

# Blog de pierre

LETTRE D'INFORMATION DU CENTRE TECHNIQUE DE MATÉRIAUX NATURELS DE CONSTRUCTION

EDITO



Emeric de Kervenoaël,  
Vice-Président du CTMNC  
Photo: Carrières de Noyant

Pour ce nouveau numéro de Blog de Pierre, le 23ème, il est important de mettre en avant la demande accrue et tous azimuts de conseils et de renseignements sur la pierre. Cela implique clairement la nécessité de bien structurer les réponses et pour le CTMNC de continuer à exercer avec expertise et réactivité son travail et ses recherches.

Olivier Chèze a rejoint le CTMNC et pris la direction du département ROC en mai 2022. Succédant à Didier Pallix, il travaille avec l'ensemble de l'équipe du centre et les acteurs de la filière dans un mode de continuité en valorisant l'énorme travail effectué depuis 2007 et en y apportant sa touche et ses axes de développement prioritaires pour les années à venir dans le cadre d'un travail de projection à moyen et long terme. Olivier a, par ailleurs, très rapidement pris les sujets en main et a eu à cœur de rendre visite à un maximum de professionnels de la filière dès cette première année.

Autre fait marquant dans l'organisation du Centre, l'arrivée de Jalila Desbouchages, au poste d'assistante commerciale pour mieux et plus communiquer et permettre de structurer le centre sur un mode plus entrepreneurial.

Les travaux et les communications, depuis la seconde partie de 2022, ont permis au CTMNC d'avancer et de poursuivre sur les thématiques porteuses et essentielles suivantes :

- Echanges continus avec le SNROC notamment par un appui technique sur le sujet national de la décarbonation et pour la réalisation de l'étude économique de la filière en France, diligentée par le syndicat et réalisée par Vëia ;
- Poursuite des groupes de travail Lithoscope, BIM, Marbrerie-Décoration & Gravure, avec pour ce dernier la parution récente du guide « Inscriptions et ornements gravés du monument funéraire et cinéraire en pierre naturelle » ;
- Création d'un nouveau GT Maçonnerie pour la réalisation ambitieuse d'un guide traitant de l'utilisation de la pierre dans le bâtiment ;
- Réalisation de la Journée Technique CTMNC annuelle, le 23 juin 2022 à Clichy sur le thème de « La pierre et le feu » ;
- Travaux de R&D également poursuivis sur les sujets de réemploi, de l'économie circulaire, etc.
- Poursuite du développement du laboratoire pour la préparation des échantillons, la réalisation des examens pétrographiques et bien d'autres axes analytiques.

Autre sujet important : à la demande du SNROC, le CTMNC a mis en place début 2023 une thèse, sur le sujet de l'évolution réglementaire des seuils d'exposition aux poussières. Cette thèse pilotée par le CTMNC

en partenariat avec le LRGP de Nancy (Laboratoire Réactions et Génie des Procédés), avec comme doctorant Adrien Rizza, sera d'une grande utilité pour notre profession et notamment pour nos ateliers de transformation tant dans les mesures d'impact des nouvelles réglementations (durcissement de la réglementation poussières au 1er juillet 2023) qu'au niveau des mesures et délais de mises en conformités nécessaires... Je vous enjoins particulièrement sur ce sujet à faire bon accueil à Adrien Rizza lors de ces prochains contacts avec la profession pour l'avancement de cette thèse.

Enfin, la dernière journée technique, la quinzième du nom, s'est tenue le 5 juillet, à Paris sur le thème de l'innovation et des sujets environnementaux : « La pierre naturelle : une solution green tech aux défis d'aujourd'hui » avec un panel d'intervenants très riche et intéressant. Cette manifestation fût un succès avec plus de 75 participants.

En plus des sujets cités plus haut, dans cette lettre vous trouverez aussi, toute l'actualité normative, celle des Indications Géographiques, l'agenda des manifestations futures et aussi l'interview d'un des piliers de notre filière depuis de très nombreuses années.

Bonne lecture de ce nouveau numéro de Blog de Pierre !

**Emeric de Kervenoaël,**  
Vice-Président du CTMNC

## A NOTER DANS VOS AGENDAS

### JOURNÉE TECHNIQUE « GÉNIES DE PIERRE »

15 septembre 2023

LMGC Montpellier

[www.stono.fr/project/geniesdepierre](http://www.stono.fr/project/geniesdepierre)

### MARMO+MAC 2023

du 26 au 29 septembre 2023

Vérone (Italie)

[www.marmomac.com](http://www.marmomac.com)

### SALON INTERNATIONAL DU PATRIMOINE 2023

du 2 au 5 novembre 2023

Paris Carrousel du Louvre

[www.patrimoineculturel.com](http://www.patrimoineculturel.com)

### SALON DES MAIRES ET DES COLLECTIVITES LOCALES

du 21 au 23 novembre 2023

Paris Porte de Versailles

[www.salondesmaires.com](http://www.salondesmaires.com)

### FUNÉRAIRE PARIS 2023

du 22 au 24 novembre 2023

Paris Parc des expositions Paris Nord Villepinte

[www.salon-funeraire.com](http://www.salon-funeraire.com)

### ROCALIA 2023

du 5 au 7 décembre 2023

Lyon Eurexpo

[www.salon-rocalia.com](http://www.salon-rocalia.com)

### COLLOQUE CONSTRUIRE EN PIERRE AUJOURD'HUI 3<sup>e</sup> EDITION

19 ou 26 janvier 2024

Lieu non défini à ce jour

## RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE

- 2
- 2
- 3
- 3
- 4
- 4
- 5
- 5
- 6

## 4 6 POINT SUR LA NORMALISATION

## BÂTIMENT

- 7
- 7
- 8
- 8
- 8
- 8

## FEU ET PIERRE NATURELLE

- 9
- 9
- 10

## EN BREF

- 11
- 11
- 12
- 12
- 12
- 12
- 13
- 13
- 14
- 14
- 14

## VOIRIE

- 16
- 16

## FUNÉRAIRE

- 17

## MARBRERIE

- 17

## INTERVIEW

- 18

## Projet d'Optimisation Énergétique de l'Habitat Méditerranéen

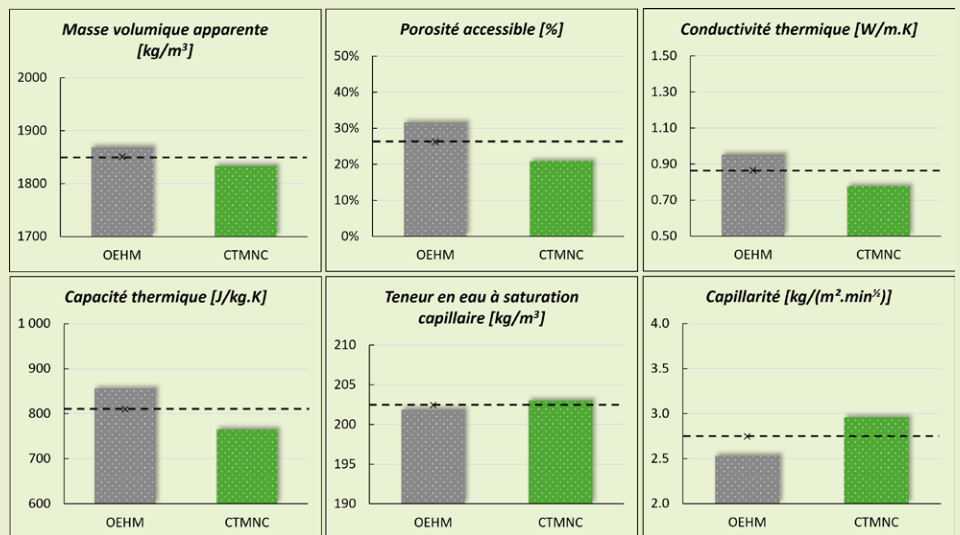
Le projet OEHM s'est terminé fin 2022, avec à la clé un rapport complet sur les études menées depuis 2019. Outre une synthèse à destination de la profession prévue par le CTMNC, une journée technique sur le sujet est également envisagée. Elle permettra de présenter les résultats et d'appréhender d'éventuelles poursuites des recherches sur le sujet.

Pour résumer, plusieurs matériaux ont été caractérisés, dont une majorité de pierres naturelles. Leurs propriétés thermiques et hydriques ont été déterminées afin de simuler au mieux les échanges de chaleur et d'humidité dans les enveloppes de bâtiment. Ces simulations permettent de concevoir des parois de bâtiments sains, confortables et durables. Elles sont plus pointues que celles de la réglementation thermique, maintenant environnementale, la RE 2020. En effet, cette dernière se focalise uniquement sur les transferts de chaleur en régime permanent (statique), avec une prise en compte simplifiée des phénomènes dynamiques de stockage et déstockage de chaleur. Or, les effets dynamiques des transferts de chaleur comme d'humidité sont multiples, tant sur les besoins énergétiques des bâtiments que sur les propriétés intrinsèques des matériaux, de leurs altérations, de même que sur les dégradations des conditions de confort et de santé des occupants. Avec l'évolution des moyens techniques et des codes de calcul, la prise en compte des transferts thermo-hydriques couplés dans la physique du bâtiment devrait donc se généraliser dans le futur pour améliorer la justesse des prédictions numériques.

Dans le cadre du projet et pour réaliser ces simulations, un moteur de calcul a été développé puis intégré dans un logiciel. La pertinence du moteur de calcul a été vérifiée par comparai-

son entre des simulations et leurs expériences réelles associées, sur des matériaux bruts et sur des parois maçonnées. Avec de la pierre naturelle comme référence expérimentale, le modèle et le logiciel sont ainsi bien adaptés au matériau. Le CTMNC a contribué au projet en apportant son expertise sur les propriétés hygrothermiques de la pierre ainsi que sur les transferts de chaleur et d'humidité dans les composants d'enveloppes de bâtiments, notamment par la capitalisation de la thèse menée de 2017 à 2021, intitulée « La pierre naturelle dans un contexte d'évolution réglementaire environnemental de la construction, études des propriétés de transferts hygrothermiques au sein de composants d'enveloppes de bâtiments », disponible sur HAL : <https://hal.science/tel-03521752>. Les tests croisés réalisés ont permis de comparer les résultats

obtenus par l'équipe DMS : Durabilité des éco-matériaux et structures, associée au LMGC de l'Université de Montpellier et contributeur au projet OEHM, de ceux obtenus par le CTMNC. Cette confrontation permet également de mettre en évidence une certaine hétérogénéité des propriétés des pierres naturelles, y compris pour un même gisement (voir figure ci-dessous). Le dernier axe de travail du projet consistait à analyser l'effet des typologies constructives sur le confort à l'échelle de la maison au quartier. Une grande part de cet axe repose sur la thèse de Marjan SANSEN, réalisée dans le cadre du projet, qui s'intitule « Typologies architecturales et morphologies urbaines adaptées au climat méditerranéen » soutenue en juillet 2022. Le mémoire est également disponible sur HAL : <https://hal.science/tel-04015624>.



Comparaison de résultats de caractérisation, OEHM (Equipe DMS) et CTMNC, pierre de Vers-Pont-du-Gard.

## Étude de la cellule économique de Bretagne VÉIA commanditée par le SNROC

Le CTMNC est intervenu à la demande du SNROC dans l'étude réalisée par VÉIA intitulée « Retombées économiques, sociales, sociétales et environnementales de la filière des Roches Ornamentales et Pierres de Construction en France ». Cette étude est menée par le SNROC à l'échelle nationale pour le granit et le calcaire, avec comme partenaires les associations IG Granit de Bretagne et Pierre de Bourgogne. Elle vise à déterminer les charges économiques, sociales et environnementales sous-jacentes en ce qui concerne l'importation de produits en pierre naturelle depuis l'étranger. Le but est de comparer l'ensemble de ces coûts, visibles et cachés, avec des produits locaux, pour éventuellement justifier auprès des maîtres d'ouvrages que le moins disant n'est pas nécessairement celui auquel on pourrait s'attendre. Sont pris en compte : le coût du transport, le

nombre d'emplois non créés, directs, indirects et induits, le manque à gagner pour l'Etat et les collectivités, ainsi que le coût environnemental des produits importés en ce qui concerne les émissions de CO2eq (marché du carbone). Il apparaît alors que les produits français restent très compétitifs en coût global, puisqu'ils ressortent en première position ! Cette étude confirme le triple intérêt (économique, social et environnemental : les trois piliers du développement durable) pour la filière de relocaliser la production. Le CTMNC est intervenu pour permettre d'évaluer le coût environnemental de ces produits. Un outil spécifique issu de la calculette carbone a été mis au point, permettant de diviser le cycle de vie en trois (lieu d'extraction, lieu de transformation et lieu de mise en œuvre) et de prendre en compte les facteurs d'émissions des différents pays à chacune de ces étapes (en prenant



Photo : L. Farges

en compte les différents mix énergétiques pour la production d'électricité notamment), mais aussi de moduler les distances et les modes de transport des produits.

