

OctaMur : proposition d'un système autobloquant pour le renouveau de la pierre en architecture

Mirani, A.¹, Zarcone, R.¹, Le Roy, R.¹

¹ Laboratoire GSA, – Géométrie Structure Architecture, École Nationale Supérieure d'Architecture Paris-Malaquais, Université PSL

RESUME Le projet Octamur explore le potentiel des systèmes autobloquants en pierre comme réponse aux enjeux contemporains de transition écologique. La recherche porte sur le développement d'un processus informé de modélisation paramétrique et d'optimisation générative pour l'évaluation de leurs performances structurales et de leur faisabilité en termes de fabrication. Le choix de la morphologie octaédrique répond sur des critères de stabilité, de réduction des déchets et d'optimisation des surfaces de contact. L'analyse du comportement mécanique réalisée par la méthode des éléments finis a montré que la morphologie proposée développe des trajectoires de contraintes proches d'arcs funiculaires sous compression verticale, une redistribution diagonale des efforts sous compression-cisaillement et une stabilité homogène face aux sollicitations hors plan. Ces résultats soulignent l'influence déterminante de la géométrie sur la performance globale, confirmant la pertinence de cette approche pour des enveloppes massives en pierre. Malgré les limites expérimentales, le prototype démontre la faisabilité de ce système et ouvre la voie à des recherches futures, notamment sur la réponse en cisaillement sous différents régimes de charge et sur l'intégration de ces structures dans des applications architecturales contemporaines.

Mots-clefs Structure en pierre, Autobloquants, Conception informée, Fabrication low-tech, Eco-conception

I. INTRODUCTION

La pierre, autrefois matériau central de l'architecture, a été progressivement délaissée à partir du XIXe siècle au profit de matériaux industrialisés tels que le béton et l'acier. La complexité de sa mise en œuvre, ainsi qu'une filière peu adaptée aux exigences de la production moderne, en sont les principales causes. Pourtant, la pierre présente un fort potentiel face aux enjeux environnementaux actuels, en raison de sa durabilité et de ses caractéristiques mécaniques et thermiques (Brocato and Mondardini, 2012).

Aujourd'hui, l'on constate un regain d'intérêt pour l'usage de la pierre parmi les architectes, qui redécouvrent ses qualités esthétiques et environnementales, et réévaluent son potentiel mécanique dans une perspective constructive. Gilles Perraudin, l'un des architectes ayant le plus contribué au renouveau de la pierre massive, souligne néanmoins les contraintes strictes que l'utilisation structurale de ce matériau impose, notamment en matière d'assemblage, de portée et de mise en œuvre, limitant souvent son usage à des configurations empilées (Perraudin, 2015). Toutefois, des recherches récentes ont mis en lumière des systèmes structuraux non traditionnels en pierre : les

systèmes autobloquants qui reposent sur l'emboîtement géométrique de blocs, ouvrent de nouvelles perspectives, tant sur le plan architectural que mécanique. Historiquement, l'emboîtement dans une direction s'est matérialisé par la pratique de l'harpage, qui assurait la liaison transversale entre les parements. L'objectif était de réduire le glissement des assises et d'intégrer les blocs dans un ensemble structural solidaire, en réponse aux risques de désagrégation d'un mur construit selon un calepinage en grille. Cette configuration permettait de mieux contrôler les sollicitations verticales de compression (Figure 1.a), mais elle ne supprimait pas la vulnérabilité de l'ouvrage face aux efforts dans d'autres directions (Figure 1.b-d).

L'efficacité de l'harpage restait donc conditionnée par l'épaisseur des murs, qui demeurait le principal facteur de stabilité. L'augmentation de la section murale permettait de compenser la faible résistance intrinsèque des liants en traction et en cisaillement, en faisant de la masse un contrepoids aux sollicitations latérales et hors plan. Dans ce contexte, l'harpage a joué un rôle essentiel comme principe d'emboîtement unidirectionnel, mais son action devait s'articuler avec d'autres stratégies constructives pour assurer la durabilité et la résistance des enveloppes porteuses en pierre.

