'adaptabilité — Principes, exigences et recommandations	90.20	● 91.040.01
ISO 21678:2020 Développement durable dans les bâtiments et ouvrages de génie civil — Indicateurs et référentiels — Principes, exigences et lignes directrices	60.60	● 91.040.01
ISO 21928-2:2023 Titre manque — Partie 2: Titre manque	60.60	● 91.040.01
ISO 21929-1:2011 Développement durable dans la construction — Indicateurs de développement durable — Partie 1: Cadre pour le développement d'indicateurs et d'un ensemble d'indicateurs principaux pour le bâtiment	90.93	● 91.040.01
ISO 21930:2017 Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil — Règles principales pour les déclarations environnementales des produits de construction et des services	90.93	● 91.040.01
ISO 21931-1:2022 Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil — Cadre méthodologique de l'évaluation au sens du développement durable des performances environnementales, sociales et économiques des ouvrages de construction — Partie 1: Bâtiments	60.60	● 91.040.01
ISO 21931-2:2019 Développement durable dans la construction — Cadre méthodologique de l'évaluation au sens du développement durable des performances environnementales, sociales et économiques des ouvrages de construction — Partie 2: Ouvrages de génie civil	90.93	● 93.010 ● 91.040.01
ISO/TR 21932:2013 Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil — Une revue de la terminologie	90.93	● 01.040.91 ● 91.040.01
ISO 22057:2022 Développement durable dans les bâtiments et ouvrages de génie civil — Modèles de données pour l'utilisation des déclarations environnementales de produits (DEP) pour les produits de construction dans la modélisation des informations de la construction (BIM)		

Normes et Eurocodes relatifs aux structures

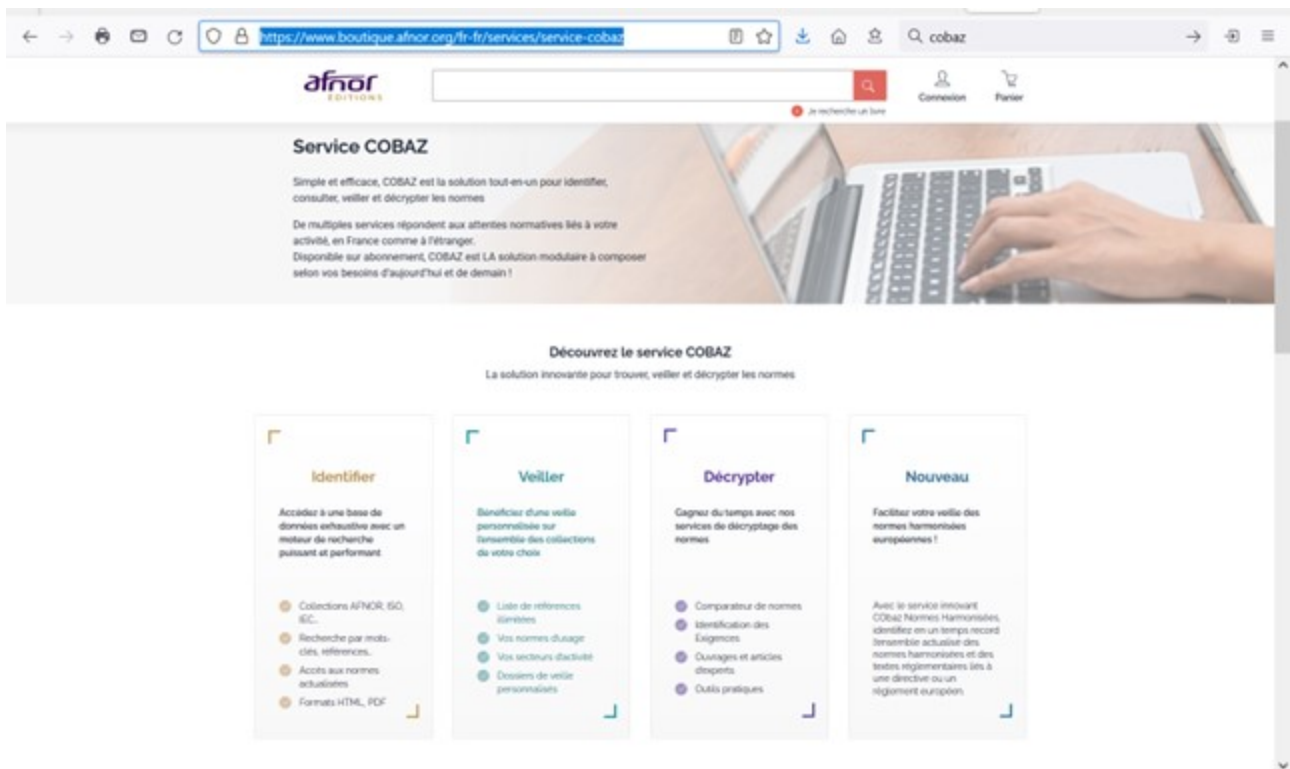
ISO 13822:2010, Bases du calcul des constructions - Évaluation des constructions existantes.

Cette norme a été développée par l'ISO/TC 98 « Bases du calcul des constructions ». Ce comité est suivi en France par AFNOR/P06 « COORDINATION EUROCODES STRUCTURAUX - MIROIR DU CEN/TC 250 ». Cette norme n'a pas été reprise dans la collection française.

<https://www.iso.org/fr/standard/46556.html>

Consulter une norme

<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/services/service-cobaz>



- **Aspects assurantiels**

Le réemploi, une innovation à cadrer

<https://www.maf.fr/actualite/le-reemploi-une-innovation-cadrer>

Le réemploi des matériaux dans le BTP

<https://www.smabtp.fr/sma/assurance/infos-assurance/le-reemploi-des-materiaux-dans-le-btp>

CNOA – le réemploi et l’assureur

<https://www.architectes.org/actualites/le-reemploi-et-l-assureur-119346>

- **Ressources du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)**



Projet de recherche SPIROU (Sécuriser les Pratiques Innovantes de Réemploi via une Offre Unifiée) co-financé par l’ADEME, le CSTB et ses partenaires Mobius réemploi, le Booster du Réemploi / A4MT et Qualiconsult.