# Accompagnement sur le sujet de la décarbonation de la filière des Roches Ornementales et de Construction

La stratégie nationale bas carbone (SNBC) introduite par la loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte est la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique. Elle donne des orientations pour que tous les secteurs puissent passer à une économie circulaire et durable. Elle fixe notamment des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES, aussi exprimés en CO<sub>2</sub>eq.), en vue d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Il s'agit en réalité de compensation, par le stockage de GES, par exemple dans la biomasse, ou par d'autres procédés. Pour l'industrie, la SNBC annonce un objectif de 81% de réduction des émissions en 2050 par rapport à celles de 2015. En effet, l'industrie est responsable à elle seule de 20% des émissions de gaz à effet de serre (GES) en France, dont plus de la moitié proviennent des 50 sites industriels les plus émetteurs (minéraux, métallurgie, chimie et procédés de réfrigération). Le ministère de la Transition écologique et le ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance a réuni les principales filières économiques les plus émettrices, dans le but d'engager l'élaboration de leurs feuilles de route de décarbonation (article 301 de la loi Climat & Résilience). Le secteur de la construction (bâtiments et aménagements) est de ce fait visé. Dans ce contexte, le CTMNC a été missionné par le SNROC pour contribuer à établir le bilan des gaz à effet de serre (GES) des produits de la filière des roches ornementales et de construction.

Ce bilan carbone avait pour but d'évaluer l'impact global de la filière, mais aussi de mesurer l'efficacité de solutions envisageables pour

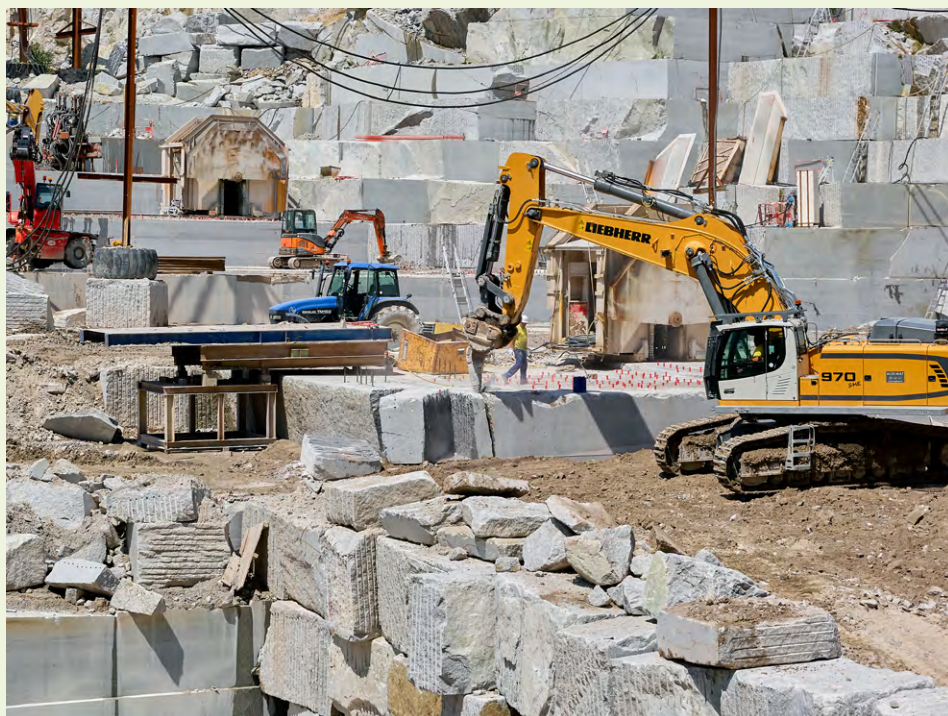


Photo : CTMNC

réduire ses émissions de GES (prérequis pour amorcer une feuille de route de décarbonation de la filière). En remontant du bilan carbone d'un produit moyen à celui de la filière, les chiffres fournis ont également permis de placer le matériau pierre naturelle par rapport aux alternatives parfois synthétiques et/ou manufacturés dans le cadre de la feuille de route de décarbonation du secteur de la construction.

Concrètement, le bilan a été réalisé d'après les chiffres clés de la filière du SNROC et de la cal-

culette carbone développée par le CTMNC. Les principales solutions pour décarboner la filière sont de limiter les importations, puisqu'une relocalisation (réindustrialisation locale) permettrait de réduire les émissions de l'ordre de 60% ! D'autres pistes, comme l'utilisation d'énergie électrique en substitut au gazole non routier, ou la minimisation des pertes par la valorisation des coproduits, seraient des solutions permettant de réduire encore les émissions.

## Le réemploi de la pierre naturelle

Le CTMNC a rédigé un article publié sur Construction21, un média social dédié aux professionnels actifs dans les secteurs du bâtiment et de la ville intéressés par le développement durable. Cet article présente les activités du CTMNC en matière de réemploi de matériaux en terre cuite et en pierre naturelle issus de la déconstruction d'ouvrages. La volonté de réemploi de ces matériaux est effectivement de plus en plus courante en raison de l'éveil des consciences et de l'aspect durable et esthétique de ces produits.

Le CTMNC y propose l'accompagnement des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre dans le processus de réemploi de ces matériaux. La méthodologie développée comprend une première étape de diagnostic pour évaluer les caractéristiques des matériaux et leur homogénéité. Ensuite, des échantillons représentatifs sont prélevés pour réaliser des essais et constituer des bases de données, afin de faciliter le réemploi dans le futur. L'objectif est de garantir la sécurité des personnes et la durabilité

des ouvrages réutilisant ces matériaux. L'article donne également deux exemples concrets de projets de réemploi. Dans le premier, le CTMNC a été chargé d'évaluer un gisement de pierre de taille en vue de sa réutilisation. Un échantillonnage représentatif a été prélevé, incluant des éléments les plus altérés et des éléments mieux préservés, afin de connaître l'étendue des propriétés physiques des matériaux. Dans le deuxième exemple, des ateliers en briques apparentes ont été étudiés pour évaluer leur aptitude au réemploi en murs ou en dallage. Des essais ont été effectués pour évaluer l'homogénéité du gisement et la performance mécanique de ces briques.

Le CTMNC caractérise les matériaux de réemploi par le biais d'essais normalisés ou de tests développés en internes. Les caractéristiques résiduelles des matériaux de réemploi sont comparées à celles des matériaux neufs pour s'assurer de leur aptitude à être réutilisés. Le CTMNC souligne que le terme générique de «brique» ou «pierre» ne suffit pas à évaluer les

performances, et une caractérisation spécifique est nécessaire en fonction des nouveaux usages prévus. L'article met également en évidence les défis réglementaires, économiques et environnementaux liés au réemploi. Les questions de viabilité économique des projets, du traitement des matériaux après déconstruction et de leur valeur spécifique sont abordées. Les exigences réglementaires et les questions d'assurance liées à l'utilisation de matériaux de réemploi sont également mentionnées.

Cet article présente finalement les opportunités liées à la réutilisation et au préalable éventuel reconditionnement de la terre et de la pierre dans le domaine de la construction durable. En proposant une méthodologie et un accompagnement des acteurs du secteur dans cette démarche de réemploi, le CTMNC se positionne en tant qu'expert technique du matériau et de sa caractérisation.

Retrouvez l'article sur le site de Construction21 <https://urlz.fr/mPZw>

## POINT

## SUR LA NORMALISATION

## «PIERRE NATURELLE»

**P10B - « Maçonnerie - miroir du CEN/TC 125 et CEN/TC 250/SC6 »**

• CEN/TC 250/SC 6/WG 1:  
Révision de l'EN 1996-1-1 « Partie 1-1 : règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée »

• CEN/TC 250/SC 6/WG 2:  
Révision de l'EN 1996-3 « Partie 3 : méthodes de calcul simplifiées pour les ouvrages de maçonnerie non armée »

• CEN/TC 250/SC 6/WG 3:  
Révision de l'EN 1996-1-2 « Partie 1-2 : règles générales - Calcul du comportement au feu »

• CEN/TC 250/SC 6/WG 4:  
Révision de l'EN 1996-2 « Partie 2 : conception, choix des matériaux et mise en œuvre des maçonneries »

Publication de l'annexe nationale de la norme NF EN 1996-1-1 (NF EN 1991-1+A1/NA)

**P61C - NF DTU 52.2 « Revêtements collés » :**

Le NF DTU 52.2 révisé a été publié en juin 2022.

**P65A - NF DTU 55.2 « Pierre attachée » :**

Relance des travaux au sein du GT sur les attaches de fixation, à l'arrêt depuis 2020. Pour rappel, les attaches de fixation sont entrées dans le domaine traditionnel et donc les Avis Techniques correspondants ne sont pas reconduits. Les exigences sur les attaches doivent maintenant faire l'objet d'un amendement au NF DTU 55.2, sous peine de voir écarter la technique du domaine traditionnel.

**P75E « Travaux de bâtiment – Systèmes d'isolation thermique par l'extérieur en bardage rapporté avec lame d'air ventilée »**

Le NF DTU 45.4 partie 1-1-5 : Cahier des clauses techniques types - Parement en ardoises et le NF DTU 45.4 partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux datés de mars 2023 intégrant les ardoises naturelles ont été publiés.

**CN AVEP - « Aménagements de Voiries Spécifiques » :**

Des travaux d'expérimentation sur les bandes d'interception pour les malvoyants sont en cours.

La norme expérimentale XP CEN/TS 15209 « Surfaces tactiles en béton, terre cuite et pierre naturelle » a été publiée en mai 2023.

**CNPS - « Parasismique » :**

L'Eurocode 8 (EN 1998) est en révision.

La partie 1-1 « Règles générales et actions sismiques » et la partie 5 « Aspects géotechniques, fondations, soutènements et structures souterraines » de l'EN 1998 (EUROCODE 8) est à l'enquête CEN.

**CEN/TC 128 SC8 - « Ardoises » :**

La norme EN 12326-2 « Ardoises et éléments en pierre pour toiture et bardage pour pose en discontinu - Partie 2 : méthodes d'essai pour ardoises et ardoises carbonatées » est en attente de révision.

Une nouvelle norme EN 12326-3 « Schistes et pierres schisteuses pour toiture pour pose en discontinu - Spécifications et méthodes d'essai » est au vote formel.

## Décryptage de l'analyse de cycle de vie

Le CTMNC a réalisé un article publié par Pierre Actual traitant des questions courantes sur les Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES). Pour le résumer, les FDES sont utilisées pour évaluer l'impact environnemental des produits de construction et sont réalisées d'après leur Analyse de Cycle de Vie (ACV). Contrairement au Bilan Carbone® ou au Bilan GES, qui se concentrent sur les émissions de gaz à effet de serre, les FDES prennent en compte d'autres indicateurs environnementaux tels que l'acidification, la création d'ozone photochimique et l'épuisement des ressources naturelles.

L'ACV consiste à évaluer l'impact d'un produit ou d'un service sur l'environnement, en prenant en compte l'ensemble de son cycle de vie : de sa création à son élimination. Les FDES sont des analyses de cycle de vie plus spécifiques et plus détaillées pour des produits de construction. Elles nécessitent la collecte de données d'inventaires auprès des fabricants, poseurs et démolisseurs, afin de relier les flux physiques, tels que les consommations énergétiques et les quantités de consommables, aux impacts environnementaux correspondants.

Les FDES servent de données d'entrée pour réaliser l'ACV des bâtiments. Elles sont notamment utilisées dans le cadre de la RE2020, où l'indicateur sur le réchauffement climatique est réglementé. Les FDES vérifiées sont publiées sur la plateforme INIES, une base de données française en ligne dédiée aux FDES – pour les

produits – et aux Profils Environnementaux Produits (PEP) – pour les systèmes – de la construction.

La vérification des FDES est effectuée par des experts indépendants agréés par INIES pour s'assurer de la conformité des études réalisées. Les entreprises qui fabriquent des produits de construction peuvent réaliser des FDES individuelles ou s'associer pour en réaliser des collectives, et les coûts et délais de réalisation varient en fonction de la complexité de l'étude. Il existe également des configurateurs permettant de générer des FDES individuelles ou collectives. Ce type d'outil n'existe pas encore pour la pierre naturelle, bien que des travaux au CTMNC soient en cour à moyen terme. En attendant, une calculatrice carbone (voir article p.5) est disponible sur le site du CTMNC, et fournit des facteurs d'émissions spécifiques aux produits en pierre naturelle. La plateforme INIES permet également d'accéder gratuitement aux FDES et PEP, qui sont classées par familles de produits ou par fabricants/consortiums.