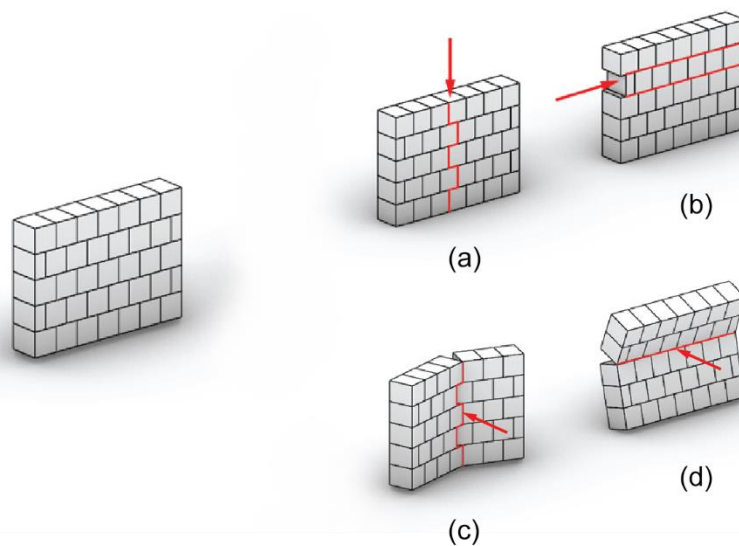


FIGURE 1. Disposition en appareil harpé : schéma d'un appareil régulier harpé, (a) sous la sollicitation verticale, (b) sous la sollicitation horizontale, et (c et d) sous la sollicitation hors-plans.

Le système d'autobloquant développé par l'ingénieur Joseph Abeille par un brevet dès le XVIII^e siècle constitue l'un des exemples les plus connus, à travers un brevet portant sur des voûtes plates autobloquantes constituées de blocs s'appuyant mutuellement et confinés en périphérie, dont la stabilité était assurée uniquement par la géométrie des éléments, sans recours au mortier (Frezier, 1754). Une grande diversité de systèmes topologiques autobloquants a été étudiée, notamment, les systèmes basés aux solides platoniciens, de Truchet et d'Ostéomorphe (Dyskin et al., 2003a, 2003c). La littérature scientifique documente de manière approfondie le comportement mécanique de ces structures lorsqu'elles fonctionnent comme éléments horizontaux de franchissement (Anastas et al., 2024; Brocato and Mondardini, 2012; Loing et al., 2020). Par ailleurs, les progrès récents en conception paramétrique et en fabrication numérique ont considérablement élargi les possibilités

morphologiques et fonctionnelles des structures en pierre. Ces technologies permettent d'optimiser l'utilisation des matériaux, de réduire les déchets de fabrication et favoriser le développement de nouvelles méthodes de conception et fabrication (Brocato et al., 2014; Vekinis et al., 2024; Zarccone, 2025). Plusieurs études ont par ailleurs démontré que les systèmes autobloquants à joints secs en céramique et autres matériaux fragiles présentent une répartition homogène des contraintes tout en maintenant une stabilité globale, même en cas de rupture d'un bloc (Dyskin et al., 2003b, 2003a; Estrin et al., 2021; Khor, 2008).

La présente recherche s'inscrit dans ce contexte et propose un système structural qui repose sur l'autoblocage de blocs de pierre assemblés par joints secs et avec un système de confinement de périphérie collée. Par une approche d'optimisation multicritère menée dès les phases initiales de conception, nous présentons la méthodologie de génération morphologique visant à réduire les déchets et à assurer la stabilité du mur. Dans un deuxième temps, nous étudions le comportement mécanique de la solution constructive retenue et nous présentons la réalisation d'un prototype, dénommé OctaMur, fruit d'une collaboration entre l'ENSA Paris-Malaquais et les Compagnons du Devoir, au sein des Grands Ateliers.