Accompagner les pratiques de réemploi vers une reconnaissance assurantielle :

Le projet SPIROU a ainsi pour objectif principal d’accompagner les pratiques de réemploi vers une reconnaissance assurantielle, en développant des guides méthodologiques, s’appuyant sur les premiers retours d’expérience prometteurs de l’ensemble de la filière du réemploi. L’harmonisation des modes opératoires existants permettra d’avancer sur la sécurisation des pratiques et de rassurer l’ensemble des acteurs, dont ceux de la maîtrise des risques. Ces guides, rédigés par familles de produits, seront l’aboutissement de travaux de recherche, et proposeront des process et protocoles expérimentaux de caractérisation et d’évaluation des performances des PEM (produits-équipements-matériaux) à réemployer.

<https://www.cstb.fr/toutes-les-actualites/accompagner-reemploi-reconnaissance-assurantielle>

Dans le cadre du projet SPIROU, plus de vingt critères ont été retenus par les partenaires dans l'analyse, dont la taille des gisements disponibles, la raréfaction du produit neuf, les surcoûts liés à la dépose et au transport, les besoins exprimés par les maîtrises d'ouvrage, les types de performances à évaluer sur le PEM en vue de son réemploi, les risques engendrés pour le nouvel ouvrage, et l'existence de retours d'expérience significatifs et documentés (liste non exhaustive).

<https://www.cstb.fr/nos-offres/toutes-nos-offres/accompagner-developpement-reemploi>

Documents à consulter

[Sécuriser le réemploi, une démarche collective](#)

[Engager le réemploi, 29 familles propices](#)

[Présentation du projet SPIROU](#)

[En savoir plus sur le projet européen LIFE Waste2Build](#)

[Présentation du projet d'animation de GT réemploi à la CSFE](#)

[Découvrir le projet européen Interreg FCRBE](#)

- **Ressources du Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA)**

Portail du Centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien (CREBA)

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/centre-ressources-rehabilitation-responsable-du-bati-ancien>

<https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/>

<https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/retours-experience>

Projets du CEREMA

Entrée bâtiment, le CEREMA a porté un projet avec l'Institut Français pour la performance du bâtiment (IFPEB) pour le réemploi des matériaux du second œuvre en bureau :

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-ifpeb-vous-presentent-conclusions-demarche-bureaux>

Projet sur le réemploi, dans le cadre du CPIER Vallée de Seine, pour développer un lieu d'expérimentation/formation/production, sur le modèle des Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau

Projet sur le label 2EC sur l'économie circulaire, avec des projets de taille et périmètre variés.

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/economie-circulaire-chantiers-du-btp-dossier-label-2ec>

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/organiser-economie-circulaire-dechets-inertes-territoires>

Projet de développement et de promotion de matériaux alternatifs (valorisation des terres excavées, des matériaux du BTP, des ressources minérales...) :

<https://www.cerema.fr/fr/mots-cles/reemploi-materiaux>

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-met-materiaux-alternatifs-au-congres-industries>

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/economie-circulaire-au-service-rehabilitation-friches>

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-s-engage-aupres-neolithe-prefigurer-future-filiere>

Source : Equipe Performance Environnementale et Confort du bâti,
Groupe Ville Urbanisme Usages Bâtiments (VUUB) – CEREMA Normandie

- **Méthodes et expérimentations - FCRBE**

FCRBE - Faciliter la circulation des matériaux de réemploi : retour sur 5 années de méthodes et d'expérimentations en Europe du Nord-Ouest, 2023, 97 p.

<https://www.cstb.fr/centre-ressources/toutes-nos-ressources/projet-fcrbe-reemploi-pratique>

<https://www.bellastock.com/wp-content/uploads/2023/11/Poster-1-numerique.pdf>

<https://vb.nweurope.eu/projects/project-search/fcrbe-facilitating-the-circulation-of-reclaimed-building-elements-in-northwestern-europe/>

FCRBE a bénéficié du soutien du Fonds Européen de Développement Régional au travers du programme Interreg NWE, de l'ADEME, de la Région Ile de France, de la Région de Bruxelles-Capitale au travers du Programme Régional en Économie Circulaire, de la Région flamande à travers le programme Vlaanderen Circulair, de la Wallonie et de la Ville de Paris.

Guides pratiques issus du programme FCRBE

LA BOÎTE À OUTILS DU RÉEMPLOI

Une collection d'outils et de méthodes pour mettre en œuvre la récupération et le réemploi pour les autorités contractantes, les promoteurs immobiliers, les architectes et autres professionnel·les.

L'inventaire réemploi, Un guide pour l'identification du potentiel de réemploi des produits de construction avant la démolition FR

Décembre 2022

Stratégies de prescription, Intégrer le réemploi dans les projets de grande échelle et les marchés publics FR Février 2022

Méthode des objectifs de réemploi, Fixer, suivre et rapporter sur les taux de récupération et de réemploi dans les projets de construction. Une approche commune FR, Septembre 2023

RÉEMPLOI POUR LES CONSTRUCTEURS

Une collection de documents d'introduction destinés aux métiers de la construction.

Guides pratiques pour les métiers spécialisés de la construction : entreprises générales, entreprise de finition, métiers du bois, couvreurs, démolisseurs, entreprises d'infrastructure FR, Septembre 2023

BELLI-RIZ, Pierre, Réemploi, architecture et construction : méthodes, ressources, conception, mise en œuvre, Le Moniteur, 2022, 240 p.

- **Histoire du réemploi**

Instruction du 26 février 1849 pour la conservation, l'entretien, et la restauration des édifices diocésains et particulièrement des cathédrales, « d'après le rapport de MM. Viollet-le-Duc et Mérimée » publié par le comité des arts et des édifices religieux (section d'architecture).

