

# Blog 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 21ème, il est tout d'abord naturel de saluer ici Jean-Louis Vaxelaire, nouvellement élu président du SNROC et qui pour cette raison a décidé de quitter sa fonction de vice-président du CTMNC pour ne pas cumuler les mandats. C'est

tout à son honneur et nous le remercions vivement et chaleureusement pour son implication durant sept années à ce poste et pour son soutien indéfectible à notre CTI.

J'ai pour ma part volontiers accepté de lui succéder à ce rôle de vice-présidence du CTMNC, car très attaché également à la qualité technique des prestations et des recherches que mène le département ROC. Depuis 2007, grâce à sa rigueur opérationnelle, son écoute et sa disponibilité, le CTMNC est reconnu et les services rendus pour la Pierre Naturelle – département ROC, dirigé par Didier Pallix – sont indiscutables.

Malgré cette dure et longue période de crise sanitaire, le CTMNC a su s'organiser pour continuer à répondre aux attentes de nos professions, et je profite de ce numéro pour en féliciter les acteurs clés.

Les travaux ont été positifs et ciblés, avec pertinence, sur des thématiques porteuses et d'actualité durant les douze derniers mois. En voici quelques exemples :

- La poursuite des groupes de travail Lithoscope, BIM, Marbrerie-Décoration et Funéraire. Pour exemple, un guide particulièrement riche et pertinent, élaboré en collaboration avec la CAPEB et le SNROC vient de paraître : « Impact environnemental d'un monument funéraire en granit ». Il est déjà très remarqué ;

- La parution de l'ouvrage « Pierres naturelles, conception et réalisation de voiries et d'espaces publics » est également à rappeler. Plusieurs fois programmée puis reportée pour les raisons que nous connaissons, une journée de présentation aura lieu à Paris à la FNTP le 9 septembre prochain. Venez nombreux !

- Des travaux de R&D sont également menés sur les sujets du réemploi, de l'économie circulaire et de la RE2020. Ce dernier sujet est clairement d'actualité pour nos bâtiments et pour la pierre naturelle, la journée technique annuelle du CTMNC, prévue fin 2021, y sera grandement consacrée et les résultats de la thèse de Tristan Pestre y seront présentés. Saluons d'ailleurs, l'arrivée prochaine de Tristan, en tant que permanent au sein de l'équipe ;

- Sans être exhaustif, il est également important de communiquer sur le fait que le CTMNC travaille aux côtés du BRGM sur le sujet de la ressource en

pierres calcaires du Lutétien pour le futur chantier de restauration de Notre Dame de Paris.

Le renouveau, voire l'essor, de l'utilisation de la pierre naturelle, notamment dans la construction massive, est indéniable. Les activités du département ROC du CTMNC, soutenu par le SNROC, y sont naturellement et en grande partie pour quelque chose. De par les quatorze années passées depuis sa création, il est aujourd'hui certain que le CTMNC doit poursuivre dans sa voie et sa mission. Sa direction travaille, d'ailleurs, actuellement sur un plan de développement pour les années à venir.

Conscient du rôle qui m'est confié, je serai près de ses projets, aux côtés bien entendu de l'ensemble des producteurs et transformateurs convaincus de l'indispensable existence et avenir de notre Centre.

Bonne lecture de ce nouveau numéro de Blog de Pierre, le 21ème déjà !

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

## A NOTER DANS VOS AGENDAS

**JOURNEE TECHNIQUE VOIRIE CTMNC**  
9 septembre 2021  
Paris - [www.ctmnc.fr](http://www.ctmnc.fr)

**MARMO+MAC 2021**  
Du 29 septembre au 2 octobre 2021  
Verone (Italie)  
[www.marmomac.com](http://www.marmomac.com)

**SIPPA 2021**  
Du 29 septembre au 3 octobre 2021  
Arles  
[www.sippa.eu](http://www.sippa.eu)

**JOURNEE TECHNIQUE CTMNC RE2020**  
14 octobre 2021  
Hôtel Holiday Inn Paris Porte de Clichy  
[www.ctmnc.fr](http://www.ctmnc.fr)

**SALON INTERNATIONAL DU PATRIMOINE CULTUREL**  
du 28 au 31 octobre 2021  
Carrousel du Louvre (Paris)  
[www.patrimoineculturel.com](http://www.patrimoineculturel.com)

**SALON DES MAIRES**  
Du 16 au 18 novembre 2021  
Porte de Versailles - Paris  
[www.salondesmaires.com](http://www.salondesmaires.com)

**FUNERAIRE PARIS 2021**  
Du 17 au 19 novembre 2021  
Parc des Expositions du Bourget  
[www.salon-funeraire.com](http://www.salon-funeraire.com)

**ROCALIA**  
Du 30 novembre au 2 décembre 2021  
Eurexpo Lyon  
[www.salon-rocalia.com](http://www.salon-rocalia.com)

**COLLOQUE CONSTRUIRE EN PIERRE**  
AUJOURD'HUI / 2<sup>E</sup> ÉDITION  
28 janvier 2022  
Ecole Nationale Supérieure de Paris Belleville

2 Emeric de Kervenoaël,  
nouveau vice-président du CTMNC

## FEU ET PIERRE NATURELLE

- 2 Elodie Donval, doctorante
- 2 Essai de résistance au feu LEPIR II
- 3 Projet ANR - POSTFIRE
- 3 Thèse CTMNC - CSTB

## 4 POINT SUR LA NORMALISATION

## MAÇONNERIE

- 4 Scanner d'imagerie par ultrasons : acquisition d'un nouvel appareil de mesure

## CTMNC

- 5 Glissance après usure
- 5 Les nouveautés de la base de données de la pierre « Lithoscope® »

## ENVIRONNEMENT

- 6 Propriétés hygrothermiques et environnementales des pierres naturelles
- 8 Indication Géographique
- 8 Economie circulaire du bâtiment : le réemploi
- 9 Projet OEHM : Optimisation Energétique de l'Habitat Méditerranéen

## FUNERAIRE

- 9 Guide « Funéraire et environnement »
- 9 Actualités du GT Funéraire

## MARBRERIE

- 10 Guide « Terminologie en marbrerie de décoration »
- 10 Actualités du GT Marbrerie
- 10 Le BIM et la pierre naturelle

## ESSAIS

- 11 COFRAC
- 11 Essai de flexion sur grande dalle en pierre naturelle
- 11 Contrat de droit privé pour la fourniture de produits de voirie en pierre naturelle
- 12 Claudine Malfilatre, Ent. De Filippis

## Emeric de Kervenoaël, nouveau vice-président du CTMNC

Comme l'Edito du présent Blog de Pierre le dit, par sa « voix », Emeric de Kervenoaël a succédé fin 2020 à Jean-Louis Vaxelaire, au poste de vice-président du CTMNC pour le département Roches Ornementales et de Construction.

De formation scientifique, Emeric – 40 ans – devient en 2002 ingénieur (Master of sciences à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan à Toulouse) avec en options : géologie et conduite d'entreprise. Prémonitoire !?

Sa première expérience professionnelle démarre chez BNP PARIBAS en tant que chargé de clientèle professionnelle (prospection, financements, analyse de risques ...), ensuite Emeric passera 13 ans dans le groupe LAFARGE pour le métier du granulat. Dans différents bassins géologiques, il exerce alors successivement les missions de responsable foncier environnement, chef de projet, responsable d'exploitation et qualité, directeur d'agence.

En 2018, après avoir rencontré Sylvain Laval dans les réseaux professionnels, Emeric s'associe à un camarade pour reprendre le flambeau des Carrières de Noyant (Septmonts – 02) et de la pierre de taille pour la construction. L'entreprise entame alors un nouveau virage pour répondre aux défis d'une conjoncture structurelle en attente de gros volumes de pierre tendre pour la construction de programme immobilier toujours plus ambitieux.

Intégrant dès 2018 le SNROC, au sein duquel il est actuellement vice-président représentant le segment « construction massive » de la filière, Emeric n'imagine pas relever les nombreux défis industriels se profilant sans mener la réflexion et la dynamique au niveau filière. A ce propos, il veut préciser : « J'ai bénéficié d'une mise en confiance et d'un accompagnement précieux de l'ancien propriétaire des Carrières de Noyant, Sylvain Laval, bien connu de tous et aujourd'hui président d'Honneur du SNROC. J'ai ainsi été très bien accueilli par la profession tant au niveau des experts du CTMNC que des pairs du syndicat : mise dans le bain, accueil, visite de carrières, etc. »

Avant sa nomination à la vice-présidence du CTMNC, Emeric était déjà bien investi dans la vie du Centre : membre du Conseil d'Administration et du Comité Technique & Scientifique. Il est par exemple très actif dans le groupe de travail « Lithoscope ». En tant que chef d'entreprise et pour ses matériaux, il travaille bien entendu avec les services du CTMNC et aussi actuellement et en confiance avec le BRGM, sur le sujet des ressources pour la future restauration de Notre Dame de Paris.

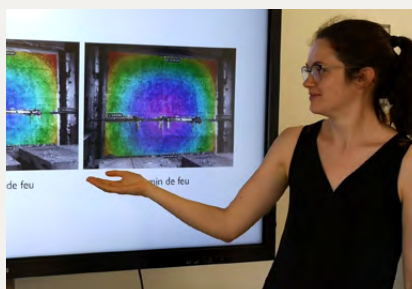
Emeric veut également ici passer plusieurs messages fondateurs : « J'ai une volonté farouche de m'investir dans la production et la transformation d'un matériau naturel vertueux à l'avenir durable, mais qui doit relever les défis d'être généré par un système industriel efficace et résilient. Cela passera inévitablement par de gros efforts industriels et probablement par la mise en place de nouveaux systèmes constructifs dans toute la filière (préfabrication – assemblage...). La filière a un avenir prometteur si elle sait répondre rapidement aux enjeux qui se présentent à elle ».