FIGURE 2. Prototype d'OctaMur

II. DISPOSITIF CONSTRUCTIF AUTOBLOQUANT

Les structures autobloquantes sont des assemblages de blocs dont la géométrie assure l'emboîtement et la stabilité mutuelle, sans recours à un mortier ni à des connecteurs additionnels, la cohésion résultant uniquement des contraintes géométriques (Dyskin et al., 2001). Comparée aux

techniques traditionnelles (moellons au mortier ou pierre monolithique ou en empilement), l'architecture autobloquante introduit un paradigme nouveau : la stabilité n'est plus assurée par le poids propre ou la continuité du matériau, mais par des contraintes cinématiques locales qui empêchent la dislocation de l'ensemble sous les charges (Figure 3).

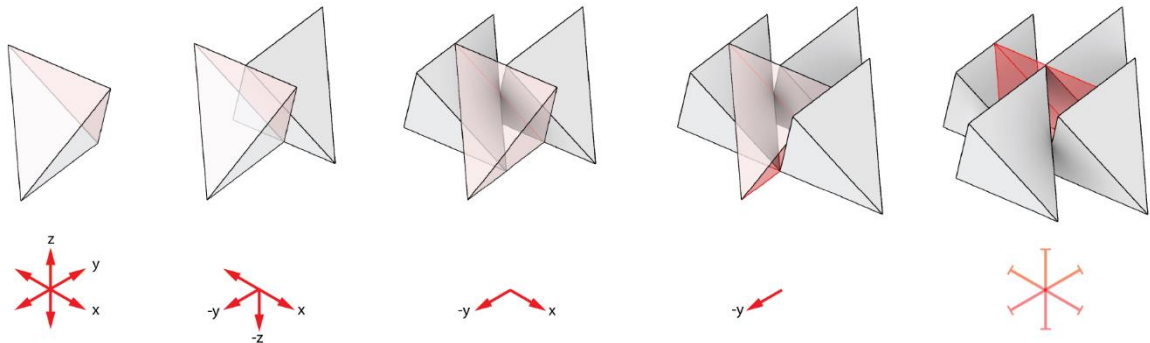


FIGURE 3. Séquence de blocage, les flèches présentent les degrés de liberté de translation

Cette configuration **requiert** toutefois un système de confinement périphérique pour assurer la stabilité globale de l'ouvrage. Ce système de confinement périphérique maintient en place l'ensemble des blocs soit par un dispositif externe, comme un cadre en bois étudié dans le projet Aestonyshine du Solar Décathlon (Brocato et al., 2014) ou par les éléments voisins sous l'action du poids propre (pesanteur) comme les voûtes du cathédrale de Lugo (Perelló and Rabasa, 2022), soit par un dispositif discret intégré aux blocs, tel que le chaînage ou le boulonnage breveté par le laboratoire GSA en 2020 ou par le collage des blocs périphériques (Vekinis et al., 2024); Anastas et Brocato ont exploré l'usage d'adhésifs en tant que liant sur les interfaces des joints (Anastas et al., 2024) (Figure 4).