Ce texte fondateur pour la préservation des matériaux et des œuvres d'art pendant un chantier évoque la conduite des travaux, l'établissement des attachements figurés, la conception des échafaudages, et les modes d'entretien et de restauration de la maçonnerie, de la taille de pierre, de la charpente et des différents types de couverture. Il traite également des écoulements des eaux pluviales, des précautions à prendre contre l'incendie, de la serrurerie, des sculptures d'ornement, des vitraux, des peintures et badigeonnages, de la menuiserie et enfin du mobilier. Approuvé par le ministre de l'Instruction publique et des Cultes, ayant valeur de circulaire, il est à nouveau diffusé comme annexe à la circulaire n° 365 du 20 janvier 1881 aux architectes diocésains (AN Paris F/19/4536).¹

Consultable sur Gallica, Bulletin officiel du ministère de l'Intérieur, 1^{er} janvier 1849

<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5533990g/f59.item>

Extraits :

3. L'architecte prendra les mesures nécessaires pour que les fers, les plombs, les bois et autres matériaux ayant une valeur et appartenant aux édifices, soient rangés en magasin et inventoriés. Ces matériaux ne pourront être enlevés, lorsqu'ils devront être réemployés dans l'édifice d'où ils proviennent, que sur un ordre signé de l'architecte ou de ses agents.

6. Lorsque, par suite d'une autorisation spéciale, il sera nécessaire de déposer, d'enlever ou de démolir certaines portions d'un édifice ayant une valeur au point de vue de l'art ou de l'archéologie, l'architecte devra faire dresser un état actuel des parties qu'il s'agit de remplacer avant de commencer l'exécution.

Sélection bibliographique établie par le LRMH et les intervenants

Articles dans Actes de congrès :

ERCOLINO (M.G.), "The role of colour in the reuse of ancient marbles in fifteenth-century Rome", in : *Couleur & temps : la couleur en conservation et restauration : 12es journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation*, Paris, Institut national du patrimoine, 22-23 juin 2006, p. 358-364.

BLANC, (A.), BLANC, (P.), "Les éléments en marbre et autres roches décoratives de quelques monuments médiévaux français", in : *Relations, échanges et coopération en Méditerranée : 128e congrès des sociétés historiques et scientifiques : résumés*, Bastia, du 14 au 21 avril 2003, édité par le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche ; Comité des travaux historiques et scientifiques, p. 153-154.

HARRELL (J.A.), LAZZARINI (L.), BRUNO (M.), "Reuse of Roman ornamental stones in medieval Cairo, Egypt", in : *Asmosia VI : interdisciplinary studies on ancient stone : proceedings of the sixth international conference of the association for the study of marble and other stones in antiquity*, Venice, June 15-18 2000, ed. by Lorenzo Lazzarini, p. 89-96.

¹ <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/monuments-sites/monuments-historiques-sites-patrimoniaux/un-peu-d-histoire/Les-grandes-dates-des-monuments-historiques>

LAUTIER (C.), PINTO, (A.) , FRACHON-GIELAREK, (N.), “Les vitraux du haut-chœur de la cathédrale de Tours et le concept de restauration du XVIIIe siècle au milieu du XXe siècle”, in : *Conservation commune d'un patrimoine commun : 2ème colloque du Programme franco-allemand de recherche pour la conservation des monuments historiques*, Bonn, 12-13.12.1996, édité par Jean-Florent Filtz, p. 31-37.

“Etude, conservation et réutilisation de forges et monuments en fer”, in : *Conservation and adaptive use : ICCROM symposium*, Ironbridge, (Coalbrookdale), 23-25.X.1984, p. 111-122.

Chapitres d'ouvrage ou article de revue

BOUCARD, (J.), « La question du réemploi dans la construction des monuments publics romains », in : *Méthodes d'enregistrement des données en archéologie*, édité par Candice Del Medico et al., Éditions de la Sorbonne, 2019, <https://doi.org/10.4000/books.psorbonne.38717>.

ROSS, (S), ANGEL, (S), « Heritage and waste: introduction », *Journal of Cultural Heritage, Management and Sustainable Development*, Vol. 10, n° 1, 2020.

DAGRAIN, Fabrice, « Présentation et application d'une méthodologie de caractérisation physico-mécanique de petits échantillons pour l'étude des matériaux du patrimoine bâti », *ArcheoSciences*, 36|2012, p. 191-208.

BERNARDI (Philippe), CARVAIS (Robert), NEGRE, Valérie, « Recyclage et réemploi : la seconde vie des matériaux de construction », *Ædificare, Revue internationale d'histoire de la construction*, 2018, n°4 ; 319 p.
<https://classiques-garnier.com/aedificare-2018-2-revue-internationale-d-histoire-de-la-construction-n-4-recyclage-et-reemploi-la-seconde-vie-des-materiaux-de-construction.html>

Expositions

Exposition du pavillon de l'Arsenal du 26 septembre 2014 au 25 janvier 2015

Matière grise - Matériaux / réemploi / architecture

Commissariat scientifique : **Encore Heureux architectes**, Julien Choppin & Nicola Delon
<https://www.pavillon-arsenal.com/fr/expositions/9858-matiere-grise.html>

Articles ou pages internet

[Minéka, réemploi de matériaux de construction](https://mineka.fr/2024/03/28/clin-doeil-historique-sur-le-reemploi/),
<https://mineka.fr/2024/03/28/clin-doeil-historique-sur-le-reemploi/>

Billiet, Lionet, formation « Réemploi de matériaux, une perspective historique », ROTOR, 2021, 50 p.
https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/pres-210318-reem-1-5-hist-fr_0.pdf

Articonnex, le magazine du réemploi pour les artisans du bâtiment

Le réemploi, une histoire de siècles

<https://magazine.articonnex.com/1021-le-reemploi-une-histoire-de-siecles.html>

- **Connaissance des carrières**

Répertoire des carrières de pierre de taille exploitées en 1889

Conservatoire national des Arts et Métiers (CNAM)

[Cnum](https://cnam.fr/) : (Conservatoire numérique des Arts et Métiers) : bibliothèque numérique en histoire des sciences et des techniques.