## Les travaux du centre sur le réemploi

Le réemploi d'éléments en pierre naturelle est généralement aisé (exemple des pavés en pierre naturelle), mais peut s'avérer dans certaines situations plus complexe (exemple de dallages scellés). Outre ces problématiques liées à la démontabilité, il faut veiller à ce que les performances résiduelles des produits ayant déjà vécu une première vie en œuvre soient suffisantes pour démarrer une nouvelle vie. Cette contrainte peut être négligée pour des nouveaux ouvrages peu sollicités, mais devrait être considérée avec attention lorsqu'il s'agit d'ouvrages structurels (ponts, bâtiments, revêtements et parements fixés en hauteur, etc.). La première étape dans une démarche de réemploi concerne le diagnostic PEMD (produits, équipements, matériaux et déchets) qui est obligatoire dans le cadre de travaux de démolition ou de rénovations lourdes de bâtiments. Il permet au maître d'ouvrage de connaître le potentiel du gisement issu de la déconstruction à être réemployé, recyclé ou revalorisé. À

partir de ce diagnostic quantitatif et qualitatif simplifié, certains éléments pourraient potentiellement être réemployés ou réutilisés directement (si le nouvel usage n'est pas susceptible de remettre en cause la pérennité et la sécurité de l'ouvrage). Dans le cas contraire, il apparaît nécessaire de réaliser des essais de caractérisation afin de déterminer l'aptitude à l'emploi souhaité des éléments. Des procédures d'échantillonnage spécifiques doivent être développées. En effet, le gisement n'est plus une carrière mais bien des parties d'ouvrage qui ont été sollicitées de manières différentes durant leur vie en œuvre. L'objectif est d'analyser l'altération des éléments en pierre en fonction de différentes sollicitations et différentes durées de vie en œuvre, pour à terme, faciliter la démarche de réemploi pour les maîtres d'ouvrage. Le CTMNC travaille ainsi à l'élaboration d'un indicateur de performances mécaniques résiduelles faisant intervenir des paramètres déterminables par des essais in situ.

# Mise à jour de la calculatrice carbone des produits en pierre naturelle

Le précédent utilitaire permettant de déterminer les émissions de gaz à effet de serre dues aux transports entre l'usine et le chantier a été mise à jour en 2022. En plus de donner des indications sur cette étape du cycle de vie, la nouvelle calculatrice carbone permet d'évaluer l'impact sur le changement climatique des produits de construction (bâtiment et aménagements) depuis l'extraction des matières premières, jusqu'à l'élimination et l'éventuelle revalorisation des déchets de déconstruction.

Cette calculatrice est un véritable outil d'aide à la décision, permettant de moduler l'épaisseur du produit, la densité de la pierre, ainsi que les distances de transport entre l'usine et le chantier (l'outil conserve les précédentes fonctionnalités). L'impact sur le changement climatique, exprimé en [kgCO<sub>2</sub>eq], est ainsi déterminé de manière spécifique au système étudié. Ce système peut être une maçonnerie massive, un revêtement autoporteur, de la pierre attachée, un dallage intérieur ou extérieur, etc.

Elle a été élaborée par « résolution d'un problème inverse ». En effet, le CTMNC a regroupé les analyses de cycle de vie déjà publiées (sources scientifiques et FDES vérifiées de la base INIES) qui concernent des produits de construction en pierre naturelle, puis a mis en relation l'impact sur le changement climatique et l'épaisseur des produits.

Il a alors été constaté que l'impact massique sur le changement climatique [kgCO<sub>2</sub>eq/kg] est plus important pour les produits fins que pour les produits épais. En effet, les produits fins subissent davantage de découpe (qui nécessite de l'énergie) et génèrent plus de pertes de matière (trait de scie et sélection), en plus d'être souvent des produits mieux finis (opérations supplémentaires de polissage, flammage ou autres, qui nécessitent également de l'énergie). Enfin, les produits de faible épaisseur sont généralement réalisés avec des pierres plus dures, qui nécessitent intrinsèquement plus d'énergie à la découpe et au façonnage. Inversement, les produits épais sont bien souvent réalisés avec des pierres plus tendres, qui se découpent plus facilement et qui ne nécessitent pas forcément de finitions. Le revers de la médaille est qu'il faut davantage de

pois par mètre carré pour couvrir une certaine surface avec des matériaux épais qu'avec des matériaux fins. Le transport est donc plus impactant pour les produits épais que pour les produits fins, d'autant plus si leur densité est élevée.

Après avoir déterminé cet impact massique des produits en pierres, il est également possible de revenir à un impact sur le changement climatique surfacique [kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>], s'obtenant via la densité surfacique du produit, elle-même déterminée d'après son épaisseur et sa densité. Ainsi, bien que l'impact augmente avec l'épaisseur en raisonnant par kilogramme de produit, il est tout de même plus important pour les produits les plus épais lorsqu'on raisonne par mètre carré de produit. De plus, l'impact est proportionnel avec la densité, comme expliqué précédemment, notamment à cause du transport.

Le modèle élaboré a été intégré dans un utilitaire Excel téléchargeable sur le site internet du

CTMNC : la calculatrice carbone (voir ci-dessous). Cette calculatrice, dont la méthodologie est originale, a intéressé des comités scientifiques et éditeurs, et a ainsi pris part dans deux publications, une dans un article de conférence présentant la démarche et les résultats dans le cadre des Journées Nationales de la Maçonnerie de 2023 ; et l'autre pour un article sur la place de la pierre naturelle dans la stratégie de décarbonation du secteur de la construction, rédigé par T. De Toldi et T. Pestre et paru en 2023 dans la revue à comité d'évaluation par les pairs « Buildings & Cities ». Il est intitulé : "The relevance of cut-stone to strategies for low-carbon buildings" (DOI : <https://doi.org/10.5334/bc.278> ). La calculatrice a déjà été exploitée dans le cadre de missions confiées par le SNROC, notamment pour évaluer le bilan carbone de la filière, mais aussi pour analyser l'impact des importations sur le changement climatique (voir p.2).

Transport Usine-Chantier	
Type de transport 1	Distance transport 1 [km]
Transport par camion	200
Type de transport 2	Distance transport 2 [km]
Transport par bateau	25000
Type de transport 3	Distance transport 3 [km]
Transport par camion	200

Propriétés de la pierre	
Épaisseur de pierre [cm]	3
Masse volumique de la pierre [kg/m <sup>3</sup> ]	2400
Coefficient de sécurité	Type configurateur (FDES)

Interface de saisie de la calculatrice carbone.

## La Réglementation Environnementale 2020

Utilisée en enveloppe de bâtiments, la pierre naturelle est soumise à des conditions de température, d'humidité et d'irradiation fortement variables. Afin d'étudier le comportement des bâtiments bâtis avec ce matériau, le CTMNC a investi dans un logiciel de Simulation Thermique Dynamique (STD) permettant également de réaliser des ACV (Analyse du Cycle de Vie) à l'échelle de la construction.

Le logiciel « PLEIADES », développé par IZUBA ENERGIES a été retenu puisque c'est une référence dans ce domaine, large littérature scientifique et usage fréquent en bureaux d'études. Il permet notamment d'analyser les besoins de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment selon son emplacement géographique, en tenant compte de ses particularités architectu-

rales. En ayant la main sur divers scénarios (occupation, ventilation, fermetures, apports internes, etc.), il est possible de simuler finement l'évolution des températures intérieures d'un bâtiment afin d'évaluer les conditions de confort thermique. Cet outil, plutôt destiné à la conception de bâtiments, va permettre au CTMNC d'étudier différentes typologies architecturales et différentes compositions de parois susceptibles de respecter au mieux les exigences de la RE2020, tout en maximisant le confort des occupants et en évitant les désordres notamment dus à l'humidité (utilisation conjointe avec les logiciels WUFI et UBAKUS, déjà acquis par le Centre, pour la simulation des transferts hydriques).

D'autres applications sont envisagées, comme :

- Analyse de l'effet des revêtements de surface

sur les besoins de refroidissement intérieurs des bâtiments (problématique des îlots de chaleur et rôle de la pierre naturelle).

- Analyse de l'effet de l'inertie thermique sur le confort thermique et les consommations énergétiques.

- Eco-conception de bâtiments grâce au module ACV (effet de la substitution de composants sur les performances environnementales globales de l'ouvrage).

Le CTMNC poursuit la réalisation de FDES individuelles et collectives afin de répondre à la demande croissante des concepteurs et constructeurs pour ce type de données environnementales dans le cadre de la mise en application de la RE2020.

# POINT

## SUR LA NORMALISATION «PIERRE NATURELLE»

### CEN/TC 178 WG4 – « Méthode de détermination de la valeur de résistance au dérapage / à la glissance d'unités de pavage polies ou non polies » :

Un sujet de travail préliminaire est en cours pour réviser la norme expérimentale CEN TS 12633 sur la méthode de détermination de la valeur de résistance au dérapage / à la glissance d'unités de pavage polies ou non polies. Une étude au niveau européen est prévue.

### CEN/TC 246 - « Pierre naturelle » :

La norme NF EN 16306 - « Détermination de la résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité » révisée datée de septembre 2022 a été publiée.

Les normes actuellement à l'examen systématique sont :

- NF EN 12440 - Pierres naturelles - Critères de dénomination
- NF EN 14157 - Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination de la résistance à l'usure
- Un sujet de travail préliminaire est en cours pour réviser la norme EN 13364 sur la résistance aux attaches pour y introduire de nouveaux modes de fixations utilisés en Europe.

### CEN/TC 346 WG 3 - « Évaluation de méthodes et produits pour les travaux de conservation sur les matériaux inorganiques poreux constitutifs du patrimoine culturel » :

La norme NF EN 17655 « Essai d'absorption d'eau à l'éponge » a été publiée en août 2022.

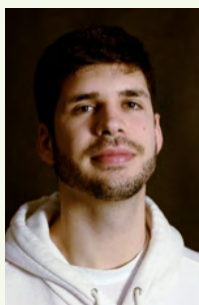
Le projet de norme prEN 17891 « Dessalement des matériaux inorganiques poreux par application de compresses » est au vote formel.

### ISO 327 - « Pierre naturelle » :

Un nouveau sujet ISO 19990 « Determination of water absorption, density, porosity, and bulk specific gravity » est à l'étude.

## PRÉSENTATION DU DOCTORANT

Adrien Rizza est un ingénieur diplômé du CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers) en environnement et production, il a intégré le département ROC en janvier 2023 pour une thèse sur la



« métrologie et méthodologie d'analyse des risques liés à l'exposition aux poussières de pierre naturelle ». Il est basé au Laboratoire Réactions et Génie des Procédés (LRGP) de l'université de Lorraine à Nancy.

## Recherche en cours sur les poussières minérales



Exposition d'un opérateur à de la poussière pendant une opération de découpe. Photo : CTMNC

Les professionnels de la pierre naturelle tels que les extracteurs, transformateurs et poseurs sont particulièrement exposés à des poussières minérales, d'origine géologique et de compositions variées (matériaux siliceux ou non). Par ailleurs, les sites de production sont également de tailles variables, avec des conditions opératoires parfois très différentes : carrières aériennes ou souterraines, ateliers, usines, chantiers intérieurs ou extérieurs, etc. Malgré cette diversité, les entreprises sont soumises à une réglementation unique sur l'aération et l'assainissement des locaux d'activité à pollution dite « non spécifique ». Ce dernier terme caractérise des poussières n'entraînant pas, en l'état des connaissances actuelles, de pathologies spécifiques. Elles se distinguent ainsi des poussières à effets spécifiques, faisant l'objet d'une surveillance et de valeurs limites d'exposition professionnelles (VLEP) particulières, telles que les poudres de bois, ou dans ce contexte professionnel, la silice cristalline. Le décret n°2021-1763 du 23 décembre 2021 a divisé les concentrations moyennes en poussières inhalables et alvéolaires respectivement par 5,5 et 2,5 (voir tableau ci-dessous). Ces nouveaux seuils, qui entreront en vigueur dès juillet 2023, posent question tant en ce qui concerne :

- La métrologie applicable ;
- La mise en place des campagnes de mesures d'exposition et de prélèvement ;
- La mise en conformité éventuelle des procédés et conditions opératoires afin de répondre à la réglementation et de protéger efficacement les salariés.

Sollicité par le SNROC, le CTMNC a lancé une thèse CIFRE (cofinancement ANRT & CTMNC) en partenariat avec le LRGP de Nancy, afin d'apporter des réponses technologiques, pragmatiques et efficaces pour réduire les risques liés à l'exposition professionnelle des professionnels de la filière. Il s'agira ainsi de :

- Proposer et développer des solutions de métrologie adaptées aux poussières de pierre naturelle et à la variabilité des procédés industriels ;
- Prendre en considération l'aérodynamique des locaux afin de développer des relations entre mesures

d'ambiance (point fixe) et mesures d'exposition (sur opérateur) ;

- Constituer un véritable guide méthodologique d'évaluation et de maîtrise des risques pour les salariés de ce secteur professionnel afin de se conformer à la réglementation, sur la base de méthodes et de moyens de mesures d'exposition adaptés à la diversité des métiers concernés.