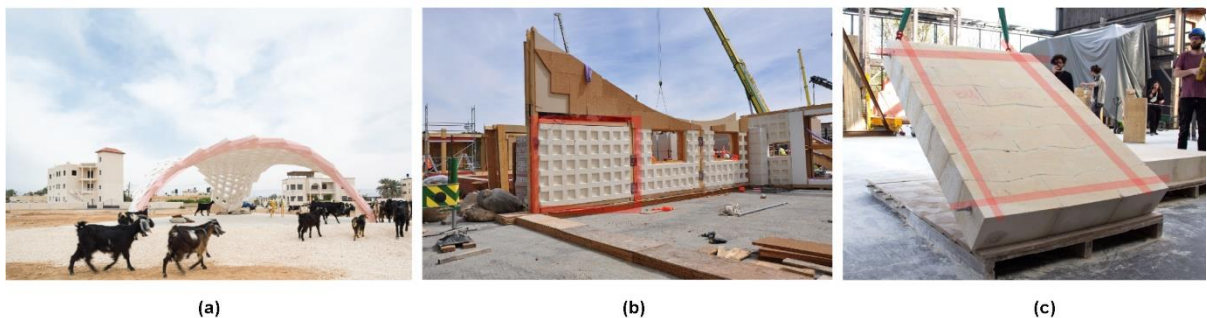


FIGURE 4. Systèmes de confinement ; (a) par collage : prototype Stone Maters, Jéricho, Palestine, Anastas et Brocato, (2017), (b) par un cadre en bois : projet Aestonyshine- Solar Décathlon- France/Italie, responsable scientifique ; Maurizio Brocato (2014), (c) par le chaînage : mur préfabriqué, Marios Vekinis, Gaia (2023)

La conception du système proposé dans la présente recherche repose sur une analyse morphologique préalable des topologies autobloquantes dans l'hypothèse qu'elles puissent constituer une réponse aux contraintes structurales et architecturales. Différentes configurations géométriques ont été étudiées : Abeille, Solide platonicien, Truchet et Ostéomorphe (Figure 5). Ces topologies sont distinguées par la nature des interfaces de contact : surfaces planes pour les

géométries de type Abeille et Octa, surfaces gauches pour les configurations Truchet et Ostéomorphe. Les interfaces planes présentent un avantage en termes de mise en œuvre, car elles réduisent la complexité de la taille.

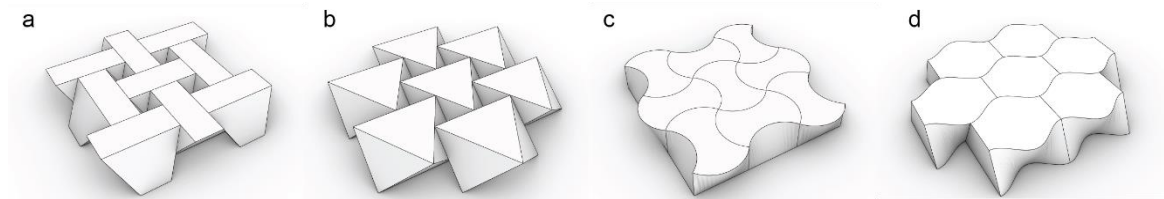


FIGURE 5. Topologies autobloquantes (a) : Abeille, (b) : OctaMur, (c) : Truchet, (d) : Ostéomorphe

Parmi les typologies considérées, Abeille et Octa à surface de contact plane, le choix s'est appuyé sur un second critère relatif à la position des blocs dans l'espace. Dans l'arrangement Abeille, chaque bloc présente quatre surfaces de contact dans l'agencement horizontal et vertical, tandis que dans la configuration Octa chaque bloc en présente six. Cette dernière disposition permet un emboîtement tridimensionnel, dans lequel la stabilité d'un bloc est assurée par six voisins. En cas de défaillance d'un élément, le blocage est maintenu par les autres blocs environnants, ce qui renforce la stabilité de l'ensemble. De plus, la position spatiale des blocs octaédriques induit une rotation d'environ 35° par rapport aux axes vertical et horizontal, ce qui constitue un avantage pour résister simultanément aux sollicitations latérales, hors-plans et verticales. Cet angle de rotation reste inférieur à l'angle de frottement caractéristique des pierres à joints secs ($36,2^\circ$) qui correspond au coefficient de frottement de pierre $\mu = 0,73$ (Bisoffi-Sauve, 2016), condition qui permet de prévenir tout glissement sous charges. Les interfaces entre blocs sont dimensionnées de manière à ce que les résultantes des forces soient inclinées en dessous de cette valeur.

La cohésion globale du mur est assurée par la précision géométrique des blocs, tandis que le système de confinement de périphérique est assuré par l'application d'un adhésif recyclé, Recyclopol™ [9]. Les propriétés mécaniques de cette colle polyuréthane bi-composant, produite à partir de polyol recyclé, ont été étudiées en collaboration avec le laboratoire I2M, via la plateforme XYLOPLATE.