[Répertoire des carrières de pierre de taille exploitées en 1889](https://cnam.fr/)

Mineralinfo, Le portail français des ressources minérales non énergétiques

Portail mis en œuvre par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) sous la tutelle de la direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (bureau de la politique des ressources minérales non-énergétiques)

<https://www.mineralinfo.fr/fr/ressources-minerales-france-gestion/carrieres-france>

Sommaire - Trois grandes catégories de substances de carrières

Les matériaux de construction : [En savoir plus](#)

Les roches ornementales et de construction rassemblent les pierres naturelles servant à la construction des bâtiments, à la voirie, au mobilier urbain, à la production de monuments et articles funéraires, à la décoration, aux aménagements paysagers, à la restauration des monuments historiques et à la sculpture : [En savoir plus](#)

Les roches et minéraux industriels : [En savoir plus](#)

Les carrières en France

Avec près de 3600 carrières actives, la France bénéficie d'une activité extractive en substances de carrières parmi les plus importantes en Europe, lui assurant une certaine indépendance. Régies par le Code de l'environnement, les carrières permettent l'exploitation de matériaux de construction, de roches ornementales et de minéraux industriels utiles à de nombreuses filières industrielles, à l'aménagement du territoire et à la confection de produits du quotidien.

<https://www.mineralinfo.fr/fr/ressources-minerales-france-gestion/carrieres-france>

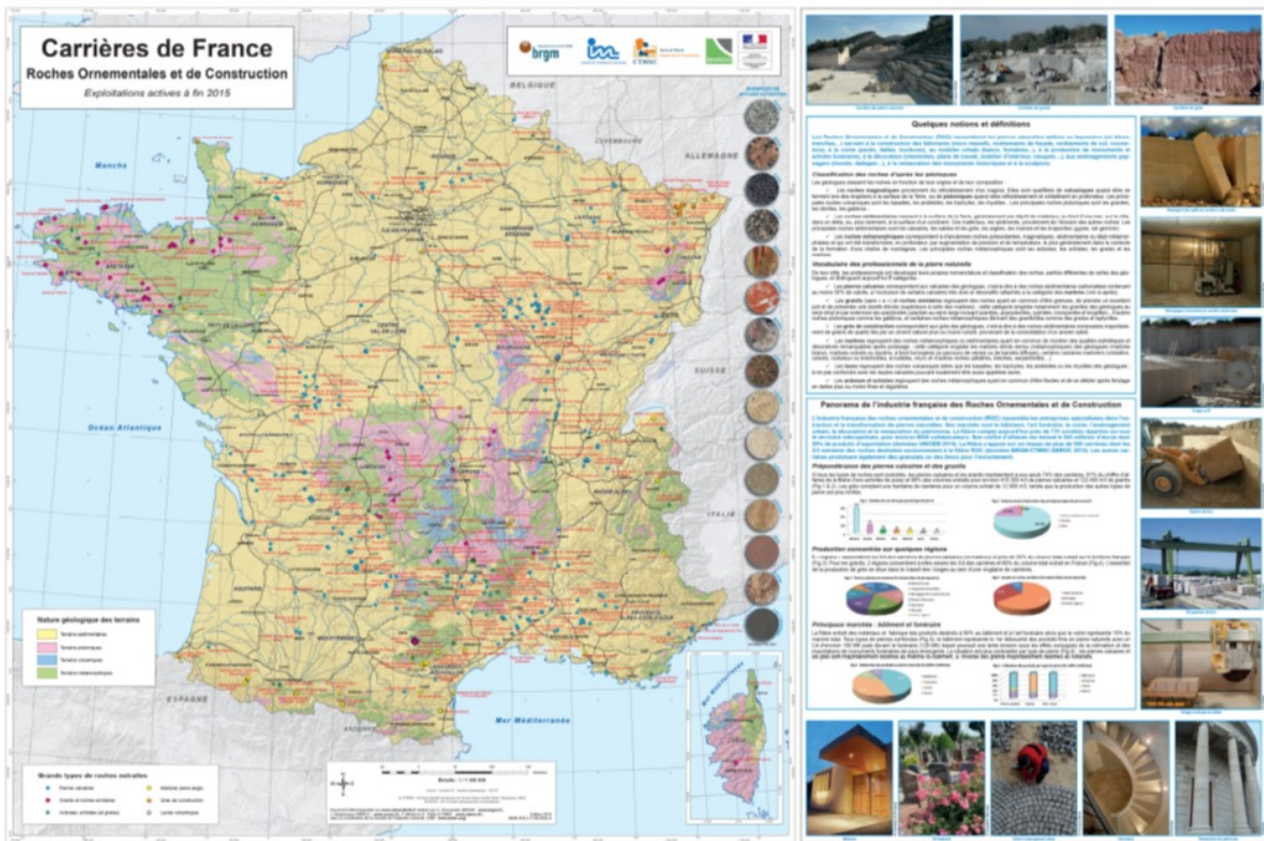
Consultez le mémento sur les roches ornementales et de construction (BRGM, 2014)

BRGM-SNROC-CTMNC, Mémento sur l'industrie française des roches ornementales & de construction, rapport final BRGM/RP-62417-FR, octobre 2014, 90 p.

Sur le site du BRGM : <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-62417-FR.pdf>

Carte de France des Carrières de France – Roches Ornementales et de Construction, exploitations actives à fin 2015

https://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/documents/2020-12/git01m5_carrieres_roc_fr_2154_2016_a3.pdf



Economie circulaire et recyclage

Sur le site du BRGM, Ressources minérales et économie circulaire

Face à une pression croissante sur les ressources minérales, le BRGM œuvre pour un approvisionnement responsable et pour une économie plus circulaire.

<https://www.brgm.fr/fr/enjeux/ressources-minerales-economie-circulaire>

L'industrie du recyclage des ressources minérales regroupe quatre principales fonctions : la collecte, le tri, la massification et enfin la production de matière ou l'incorporation des déchets préparés à cet effet dans les processus de production des produits neufs. Les sources sont issues des circuits de collecte et d'élimination des déchets ménagers, du réseau de recycleries ou des circuits professionnels spécialisés.