Dans une première étape de sa thèse, le docteur Adrien Rizza a recensé les réglementations en vigueur en France et en Europe qui concernent la protection des travailleurs exposés à de la poussière, en vérifiant leur applicabilité à la filière ROC. Une synthèse a été rédigée, qui facilitera la compréhension et l'adoption de ces réglementations par les professionnels du domaine.

Adrien qui n'était pas familiarisé avec la pierre à son arrivée au CTMNC, a également effectué plusieurs visites de sites (carrières et ateliers), qui lui ont permis de mieux comprendre les divers procédés de façonnage des pierres naturelles, mais aussi d'évaluer l'exposition des salariés à ce type de poussière (contenant ou non de la silice cristalline).

La suite des opérations va consister à mener une campagne expérimentale à partir de l'été 2023. Le protocole est en cours de réflexion, mais l'objectif est de réaliser deux types de mesures :

- Des mesures d'ambiance, pour déterminer les concentrations de poussières dans l'atelier, analyser la taille des particules et mesurer les paramètres ambiants tels que l'hygrométrie et la vitesse d'air, qui peuvent influencer le déplacement des particules.
- Des mesures sur les opérateurs, pour déterminer la nature des particules inhalées et classer leur granulométrie. Ces mesures seront réalisées selon des procédures préalablement définies.

C'est grâce à ces résultats expérimentaux et à des travaux de recherche complémentaires qu'Adrien pourra établir un guide méthodologique d'évaluation et de maîtrise des risques pour les travailleurs du secteur de la pierre naturelle.

Poussières sans effet spécifique	Rappel : jusqu'en décembre 2021	Du 1er janvier 2022 à 30 juin 2023	A partir du 1er juillet 2023
Fraction alvéolaire	5 mg/m <sup>3</sup>	3,5 mg/m <sup>3</sup>	0,9 mg/m <sup>3</sup>
Fraction inhalable	10 mg/m <sup>3</sup>	7 mg/m <sup>3</sup>	4 mg/m <sup>3</sup>

Evolution des VLEP - seuils des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires

## Projet national DOLMEN : Développement d'Outils et de Logiciels pour la Maçonnerie Existante et Neuve

Le département Pierre Naturelle du CTMNC a intégré depuis fin 2021 le projet de recherche national DOLMEN (Développement d'Outils et de Logiciels pour la Maçonnerie Existante et Neuve). Ce projet regroupe un grand nombre d'acteurs : universités, laboratoires, bureaux d'études, collectivités, etc.

Le Projet National DOLMEN porte sur les constructions en maçonnerie de pierre ou de brique, avec ou sans liant et du génie civil : ponts, soutènements, quais, digues, barrages, tunnels, canaux, conduites, etc.

L'objectif est de progresser dans la compréhension du comportement des ouvrages d'art en maçonnerie et de transférer les résultats de la recherche à la profession pour :

- proposer des outils adaptés et efficaces pour améliorer l'évaluation et la maintenance du patrimoine existant en toute sécurité et durabilité ;
- rétablir la maçonnerie dans le catalogue des techniques de construction contemporaines.

Le CTMNC intervient principalement sur l'Axe 1 (en tant que co-pilote de l'Axe) intitulé « Caractérisation du matériau composite » et dont les objectifs sont de créer une base de données sur les valeurs courantes et la dispersion des caractéristiques des matériaux (blocs, mortier, interface, composite) tout en identifiant les protocoles expérimentaux pour obtenir ces données. Pour se faire, le CTMNC a accueilli un stagiaire pendant plusieurs mois. En complément de ce sujet, le CTMNC s'est porté candidat pour participer à d'autres actions et travaux. On peut notamment évoquer sa future participation à un benchmark de mesures non-destructives réalisées sur des échantillons de pierres naturelles, visant à améliorer l'identification des sources de dispersion associées aux structures en maçonnerie à l'échelle locale. De plus, le CTMNC participera activement à la caractérisation en laboratoire de prélèvements de pierres naturelles issues d'un pont destiné à être instrumenté et étudié avant sa démolition.

Le CTMNC contribue également à l'Axe 5 de ce projet qui vise à démontrer les atouts écologiques, économiques et sociaux liés à la construction en maçonnerie, tout en prenant en compte le contexte d'intérêt grandissant pour l'économie circulaire.

Les objectifs du groupe de travail sont notamment de proposer de nouvelles données environnementales dédiées à la maçonnerie, mais

aussi de contribuer au développement d'un indicateur de réemploi/recyclage, et de réaliser l'analyse de cycle de vie d'ouvrages de référence. Les premières réunions ont permis de repérer différents contributeurs potentiels. Le CTMNC, du fait de son expertise en analyses environnementales et sa proximité avec le milieu professionnel de la pierre naturelle, s'avère être un intermédiaire de choix entre les universitaires et les industriels.

### DolmEn

Développement d'Outils et de Logiciels pour la Maçonnerie Existante et Neuve

### IREX

Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil



Projet national de recherche DOLMEN  
www.pndolmen.fr, administré par l'IREX  
www.irex.asso.fr

## Campagne d'essais mécaniques sur des murs en pierre naturelle

L'Eurocode 6 (NF EN 1996) est le document normatif européen de référence pour le dimensionnement des ouvrages en maçonnerie. Actuellement, un projet de révision de ce document pourrait amener une modification des formules de calcul, et conduirait à une approche plus pénalisante pour la vérification de murs de rives, où le plancher repose partiellement sur celui-ci.

Par conséquent, le département Pierre Naturelle du CTMNC a participé à une campagne d'essai conduite au CERIB afin d'acquérir des résultats expérimentaux permettant la justification et la conservation des formules actuelles. L'essai consiste à soumettre un mur en maçonnerie de pierre naturelle, d'une hauteur représentative d'un logement collectif réalisé en maçonnerie,

à un chargement reproduisant à la fois le chargement apporté par un plancher, et à la fois le chargement apporté par les murs des niveaux supérieurs. L'essai permet ainsi de déterminer la capacité résistante sous charge verticale excentrée d'un mur en maçonnerie de grande hauteur. Dans cette étude, il s'agit de la configuration d'un mur de rive avec plancher partiellement appuyé sur une profondeur d'appui égale au 2/3 de l'épaisseur du mur.

L'objectif est de démontrer que le niveau de sécurité des coefficients de réduction des murs de rives supportant des planchers partiellement appuyés dans le projet de révision de l'Eurocode 6 (partie P3) est trop sécuritaire par rapport à ce qui est pratiqué depuis de nombreuses années.

### Lancement d'un groupe de travail « GT Maçonnerie »

La filière Pierre naturelle a remonté le besoin de produire un ouvrage de référence qui permettra une valorisation de l'usage de la pierre naturelle en tant qu'élément de maçonnerie.

En effet, bien que de nombreux ouvrages traitent déjà de la maçonnerie en pierre naturelle, toutes les thématiques incontournables au bon déroulé d'un projet de maçonnerie en pierre naturelle n'y sont pas abordées : diversité des pierres, construction en zone sismique, impact carbone et éco-conception, exemples de réalisation, etc.

Ainsi, la constitution de ce groupe de travail (GT Maçonnerie), piloté par le CTMNC, répond à ce besoin et doit permettre de définir dans un premier temps les attentes identifiées par la profession.

Si vous souhaitez prendre part à ce groupe de travail, contactez Martin Vigroux : vigroux.m@ctmnc.fr

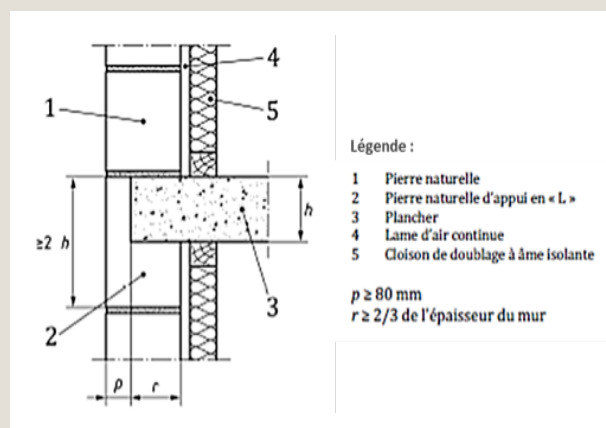


Schéma de la configuration d'un mur de rive, maçonné en pierre naturelle, supportant le plancher béton en appui partiel (extrait du NF DTU 20.1)



Réalisation de l'essai : chargement mécanique du mur de rive jusqu'à rupture  
Photo: CTMNC

## Lancement de travaux visant au développement de solutions constructives mixtes bas-carbone

Un des leviers de la construction bas-carbone est la mixité des matériaux, en particulier l'association des matériaux bio et géosourcés, en profitant des qualités intrinsèques de chacun d'entre eux. Cela se matérialise, sur le marché de la construction, par des demandes répétées de la part des professionnels pour le développement de solutions mixtes, et notamment sur l'association entre le bois et la pierre naturelle. Ces solutions intéressent ingénieurs et architectes aussi bien pour leurs caractéristiques techniques et environnementales, que pour leurs qualités esthétiques. A ce jour, le procédé constructif de « murs

doubles » est défini selon le NF DTU 20.1 mais ne vise pas les supports en bois. De la même manière, les supports admis par le NF DTU 55.2 pour le procédé traditionnel de revêtement mural en pierre mince attaché ne concernent que le béton et la maçonnerie. Les supports bois pour ces deux procédés ne relèvent donc pas de techniques traditionnelles.

Par conséquent, le CTMNC a démarré en 2023 des travaux visant à adapter ces systèmes traditionnels sur des constructions en bois. Pour se faire, le CTMNC a accueilli un stagiaire ingénieur-architecte pour une durée de 3 mois qui a lancé les premières pistes de réflexion. Par ailleurs, le projet WOODSTONE dans le cadre MECD, impliquant différents acteurs tels que le FCBA, le CTMNC et l'Institut Pascal, doit permettre le développement du système de « murs doubles » sur support bois, en apportant des réponses et solutions aux problématiques techniques existantes à ce jour.



L'Institut Carnot MECD se compose de 7 membres : CTI de la construction et laboratoires associés

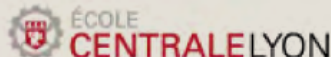
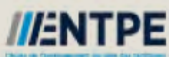
## Retour sur les Journées Nationales de la Maçonnerie (JNM), édition 2023



L'École Nationale des Travaux Publics de l'Etat, l'École Centrale de Lyon et le cluster INDURA organisaient conjointement à Lyon, les 8 et 9 juin 2023, un rendez-vous scientifique devenu incontournable pour tous les acteurs de la filière maçonnerie. Architectes, ingénieurs, maîtres d'ouvrages, universitaires, et artisans travaillant dans le domaine de la maçonnerie se sont réunis et ont pu échanger, partager leurs connaissances et confronter leurs expériences de cette technique constructive.

Pendant deux jours, de nombreuses présentations se sont succédées et couvraient un large spectre de thématiques scientifiques : techniques de restauration et rénovation, méthodes de calcul, ouvrages maritimes et fluviaux, ponts et murs, technique de la pierre sèche, focus sur l'incendie de Notre-Dame de Paris, etc.

Le département ROC du CTMNC, très impliqué dans l'innovation et la R&D dans le secteur de la pierre naturelle, était représenté par l'intermédiaire de plusieurs interventions. Ainsi, Elodie Donval, en troisième année de thèse de doctorat (CSTB – CTMNC – Ecole des Ponts ParisTech) a pu présenter ses travaux visant la détermination numérique de la résistance au feu d'un mur en maçonnerie de pierre naturelle. Par ailleurs, Ayoub Daoudi, également doctorant au sein du laboratoire de CY Cergy Paris Université a discuté des résultats expérimentaux obtenus dans le cadre du projet POSTFIRE. Enfin, Tristan Pestre, Chef de Projet Thermique & Environnement au CTMNC, a dévoilé, à travers un poster, la caleulette carbone développée pour l'évaluation de l'impact environnemental des produits de construction en pierre naturelle.



## Publication de la dernière version du NF DTU 45.4 intégrant les ardoises naturelles

La nouvelle version du NF DTU 45.4 « Systèmes d'isolation thermique par l'extérieur en bardage rapporté avec lame d'air ventilée » a été publiée en mars 2023. Cette version annule et remplace la précédente, datant de 2022.

Ce NF DTU est commun aux panneaux HPL, panneaux fibres-ciment, clins PVC, ardoises fibres-ciment et ardoises naturelles, et tuiles. Il traite de la mise en œuvre des procédés d'isolation thermique par l'extérieur constitués de bardages rapportés traditionnels.