Photo : Carrières de Noyant

## Elodie Donval, doctorante

Elodie Donval est titulaire d'un diplôme d'ingénieur en génie civil et d'un master recherche en mécanique de l'Ecole des Ponts ParisTech. Lors de son cursus ingénieur, elle a effectué différents stages, aussi bien en entreprise de génie civil (chantier et bureau d'études) qu'en laboratoire. Elle a débuté sa thèse en octobre 2020 au CSTB sur le comportement au feu des maçonneries en pierre naturelle. Cette thèse est cofinancée par le CSTB et le CTMNC et encadrée par le CSTB, le CTMNC et le laboratoire Navier de l'Ecole des Ponts ParisTech.



Elodie Donval - Photo : CTMNC

## Essai de résistance au feu LEPIR II sur un système de revêtement mural attaché en pierre mince (NF DTU 55.2)

L'arrêté du 7 août 2019 a modifié l'arrêté sécurité incendie habitations du 31 janvier 1986. Ainsi, dès que l'on a des éléments non A2-s3, d0 ou une lame d'air, une appréciation de laboratoire est nécessaire. Cela n'est pas lié à la présence d'un isolant du côté extérieur de la façade ; les façades non isolées par l'extérieur sont donc également concernées.

Les essais de comportement au feu des façades sont réalisés selon l'arrêté du 10 septembre 1970 du ministère de l'Intérieur et de son protocole d'application, relatif à la classification des façades par rapport au danger d'incendie.

Cet essai, dit essai LEPIR II, consiste à solliciter une façade montée sur un local à 2 niveaux. Il est réalisé sur des moyens d'essais dédiés de dimensions 5,50 x 7,00 mètres (longueur x hauteur) simulant un bâtiment RDC + deux niveaux, les deux étages inférieurs étant équipés de fenêtres. Le foyer, constitué d'un bûcher (600 kg), est situé dans la pièce du rez-de-chaussée. Le régime de l'incendie est piloté par l'intermédiaire d'ouvrants, situés dans le mur arrière du local, au rez-de-chaussée. La métrologie mise en œuvre consiste en des mesures de température et de flux radiatif.

### L'objectif est double :

- voir comment se comporte la façade (propagation des flammes verticalement - latéralement) ;
- vérifier que le feu ne se propage pas par la jonction entre la façade et le plancher situé entre les deux étages.

La conduite de cet essai qui fera l'objet d'une Appréciation de laboratoire, devrait apporter une réponse réglementaire aux acteurs de la filière prouvant que la pierre attachée répond favorablement à la réglementation applicable en matière de sécurité incendie. Par la suite, un guide sera rédigé par le CTMNC.

Contact : Martin Vigroux  
Email : vigroux.m@ctmnc.fr



Exemple de réalisation d'un essai LEPIR II par la société Efectis France (laboratoire Les Avenières, Isère (38)) - Photo : Efectis France

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

Un financement ANR a été accordé dans le cadre du projet POSTFIRE (2020-2024), impliquant plusieurs partenaires académiques et industriels (cf. Figure 1). Une première thèse de doctorat a donc débuté en décembre 2020, faisant suite à un stage de Master 2 traitant de la même thématique, réalisé au L2MGC et financé par le CTMNC.

Ce stage de recherche (mars à novembre 2020) s'est inscrit dans le cadre des études menées sur le comportement à hautes températures des pierres de construction utilisées dans le patrimoine bâti. Ce travail visait la caractérisation de ces pierres à l'échelle d'éléments de structure en réalisant des essais de chauffage sur des dalles en pierre (cf. Figure 2). Les résultats obtenus démontrent une corrélation entre le changement de couleur et la réponse thermique des dalles suivant l'épaisseur. A l'issue des cycles de chauffage-refroidissement, des essais mécaniques destructifs (résistance en compression et en traction, sollicitation au choc de la dalle par une masse) et non destructifs (mesure de la vitesse du son) ont permis d'évaluer l'état d'endommagement des trois pierres étudiées à l'échelle matériau et à l'échelle des dalles.

Le projet POSTFIRE, démarré officiellement en décembre 2020, étudiera le comportement de la

maçonnerie en pierre naturelle après une exposition à haute température à l'échelle du matériau puis de la structure, en tenant compte du refroidissement sous eau. Le projet devra permettre d'établir une base de données de propriétés résiduelles post-incendie pour les matériaux sélectionnés (13 pierres calcaires françaises), ainsi que des modèles à l'échelle du matériau d'applicabilité immédiate à des approches analytiques et numérique d'évaluation et de calcul des performances structurelles. La fiabilité des modèles sera testée à l'échelle structurelle. Enfin, le projet proposera des lignes directrices pour l'évaluation post-incendie des bâtiments du patrimoine français dans l'objectif d'une diffusion auprès des universitaires, restaurateurs et des comités de normalisation nationaux et internationaux.

Contact : Martin Vigroux  
Email : vigroux.m@ctmnc.fr

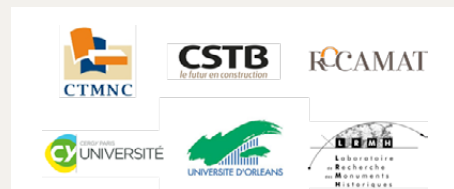


Figure 1 - Les partenaires du projet ANR - POSTFIRE (2020-2024) : CTMNC, CSTB, Rocamat, CY Cergy Paris Université (L2MGC), Université d'Orléans (LAME), LRMH

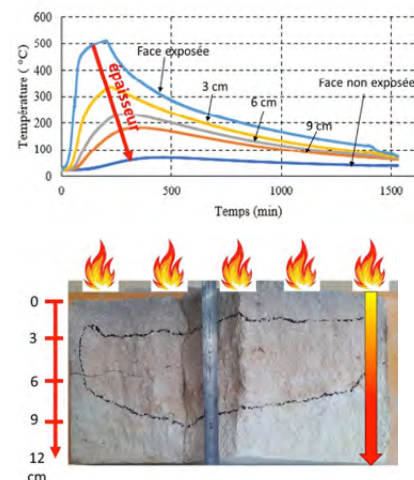


Figure 2 - Evolution du profil de température d'une pierre calcaire (12 cm d'épaisseur) au cours d'un cycle de chauffage-refroidissement (exposition unificale à une température maximale de 500 °C)

## Thèse CTMNC - CSTB : comportement au feu des maçonneries en pierre naturelle

### Contexte et objectifs de la thèse

Tandis que les méthodes d'analyse des structures en maçonnerie à température ambiante se sont largement développées ces dernières années, les méthodes de calcul et de simulation du comportement de telles structures vis-à-vis de l'incendie, tenant compte aussi bien de la dégradation des matériaux que des dilatations thermiques engendrées, exigent encore de nombreux développements, tant sur le plan théorique qu'expérimental. Pour la maçonnerie en pierre naturelle, le texte de référence pour le dimensionnement au feu des structures en maçonnerie au niveau Européen est l'Eurocode 6 dans lequel, contrairement aux autres maçonneries, il n'existe pas de valeurs tabulées. Cela rend l'usage de la maçonnerie en pierre naturelle plus complexe et ne permet pas de l'utiliser selon sa pleine capacité de résistance au feu. Dans ce contexte, l'objectif de la thèse est de proposer une méthode complète d'évaluation du comportement au feu des murs en pierre naturelle, à visée applicative pour l'ingénieur.

### Démarche

Le programme de thèse comporte deux volets :

- Le premier volet concerne le développement d'outils de modélisation et de calcul performants aptes à justifier le dimensionnement au feu de murs en maçonnerie de pierre naturelle. Ces outils visent à prendre en compte les deux effets principaux de l'exposition au feu du mur : l'apparition d'une courbure thermique du mur vers le feu et la dégradation des propriétés de résistance des matériaux.
- Le second volet concerne l'approche expérimentale. Des essais au feu sur des murs soumis à différentes conditions aux limites<sup>(1)</sup> seront réalisés afin d'évaluer leur capacité portante, puis de la com-

parer aux prévisions fournies par le modèle théorique. L'analyse des résultats expérimentaux permettra, d'une part, de vérifier a posteriori la pertinence de certaines hypothèses sur le comportement des matériaux, et d'autre part, de déboucher sur une validation des prédictions théoriques.

### Premiers résultats

Une première modélisation thermo-élastique unidimensionnelle du mur exposé au feu<sup>(2)</sup>, prenant en compte l'évolution des propriétés thermo-mécaniques en fonction de la température, a permis d'obtenir la déformée d'un mur non chargé soumis à un feu ISO 834.

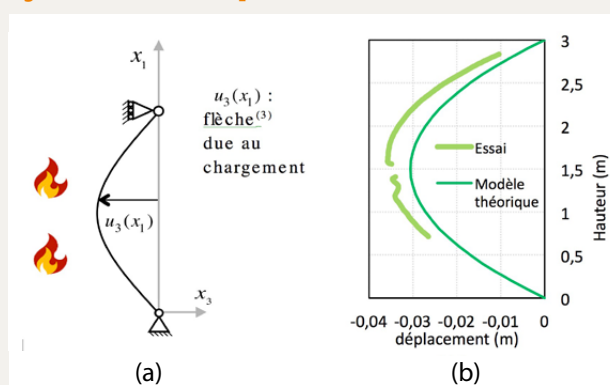
Sur un mur non-chargé en tête, considéré homogène, cette première modélisation donne des résultats relativement proches de la déformée<sup>(3)</sup> expérimentale (17 % d'écart entre le modèle et l'expérience après 30 min d'exposition au feu).

### Prolongements envisagés

Dans un premier temps, la configuration déformée du mur pourra être évaluée en prenant en compte la présence des joints, par une méthode d'homogénéisation<sup>(4)</sup>.

Dans un second temps, on s'attachera à évaluer la capacité portante du mur, par une approche de type « Calcul à la rupture », en prenant en compte les caractéristiques mécaniques des blocs de pierre et des joints ainsi que leur évolution en fonction de la température.