<https://www.mineralinfo.fr/fr/economie-circulaire-recyclage/economie-circulaire-ressources-minerales>

<https://www.mineralinfo.fr/fr/economie-circulaire-recyclage/ressources-secondaires-france>

Bases de données du BRGM

<https://www.brgm.fr/fr/resultats-donnees/sites-web-applications-bases-donnees>

Schéma Régional des Carrières (SRC)

Les conditions d'implantation des carrières sont encadrées par les dispositions des Schémas Départementaux des Carrières (SDC) bientôt remplacés par des schémas d'échelle régionale (SRC) mieux adaptés aux enjeux et besoins du territoire national en application de l'article L515-3 du Code de l'Environnement

Dans les régions dans lesquelles le SRC a été approuvé, celui-ci remplace de fait les Schémas Départementaux des Carrières (SDC) qui étaient alors appliqués dans les départements concernés.

Sur cette page : liens permettant d'accéder aux données des schémas régionaux des carrières validés ou en cours d'élaboration.

<https://www.mineralinfo.fr/fr/donnees-sur-schemas-des-carrieres>

Lithoscope, la lithothèque du CTMNC

Objectif de recenser et de présenter l'ensemble des roches ornementales et de construction extraites aujourd'hui en France. Un recensement méthodique des carrières en activité en France a été effectué en préambule à la constitution de la base de données. Près de 400 carrières, représentant la variété et la richesse de ce matériau de construction en France, ont ainsi pu être répertoriées.

Chaque fiche de Lithoscope réunit :

- les données descriptives (dénomination, couleur...),
- les utilisations possibles du matériau,
- les caractéristiques physiques et techniques de chaque pierre,
- quelques photos référentes.

Le recensement ayant débuté en 2009, la base est régulièrement enrichie de nouvelles pierres.

Ainsi, les personnes intéressées, professionnelles, prescripteurs ou grand-public, peuvent, à l'aide d'un moteur de recherche, choisir le matériau le plus adapté à leur projet, que ce soit en termes de caractéristiques physiques ou esthétiques, ou de lieu d'extraction.

Son objectif est de susciter **le progrès technique** et de favoriser **la diffusion de l'information** auprès des professionnels, des prescripteurs et des utilisateurs.

Présentation sur le site du SNROC : https://www.snroc.fr/fr/lithoscope-du-ctmnc_52.html

Accès au Lithoscope du CTMNC : <https://lithoscopectmnc.com/>

GEOLOCALISATION - Localisation des carrières de pierres naturelles en France. <https://lithoscopectmnc.com/lexique/>

InfoTerre, un accès à l'information scientifique et technique du BRGM

<http://infoterre.brgm.fr/rechercher/search.htm#>

Près de 40 rapports accessibles avec le mot-clé « monument historique » depuis 1994

Rapports et études sur les autorisations d'ouverture, les bases de données, les études nationales commandées par le service des monuments historiques, régionales ou départementales

Bourgogne-Franche-Comté (Laves de Bourgogne), Corse, Grand-Est (08, 10, 52, 67), Hauts-de-France (ex Picardie), Normandie, Nouvelle Aquitaine (ex Aquitaine, 16, 79), Occitanie (11, 66-Perpignan), PACA (04, 05, 06, 13, 83, 84), Réunion.

Carrières, pierre et monuments historiques – bibliographie et sitographie

[David Dessandier](#), Étude du milieu poreux et des propriétés de transfert des fluides du tuffeau blanc de Touraine : application à la durabilité des pierres en œuvre, Thèse de doctorat de l'Université de Tours, 1995, 280 p.

Féraud, Jean ; Pasquet, Jean-François, *L'autorisation des carrières pour la restauration des monuments historiques : étude technique et réglementaire*, BRGM/RP-51978-FR, septembre 2003, Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2001 & 2002-RES-801

<http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-51978-FR.pdf>

Féraud, Jean ; Pasquet, Jean-François *Restauration des monuments historiques : guide de présentation des demandes d'autorisation de carrière - rapport final*. BRGM/RP-51979-FR, 2003, 190 p. 2 pht.

<http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-51979-FR.pdf>

Chantiers de restauration des monuments historiques : le problème des carrières

24 octobre 2009, Philippe Souchu

Entretien avec Lise Leroux, Ingénieur géologue au Laboratoire de Recherches des Monuments Historiques

<https://doc.lerm.fr/chantiers-de-restauration-des-monuments-historiques-le-probleme-des-carrieres/>

Dessandier, David, Sayagh, Shahinaz, Bromblet, Philippe, Leroux, Lise, « La pierre de construction, matériau du développement durable », *Géosciences*, décembre 2009, 10, p. 8-15.

<https://brgm.hal.science/hal-00640971>

Entretien et réfection des monuments : le Laboratoire de Recherches des Monuments Historiques (LRMH) au cœur de la protection des sources de matériaux, Paris : Union française des géologues, 2012, 2012, 4 p.

https://www.lrmh.fr/Default/doc/SYRACUSE/137048/entretien-et-refection-des-monuments-le-laboratoire-de-recherches-des-monuments-historiques-lrmh-au-?_lg=fr-FR

Lise Leroux, « Ardoise, pierre, marbre, bois, métal... Carrières fermées et problématiques d'approvisionnement en matériaux des chantiers monuments historiques », journées professionnelles conservation-restauration, 2016

<https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/conservation-restauration/Journees-professionnelles/Conserver-malgre-tout-Limites-et-defis-2016>

Rivet F. avec la collaboration de Laforest C. (2019) – *Étude de pré faisabilité de réouverture de carrières de lauzes dans la vallée de la Roya (Alpes-Maritimes)*. Rapport final. BRGM/RP-69186-FR, Août 2019, 33 p., 26 ill.