La nouvelle partie P1-1-5, publiée en mars 2023, constitue une nouveauté par rapport à la version 2022 du NF DTU 45.4, et concerne plus spécifiquement la mise en œuvre des procédés d'isolation thermique par l'extérieur constitués de bardages rapportés avec des revêtements extérieurs en ardoises naturelles. Pour rappel, le bardage rapporté, objet de ce NF DTU, n'a pas pour fonction d'assurer l'étanchéité à l'eau de la paroi support même s'il y contribue. Par ailleurs, la partie P1-1-1 demeure complémentaire, et correspond à la mise en œuvre des ossatures, des isolants et aux spécifications communes à l'ensemble des parements. La partie P1-2, traitant des critères généraux de choix des matériaux a été également mise à jour, et publiée dans cette nouvelle version 2023.

RETROUVEZ  
TOUTE L'ACTUALITÉ  
DU CTMNC SUR  
**LinkedIn**





## Thèse CTMNC - CSTB - Ecole des Ponts ParisTech : résistance au feu des murs de maçonnerie en pierre naturelle

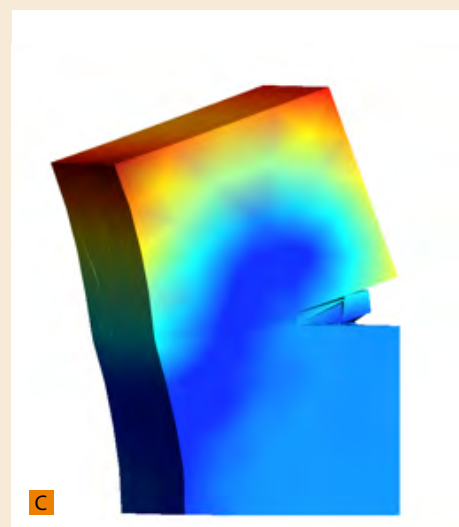
La pierre naturelle, matériau bas carbone, est de plus en plus employée dans la construction neuve. Cependant, il n'existe pas de recommandations pour le calcul au feu des bâtiments en pierre naturelle dans les textes normatifs comme l'Eurocode 6, ce qui rend son utilisation chère et complexe. Dans ce contexte, la thèse d'Elodie Donval, co-encadrée par le CSTB, le CTMNC et l'Ecole des Ponts et débutée en octobre 2020, vise à proposer une méthode de dimensionnement au feu des murs en pierre naturelle massive à visée applicative pour l'ingénieur.

Cette méthode s'intéresse, de manière découpée, aux deux principaux effets du feu sur le mur : la dégradation des matériaux due à l'élévation de température et l'apparition d'une courbure thermique causée par le développement d'un gradient thermique dans l'épaisseur du mur. La courbure thermique, qui crée des moments additionnels dus à l'excentrement

des charges verticales initialement présentes, est évaluée par homogénéisation thermoélastique. En parallèle, l'effet de la dégradation de la résistance des matériaux est évalué à l'échelle de l'assemblage bloc-mortier, en se basant sur une méthode d'homogénéisation en Calcul à la Rupture. Différentes approches, semi-analytique et numériques, sont proposées afin de prendre en compte à la fois les hétérogénéités initiales de l'assemblage, ainsi que celles dues à la perte de résistance de la pierre et du mortier à haute température. Il devient alors possible d'évaluer la résistance au feu du mur, modélisé par une plaque, dans sa

configuration déformée par le feu par le Calcul à la Rupture. Le caractère direct de l'approche Calcul à la Rupture et l'homogénéisation périodique permettent un calcul rapide et adapté à l'ingénieur.

En complément des modélisations proposées, des validations expérimentales sont réalisées à deux échelles. Une étude expérimentale à température ambiante permet tout d'abord de caractériser le comportement d'un trumeau vis-à-vis de sollicitations de compression centrée et excentrée par rapport à son plan (voir illustrations ci-dessous), et de vérifier l'applicabilité de la démarche pour la détermination du critère de résistance à température ambiante. Un essai au feu sur un mur à l'échelle 1 fournit ensuite une validation expérimentale à l'ensemble de la méthode.



Résistance d'un trumeau à une sollicitation de compression excentrée de  $e_{mur}/6$ , à température ambiante : (a) Maquette testée, (b) Mécanisme de rupture observé par corrélation d'images, (c) Mécanisme de rupture obtenu par l'approche cinématique numérique du calcul à la rupture (droits d'images : Elodie Donval, Thèse de doctorat)

## Publication d'un Guide de préconisations sur la sécurité incendie visant les revêtements muraux en pierre mince attachée (NF DTU 55.2)

Ce guide a pour objectif d'apporter de nouveaux éléments, résultant d'essais commandés par le CTMNC en 2022 auprès d'un laboratoire feu agréé, vis-à-vis de la réglementation incendie, et plus précisément des solutions constructives destinées à limiter la propagation d'un incendie sur une façade en béton, lorsque cette dernière est revêtue d'un parement en pierre naturelle, selon la technique traditionnelle du NF DTU 55.2 (voir Blog de Pierre, édition 2022).

Ces essais ont permis d'apporter une réponse réglementaire aux acteurs de la construction, prouvant que cette technique traditionnelle en pierre naturelle (NF DTU 55.2) répond favorablement à la réglementation applicable en matière de sécurité incendie.

Ce guide est destiné aux principaux acteurs de la construction :

- Carriers et producteurs / transformateurs de pierre naturelle ;
- Architectes œuvrant dans des projets en pierre naturelle ;
- Maîtres d'œuvre ;
- Maîtres d'ouvrage ;
- Bureaux d'étude ;
- Entreprises applicatrices ;
- Contrôleurs techniques.

Ce document a vocation à les aider dans le choix et la mise en œuvre de ce procédé constructif vis-à-vis de la réglementation incendie. Ce guide accompagne l'appréciation de laboratoire, éditée par le laboratoire feu agréé Efectis, en libre accès sur le site du CTMNC (<http://www.ctmnc.fr/>).

Essai LEPiR II réalisé sur une configuration générique de procédé traditionnel de revêtement mural en pierre mince attaché selon le NF DTU 55.2  
Photo : CTMNC



## Projet ANR - POSTFIRE : stabilité et préservation des bâtiments du patrimoine culturel en maçonnerie de pierre après incendie

Dans sa troisième année depuis son lancement (fin 2020), le projet POSTFIRE se prépare à publier ses premiers résultats expérimentaux de l'échelle matériau vers l'échelle mur, tandis qu'une approche numérique à l'échelle du mur est en cours de développement. La quatrième année du projet sera notamment dédiée à la proposition des lignes directrices pour l'évaluation post-incendie des ouvrages, mais aussi à alimenter les textes normatifs qui ne contiennent que trop peu de données à ce jour, concernant l'impact du feu sur les maçonneries en pierre naturelle.

### Contexte et objectifs du projet POSTFIRE :

Lancé en 2020 grâce à un financement de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), le programme scientifique du projet POSTFIRE se concentre sur : 1) la caractérisation de 13 pierres calcaires françaises par des essais en laboratoire, dans des conditions originales, chaudes et résiduelles ; 2) des essais au feu d'éléments structurels ; 3) l'élaboration de stratégies de modélisation à l'échelle du matériau et de la structure ; 4) l'application sur une étude de cas, à savoir les voûtes effondrées de la cathédrale Notre-Dame ; 5) enfin, les résultats du projet serviront de lignes directrices pour l'évaluation des bâtiments en pierre face au risque incendie.

**A l'échelle matériau,** le comportement mécanique des pierres calcaires à haute température est généralement établi à partir d'essais mécaniques réalisés sur des éprouvettes chauffées à une température cible et puis refroidies à la température du laboratoire (cf. figure 1). Cette caractérisation dite en résiduelle est réalisée et comparée, dans le cadre du projet POSTFIRE, avec le comportement mécanique à chaud réalisé au moyen d'un dispositif spécifique disponible au CTMNC (cf. figure 4) : des éprouvettes cylindriques de taille millimétrique (10 mm) sont placées dans une presse électromagnétique, où une légère précharge est appliquée sur l'échantillon, instrumenté de capteurs de déformation, et où un four entourant la presse chauffe l'échantillon jusqu'à une température cible. Lors d'un palier de stabilisation et de maintien de la température cible, l'essai mécanique commence jusqu'à la rupture de l'échantillon. Ce dispositif permet également de mesurer, selon la configuration choisie, le fluage thermique transitoire.

La confrontation des analyses minéralogiques (DRX), physico-chimiques (ATG-ATD) et pétrographiques (taille des grains) avec la résistance mécanique résiduelle après chauffage, permet d'identifier les paramètres de sensibilité thermique des pierres à hautes températures. La décarbonatation de la calcite qui s'initie dès 750 °C environ mène à une chute de résistance mécanique à 800 °C. Les pierres associées à une grande taille des grains sont plus sensibles à haute température. La nature polyminéralogique peut également dégrader la résistance mécanique résiduelle des pierres calcaires.

**A l'échelle du mur,** les essais de résistance au feu ont été réalisés au CSTB sur trois types de pierre de différentes classes de résistance ; pierre tendre de Saint Leu (LEU), pierre ferme de Tervoux (TER) et pierre dure de Massangis (MA). Pour chaque type de pierre, la perte post-incendie de la capacité portante des murs a été évaluée par rapport à

deux états de chargement ; mur non-chauffé et mur chargé jusqu'à 50 % de sa capacité portante selon l'Eurocode 6. Six murs ont donc été exposés au feu. D'une manière générale, lors et après l'incendie, les 6 murs ont montré un endommagement avancé sous forme de fissures apparues à la fois sur la face chauffée et la face non-chauffée. Selon leurs directions par rapport à la face chauffée, on



Les partenaires du projet ANR - POSTFIRE (2020-2024) : CTMNC, CSTB, Rocamat, CY Cergy Paris Université (L2MGC), Université d'Orléans (LAME), LRMH

distingue notamment des fissures verticales qui s'initient dans les joints de mortier verticaux et qui continuent dans les blocs de pierre ; des fissures diagonales sont également présentes et proches des quatre coins des murs. Enfin des fissures horizontales au niveau des joints de mortiers horizontaux ont été observées notamment dans le cas du mur de Massangis non chargé.

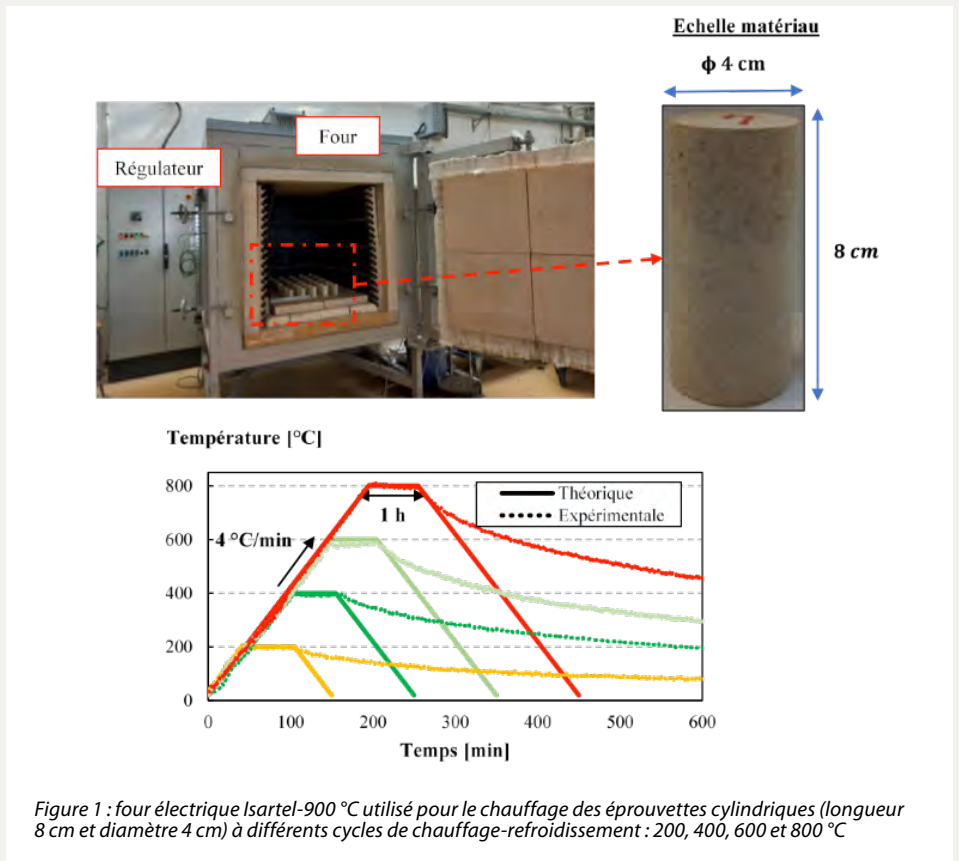


Figure 1 : four électrique Isartel-900 °C utilisé pour le chauffage des éprouvettes cylindriques (longueur 8 cm et diamètre 4 cm) à différents cycles de chauffage-refroidissement : 200, 400, 600 et 800 °C