Les prédictions des modèles développés pourront



(a) Mur modélisé par une poutre exposée au feu d'un côté; (b) Comparaison des résultats du modèle aux résultats expérimentaux après 30 min d'exposition au feu

être validées à l'occasion des essais prévus lors de la thèse.

Contact : Martin Vigroux  
Email : vigroux.m@ctmnc.fr

(1) conditions aux limites : terme faisant référence aux conditions thermo-mécaniques imposées lors d'un essai – par exemple, une force de compression répartie est appliquée en tête du mur pour simuler les charges d'étages supérieurs à reprendre ; une élévation de température contrôlée est appliquée sur une seule face du mur pour reproduire les conditions d'un incendie.

(2) modélisation thermo-élastique unidimensionnelle du mur exposé au feu : le mur est modélisé par une poutre exposée au feu d'un seul côté. La modélisation tient compte de l'évolution des propriétés mécaniques en fonction de la température.

(3) déformée / flèche : les déformations horizontales du mur sont obtenues expérimentalement grâce à trois capteurs de déplacement instrumentés sur le mur. La flèche correspond à la valeur maximale du déplacement par rapport à sa position initiale.

(4) méthode d'homogénéisation : on parle aussi de « méthode de changement d'échelle », qui désigne la procédure consistant à déterminer la modélisation homogène d'un milieu finement hétérogène – dans ce cas-ci, cela correspond à la détermination de la résistance du mur à partir des résistances connues de la pierre et du mortier.

# POINT

## SUR LA NORMALISATION

### « PIERRE NATURELLE »

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

L'Eurocode 6 (EN 1996) est en révision. Les nouveaux textes prévus pour 2023 constitueront la seconde génération de ces codes de calcul, la première génération datant de 2006.

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

La révision du NF DTU 52.2 est en cours.

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

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 feront l'objet d'un amendement au NF DTU 55.2.

#### P72F - NF B 10-601 « Spécifications d'emploi de la pierre naturelle » :

La norme NF B10-601 publiée en septembre 2019 fait l'objet d'un amendement. Elle est en attente de publication.

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

La norme NF P98-351 « Éveil de vigilance – Caractéristiques, essais et règles d'implantation des dispositifs podo-tactiles au sol d'éveil de vigilance à l'usage des personnes aveugles ou malvoyantes » est en attente de publication.

#### CNPS - « Parasismique » :

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

#### 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 prête pour l'enquête CEN.

#### CEN/TC 246 WG2 - « Méthodes d'essai pierre naturelle » :

La norme révisée NF EN 16301 « Détermination de la sensibilité au tachage accidentel » a été publiée en mars 2021.

#### Les normes en révision :

- prEN 12372 « Détermination de la résistance à la flexion sous charge centrée »
- prEN 16306 « Détermination de la résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité »
- prEN 14579 « Détermination de la vitesse et propagation du son »

#### CEN/TC 339 - « Méthodes d'essai sur la glissance » :

Le prEN 16165 « Détermination de la résistance à la glissance des surfaces piétonnières – Méthodes d'évaluation » est au vote formel.

#### 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 17488 « Méthodologie d'évaluation des méthodes de nettoyage » est en attente de publication.
- Le projet prEN 17655 « Essai d'absorption d'eau à l'éponge » est à l'enquête CEN.
- Une norme sur le « Dessalement des matériaux inorganiques poreux par application de compresses » est en préparation.

## Scanner d'imagerie par ultrasons : acquisition d'un nouvel appareil de mesure performant, le Pundit 250 Array

Le département ROC du CTMNC s'est doté d'un tout nouvel appareil de mesure fonctionnant sur le principe de l'écho d'impulsion ultrasonique. Cette technologie innovante élargit le champ d'application de l'ancien appareil (vitesse d'impulsion ultrasonique), et offre un grand nombre de possibilités d'intervention.

L'emploi de ce nouvel outil utilisant la mesure de l'écho d'impulsion ultrasonique présente les avantages suivants :

- Compatible avec les transducteurs à vitesse d'impulsion (ancien appareil) ;
- Léger et ergonomique permettant l'intervention sur site ;
- Transducteur à contact sec : pas de couplant nécessaire (évite ainsi les taches pouvant être laissées sur la surface testée – délicat dans le cas d'interventions dans les monuments historiques par exemple), et convient à la mesure sur des surfaces rugueuses (inadéquat avec l'ancien appareil) ;
- Détermination de l'épaisseur des dalles d'un

seul côté (impossible avec l'ancien appareil (cf. Figure 1) ;

- Détection et localisation des vides, fissures (parallèles à la surface) et autres défauts (cf. Figure 2) ;
- Estimation automatique de la vitesse d'impulsion.

Ce nouvel appareil pourra servir à travers différentes prestations, notamment :

- La réalisation d'essais en laboratoire ;
- La réalisation d'essais en usines de production (contrôle qualité) ;
- La réalisation d'expertises techniques (in-situ) où le prélèvement est impossible ;
- Une offre de formation technique adressée aux différents intervenants de la filière : mise en relation avec le logiciel DIMAPIERRE-Sonic (en cours d'amélioration) visant à estimer les propriétés physico-mécaniques du matériau à partir d'une donnée expérimentale non-destructive.

Contact : Martin Vigroux

Email : vigroux.m@ctmnc.fr

### Appareil déjà disponible au CTMNC      Nouvel appareil acquis

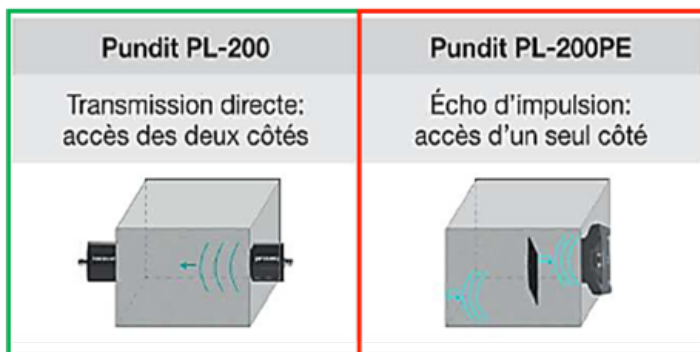


Figure 1 - Complémentarité du nouvel appareil de mesure, reposant sur le principe d'écho impulsion, avec l'appareil déjà disponible

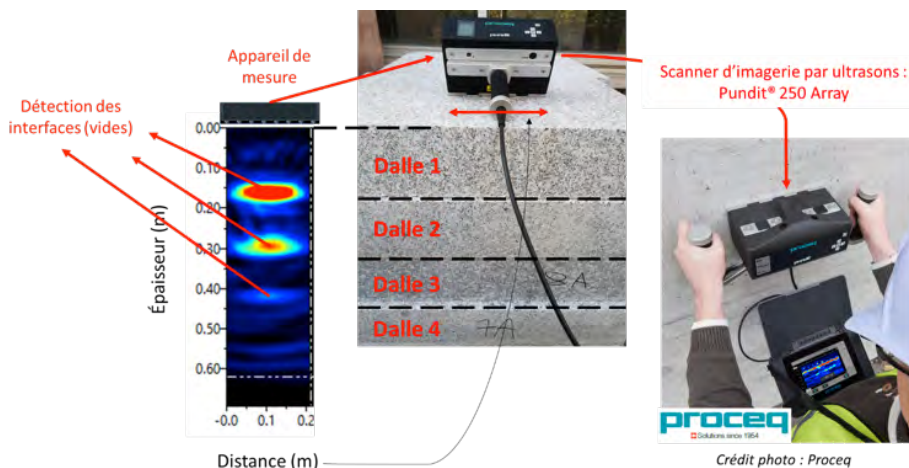


Figure 2 – Dispositif de mesure expérimentale à l'aide du Pundit 250 Array : détection des interfaces à travers une superposition de dalles en granit – création d'une cartographie représentant une coupe transversale selon l'épaisseur des quatre dalles

## Glissance après usure

Le CTMNC met actuellement en place une méthode d'évaluation de la glissance de la pierre en fonction de son usure et de son vieillissement. Elle est basée selon les normes suivantes :

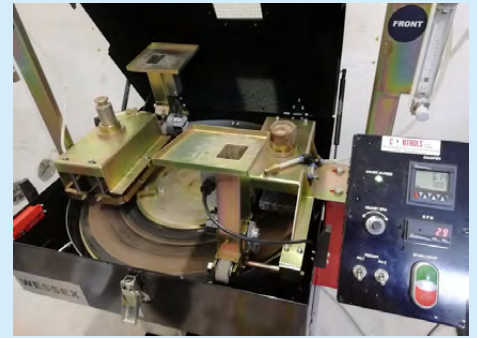
- NF EN 14231 (décembre 2003) – « Méthodes d'essai pour les pierres naturelles - Détermination de la résistance à la glissance au moyen du pendule de frottement »
- CEN/TS 12633 (mars 2016) - « Méthode de détermination de la valeur de résistance au dérapage / à la glissance d'éléments de pavage polis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

En avril 2021, le CTMNC a réceptionné la machine

« polish paver ». Cette dernière répond à la norme CEN TS 12633. Les essais vont donc prochainement débuter, tout d'abord sur la pierre de Comblanchien, pour poursuivre l'étude entreprise en 2018. Des essais complémentaires sur d'autres types de pierres et de finitions sont également prévus.

De plus, le CTMNC dispose d'un pendule de frottement supplémentaire. Il permettra de réaliser l'étude « in situ » visant à comparer les niveaux de polissage normalisés à la durée de vie de la finition d'origine.

La finalité de cette 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.