III.METHODOLOGIE D'OPTIMISATION PRELIMINAIRE MULTICRITERE

Le processus de conception et de fabrication du système Octamur s'est appuyé sur une modélisation paramétrique. Un algorithme a été développé pour générer et évaluer automatiquement différentes configurations. Cet outil a permis l'intégration conjointe de critères structuraux, environnementaux et de fabrication. Les dimensions des blocs ont été ajustées afin d'accroître la stabilité et de réduire la production de matière non valorisable.

L'évaluation s'est appuyée sur trois catégories de critères : mécaniques, environnementaux et de fabrication. Le critère mécanique comprenait : (i) le rapport entre l'aire des interfaces par rapport à la surface totale de contact, (ii) la surface cumulée des interfaces et (iii) l'épaisseur du mur. Le critère lié à la fabrication concerne les dimensions exploitables des blocs déterminé à partir du

volume brut initial. Le critère environnemental concernait : (i) le volume de déchets générés et (ii) la masse totale de l'enveloppe.

Les données d'entrée comprenaient : (i) la discrétisation géométrique (nombre de blocs en longueur et en largeur), (ii) les dimensions du bloc brut, (iii) la définition des plans de coupe intrados et extrados, (iv) les facteurs d'échelle appliqués à l'épaisseur et aux angles. Les résultats générés par le modèle concernaient la géométrie finale de l'enveloppe (longueur, hauteur et épaisseur), le nombre total de blocs, la surface cumulée des interfaces et la masse globale. Les dimensions ont été fixées en fonction des contraintes de fabrication en atelier, conduisant à une enveloppe de 1,65 m, une largeur de 1,20 m et un total de 35 blocs.

L'optimisation générative multicritère a été réalisée sur 216 itérations avec le plugin Colibri ("Colibri," 2022). Les fonctions objectives sont les suivantes : 1) minimisation des déchets 2) minimisation de la masse de l'enveloppe, 3) augmentation de la surface d'interface. On cherche ainsi à maximiser la capacité portante tout en minimisant les impacts environnementaux des blocs. La contrainte appliquée pour l'optimisation est la limitation de l'épaisseur du mur à un maximum d'un dixième de la hauteur totale soit ici 20 cm.

La solution retenue, intitulée Octamur, se caractérise par des déchets de taille de 35 % du volume du bloc capable. La masse totale de l'enveloppe est alors d'environ 800 kg, et l'aire de contact est d'environ 50 % de l'aire de la surface adjointe (Figure 6).