Figure 2 : aspect visuel (a) et provenance géographique des 13 pierres calcaires de l'étude (b)

CTMNC partenaire du salon ROCALIA 2023



La quatrième édition du salon ROCALIA, le salon de la pierre naturelle, se tiendra du 05 au 07 décembre 2023, à l'Eurexpo de Lyon. En synergie avec Paysalia, le salon de référence de la filière du paysage en France, le salon proposera des animations et des contenus experts sur les enjeux clefs de développement de la filière pierre naturelle. Un rendez-vous incontournable pour un professionnel de la pierre, organisé en partenariat avec plusieurs associations et organismes professionnels, dont le CTMNC. Nous aurons le plaisir de vous rencontrer sur notre stand 6H30. Plus d'informations sur : [www.salon-rocalia.com](http://www.salon-rocalia.com)



Photo : L. Farges

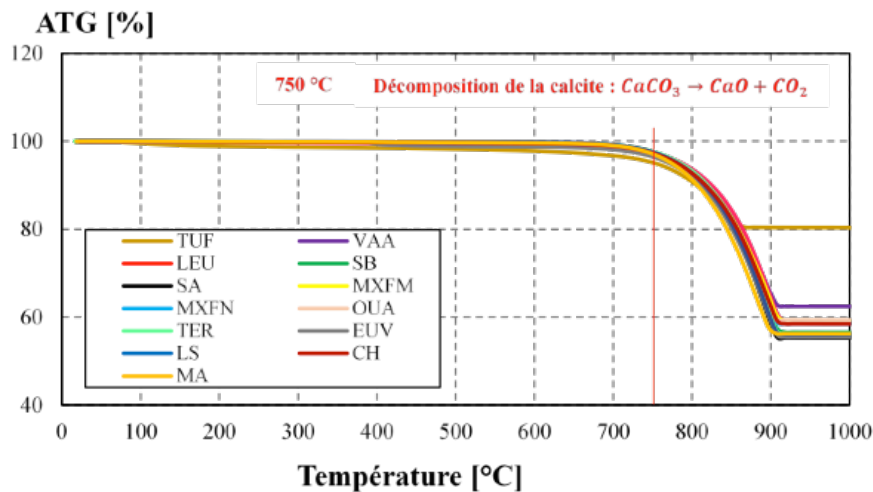


Figure 3 : courbes ATG - évolution de la perte de masse des 13 pierres calcaires de l'étude en fonction d'une élévation de la température

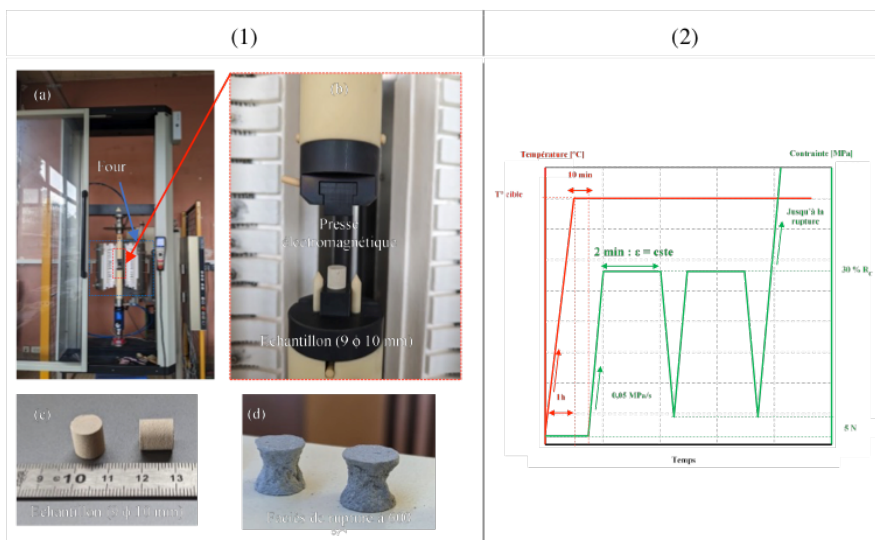


Figure 4 : dispositif des essais mécaniques à chaud disponible au CTMNC ; presse Zwick/Roell couplé à un four Maytec (1) ; programme thermo-mécanique de l'essai dit à chaud : phase initiale d'élévation de la température, suivie d'une phase de maintien de la température cible puis démarrage du chargement mécanique (2)

	LEU	TER	MA
Face chauffée			
Face non chauffée			

Figure 5 : fissures observées sur les faces chauffées et non chauffées des différents murs chargés

Bienvenue à Jalila dans l'équipe ROC !

Jalila Desbouchage a rejoint l'équipe ROC du CTMNC depuis l'été 2022 en tant qu'assistante commerciale. Elle a été recrutée afin de renforcer l'équipe dans ces activités.



Basée dans nos locaux de Clamart, elle est en charge notamment de la gestion administrative des activités commerciales de l'équipe ROC ainsi que de la mise à jour des fiches des pierres dans la base de données Lithoscope.

Pour toute demande commerciale, vous pouvez la joindre via l'adresse suivante : [desbouchages.j@ctmnc.fr](mailto:desbouchages.j@ctmnc.fr)

## Inauguration des nouveaux locaux du CTMNC de Limoges

Le laboratoire du CTMNC de Limoges a déménagé vers de nouveaux locaux, plus grands et mieux adaptés à ses activités de R&D. Les neuf employés du laboratoire ont déménagé en octobre 2022 pour s'installer dans les locaux de l'entreprise Cerinnov, situés à quelques centaines de mètres de leur ancien emplacement (dans la coupole de l'Ester Technopole). Cette nouvelle surface de 730 m<sup>2</sup> à été inaugurée le 31 janvier 2023 et permettra de poursuivre les activités de recherche du laboratoire dans d'excellentes conditions !



Déménagement et inauguration du CTMNC site de Limoges, de l'Ester Technopole vers les locaux de Cerinnov.



Photos : CTMNC

## « Construire en Pierre Aujourd'hui » Une troisième édition en préparation pour début 2024

Après un premier colloque en janvier 2020 et un second en juin 2022, la troisième édition du Colloque « Construire en Pierre Aujourd'hui », initié par Michel Goutal, Architecte en Chef des Monuments Historiques et pilote du groupe de réflexion « Pierre Massive », se prépare.

Soutenue depuis sa conception par le SN-ROC et la Revue Pierre Actual, cette journée viendra confirmer le fort progrès et le dynamisme dans la relation entre prescripteurs, architectes, maîtres d'ouvrage et professionnels de la pierre. Pour cette édition 2024, l'Ordre des Architectes viendra également en soutien actif de cette manifestation.

Architectes, étudiants en architecture, compagnons, maîtres d'ouvrages et professionnels de la pierre, seront invités à suivre cette journée consacrée à la construction en pierre avec le fil rouge

suivant : « de l'extraction au projet avec pour chacune des interventions, la dimension économique de l'exemple donné ».

Carriers, poseurs et maçons y seront plus représentés que dans les deux premières éditions mais maîtres d'œuvre auront bien entendu la parole. Et nous devrions ainsi voyager au sein de plusieurs projets en France et en Europe.

Parmi ces interventions, notre Centre sera invité à présenter une conférence, sur un thème dans la continuité de l'Édition II : « Le CTMNC, des outils pour mieux construire en pierre aujourd'hui ».

Ce thème sera précisé très vite tout comme l'ensemble du programme.

La date de ce colloque sera le 19 ou le 26 janvier 2024 dans Paris intra-muros (lieu non défini à ce jour).



A L'INITIATIVE DE

**Michel Goutal**

Architecte en Chef des Monuments Historiques  
Pilote du groupe de réflexion « Pierre massive »

AVEC LA PARTICIPATION DE

**Frédéric Auclair**

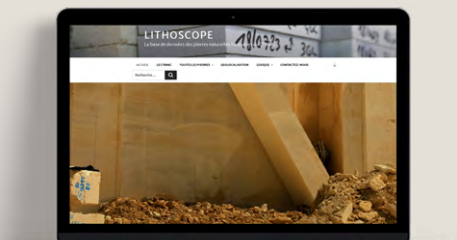
Architecte du Patrimoine  
Almatoya Architecture

## CTMNC - Visite de la DGALN au laboratoire de Clamart

Le 19 avril, nous avons eu le plaisir d'accueillir au CTMNC Stéphanie DUPUY-LYON, directrice générale de l'aménagement, du logement et de la nature, accompagnée de son équipe ainsi que nos président Frédéric Didier et vice-président Emeric de Kerve-noaël. Ce fut l'occasion d'échanger longuement sur les enjeux de nos filières et de notre centre technique, ainsi que sur les chantiers majeurs de politiques publiques en matière de construction, biodiversité, économie circulaire, réglementations environnementales et réindustrialisation.



Photos : CTMNC



DÉCOUVREZ  
LE NOUVEAU  
LITHOSCOPE® SUR  
[lithoscopectmnc.com](http://lithoscopectmnc.com)

## Retour sur la journée technique organisée par Rhônapi : « Quels liants pour la pierre naturelle ? »



Une journée technique organisée par l'association Rhônapi sur le thème des liants et de la pierre naturelle s'est déroulée le 22 février 2023 à l'Isle-d'Abeau, au sein de la société Vicat. Une centaine d'inscrits, urbanistes, ingénieurs, architectes, fabricants de mortier et professionnels de la pierre naturelle ont suivi avec une grande assiduité cette journée consacrée à diverses études techniques et retours d'expériences visant le bon usage des liants avec la pierre naturelle.

Animé tout au long de la journée par Jean-Paul Foucher, accompagné de Christian Laurent, président de l'association Rhônapi, divers intervenants ont pu témoigner de leurs expériences de l'emploi de liants adaptés à la pierre naturelle dans des projets variés, tels que des constructions en pierre massive, mais

aussi à travers des solutions d'aménagements d'espaces publics.

Le département ROC du CTMNC était représenté par l'intermédiaire d'Olivier Chèze, Directeur Général Adjoint et Martin Vigroux, Chef de Projet Bâtiment, tous deux intervenants à travers deux présentations. Martin

Vigroux a notamment discuté de la compatibilité des mortiers de montage avec la pierre naturelle dans un contexte de maçonnerie. Olivier Chèze, de son côté, est revenu sur les règles de mise en œuvre du NF DTU 52.2 concernant la pose collée de la pierre naturelle.



Retour en images sur cette journée technique qui s'est déroulée le 22/02/2023 au sein de la société Vicat  
Photos : Rhônapi

## « Construire en pierre structurale » Un concours national pour les étudiants en architecture

Le concours « Construire en pierre structurale » est organisé par l'École nationale supérieure d'architecture Paris-Val de Seine et sa matériauthèque, en partenariat avec le SN-ROC (soutien financier et participation technique) et l'Association Les pierres sauvages de Belcastel.

En 2022, c'était sur le thème « les futurs paysages de la pierre », que les candidats avaient recherché à envisager de quelle[s] manière[s] la pierre peut permettre de refonder les situations construites de demain, les architectures publiques ou domestiques ; de redéfinir les territoires habités, les espaces publics ; contribuer à un paysage décarboné. En somme de définir quels peuvent être les futurs paysages de la pierre.

Cette année, le titre était : « LA PIERRE ADAPTABLE. AJUSTER, RÉUTILISER, TRANSFORMER » Les candidats étaient invités à rendre compte par leurs propositions de l'éventail des possibles qu'offre la pierre pour ajuster, réutiliser, transformer une construction existante.

Le jury de ce concours était composé de :

- Marc Bigarnet, architecte et enseignant à l'ENSA Lyon, président
- Valérie Decot, architecte et fondatrice de Raedificare
- Dominique Gauzin-Müller, architecte et enseignante, fondatrice du Terra Award
- Fabien Guisseau, DGA développement économique et partenariats stratégiques, Grand Paris Aménagement
- Yann Le Bihan, Responsable de l'Institut



Photos : F. Naudet

supérieur de recherche et de formation aux métiers de la pierre

- Emeric de Kervenoaël, directeur des carrières de Noyant
- Grichka Martinetti, architecte, agence PNG
- Laurent Mouly, ingénieur et enseignant à l'ENSA de Normandie
- Cassandre Verdier, lauréate du concours 2022

Ce jury s'est réuni le mercredi 10 mai pour étudier les dossiers retenus. Après l'audition des 10 finalistes à l'ENSA Paris-Val de Seine, les lauréats du concours ont été annoncés au cours d'une sympathique et souriante cérémonie de remise des prix.

Les lauréats de l'édition 2023 sont :

- 1er prix : Théo RICARD et Léo CHANFRAY, "La greffe", ENSA Montpellier
- 2e prix : Coline ASQUIN et Aminata DIALLO, "Projet VIII", ENSA Lyon
- 3e prix : Colleen DOHERTY et Pierre GUILLAUME, "L'histoire du Châtelet re-taillé dans la pierre", ENSA Saint-Etienne

- Mention spéciale : Delphine BONTE et Simon HARDY, "Bâtir la place", ENSA Nantes.