La « polish paver machine » - Photo : CTMNC

Contact : Mélanie Denecker  
Email : denecker.m@ctmnc.fr

## Les nouveautés de la base de données de la pierre « Lithoscope® »

**La base de données des pierres naturelles françaises du CTMNC a fait peau neuve en 2020 : le site Internet, qui permet de la consulter librement, propose de nouvelles ressources, mais aussi de nouvelles fonctionnalités facilitant son utilisation.**

La matériauthèque virtuelle «Lithoscope®», bien connue des producteurs et des prescripteurs de la pierre naturelle française, est désormais accessible sur un nouveau site Web directement à l'adresse suivante : [www.lithoscopectmnc.com](http://www.lithoscopectmnc.com) et à partir du site [www.ctmnc.fr](http://www.ctmnc.fr).

Le site « Lithoscope CTMNC » se distingue, notamment, par les ressources et les fonctionnalités suivantes :

- un lexique présentant des définitions utiles et une explication des différentes méthodes d'essais, ainsi que des prescriptions d'emploi des pierres dans la construction ;
- une recherche dans la base élargie : par nom de producteur, par localisation ou par nom de la pierre ;
- une téléchargement des fiches de caractérisation possible pour chacune des pierres ;
- un géoréférencement des carrières lié aux lieux-dits d'extraction (Nouveautés 2021 – cf. Figure 1).

Les fiches d'information sur les pierres sont régulièrement ajoutées ou mises à jour dans le nouveau « Lithoscope CTMNC ».

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

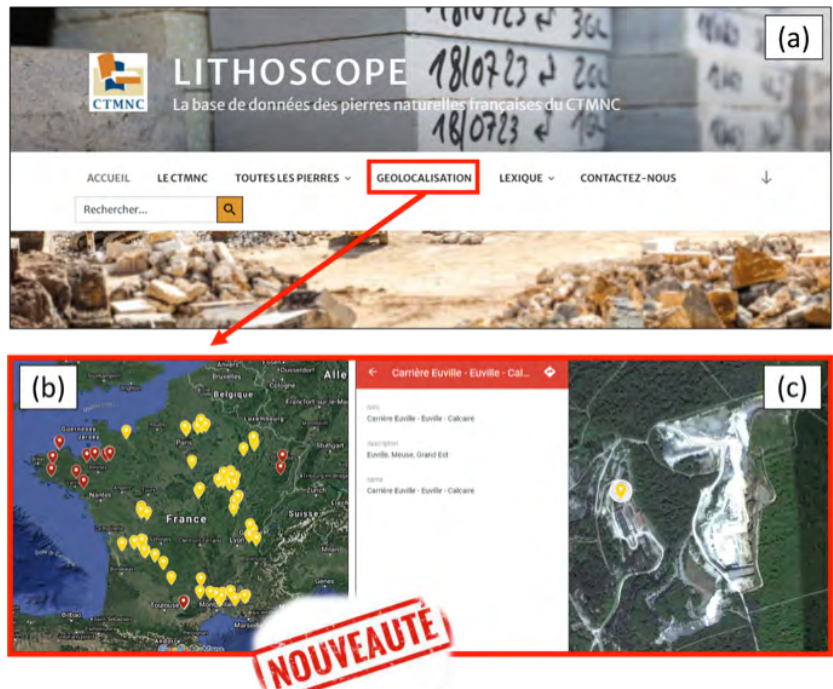
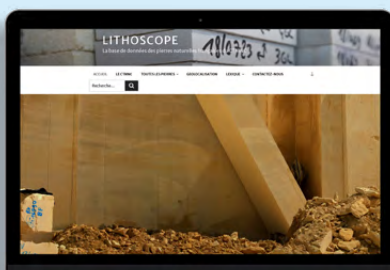


Figure 1 – (a) Capture d'écran de la page d'accueil du Lithoscope ; (b) Géoréférencement des carrières d'extraction françaises en activité (calcaire en jaune ; granit en rouge-bordeaux) ; (c) Détails et affichage des informations d'une carrière

### VOUS ETES PRODUCTEUR ET VOUS SOUHAITEZ FAIRE FIGURER VOS PIERRES DANS LA BASE DE DONNEES LITHOSCOPE ?

#### Comment procéder ?

Pour que vos pierres soient intégrées dans le Lithoscope <sup>(1)</sup>, il vous est demandé de nous transmettre les éléments suivants :

- Photos de haute qualité (différentes finitions et nuances) ;
- PV d'essais CTMNC et/ou de laboratoires agréés ;
- Provenance des échantillons : nom précis des sites d'extraction lieu-dit et coordonnées GPS.

Ces informations sont à envoyer directement par email à :

**Martin Vigroux, Chef de Projet au CTMNC**  
Portable : +33 (0) 7 88 49 53 68  
Email : [vigroux.m@ctmnc.fr](mailto:vigroux.m@ctmnc.fr)

(1) Si l'ensemble des essais figurant sur la fiche de caractérisation a été réalisé au CTMNC, la fiche mentionnera le nom du producteur et fera un renvoi direct sur son site internet (avec son accord).

## Propriétés hygrothermiques et environnementales des pierres naturelles calcaires de construction

Le doctorant **Tristan PESTRE** termine sa thèse débutée en 2017. Sous la direction du **CTMNC**, en collaboration avec le **LGCgE**, ces recherches avaient pour objectif d'approfondir nos connaissances sur l'aspect environnemental des produits de construction en pierre massive, ainsi que d'étudier les propriétés des pierres vis-à-vis des transferts de chaleur et d'humidité. L'eau est en effet un vecteur responsable de bon nombre de pathologies. Sa présence modifie les propriétés physiques des matériaux, ce qui peut entraîner une dégradation des performances énergétiques des bâtiments, ainsi qu'une détérioration des conditions sanitaires et de confort des occupants. Sa prise en compte n'est pas encore prévue dans la **RE2020** (évolution de la **RT2012**). Cependant, l'impact environnemental des constructions sera pris en compte. Il est alors indispensable de disposer de résultats d'analyse du cycle de vie (ACV) des produits en pierres naturelles massives qui contribueront au bilan environnemental global.

### CAMPAGNE DE CARACTÉRISATION

Basée sur un échantillonnage de douze roches calcaires françaises, la campagne de caractérisation thermique et hydrique a permis de déterminer les principales propriétés des pierres naturelles. Étant donné la grande diversité des roches calcaires, cette campagne de caractérisation permet notamment de disposer d'un aperçu de l'étendue de ces propriétés. En parallèle, une étude statistique descriptive des propriétés mécaniques des roches a été réalisée sur la base des essais effectués au CTMNC ces dernières années. Une classification statistique selon les propriétés mécaniques a été obtenue. Les pierres peuvent alors être groupées par familles aux caractéristiques proches. Ce classement pourrait servir de base pour tenter de généraliser les autres propriétés, hygrothermiques et/ou environnementales. Les essais de caractérisation ont été réalisés en suivant les normes ou protocoles standardisés afin que les résultats puissent être exploités et comparés. Ils servent également de données d'entrée pour simuler les transferts de chaleur, d'humidité ou couplés dans les bâtiments.

### a/ Hygrothermique

Les deux grandeurs essentielles pour les transferts de chaleur sont la conductivité et la capacité thermique massique. Elles ont été détermi-

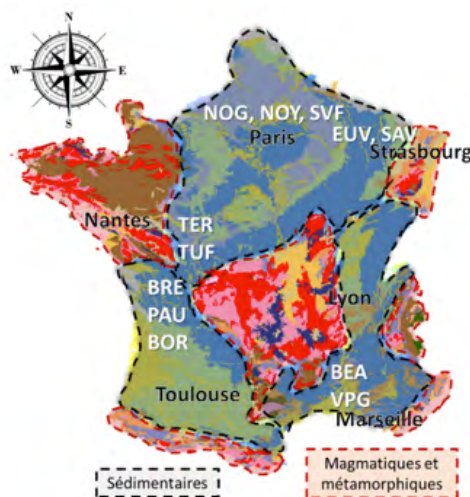
nées par la méthode fluxmétrique en suivant la NF EN 12664 (juillet 2001). L'essai consiste à imposer une différence de température entre deux extrémités d'une éprouvette parallépipédique rectangulaire isolée sur ses faces latérales, instrumentée par des capteurs de température et de flux de chaleur (thermocouples et fluxmètres). En régime permanent, la résistance thermique peut être déduite d'après la différence de température et le flux de chaleur. Pour déterminer la capacité thermique, une des deux consignes de températures est modifiée pour devenir similaire à la seconde. L'éprouvette va alors (dé)stocker une certaine quantité de chaleur, qu'il est possible de déterminer d'après les flux thermiques.

S'agissant des transferts hydriques, les principales propriétés sont celles relatives à la transmission d'eau (liquide ou vapeur), ainsi que celles relatives à la sorption et à la désorption hygroscopique. La perméabilité à la vapeur d'eau des pierres, selon la NF EN ISO 12572 (octobre 2016) a été déterminée par l'utilisation de coupelles, dites « sèches » et « humides » selon la plage d'humidité relative concernée, respectivement entre 0%HR et 50%HR ou entre 50%HR et 93%HR. L'absorption d'eau par capillarité donne une indication sur les propriétés de transmission de l'eau liquide. L'essai a été réalisé selon la NF EN 772-11 (août

2011) et la NF EN 771-6 (août 2011) en plaçant des éprouvettes sur des supports immergés de manière à ce que l'eau puisse monter par capillarité dans les pores du matériau. L'essai d'absorption d'eau à pression atmosphérique, NF EN 13755 (août 2008), permet de connaître la teneur en eau maximale que peut contenir la pierre en situation réelle lorsqu'elle est immergée pendant une durée suffisamment longue. Les isothermes de sorption et de désorption hygroscopiques, réalisées selon la NF EN ISO 12571 (octobre 2013) sont tracées en soumettant des éprouvettes à des paliers croissants puis décroissants en humidité relative pour une certaine température. Grâce à elles, le lien entre l'humidité relative de l'air et la teneur en eau des pierres est connu. Elles sont donc indispensables pour tous travaux de modélisation numérique. Enfin, la capacité tampon hydrique a été déterminée. Cet essai a été réalisé selon le protocole créé par l'Université technique du Danemark (Rode et al., 2005, « Moisture Buffering of Building Materials »). Il permet de déterminer un indicateur : le MBV, calculé d'après la variation de la teneur en eau d'éprouvettes soumises à des cycles dont l'humidité relative alterne entre sec et humide (33%HR pendant 16h et 75%HR pendant 8h). Ces sollicitations sont représentatives de locaux occupés tels que des chambres ou des bureaux par exemple. Le MBV donne donc une indication sur la capacité des matériaux à réguler l'humidité ambiante. En faisant l'analogie avec la chaleur, cela correspondrait à une sorte « d'inertie hydrique ».