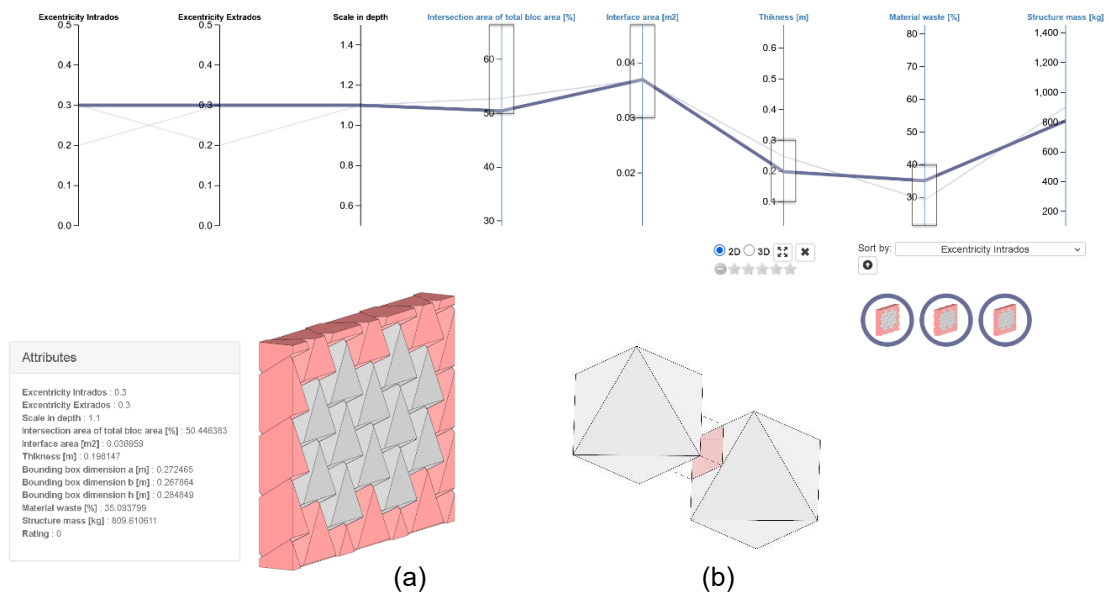


FIGURE 6. Résultats de l'optimisation multicritère, (a) la forme finale, (b) la surface de contact rosée sur la surface d'adjointe

ANALYSES DU COMPORTEMENT MECANIQUE

L'étude du comportement mécanique de la morphologie Octamur a été effectuée à l'aide du logiciel SimScale, basé sur le moteur de calcul Code Aster, spécialisé dans la modélisation des corps solides tridimensionnels. Les blocs ont été considérés comme des milieux homogènes, isotropes et élastiques linéaires, en pierre calcaire ferme de Vilhonneur (densité : 2200 kg/m³ ; module d'Young

: 3,06 GPa ; coefficient de Poisson : 0,27). L'analyse a été menée principalement en régime linéaire, permettant d'analyser la distribution des contraintes et les trajectoires de charge sans prendre en compte les phénomènes non linéaires de frottement et de glissement.

Les interfaces des blocs situés en périphérie ont été définies comme liaisons collées, constituant des liaisons parfaites assurant la continuité complète des déplacements sans séparation ni glissement. L'épaisseur de la colle a été fixée à 2 mm, valeur sélectionnée afin de garantir une cohésion mécanique suffisante tout en autorisant un retrait ultérieur par ponçage. Les blocs centraux, en revanche, sont assemblés à joints secs, configuration qui favorise leur potentiel de réemploi et active les mécanismes d'interverrouillage.

Sous chargement vertical incrémental (pas à pas) appliqué par paliers de 0,05 MPa jusqu'à 0,5 MPa (équivalent à cinq niveaux de charge gravitaire), la morphologie Octa développe des trajectoires de contrainte organisées selon des arcs multiples. La ligne de compression suit une courbure analogue à un arc funiculaire symétrique, révélant une redistribution interne des efforts par chaînes successives de blocs comprimés (Figure 7). Cette réponse met en évidence l'influence déterminante de la géométrie des interfaces : l'inclinaison des surfaces de contact transforme le fonctionnement global du mur en un système plus proche d'une arche qu'un empilement traditionnel.