Pour prendre connaissance de ces dossiers, issus de quatre écoles différentes, riches, intéressants et variés, suivez ce lien :

<https://www.paris-valdeseine.archi.fr/vie-etudiante/concours-et-appels-a-projets/concours-pierre>.

Et ainsi voyagez du quartier de La Paillade à Montpellier, en passant par Carrare en Italie et les départements de la Loire Atlantique et aussi de la Loire, dans une dimension de valorisation patrimoniale pour « Le Châtelet ».

Vous y retrouverez aussi tous les projets présentés depuis 2016.

Le CTMNC était présent le 10 mai, par l'intermédiaire d'Olivier Chèze, et a proposé son aide à l'Ecole pour sensibiliser les étudiants au sujet de l'utilisation de la pierre dans les projets architecturaux.

C'est enregistré et programmé pour l'édition de 2024 !

## Retour sur la Journée Technique CTMNC dédiée à la pierre naturelle

Cette année, le Centre Technique a organisé sa 15<sup>ème</sup> Journée Technique le Mercredi 05 juillet 2023 à l'Espace Vinci à Paris (75002) sur le thème : « La pierre naturelle, une solution green-tech aux défis d'aujourd'hui ».

Plus de 75 inscrits, ingénieurs, architectes, aménageurs, économistes, universitaires, formateurs, professionnels de la pierre, etc. ont suivi avec une grande assiduité cette journée et ont partagé leurs expériences et leurs connaissances.

Animée par Gilles Martinet, Secrétaire Général du SNROC, la journée a été l'occasion de découvrir les dernières tendances en matière d'innovation, de recherche et de prouver le dynamisme de la filière.

Au programme de cette journée : des interventions de Arnaud & Delrue architectes, Guinet-Derriaz, LMGC, université de Montpellier, Stono, Le Grain d'Orge, Rocamat, Grand Paris Aménagement...



Photo : C. Gargi

La pierre naturelle est un matériau qui a de beaux jours devant elle et les enjeux de la construction d'aujourd'hui et de demain lui permettront de lui redonner une nouvelle dimension.



Photo : Espace Vinci

## Indications géographiques pour la pierre : rappel et actualités

À l'initiative et sous la houlette du SNROC, l'ouverture en mars 2014 du dispositif d'Indication Géographique (IG) aux pierres naturelles françaises a marqué une avancée majeure dans la valorisation des roches ornementales et de construction françaises et dans la lutte contre les tentatives d'usurpation, d'imitation ou d'évocation trompeuse.

Aujourd'hui, le Granit de Bretagne, la Pierre de Bourgogne sont homologués Indication Géographique depuis 2017 et 2018. Les Pierres marbrières de Rhône-Alpes (portées par l'association Rhônapi) le sont depuis décembre 2019, ainsi que la Pierre d'Arudy depuis novembre 2020 (portée par l'association IG Pierres Naturelles de Nouvelle Aquitaine).

Ce patrimoine géologique est ainsi très utilement défendu par les IG et ce sur plusieurs sujets primordiaux pour les professionnels comme pour les consommateurs ; ce qui permet entre autres de :

- valoriser la provenance et le savoir-faire ;
- conserver les savoir-faire régionaux et ancestraux ;
- garantir la transparence et la traçabilité du matériau ;
- soutenir et pérenniser les activités locales liées aux IG ;
- se protéger et lutter juridiquement contre les contrefaçons.

Ce dispositif peut notamment s'appuyer sur une méthode scientifique d'identification des pierres naturelles dite de l'ADN de la pierre, mise au point par le CTMNC. Cette méthode permet de déterminer et de garantir l'origine réelle du matériau.

### Le Granit de Bretagne

C'est en 2017 que le Granit de Bretagne devient officiellement la toute première pierre naturelle française à obtenir le label IG par l'INPI grâce à la volonté de plusieurs hommes et femmes regroupées sous l'association IG de Granit de Bretagne. Reconnue comme Organisme de Défense et de Gestion (ODG), l'association s'emploie à valoriser au quotidien ce matériau.

Exploité depuis plus de 150 ans dans la région, le Granit de Bretagne a un cahier des charges

qui implique des recherches microscopiques, pétrographiques ou encore magnétiques pour juger de l'appartenance ou non des pierres extraites de la zone. Avec plus d'une vingtaine d'entreprises recensées sous cette IG, maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage et consommateurs sont ainsi assurés d'être en présence du granit « made in Breizh ».

### La Pierre de Bourgogne

Face, notamment, aux pierres de contrefaçons, il était également urgent de protéger la Pierre de Bourgogne. C'est chose faite depuis 2018 pour certifier de l'entière transparence quant à l'origine de la matière et du mode de fabrication employé. Extraction et transformation étant entièrement assurées sur le territoire d'origine de la roche, ce sont plus de 50 entreprises qui assurent la longévité de ce savoir-faire reconnu mondialement.

Avec un travail de fond mené par l'Association Pierre de Bourgogne depuis le début des années 2000, la région peut revendiquer plus de 80 sortes de pierres. De quoi assurer une continuité dans la notoriété internationale de cette roche qui a été choisie à de nombreuses reprises pour construire des ensembles architecturaux aux quatre coins du monde.

### Les Pierres Marbrières de la région Rhône-Alpes

Troisième pierre naturelle à avoir reçu le label IG, les Pierres Marbrières sont un véritable matériau d'exception que l'on retrouve dans la région Rhône-Alpes. Avec cette appellation contrôlée, les départements de cette ancienne région administrative participent ensemble à cette renommée en se répartissant les tâches de l'extraction et de la transformation selon les entreprises et les savoir-faire locaux.

Chacune engagée fortement dans la démarche de préservation et de valorisation de cette



pierre aux teintes allant du beige rosé au gris jaune, les entreprises certifiées permettent toutes de perpétuer le rayonnement international de ce patrimoine.

### La Pierre d'Arudy en Nouvelle Aquitaine

est la dernière pierre en date à avoir été homologuée par l'INPI fin 2020. On retrouve la Pierre d'Arudy dans un périmètre composé de presque 600 communes. Les professionnels de la filière ont créé l'Association Pierres Naturelles Nouvelle Aquitaine en 2017 afin de s'emparer du sujet pour faire labelliser cette pierre des Pyrénées possédant des caractéristiques et une apparence proche du marbre.

Dans cette région, d'autres pierres seraient bientôt candidates.

### Un nouveau projet d'IG en PACA et Languedoc : la Pierre du Midi

Dernier projet en date pour mettre en lumière une autre pierre naturelle française : la Pierre du Midi qui s'étend sur un territoire allant de la région Provence au Languedoc. Le projet a été déposé l'an dernier à l'INPI et devrait normalement connaître une issue favorable courant 2023. La Pierre du Midi englobe des gisements que l'on retrouve sur plusieurs zones et pour bénéficier de cette IG, elle devra être extraite et transformée sur ce même territoire selon un cahier des charges bien défini.

À l'échelle nationale, le Granit du Tarn et le Grès des Vosges poursuivent leurs travaux sur l'avancement des cahiers des charges pour la création d'une IG : IG Granit du Tarn et IG Grès des Vosges respectivement. Le Granit des Vosges confirme sa volonté de mettre en place l'IG Granit des Vosges et de suivre la dynamique du Grès des Vosges.

Rupteur de pont  
thermique >



## LA CONSTRUCTION EN PIERRE NATURELLE, UN LEVIER DE LUTTE CONTRE LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ?



**Transformer et utiliser la roche qui compose la Terre pour bâtir notre patrimoine nécessite un savoir-faire ancestral, avec des processus qui impactent peu notre environnement.**

Depuis sa création, le **CTMNC** accompagne les professionnels dans leurs démarches de développement durable. Aujourd'hui, la nouvelle réglementation environnementale 2020 arrive avec de nouveaux défis. Parmi ceux-ci, fournir les Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (**FDES**) des composants du bâtiment. Ces synthèses sont utilisées pour réaliser l'Analyse du Cycle de Vie (**ACV**) globale de l'ouvrage, permettant d'évaluer son impact sur l'environnement. À défaut, des données génériques défavorables seront utilisées. En tant qu'acteurs proches du terrain, connaissant les différents processus « du berceau à la tombe », nous vous accompagnons dans la réalisation de vos FDES.

La **RE2020** sera l'opportunité d'améliorer la performance énergétique des bâtiments. Disposant de compétences en interne et d'outils numériques d'aide à la décision, nous nous ferons un plaisir de répondre à vos attentes. En phase de conception, il est possible de réaliser une Simulation Thermique Dynamique (**STD**). Elle permet d'évaluer les besoins énergétiques du bâtiment. En parallèle d'Analyse du Cycle de Vie, les résultats peuvent être mis en relation avec des études de prix, vous permettant alors de choisir la solution multicritère optimale, la plus adaptée à votre projet.

Enfin, nous pouvons dresser le **Bilan Carbone®** de vos exploitations, vous permettant de démontrer vos actions en faveur de l'environnement.

**INFO ET CONTACT :**  
ctmnc-roc@ctmnc.fr - Tél. 01 44 37 50 00  
WWW.CTMNC.FR



## Glissance après usure

Une étude est en cours sur l'évaluation de la glissance de la pierre en fonction de son usure et de son vieillissement. Elle est basée selon les normes suivantes :

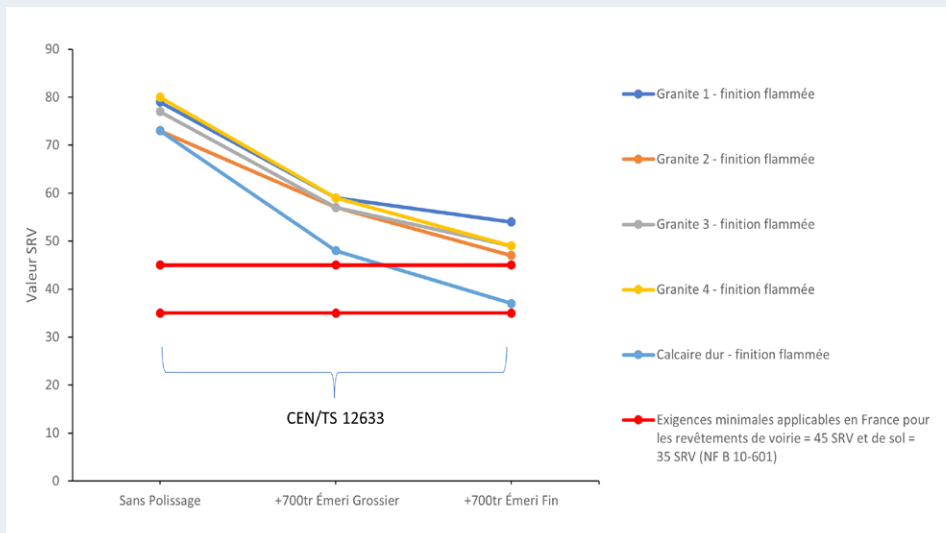
- NF EN 14231 (décembre 2003) – « Méthodes d'essai pour les pierres naturelles - Détermination de la résistance à la glissance au moyen du pendule de frottement »
- CEN/TS 12633 (mars 2016) - « Méthode de détermination de la valeur de résistance au dérapage / à la glissance d'éléments de pavage polis ou non polis ».

Le CTMNC a en sa possession la polish paver machine (voir photo ci-dessous) permettant de réaliser les essais de polissage selon la norme CEN TS 12633.

Les essais entrepris en 2018 sur un calcaire dur en finition flammée ont été poursuivis en 2022 ;



La polish paver machine - Photo CTMNC



Valeur moyenne de glissance (SRV Humide) en fonction du polissage selon la norme CEN TS 12633 pour les différents granites et le calcaire dur en finition flammée

d'autres essais sur 4 granites français on également été réalisés avec la finition flammée. Les résultats sont présentés sur le graphique ci-dessus.

Les mesures de résistance à la glissance en conditions humides selon la norme EN 14231, après polissage défini dans la CEN/TS 12633, révèlent des valeurs de glissance, mesurées en laboratoire, supérieures autour de 50 SRV aux exigences minimales applicables en France pour les revêtements de sol et de voirie (respectivement 35 et 45 SRV ; cf. NF B 10-601). Il en ressort que la méthode de polissage des unités de pavage selon la CEN/TS 12633 ne permet donc pas d'obtenir des niveaux de polissage sécuritaires, ni représentatifs de ceux constatés in situ. Il a donc été demandé la révision de la CEN/TS 12633 : un « round-robin test » va être mis en place. Ce test consiste à réaliser les essais de

polissage sur les mêmes échantillons (issus d'un même lot) par des laboratoires européens différents de façon à valider une méthode d'essai de polissage en laboratoire adaptée aux pierres naturelles.