### b/ Environnementale

L'analyse environnementale d'un produit consiste à dresser le bilan des flux de matières et d'énergies nécessaires tout au long de son cycle de vie, avec les étapes d'extraction des matières premières, de transformation, mise en œuvre, maintenance, déconstruction et jusqu'à la fin de vie. Ces flux sont alors reliés à des impacts environnementaux. Par exemple, 1kWh d'électricité consommé en France correspond à environ 48 gCO<sub>2</sub> équivalents et à 0,2 gSO<sub>2</sub> équivalents. Ces deux unités caractérisant respectivement l'impact sur le potentiel de réchauffement climatique et sur l'acidification des sols et de l'eau. Pour les maçonneries en pierres, une ACV comparative a été réalisée d'après huit carrières et ateliers différents, permettant d'estimer l'impact environnemental moyen d'un mètre carré de paroi en pierre calcaire massive et d'analyser s'il existe des corrélations avec les propriétés physiques des roches (comme par exemple leurs résistances mécaniques). Il est aussi possible d'observer quelles sont les étapes du cycle de vie ou les flux (quantités de matières, énergies) provoquant le plus d'impact sur l'environnement. Cela fournit donc des pistes pour améliorer encore davantage le bilan environnemental des produits.



Échantillons caractérisés et leurs localisations géographiques

## TRANSFERTS COUPLÉS DE CHALEUR ET D'HUMIDITÉ

Les transferts de chaleur sont liés aux transferts d'humidité et vice-versa. En effet, une augmentation de la teneur en eau provoque une augmentation de la conductivité et de la capacité thermique massique, tandis qu'une augmentation de la conductivité thermique va influencer sur la température au sein de la paroi et donc sur les phénomènes d'évaporation et de condensation de l'eau. La perméabilité à la vapeur d'eau dépend elle aussi de la teneur en eau et au final ce n'est pas moins de 14 mécanismes de transport qui sont concernés par ces couplages (Künzel, 1995, « Simultaneous Heat and Moisture Transport in Building Components »). La simulation numérique est un outil susceptible de prendre en compte tout ou partie de ces phénomènes afin de prévoir les évolutions des températures et des teneurs en eau des matériaux soumis à diverses sollicitations. Elle devient un outil indispensable d'aide à la décision pour divers projets de constructions neuves ou de réhabilitations.

### a/ Approche expérimentale

Pour étudier ces transferts, nous nous sommes basés sur deux expériences : la première en laboratoire où des échantillons de parois sont soumises à deux ambiances différentes sur deux de leurs faces. La variation de la température et de l'humidité sont évalués en plusieurs points. La seconde concerne un bâtiment réel instrumenté (la villa YFS) où les sollicitations dépendent des conditions météorologiques et des conditions de l'occupation et ne sont donc plus contrôlées. De plus, d'autres phénomènes de transferts interviennent (radiation, convection).

### b/ Approche numérique

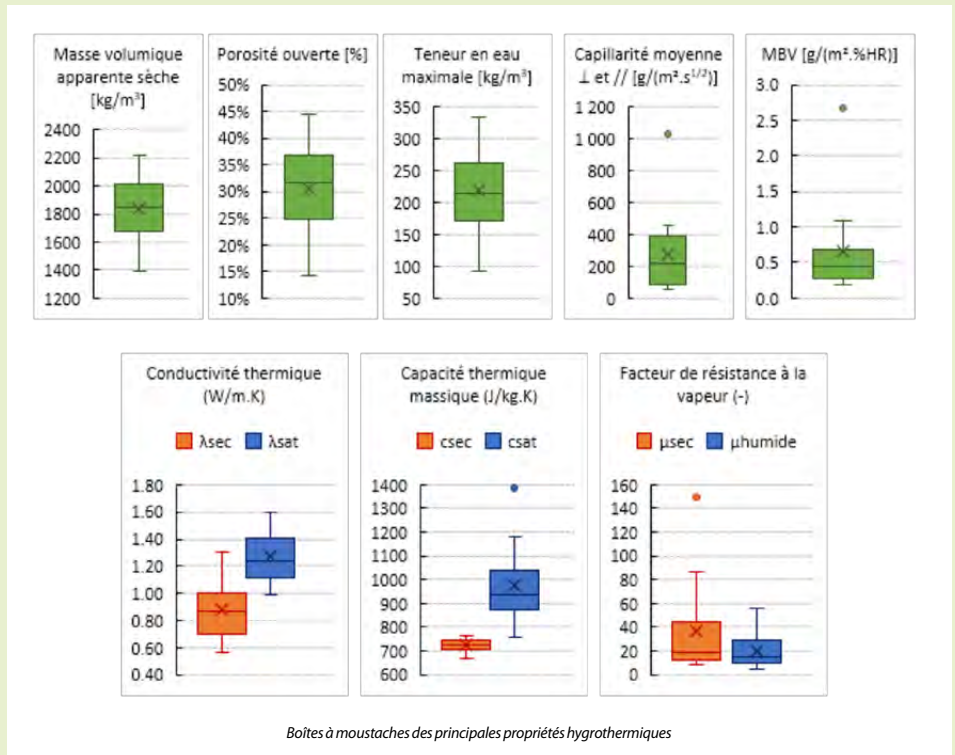
Ces deux essais ont été simulés par ordinateur en utilisant le modèle mathématique de la NF EN 15026 (avril 2008) par le biais du logiciel COMSOL Multiphysics afin de vérifier la pertinence du modèle pour les parois en pierres naturelles, mais aussi pour vérifier que les résultats obtenus par la campagne de caractérisation soient fidèles à la réalité. En effet, les propriétés hygrothermiques des pierres servent de données d'entrée pour ces simulations, de même que les températures et les humidités relatives des sollicitations. En sortie, nous pouvons notamment comparer les températures et les humidités relatives expérimentales et numériques, les flux de chaleur et d'humidité, etc. Pour évaluer la fidélité du modèle, l'erreur quadratique moyenne entre les relevés expérimentaux et les résultats numériques est calculée.

## RÉSULTATS

De nombreux résultats ont été obtenus et analysés durant la thèse, aussi ne figurent ici que des résumés pour illustrer les travaux.

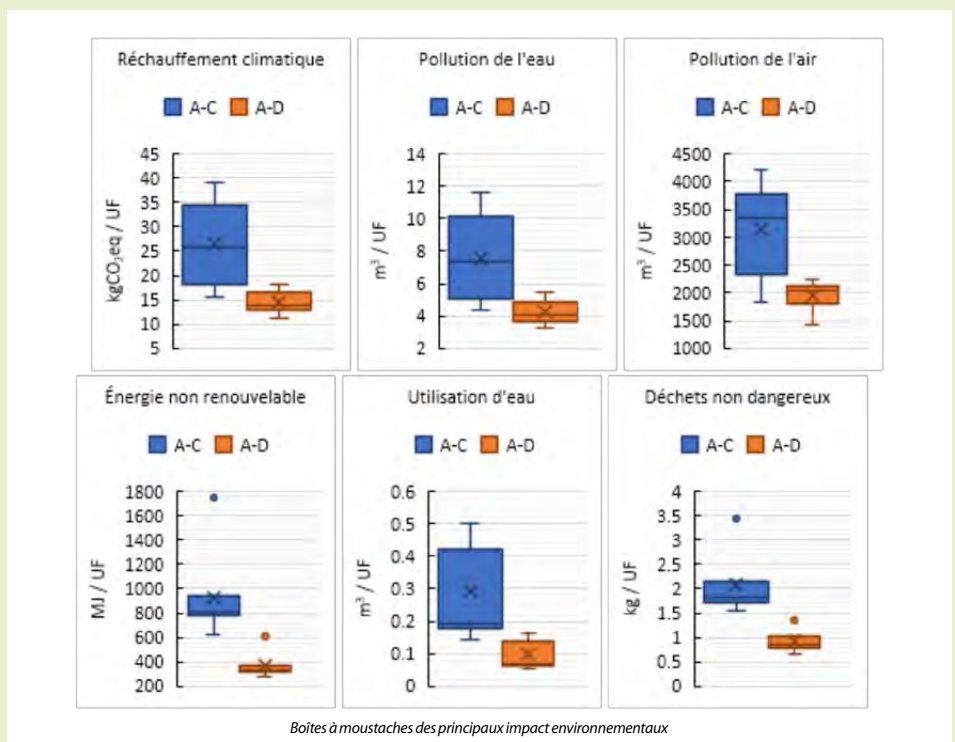
### a/ Propriétés hygrothermiques

Les propriétés thermiques des pierres calcaires étudiées sont plus ou similaires à celles des



autres matériaux structuraux massifs utilisés en construction. Leur conductivité thermique est généralement très légèrement inférieure à la moyenne, signifiant qu'une plus grande résistance s'oppose au transfert de chaleur par conduction. En revanche, les ordres de grandeur des conductivités thermiques sont très loin de celles des matériaux isolants. Ces derniers s'avèrent insubstituables dans une perspective de bâtiment à haute performance énergétique. La capacité thermique des pierres, associée à leurs masses volumiques élevées et à leur mise en œuvre massive en font des matériaux en mesure de stocker et de déstocker une grande quantité de chaleur (bonne inertie

thermique). À titre indicatif, une paroi de 25cm d'épaisseur peut théoriquement déphaser, c'est-à-dire retarder dans le temps, des sollicitations climatiques extérieures sur une durée comprise entre 6h et 8h et ce temps est doublé avec une paroi de 50cm d'épaisseur. Le pic de température extérieur étant atteint en début d'après-midi, la chaleur n'est restituée dans le volume occupé qu'à partir de la nuit tombée et jusqu'à l'aube prochaine, au moment où les températures extérieures sont plus faibles. Cet aspect est primordial et complémentaire aux bâtiments basse consommation, qui peuvent provoquer des inconforts en périodes chaudes dans le cas d'un manque d'inertie thermique.