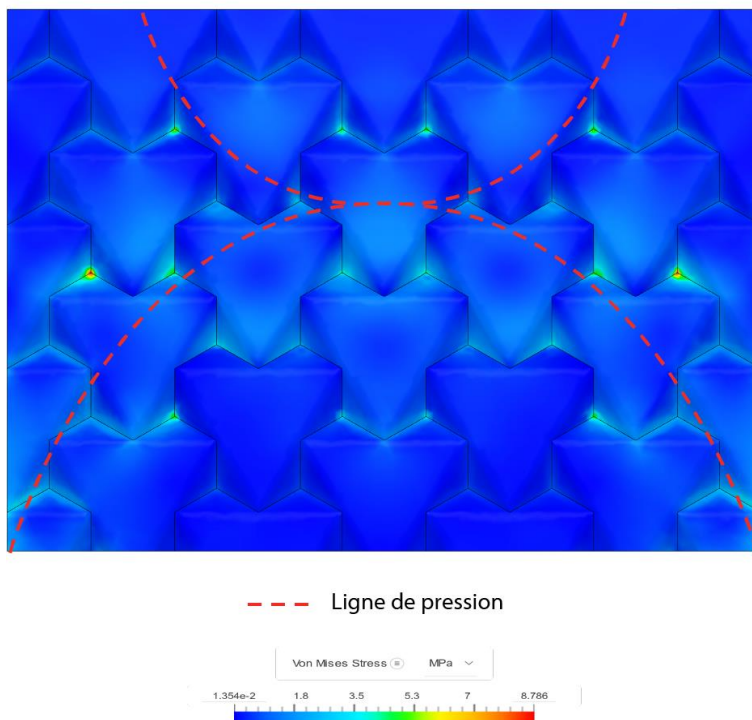


FIGURE 7. Contraintes de von mises et trajectoires de contrainte d'OctaMur

Sous chargement combiné de compression verticale et de cisaillement horizontal, correspondant à l'application d'une pression verticale de 0,1 MPa associée à une force tangentielle horizontale de 40 kN, la morphologie Octa présente une organisation diagonale des contraintes internes. Les lignes de traction se propagent depuis la base de la structure vers la partie supérieure selon des trajectoires obliques continues, mettant en évidence le rôle déterminant des interfaces inclinées dans la

transmission et la redistribution des efforts. L'orientation de ces interfaces, quasi perpendiculaire à la résultante des sollicitations appliquées, confère à la configuration Octa une capacité de résistance en cisaillement élevée, supérieure à celle d'une maçonnerie traditionnelle (Figure 8).

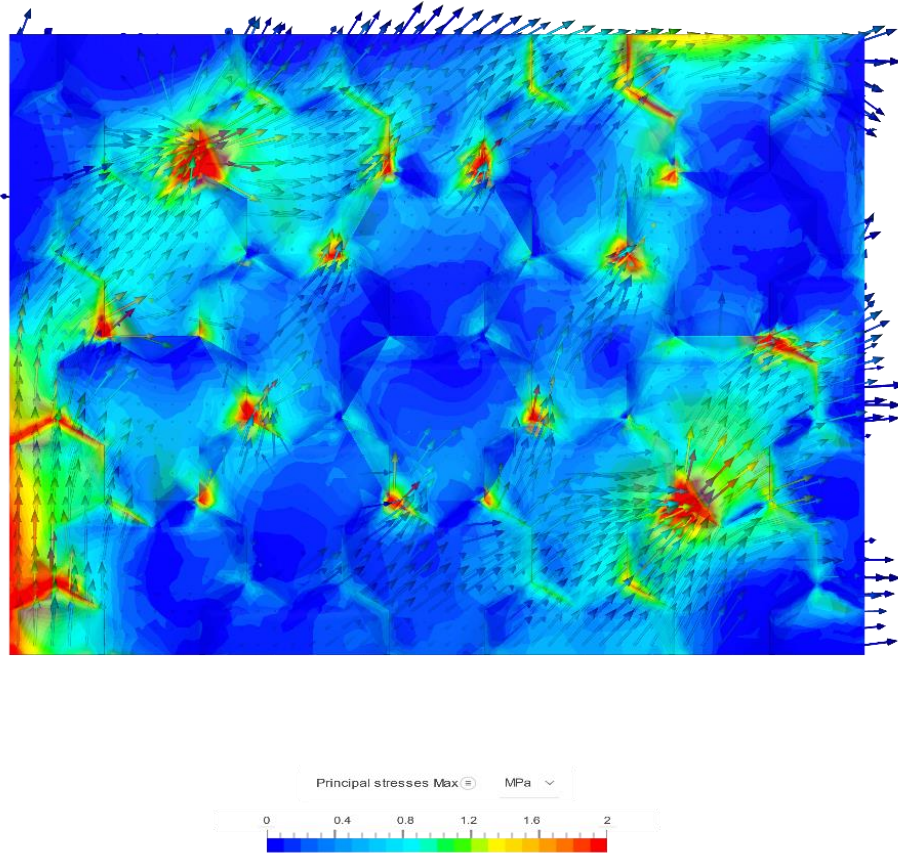


FIGURE 8. Distribution des contraintes principales maximales sous la sollicitation combinée en compression- cisaillement