<https://www.culture.gouv.fr/Media/Regions/Drac-Paca/Files/Ressources/Rapports-BRGM-PIERRESUD/Rapport-BRGM-Etude-de-prefaisabilite-de-reouverture-de-carrieres-de-lauzes-dans-la-vallee-de-la-Roya-Alpes-Maritimes>

Lise Leroux et Philippe Bromblet, « L'approvisionnement en pierre de taille des chantiers « monuments historiques » dans le contexte carrier actuel », *Revue Culture et recherches*, n° 146, printemps-été 2024, p. 106-109.

Bases de données pierre et monuments historiques (refonte à venir)

L'application informatique MONUMAT v 3.2 - Travaux réalisés en 2004

Notice d'utilisation Rapport final BRGM/RP-53616-FR janvier 2005

<http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-53616-FR.pdf>

PierreSud : observatoire sur les pierres du patrimoine historique du Sud de la France (CICRP, Bureau de recherche géologiques et minières-BRGM, DRAC Occitanie et DRAC PACA).

PierreSud diffuse des informations relatives aux pierres de construction et de restauration des monuments ainsi qu'aux carrières correspondantes.

Panorama des pierres des monuments historiques de la région – rapports par département

<https://www.culture.gouv.fr/regions/Drac-Provence-Alpes-Cote-d-Azur/Actualites/PierreSud-Observatoire-sur-les-pierres-du-patrimoine-historique-du-Sud-de-la-France2>

David Dessandier et Philippe Bromblet, « L'observatoire PierreSud sur les pierres du patrimoine historique du sud de la France : présentation générale et application aux marbres du Languedoc-Roussillon », *Patrimoines du Sud* [En ligne], 4 | 2016, mis en ligne le 01 août 2016, consulté le 09 juin 2024. URL : <http://journals.openedition.org/pds/1009> ; DOI :

<https://doi.org/10.4000/pds.1009>

Le projet Pierre PACA : Centre de ressource sur les pierres du patrimoine de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur 22 octobre 2009, Philippe Souchu

Entretien avec David Dessandier, Directeur du Service Géologique Régional Provence Alpes Côte-d'Azur.

<https://doc.lerm.fr/le-projet-pierre-paca-centre-de-ressource-sur-les-pierres-du-patrimoine-de-la-region-provence-alpes-cote-dazur/>

Ressources en ligne - Fonds Annie Blanc, ingénieure de recherche – géologue au LRMH :

Les photos en noir et blanc prises entre 1969 et 1996 représentent des monuments et des carrières de pierre de taille ayant fourni des chantiers anciens de construction ou de restauration. Ces photos illustrent des fiches correspondant à ces monuments et à ces carrières.

Exemples : Paris, à l'intérieur et à l'extérieur de Notre-Dame (1992- 1996), Pont Royal, Saint-Eustache en 1983, Basilique de Saint-Denis, porte des Valois en 1994, Poitiers sur la façade de Notre-Dame-la-Grande, en 1980, puis 1994, avant restauration, à Mimizan, à la cathédrale de Nantes en 1993.

Anciennes carrières : calcaires lutétiens de Paris et alentours ainsi que des Yvelines, du Val-d'Oise, de l'Oise et de l'Aisne, Berry pour la cathédrale de Bourges, Bourgogne, en relation avec l'abbaye de Cîteaux et celle de Cluny ainsi que les monuments romains et la cathédrale d'Autun. Les études sur les portails de Saint-Gilles (Gard) et de Saint-Trophime d'Arles (1993) ont conduit à la prospection des anciennes carrières du Bois des Lens (sous la conduite de Jean-Claude Bessac), comme celles de l'Abbaye de Jumièges (1995) et de la cathédrale de Rouen avec les carrières de craie de Normandie.

En Bretagne, les anciennes carrières de kersantite de la rade de Brest (1992) et les anciennes ardoisières ont été prospectées (en 1980). Les carrières de marbre des Pyrénées centrales, des Pyrénées Orientales, marbre blanc et colorés ainsi que celles de la Mayenne ont été photographiées dans leur état dans les années 1990.

<https://www.lrmh.fr/fonds-annie-blanc.aspx>

La lithothèque du LRMH

Initiée dans les années 1940, elle contient environ 6 000 échantillons de pierre, collectés au cours de missions de reconnaissance, fournis sous forme de cubes par les carriers (environ un quart) ou provenant de monuments. En outre, les principaux calcaires marbriers utilisés en décoration en France depuis plusieurs siècles sont représentés dans une collection de 90 plaques.

<https://www.lrmh.fr/accueil-portal.aspx>

Le cas de Notre-Dame

Derrière la reconstruction de Notre-Dame de Paris, un besoin hors norme en pierres bien précises

<https://www.brgm.fr/fr/actualite/article/derriere-reconstruction-dame-paris-besoin-hors-norme-pierres-bien-precises>

Construire en pierre structurelle

Groupe de réflexion Pierre massive - Séminaire de Michel Goutal

https://www.snroc.fr/fr/actualites_79.html

https://www.snroc.fr/fichiers/colloque-260124-programme_1709746839.pdf

<https://www.lemoniteur.fr/article/la-pierre-massive-abat-ses-atouts-dans-le-batiment.2323551>

- **La filière bois**

La grande histoire des forêts françaises

<https://www.onf.fr/vivre-la-foret/raconte-moi-la-foret/lhistoire-des-forets>

Reconstruction de Notre-Dame de Paris : 5 ans après l'incendie

Entre janvier 2021 et février 2023, les équipes de l'ONF se sont mobilisées pour la restauration de la cathédrale Notre-Dame de Paris. Forestiers, architectes et conservateurs des monuments historiques se sont concertés pour redonner à la charpente de la cathédrale son apparence d'origine.

<https://www.onf.fr/onf/+20f8::reconstruction-de-notre-dame-de-paris-ans-apres-lincendie.html>

[Reconstruction de Notre-Dame : l'Histoire s'écrit avec les forestiers](#)

[Des chênes pour la flèche de Notre-Dame](#)

[Lancement de la restauration de la flèche de Notre-Dame](#)

[Notre-Dame, une charpente comme au temps des cathédrales](#)

Bibliographie Bois - Etudes de cas

MORTAMET (J.), "Les planchers en bois : problèmes d'usage et de stabilité dans la réutilisation des bâtiments anciens", in *Le bois dans l'architecture : actes des colloques de la Direction du patrimoine*, palais des Congrès de Rouen, 25-27 novembre 1993, p. 288-293.