Le climat évolue ainsi que l'occurrence des phénomènes météorologiques extrêmes. Il est donc important de valoriser cette caractéristique pour l'habitat de demain.

Concernant les aspects hydriques, certaines pierres peu denses sont capables de réguler efficacement l'humidité ambiante lorsqu'elles sont mises en contact avec l'air intérieur, en stockant puis déstockant progressivement une grande quantité d'eau. Cela permet en outre, d'améliorer le confort des occupants. L'ensemble de l'échantillonnage (composé de 12 calcaires aux origines géographiques et propriétés mécaniques variées) s'est révélé assez perméable à la vapeur d'eau, s'opposant donc peu au transfert d'humidité et contribuant à obtenir des parois relativement « perspirantes ». Avec les graphiques de boîtes à moustaches (ou « box plots »), nous sommes en mesure d'observer les tendances moyennes (croix centrales) ainsi que les autres quartiles et les valeurs extrêmes.

## b/ Analyses environnementales

L'impact environnemental de maçonneries en pierres massives a été analysé pour quantifier et justifier l'aspect « écologique » de ce matériau naturel et peu transformé. En effet, sur les 8 analyses de cycle de vie réalisées, les produits de construction en pierres naturelles ont révélé un faible impact global sur l'environnement. Ce bilan est dû à des techniques d'extraction et de transformation relativement vertueuses, à la proximité entre les lieux de production et d'installation ainsi qu'à des facilités de recyclage, voire de réemploi en fin de vie.

## c/ Transferts : confrontation expérience/modélisation

Diverses simulations ont été réalisées, sur des parois isolées, non isolées, de type « mur double », avec des sollicitations

contrôlées ou aléatoires. Dans la majorité des cas, le modèle a démontré une bonne prévision avec une erreur faible entre le résultat de la simulation et les relevés expérimentaux. Ici est donné un exemple pour une paroi en pierre de Tuffeau, isolée avec de la laine de bois où les températures « T » et les humidités relatives « H » sont comparées.

## CONCLUSION

Ces recherches ont permis de déterminer les principaux avantages et limites des caractéristiques hygrothermiques et de l'impact environnemental des pierres naturelles calcaire. Les données obtenues permettent de modéliser les transferts couplés de chaleur et d'humidité afin d'améliorer la performance énergétique des bâtiments mais aussi le confort et la santé des occupants. Si la réglementation thermique actuelle (RT2012) et la suivante (RE2020) ne prennent pas encore en compte ces transferts, il est imaginable qu'à l'avenir ils seront considérés et la filière sera donc prête.

En revanche, l'impact environnemental du bâtiment et notamment des matériaux qui le constituent sera rapidement intégré aux méthodes de calcul réglementaires. Pour les bâtiments performants, les matériaux et les équipements représentent généralement l'impact relatif le plus élevé devant la phase d'usage (consommations énergétiques durant la vie en œuvre du bâtiment). Des matériaux à faible impact comme la pierre naturelle peuvent donc contribuer à améliorer le bilan environnemental global des constructions qui en intègrent. Cela laisse penser que la construction en pierre massive reste une option compétitive dans le cadre de la construction de bâtiments à énergie positive et bas carbone.

Contact : Tristan Pestre  
Email : pestre.t@ctmnc.fr

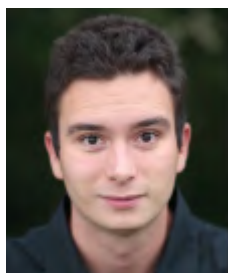
Cette thèse sera présentée lors de la 13e journée technique du CTMNC le 14 octobre 2021 à l'hôtel Holiday Inn Paris Porte de Clichy  
Informations : [www.ctmnc.fr](http://www.ctmnc.fr)

## Un nouveau collaborateur au CTMNC

Tristan Pestre a intégré le CTMNC le 28 juin 2021. Il remplace Shahinaz Sayagh en tant que Chef de projet Thermique-Environnement.

Basé à Limoges et sous la direction de Didier Pallix, il est en charge notamment des études thermiques et environnementales (RE2020, ACV/FDES,...)

Tristan Pestre est titulaire d'un Master en génie civil,



option « bâtiment durable et efficacité énergétique » de la faculté des Sciences appliquées de Béthune.

Il termine une thèse CIFRE, pilotée par le CTMNC en collaboration avec l'Université d'Artois qui porte sur la pierre naturelle dans le contexte de la RE2020 et sur l'étude des transferts hygrothermiques des parois en pierre naturelle.

## Indication Géographique



L'indication géographique (IG) a pour objectif de valoriser les produits et les savoir-faire territoriaux, ainsi que de se protéger contre une concurrence déloyale. L'IG est délivrée par l'INPI. Elle permet également, pour le consommateur, de garantir la qualité et l'authenticité du produit.

Le CTMNC porte assistance à l'élaboration des cahiers des charges destinés à l'obtention d'une IG.

À la suite de la décision de la Cour d'Appel de Bordeaux, l'homologation de l'IG « Pierres Marbrières de Rhône-Alpes » a été confirmée le 23 mars 2021. De plus, depuis février 2020, le CTMNC participe à la rédaction du cahier des charges pour l'IG « Granit du Tarn ».

Contact : Mélanie Denecker  
Email : [denecker.m@ctmnc.fr](mailto:denecker.m@ctmnc.fr)

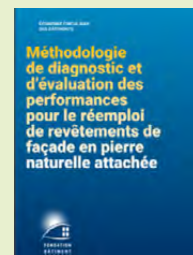
## Economie circulaire du bâtiment : le réemploi

Le CTMNC a collaboré, via MECD, dans le cadre des travaux de recherche sur l'Economie Circulaire dans le secteur du bâtiment, financés par la Fondation Bâtiment Energie. L'objectif étant de valoriser les matériaux existants et de fiabiliser leur réemploi.

Plusieurs guides pour le diagnostic de réemploi des produits de construction en pierre naturelle et en terre cuite ont donc été publiés en 2020. Le document pour la pierre naturelle est téléchargeable via le lien suivant : <http://www.batiment-energie.org/doc/FBE-ECB-enjeu-A-facade-V5.pdf> De plus, le CTMNC propose une assistance dans le réemploi de la pierre naturelle, notamment dans l'évaluation des possibilités de réutilisation de pierres préalablement utilisées. Il accompagne les professionnels dans une démarche de diagnostic de réemploi d'un produit de construction et de fiabilisation des performances résiduelles permettant de décider de la réutilisation possible parmi les usages envisagés.

Le CTMNC participe actuellement à une mission d'assistance dans le cadre d'un projet avec TOURS HABITAT et BELLASTOCK pour le réemploi de la pierre issue du quartier du Sanitas à Tours. La phase d'évaluation du matériau est en cours afin de déterminer son aptitude à un autre usage.

Contact : Mélanie Denecker  
Email : [denecker.m@ctmnc.fr](mailto:denecker.m@ctmnc.fr)



Démontage du mur calcaire pour les tests en laboratoire  
Photo : Bellastock.



## Projet OEHM : optimisation Energétique de l'Habitat Méditerranéen

Le CTMNC a intégré le projet **Optimisation Énergétique de l'Habitat Méditerranéen (OEHM)**, financé par la région Occitanie – Pyrénées/Méditerranée. Piloté par le CNRS, il réunit des organismes de recherche et des entreprises locales.

Le projet s'inscrit dans le cadre de la transition énergétique que les nouvelles règles de conception et de fabrication, liées à l'habitat méditerranéen individuel ou collectif, doivent prendre en compte. L'enjeu scientifique et technique de ce projet est donc d'aller vers une minimisation des coûts énergétiques de l'habitat. Le projet comprend des aspects expérimentaux et un travail de modélisation physique devant conduire à des outils numériques d'aide à la conception de logement garantissant une consommation d'énergie minimale et un confort hygrothermique en toutes saisons. Les expériences ont pour but de caractériser finement les matériaux sur un plan à la fois thermique (conduction, inertie), hygrométrique (humidité) et mécanique (résistance).