Des essais de glissance in situ ont été réalisés sur des chantiers en calcaire dur, afin de les comparer aux données de laboratoire. Ces données auront pour but de proposer des valeurs cibles à atteindre pour caler la méthode de polissage en laboratoire.

Des essais complémentaires sur d'autres types de finitions et d'autres types de pierres sont également prévus.

La finalité de notre étude est de mettre en place des préconisations sécuritaires grâce à une méthode d'évaluation de la glissance de la pierre en fonction de son usure et de son vieillissement.

## Comment bien dimensionner les dalles pour un usage en voirie ?

On considère comme revêtement de sol extérieur de voirie, tout ouvrage à usage public soumis aux intempéries et physiquement accessibles ou non aux véhicules. Dans ce cas, le revêtement doit obligatoirement avoir une épaisseur égale ou supérieure à 40 mm.

L'Annexe E (normative) de la NF B10-601 : « Prescriptions générales d'emploi de la pierre naturelle » permet de déterminer le dimensionnement des dalles. Il peut être réalisé selon le processus suivant :

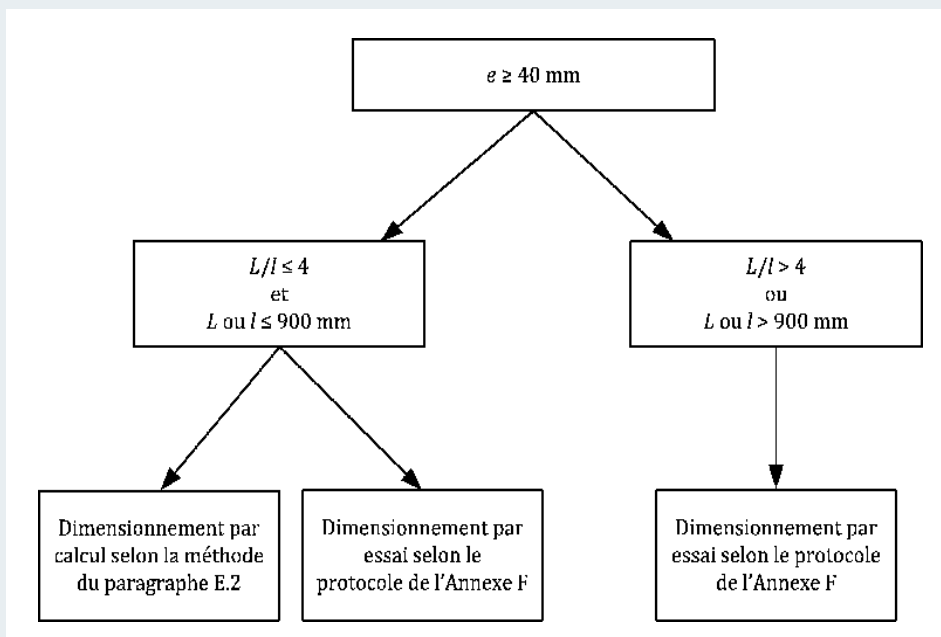


Figure E.1 de la norme NF B10-601



Lorsque le dimensionnement se fait par calcul, l'épaisseur des dalles est déterminée à l'aide de l'équation suivante :

$$e = \sqrt{\frac{1500 \cdot P \cdot L \cdot F_s}{R_{tf} \cdot l}}$$

Où

P est la charge de rupture minimale admissible en kN ; elle est indiquée dans les Tableaux D.1.1 et D.1.2 de l'annexe D de la NF B10-601 et est fonction de la destination dans l'ouvrage et le type de pose ;

R<sub>tf</sub> est la Valeur Minimale Attendue de la résistance en flexion sous charge centrée mesurée conformément à la norme NF EN 12372 ; elle est fournie dans le PV d'essai ;

l est la largeur de la dalle en millimètres ;

e est l'épaisseur minimale de la dalle en millimètres ;

L est la longueur de la dalle en millimètres ;

F<sub>s</sub> est un coefficient de sécurité qui tient compte des conditions de pose. Les valeurs de F<sub>s</sub> à prendre en compte sont précisées dans les Tableaux E.2.1 et E.2.2 de l'Annexe E de la NF B10-601.

Lorsque le dimensionnement se fait par essai, un essai de rupture par flexion est réalisé selon l'An-

nexe F de la NF B10-601 sur les dalles en pierre naturelle avec les dimensions mises en œuvre. L'aptitude à l'emploi de la dalle de pierre dans les dimensions testées est vérifiée si la valeur minimale de charge de rupture, en kN, des dix valeurs obtenues est supérieure à celle de la classe visée (Tableaux D.1.1, D.1.2 ou D.2 ; NF B10-601).



Exemple d'un essai de flexion sur dalles - Photo CTMNC

## FUNÉRAIRE

### Actualités du GT Funéraire : publication d'un guide sur la gravure

Le GT Funéraire a publié un nouveau guide sur les Inscriptions et ornements gravés du monument funéraire et cinéraire en pierre naturelle. Il est téléchargeable gratuitement sur le site internet du CTMNC : [www.ctmnc.fr](http://www.ctmnc.fr)

Il traite des inscriptions et/ou ornements funéraires, réalisées au moyen de la gravure. Il vise à informer sur les techniques traditionnelles, les conserver et les transmettre, tout en favorisant l'innovation via les nouvelles technologies.



Comme tous les guides de cette série, vous pouvez également le télécharger sur le site Internet du CTMNC à l'adresse suivante : [www.ctmnc.fr](http://www.ctmnc.fr)

ou flashez ce code à l'aide de votre smartphone !

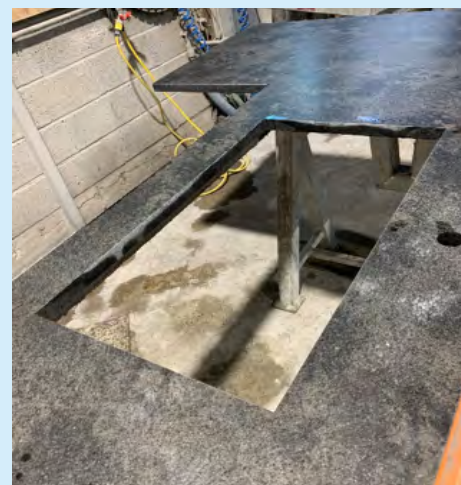


## MARBRERIE

### Actualités du GT Marbrerie

Le GT Marbrerie rédige actuellement un nouveau guide sur la « mise en œuvre » des plans horizontaux en marbrerie de décoration pour les produits en pierre naturelle. Il sera publié d'ici la fin de l'année 2023.

Ce guide fournit des préconisations pour la conception, la fabrication et l'installation de plans horizontaux (i.e. plans de travail, plans de vasque, comptoirs d'accueil et autres éléments mobiliés associés) en pierre naturelle en épaisseur mince (inférieure à 50 mm) en intérieur. Il traite de la mise en œuvre de la pierre naturelle dans les ouvrages suivants : cuisine ; salle de bain ; mobilier.



Façonnage du plan horizontal / crédit photo : Marbrerie ROTH

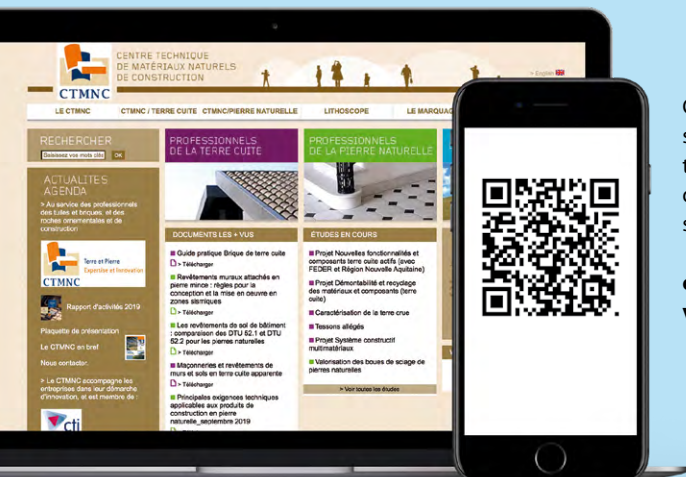




Photo : L. Faivre

## Claude GARGI, Pierre Actual

**Le Mausolée, société éditrice de la revue Pierre Actual, fête cette année ses 90 ans. C'est une petite entreprise familiale comme beaucoup d'entreprises de la pierre. La revue Le Mausolée, rebaptisée Pierre Actual, au début des années 2000, est depuis sa création le seul magazine de la filière pierre naturelle en France. Une histoire et un statut qui lui ont aussi permis d'initier et de participer à beaucoup d'actions au-delà de sa mission première d'information. Nous rencontrons pour cet entretien, Claude Gargi, directeur de la revue.**

### Qui êtes-vous ? Votre parcours ?

Mon parcours professionnel est très simple, après mon baccalauréat, quelques mois au sein d'une marbrerie lyonnaise (MGR) et mon service militaire (et oui, on le faisait à mon époque, c'est dire mon âge avancé...) j'ai intégré la société Le Mausolée en 1985, aux côtés de mon père René Gargi, qui avait lui-même succédé à son fondateur, René Motinot. J'ai ensuite eu la chance de pouvoir en prendre la direction, en bénéficiant de l'accompagnement bienveillant de mon père, mais avec beaucoup d'autonomie. J'ai ainsi pu suivre le sillon qu'il avait tracé, tout en creusant les miens. Une grande chance.

### Quel type d'entreprise est Pierre Actual, sa position au sein de la filière ?

J'ai l'habitude de dire que nous sommes plus une entreprise de la pierre que de la presse, tant nous baignons au quotidien dans ces métiers. Ainsi, depuis 90 ans nous rendons compte chaque mois de l'actualité de cette filière en France et ailleurs.

Cette histoire nous confère une position particulière. Je suis très heureux d'entendre souvent nos lecteurs nous dire que nous sommes un lien, voire LE lien, entre les professionnels, car c'est exactement la mission que nous nous fixons. Un lien mensuel à travers la revue, mais aussi à travers toutes les initiatives que nous avons prises ou accompagnées au service de la filière depuis le début. Il serait bien long de les rappeler toutes, mais soulignons quand même que, il y a plusieurs décennies, nous organisons des voyages professionnels à travers le monde dans des pays comme l'URSS à l'époque, l'Iran, le Japon, le Canada ou les Etats-Unis. Voyages que nous organisons encore, ponctuellement, en particulier à l'occasion de manifestations professionnelles.

Nous nous sommes aussi souvent investis dans des actions de promotion de la filière, dont l'une des plus marquantes a été le Mois de la Pierre (fin 90, début 2000) avec, par exemple, 500 m2 dédiés à la pierre dans le cadre du Salon Batimat.

Plus récemment, et c'est sans doute notre action majeure sur le thème du "dépassement de fonction" qui est le nôtre depuis toujours, nous avons initié la création du Salon Rocalia à Lyon, dont la 4ème édition

va se dérouler du 5 au 7 décembre prochain. C'est, depuis le début, une manifestation qui rencontre un vrai succès grâce au soutien et à la participation de l'ensemble des composantes de la filière. Pierre Actual poursuit ainsi une triple mission d'informer, de soutenir et de promouvoir la filière pierre naturelle.



Sérieux sans se prendre au sérieux...

### Dans quel contexte et pour quelles raisons avez-vous des relations avec le CTMNC et comment se passent vos échanges ?

J'ai eu l'occasion de suivre d'assez près la création du CTMNC, portée à l'époque par le SNROC, qui avait pris le relais d'une initiative des granitiers bretons. Je me souviens du travail de conviction mené par Sylvain Laval, alors président du SNROC et Jacques Benharrous son secrétaire général, un peu contre vents et marées, lorsqu'il a fallu expliquer aux professionnels la taxe dont ils devaient s'acquitter pour financer les actions du Centre.

Heureusement c'est de l'histoire ancienne, car plus personne ne parle aujourd'hui de cette taxe, tant le travail des équipes du Centre, sous la houlette de Didier Pallix puis d'Olivier Chèze a définitivement installé le CTMNC comme un outil indispensable à de la filière. Dans le cadre de sa mission d'information, Pierre Actual a toujours rendu compte des travaux du Centre et nous ouvrons régulièrement nos colonnes à ses communications techniques.

### Un autre message important concernant la mission attendue du Centre ?

J'ai l'habitude de dire que la filière pierre est aujourd'hui parfaitement structurée autour de ses organisations professionnelles, de ses associations régionales, de ses diverses structures de formation, et du CTMNC. Ce dernier est l'outil technique qui répond aux problématiques des professionnels, et, tout aussi important, aux questions que se posent ceux qui souhaitent prescrire la pierre naturelle dans toute la diversité de ses utilisations potentielles. On ne peut que souhaiter que ce rôle se poursuive au service de la filière.