TAUPIN (J.L.), "Réutilisations - règlements - authenticité", In : *ICOMOS. Comité bois : compte-rendu Ve colloque international*, Norvège [Bergen], 1983, édité par Luce Hinsch, Hakon Christie, Stephan Tschudi-Madsen, p. 71-82

- **Bétons**

EMMONS (P.H.), VAYSBURD (A.M.), McDONALD (J.E.), "A rational approach to durable concrete repairs", in : *Concrete international*, 1993, vol. 15, n° 9, p. 40-45.

MARIE-VICTOIRE, (É.) , TEXIER, (A.), Techniques de restauration des bétons anciens (1996-2001). 3. Inhibiteurs de corrosion & réalcalinisations, Cercle des partenaires du patrimoine, juillet 2001, 79 p.

<https://www.lrmh.fr/Default/doc/SYRACUSE/101341/techniques-de-restauration-des-betons-anciens-1996-2001-3-inhibiteurs-de-corrosion-realcalinisations?lg=en-US>

Le béton et les monuments historiques, *Monumental*, n° 16, 1999, 95 p.

- **La tuile en Alsace**

Willy Bender, *Lexikon der Ziegel, vom Antikziegel bis zum Zellenblockziegel in Wort und Bild*, Wiesbaden et Berlin : Bauverlag GMBH, 1991 (2e éd. 1995).

Willy Bender, *Mechanisierung der Ziegelei*, dans *Ziegelei-Museum*, n° 14, 1997, p. 27-36 et n° 15, 1998, p. 53-60.

Willy Bender et Mila Schrader, *Dachziegel als historisches Baumaterial : ein Materialleitfaden und Ratgeber*, Suderburg-Hösseringen, éditions Anderweit, 1999.

Otto Bock, *Die Ziegelei als landwirtschaftliches und selbständiges Gewerbe*, Berlin, 1893 (nombreuses rééditions révisées par Adolf Nawrath et alii).

Didier Derœux (éd.), *Terres cuites architecturales au Moyen Âge* (colloque, Saint-Omer, 7-9 juin 1985), Arras, 1986 (communication sur l'Alsace p. 94-107)

Karl Dümmmler, *Handbuch der Ziegelfabrikation, dritte Auflage Handbuch der Ziegel-Fabrikation. Die Herstellung der gesamten baukeramischen Baustoffe, wie Ziegel, Terrakotten, Röhren, Platten, Kacheln, feuerfeste Waren u.s.w.*, Halle : Wilhelm Knapp Verlag, 1re éd. avec la collaboration de Frierich Hoffmann, 1900 ; 3e éd. avec Karl Löser, 1926.

Maxime Werlé, René Kill, et Jean-Jacques Schwien, « Les couvertures du second Moyen Âge en Alsace : un état des connaissances », dans *Archéologie médiévale*, numéro spécial « Toitures et matériaux de couverture au Moyen Âge », mis en ligne le 19 janvier 2024 : <http://journals.openedition.org/archeomed/54400>

- **RETEX par monuments historiques ou institutions**

Réemploi, réutilisation et matériaux durables dans le cadre des chantiers Monuments historiques

Paris, Ecole Militaire

Le réemploi sur les chantiers monuments historiques. Le chantier test de l'Ecole militaire : une source d'inspiration

Ajaccio, Citadelle

Projet de réhabilitation des douves de la Citadelle d'Ajaccio par l'agence CC Architectes, réalisé avec des matériaux réemployés -

https://www.corsenetinfos.corsica/Sylvia-Ghipponi-La-Corse-dispose-d-un-patrimoine-remarquable-a-reconquerir_a80442.html

Lyon, Hôtel-Dieu

DEVARAINÉ, (J.), *La gestion des travaux de réhabilitation sur le monument historique du Grand Hôtel- Dieu de Lyon*. Sciences de l'ingénieur, 2016. [physics]. dumas-02496136.

Protocole Culture-Défense

CHABOTY, (D.), « La restauration des monuments historiques face aux enjeux du développement durable : étude opérationnelle de la restauration des monuments du protocole Culture-Défense », Travail de fin d'études pour le diplôme

d'ingénieur de l'École nationale des travaux publics de l'État de Lyon et le Master d'Histoire, Civilisations et Patrimoine de l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne, 2023

- **Ecologie de l'architecture**

Thierry Salomon et Stéphane Bedel, *La maison des (néga)watts*, Paris : Eyrolles, 1999

Jean et Laurent Coignet, *La maison ancienne, construction, diagnostic, interventions*, Paris : Eyrolles, 2003

Alain Liébard et André De Herde, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*, Paris : Observ'ER, 2005

Jean-Pierre Oliva et Samuel Courgey, *L'isolation thermique écologique*, Mens : Terre Vivante, 2023

Catherine Charlot-Valdieu et Philippe Outrequin, *Réhabilitation énergétique des logements*, Paris : Le Moniteur, 2018

Franck Janin, Jean-Luc Delpon, Marine Janin, Nicolas Janin, *Le confort d'été dans l'habitat, principes fondamentaux, études de cas et solutions écologiques en neuf et en rénovation*, Mens : Terre Vivante, 2024

- **Trajectoire carbone-énergie des Monuments historiques**

La Compagnie des ACMH lauréate de l'appel à projet Alternatives Vertes 2 – France 2030

Face au défi climatique, engager les atouts du patrimoine

Cet Appel à Projet, financé par le [Gouvernement](#) dans le cadre de [#France2030](#), conçu en lien avec le [#Secrétariat général pour l'investissement](#) et le [#Ministère de la Culture](#), est opéré par la [#Banque des Territoires](#) (Groupe Caisse des Dépôts) pour le compte de l'Etat.