Par ailleurs, l'impact environnemental de la fabrication des éléments de construction et de leur traitement en fin de vie sera évalué. Ces étapes occasionnent des consommations d'énergie (énergie grise), d'eau et diverses pollutions. Des matériaux biosourcés et géosourcés, recyclables en fin de vie (pierre, terre cuite, paille, béton de terre) seront privilégiés. Les données recueillies alimenteront un moteur de

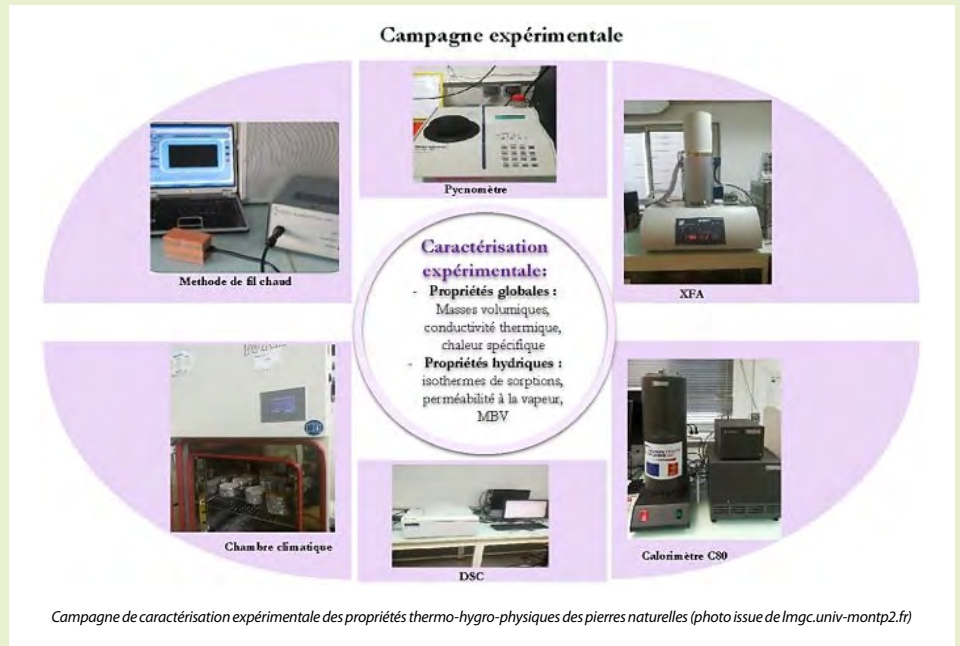
calcul permettant d'intégrer l'aspect fortement instationnaire des divers mécanismes couplés de transfert de chaleur et de masse dont l'habitat est le siège. Une attention particulière sera portée aux solutions techniques passives durables, à faible coût d'entretien. Afin de tester la pertinence de l'approche, les prédictions issues de simulations numériques seront comparées aux données collectées sur des bâtiments privés

ou publics, instrumentés.

Les résultats de la thèse de doctorat de Tristan Pestre (voir Page 6) financée par le CTMNC viendront alimenter les données expérimentales d'une douzaine de pierres naturelles françaises sur des aspects de propriétés de transfert thermique et hydrique.

Contact : Martin Vigroux

Email : vigroux.m@ctmnc.fr



# FUNÉRAIRE

## Guide « Funéraire et environnement »

Le GT Funéraire a publié en mars 2021 un guide sur l'Impact environnemental d'un monument funéraire en granit : analyse de cycle de vie comparative entre un monuments produits localement et un monument importé. Il a pour objectif d'illustrer les principales actions de la filière funéraire française dans une démarche environnementale.

Il vise à évaluer les impacts environnementaux des différentes étapes de cycle de vie d'un monument funéraire représentatif du marché (dimensions, forme, finition), en granit français, mis en œuvre dans un cimetière francilien. L'île de France est un marché significatif, équidistant des trois principaux bassins (Bretagne, Tarn et Vosges) d'extraction du granit et de fabrication du monument.



**Ce guide traite dans le détail de l'évaluation environnementale d'un monument funéraire :**

- Définition de l'unité fonctionnelle ;
- Evaluation d'impact, incluant toutes les étapes depuis l'extraction du bloc, la fabrication du monument, sa mise en œuvre et son entretien jusqu'à sa déconstruction et sa fin de vie, incluant les transformations, les manutentions, et les transports,
- Analyse du Cycle de Vie propre au monument considéré, comparée à deux études complémentaires d'un monument en granit français fabriqué en Chine et d'un monument en granit chinois importé en France.

Le guide est téléchargeable sur le site internet du CTMNC via l'adresse suivante : [www.ctmnc.fr](http://www.ctmnc.fr)

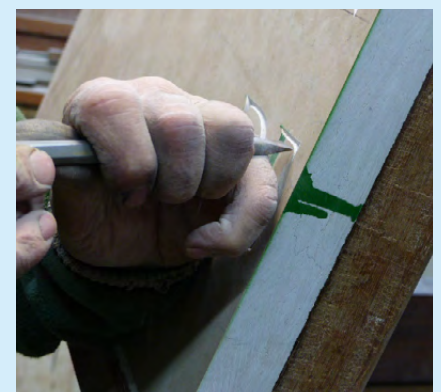
Pour celles et ceux qui souhaitent rejoindre notre groupe de travail, pour la rédaction de notre prochain guide :

Contact : Mélanie Denecker  
Email : denecker.m@ctmnc.fr

## Actualités du GT Funéraire

Un nouveau guide est en cours de rédaction : « **Inscriptions et ornements gravés du monument funéraire et cinéraire en pierre naturelle** ». 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.

Contact : Mélanie Denecker  
Email : denecker.m@ctmnc.fr



Gravure / Photo : Robert Maréchal

## Guide « Terminologie en marbrerie de décoration »

Le GT Marbrerie a publié le guide de « Terminologie » de la marbrerie de décoration en pierre naturelle en juin 2021. Il est téléchargeable sur le site internet du CTMNC via le lien suivant : [www.ctmnc.fr](http://www.ctmnc.fr)

Ce document traite des ouvrages composés d'éléments en pierre naturelle d'épaisseur inférieure à 80 mm. Ce guide définit les termes employés pour tous les produits en pierre naturelle qui rentrent dans la composition des ouvrages suivants :

- Revêtements de sols scellés ou collés,
- Revêtements muraux en pierre collée ;
- Escaliers ;
- Plans de travail de cuisine ;
- Plans vasques de salle de bains ;
- Produits sanitaires (receveur de douche, lavabo, évier, baignoire, etc...) ;
- Mobiliers (table, objet de décoration, etc...) ;
- Cheminées ;
- Fontaines.

Contact : Mélanie Denecker  
Email : [denecker.m@ctmnc.fr](mailto:denecker.m@ctmnc.fr)



## Actualités du GT Marbrerie

Le guide de « Mise en œuvre » des plans de travail en marbrerie de décoration pour les produits en pierre naturelle est également en cours de rédaction. Ce guide traite des méthodes de fabrication, de conception et d'installation des produits qui rentrent dans la composition des ouvrages suivants :

- Plans de travail de cuisine, dossierets et dessus d'îlots autoportants
- Plans vasques de salle de bain
- Comptoirs, dessus de bar, dessus de service et tables de restaurant.
- Dessus des comptoir de réception, dessus des bureaux

Pour celles et ceux qui souhaitent rejoindre notre groupe de travail, pour la rédaction de notre prochain guide :

Contact : Mélanie Denecker  
Email : [denecker.m@ctmnc.fr](mailto:denecker.m@ctmnc.fr)



Cuisine avec plan de travail en marbre / Photo : Marbrerie ROTH

## Le BIM et la pierre naturelle

La filière Pierre Naturelle travaille depuis 2019 au développement de son « matériau » numérique BIM, destiné à couvrir à la fois la pierre massive et la pierre mince. Cet objet numérique doit porter les propriétés qui permettent de le caractériser, en réutilisant autant que possible les propriétés natives des logiciels de conception.

Pour cela, le CTMNC a établi la liste des propriétés pertinentes à partir des essais d'identité et des essais d'aptitude à l'emploi, présentés dans sa base de données en ligne Lithoscope®. Une correspondance entre les propriétés des matériaux Pierre Naturelle et les propriétés couramment employées sous Revit® et ArchiCad® existe déjà. Quelques-unes d'entre elles manquaient et ont été ajoutées (Étiquette sanitaire, FDES, conditionnement).

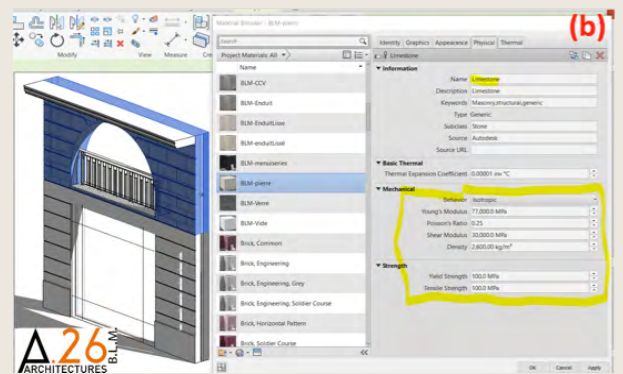
Ce développement d'objets génériques en pierre naturelle a été réalisé par la société BIM&CO qui s'est chargée de la création et de l'intégration numérique de ces ouvrages dans les logiciels Revit® et ArchiCad®. Ainsi, une pierre calcaire a été choisie à titre d'exemple et implémentée en 4 ouvrages différents :

- mur simple (selon le NF DTU 20.1),
- mur double (selon le NF

DTU 20.1),

- pierre naturelle mince collée (selon le NF DTU 52.2),
- pierre naturelle mince attachée (selon le NF DTU 55.2).

L'accès à ces objets est rendu possible par téléchargement direct et gratuit sur la bibliothèque du site de BIM&CO ([bimandco.com](http://bimandco.com)).



Exemple de projet BIM de construction de 150 logements à Puteaux (Architecte : A26 - Atelier BLM ; BET : Codibat) : (a) Perspectives et modélisation du projet incorporant de la pierre naturelle ; (b) Propriétés physico-mécaniques de la pierre mise en œuvre sous le logiciel de modélisation BIM (Revit)

## PASSEZ A L'ACTION ET INTEGREZ VOS PIERRES NATURELLES DANS LE BIM !

### Comment procéder ?

Le CTMNC met à votre disposition <sup>(1)</sup> un hébergement de vos objets génériques BIM en pierre naturelle à travers la plateforme BIM&CO. Cette bibliothèque permet l'accès direct au téléchargement gratuit d'un grand nombre d'objet BIM orienté pour la construction.

L'intégration de vos pierres naturelles dans des ouvrages BIM permettra ainsi une diffusion facilitée de l'ensemble des caractéristiques de vos matériaux aux différents intervenants du projet, allant de la phase de conception jusqu'à la réalisation des travaux.

Pour toute question relative au développement de vos pierres naturelles dans le BIM, veuillez prendre contact avec :

**Martin Vigroux, Chef de Projet au CTMNC**  
Portable : +33 (0) 7 88 49 53 68  
Email : [vigroux.m@ctmnc.fr](mailto:vigroux.m@ctmnc.fr)

(1) Le CTMNC prend en charge les frais fixes d'hébergement des objets BIM dans la bibliothèque BIM&CO. Néanmoins, la prestation opérée par BIM&CO, visant à créer et intégrer vos pierres dans un ouvrage BIM reste à la charge du demandeur.

## COFRAC

Les 25 et 26 mars 2021, le CTMNC a été évalué par l'instance du COFRAC concernant le respect des exigences de la norme ISO 17025 (2017). Cet organisme a accepté officiellement de renouveler notre portée d'accréditation 1-0143.

Les essais de caractérisation sur les pierres naturelles sous accréditation COFRAC sont donc :

- Masse Volumique Apparente et Porosité Ouverte - NF EN 1936 (2011)
- Flexion sous charge centrée - NF EN 12372 (2011)
- Compression uni-axiale - NF EN 1926 (2011)
- Usure - NF EN 14157 (2014)
- Compression des éléments de maçonnerie - NF EN 772-1 (2015)
- Absorption d'eau par capillarité éléments de maçonnerie - NF EN 772-11 (2016)

Contact : Mélanie Denecker  
Email : denecker.m@ctmnc.fr

## Essai de flexion sur grande dalle en pierre naturelle

Le CTMNC est souvent sollicité pour des essais de flexion sur grande dalle en pierre naturelle. Cet essai s'effectue lorsque les dalles ont un ratio Longueur/largeur supérieur à 4 ou lorsque L ou l sont supérieurs à 900 mm ; un essai avec les dimensions mises en œuvre est alors recommandé. Il est réalisé selon le protocole de l'annexe F de la NF B 10-601 (septembre 2019) et permet de vérifier les dimensions réelles mises en œuvre.

Si la valeur minimale de charge de rupture, en kilonewtons, des dix valeurs obtenues sur les 10 dalles testées est supérieure à celle de la classe visée, l'aptitude à l'emploi de la dalle de pierre dans les dimensions réelles est alors vérifiée.

Contact : Mélanie Denecker  
Email : denecker.m@ctmnc.fr



Essai de flexion grande dalle sur un granit - Photo CTMNC

## Un modèle de contrat de droit privé pour la fourniture des pavés, dalles, bordures et pièces ouvragées en pierre naturelle

Les pavés, les dalles, les bordures et autres pièces ouvragées en pierre naturelle nécessaires à la réalisation d'une opération d'aménagement d'espace public peuvent être acquis soit dans le cadre d'un marché public de fourniture, soit dans le cas d'un marché public de travaux.

Lorsque le producteur est devenu titulaire d'un contrat de fourniture lancé par un maître d'ouvrage public, les rôles et les responsabilités de chaque partie sont clairement définis notamment en raison de la richesse et de la précision du Code des Marchés Publics (CMP). Cette situation facilite les conditions d'exécution du contrat et limite significativement l'apparition d'éventuels litiges ou contestations.

Lorsque le producteur est sollicité par une société de droit privé titulaire ou non d'un marché public de travaux, il est amené à conclure avec cette société un contrat de droit privé. À l'opposé d'un contrat de droit public, la clarté et la précision de la rédaction d'un contrat de fourniture de droit privé sont très variables, souvent approximatives et mal adaptées à la diversité des situations de la réalisation d'une opération d'aménagement d'espace public.

Le CTMNC a déjà proposé des guides destinés à faciliter la rédaction des prescriptions relatives à l'acquisition des produits en pierre naturelle à inclure dans des marchés publics de fourniture ou de travaux afin de favoriser les conditions d'exécution des contrats. Ces guides ont rencontré un franc succès.



Photo : Scott Graham

Toujours en cherchant à aplanir les difficultés d'exécution des marchés, le CTMNC propose désormais un modèle de contrat de droit privé pour la fourniture des pavés, dalles, bordures et pièces ouvragées en pierre naturelle.

Ce modèle qui s'inspire du CMP comprend 4 parties distinctes :

- 1 - Les parties contractantes qui outre l'objet du contrat précise notamment, la durée et le montant du contrat ainsi que les pièces contractuelles qui le composent ;
- 2 - Les dispositions administratives particulières (CCAP) qui doivent être complétées par les parties contractantes en fonction des spécificités de l'opération ;
- 3 - Les dispositions techniques particulières

(CCTP) qui doivent être complétées par les parties contractantes en fonction des spécificités des produits nécessaires à l'opération ;

- 4 - Les dispositions administratives générales (CCAG) qui fixent les principes applicables de manière générique lors du déroulement du contrat.

En rédigeant ce modèle de contrat, le CTMNC s'est notamment attaché à créer les conditions qui permettent que chaque partie agisse loyalement envers l'autre, en partageant les informations de manière transparente, en exerçant le devoir de conseil auquel chaque contractant est tenu, en veillant à ses propres intérêts sans attendre de l'autre qu'il pallie ses négligences coupables.

Il est téléchargeable sur notre site [www.ctmnc.fr](http://www.ctmnc.fr)

SAVE THE DATE

JOURNÉE TECHNIQUE

**PIERRES NATURELLES EN VOIRIES ET ESPACES PUBLICS NOUVELLES PRATIQUES**

📍 FNTF 3 rue de Berri 75008 PARIS - Contact pour programme final et modalités d'inscription : [ctmnc-roc@ctmnc.fr](mailto:ctmnc-roc@ctmnc.fr)

JEUDI  
9 SEPTEMBRE  
2021  
9H > 16H15  
PARIS 8<sup>e</sup>



PIERRES NATURELLES



INTERVIEW

## Claudine MALFILATRE, Entreprise De Filippis

**Localisée dans le Nord de Lyon à Genay, l'entreprise De Filippis, filiale d'Eurovia, exerce depuis près de 35 ans son expérience dans le domaine des travaux publics qualitatifs et d'aménagement urbain, et surtout dans la fourniture et la mise en œuvre de la pierre naturelle. Elle possède un pôle commercial de développement et de conseil expert : de l'extraction, à la transformation, en passant par la livraison ou de conseils de mise en œuvre, de dimensionnement, de calepinage et d'entretien, qu'il s'agisse de pierres naturelles françaises ou européennes, son équipe engage toute sa matière cérébrale pour résoudre les problématiques...minérales !**

**Nous rencontrons pour cet entretien, Claudine Malfilatre, chargée de développement commercial de De Filippis et de l'entité Rault Granit. Une interview souriante, dynamique, enthousiaste mais très sérieuse aussi ! Dès les premières questions, l'œil pétillant et le sourire sincère de Claudine donnent le LA !**

### Qui êtes-vous Claudine Malfilatre ? Votre parcours ?

Je pense être une jeune femme dynamique. J'ai presque 36 ans, pacsée sans enfant, bretonne et docteur en géologie depuis 2012 grâce à ma thèse sur l'ADN de la pierre (méthode de vérification de provenance des pierres naturelles de construction) financée et encadrée par le CTMNC et réalisée au sein de l'unité Géosciences de l'université de Rennes 1.

Ensuite de 2012 à 2018, je fus chef de projets « Essais et Expertises » au sein du CTMNC, où j'ai pu acquérir et développer mes compétences techniques, normatives, réglementaires et aussi étoffer mon réseau. Ainsi, depuis juillet 2018, je suis en charge du développement commercial au sein de De Filippis pour nos deux entités de fourniture de pierres naturelles : Rault Granit (granit breton) et Minéral Conseil (négoce en pierres européennes). Ma principale mission y est le travail en amont de préconisations auprès des prescripteurs techniques : architectes, urbanistes, paysagistes et bureaux d'étude techniques.



Claudine Malfilatre

### Quel type d'entreprise est De Filippis, son activité, sa trajectoire, sa vision ?

De Filippis possède une réelle âme d'entreprise familiale, insufflée par son chef d'agence Jean Marc Faivre, partagée par son chef de secteur Philippe Montessuis et surtout animée par l'ensemble de nos collaborateurs. Notre principale activité est l'aménagement urbain qualitatif en pierre naturelle (française et européenne) avec une vraie vision de placer notre client au centre de nos préoccupations et de notre envie de l'aider au mieux ! Je retrouve chez De Filippis, au sein de nos entités Rault Granit et Minéral Conseil, cette réelle envie de proposer la meilleure pierre pour le meilleur usage.

### Dans quel contexte et pour quelles raisons faites-vous appel au CTMNC et comment se passent vos échanges ?

Du fait de ma vie antérieure au CTMNC, c'est tout naturellement que nous réalisons les essais d'identité et d'aptitude à l'emploi de nos pierres au laboratoire du CTMNC à Clamart, par l'intermédiaire de Mélanie Denecker. J'entretiens également des échanges téléphoniques avec Didier Pallix au

sujet de l'assistance à maîtrises d'œuvre et d'ouvrage, sans compter en termes d'essais, ceux de colorimétrie, de clarté, et de contraste visuel avec Marielle Fassier, Ingénieur de Recherches et Responsable du nouveau pôle développement industriel du CTMNC.

Le CTMNC est toujours efficace et pertinent. C'est un réel plaisir d'avoir le Centre comme support et soutien technique. Bien belle équipe !

### Un autre message important ?

Un lien particulier m'unit au CTMNC : grâce au financement de ma thèse par le Centre, j'ai pu obtenir mon titre de Docteur en Géologie et grâce à Didier Pallix, j'ai pu obtenir mon premier vrai job post-thèse et démarré ma carrière dans la pierre naturelle de construction. Didier a été la première personne à croire en moi et en mes compétences. Donc, je profite de cet interview pour lui dire simplement merci et aussi pour saluer, Isabelle Dorge-ret, directrice générale, toujours attentive au fonctionnement du département ROC.

Par loyauté (évidente) et surtout par réelle conviction, je participerai toujours à la promotion de ce Centre, de notre Centre Technique. Je suis d'ailleurs membre de son Conseil d'Administration !



Photos : De Filippis - Rault Granit - C. Malfilatre