Cette proposition d'une étude sectorielle du bilan carbone du secteur des Monuments historiques et d'établissement d'une trajectoire de réduction des émissions carbone du secteur, est une première. Le secteur des Monuments historiques souhaite s'engager fortement dans la décarbonation de son économie. Les savoir-faire de la conservation du bâti ancien sont des atouts en matière de réduction de l'impact carbone.

Toutefois les outils manquent pour construire une trajectoire de décarbonation. Le bâti ancien est aujourd'hui menacé par des approches normatives inadaptées à ses spécificités. Les acteurs du domaine des Monuments historiques doivent donc établir leur bilan carbone, tracer leur trajectoire d'amélioration, et mettre en place des outils d'évaluation des prescriptions.

La Compagnie des Architectes en Chef des Monuments Historiques (ACMH), associée à l'OPPIC, l'association des Architectes du Patrimoine et le CEREMA, et en partenariat avec le GMH, le CMN et l'École de Chaillot, a sollicité le bureau Carbone 4 pour réaliser une étude d'évaluation et de prospective d'une durée d'un an. À partir d'un corpus représentatif, il s'agit d'établir le bilan carbone du secteur des Monuments historiques, les trajectoires d'amélioration, et un outil opérationnel d'évaluation.

Cet outil sera diffusé au sein de la formation spécialisée et continue des maîtres d'œuvre ainsi qu'aux maîtres d'ouvrages et entreprises intervenant sur l'ensemble du bâti ancien.



Opération soutenue par l'État dans le cadre du dispositif « Soutenir les alternatives vertes 2 » de France 2030, opéré par la Banque des territoires (Caisse des Dépôts)



Martin Bacot, Régis Martin, « Pour un outil d'évaluation et de trajectoire carbone des chantiers « monuments historiques », [Revue Culture et recherches, n° 146, printemps-été 2024](#), p. 73-75

Communiqué de presse d'octobre 2024

Sur le site de la banque des territoires : <https://www.banquedesterritoires.fr/sites/default/files/2024-10/CP%20102024%20ACMH%20laur%C3%A9at%20France%202030-Projet%20trajectoire%20%C3%A9nergie.pdf>

Sur le site de la compagnie des ACMH : https://www.compagnie-acmh.fr/wp-content/uploads/2024/10/CP_France_2030.pdf

- **La matériauthèque du Centre de recherche sur les monuments historiques – Médiathèque du patrimoine et de la photographie**

Un musée des matériaux

Le « musée des matériaux » ou « matériauthèque » est né dans les années 1930 sur l'initiative de Paul Deschamps, directeur du musée de Sculpture comparée (ancêtre du musée des Monuments français), et Albert Chauvel, architecte en chef des Monuments historiques. La collecte de matériaux issus des chantiers de restauration devait témoigner des savoir-faire anciens et servir de modèles à la fabrication de matériaux imitant ceux à remplacer.

Une collection d'échantillons de pierre constitue à partir de 1934 le point de départ de la matériauthèque dans le palais de Chaillot. L'exposition universelle de 1937 offre trois ans plus tard l'occasion d'en présenter des pièces à un large public. La matériauthèque est mise en caisses et déménagée de Chaillot au fort de Saint-Cyr (Yvelines) en 2003.

Le chantier de collections : la nouvelle présentation de la matériauthèque, en 2019, s'inscrit dans le projet scientifique et culturel de la MPP sur son site de Charenton. Elle a été lancée par un important chantier de collections entrepris en 2017 : inventaire détaillé, reconditionnement des pièces, couverture photographique, analyse sanitaire, création d'une documentation historique et technique associée.

Elle doit permettre aux professionnels du patrimoine et au grand public de se réapproprier cette magnifique collection, qui compte environ 3 700 pièces et ne cesse de s'accroître pour documenter au mieux les savoir-faire du bâti ancien. 600 pièces seulement, soit 17 % de la collection, sont exposées, les autres devant faire l'objet d'une valorisation en ligne sur une base de données. Cette collection est ouverte uniquement sur rendez-vous.

En introduction, la carte des toitures de France présentée à l'exposition universelle de 1937 (classe 25 bis, conservation des monuments historiques, salle 1) est associée à des échantillons de couvertures prélevés in situ. Le parcours se poursuit autour de trois thématiques : Le matériau brut, L'outil, La mise en œuvre.

Chacune de ces thématiques est abordée par le prisme des matériaux associés, tels que le bois, le métal, le mortier, la pierre, le plâtre, la terre cuite ou le verre. Des focus sur des monuments particuliers, en fin de visite, montrent le lien entre matériauthèque et Monuments historiques. Enfin, une vitrine de curiosités montre quelques pièces atypiques.

<https://mediatheque-patrimoine.culture.gouv.fr/la-materiautheque-du-crmh>

3055 notices de la matériauthèque accessibles sur la plateforme ouverte du patrimoine (base Palissy) : <https://pop.culture.gouv.fr/gallery/679f95f2232e44b409aa58f0>

- **Sitographie**

Consulter le site Internet du ministère de la Culture

<https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/monuments-sites/monuments-historiques-sites-patrimoniaux/Themes-environnementaux/la-gestion-ecologique-du-patrimoine-bati>

Consulter la Plateforme ouverte du patrimoine (POP)

40 notices relatives aux carrières, four à chaux, cimenteries classés ou inscrits au titre des monuments historiques :

<https://pop.culture.gouv.fr/gallery/679f98149f23c744c9522c94>

Plus de 300 notices relatives aux carrières, usines d'extraction recensées par les services régionaux de l'inventaire général du patrimoine culturel :

<https://pop.culture.gouv.fr/gallery/679f98cb212dd58c4b24fefc>

S-PASS Territoires, plateforme collaborative et participative du réseau des CAUE

40 occurrences avec le mot-clé « réemploi » (formation, événements...)

<https://s-pass.org/fr/>

GDR ReMArch

Recyclage et réemploi des matériaux de l'architecture aux périodes anciennes (Groupement de recherche GDR 2063 du CNRS)

<https://remarch.hypotheses.org/>

<https://remarch.hypotheses.org/ressources/bibliographie>

<https://remarch.hypotheses.org/ressources/exemplier-iconographique>