Lors d'une sollicitation hors plan correspondant à une pression répartie de 1 kPa (équivalente à une poussée de vent sur façade), la morphologie Octa présente une réponse caractérisée par une stratification verticale des vecteurs de déplacement. La structure affiche une rigidité initiale, avec une montée rapide en pression pour des déplacements hors plan limités (inférieurs à 0,02 mm en moyenne). Les contraintes principales maximales demeurent inférieures à 0,1 MPa, réparties de manière homogène. Cette répartition homogène confirme la capacité de l'assemblage à résister à des actions transversales sans engendrer de flexion excessive. Les zones de contraintes maximales apparaissent localisées en périphérie, principalement au sommet de la structure, sans dépasser des seuils critiques de rupture du matériau. Les interfaces inclinées jouent un rôle central dans ce comportement : elles orientent les vecteurs de charge vers les zones de contact internes, assurant une redistribution qui limite l'initiation de fissures localisées. Parallèlement, les blocs périphériques collés assurent un confinement stabilisant, contribuant à maintenir la cohésion globale de l'enveloppe (Figure 9).

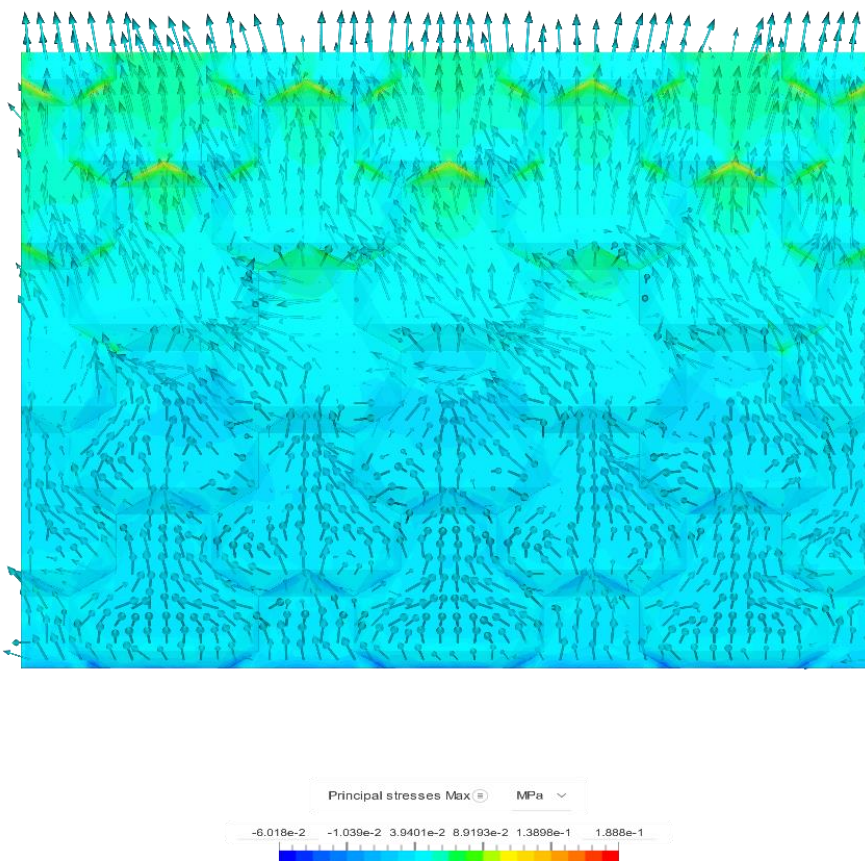


FIGURE 9. Champ de contrainte principale maximale (vecteurs) sous la sollicitation hors plan (vue arrière).

IV. REALISATION DU PROTOTYPE AUX GRANDS ATELIERS

La dernière étape du processus a porté sur le prototypage du mur Octa. Cette phase a été menée aux Grands Ateliers en collaboration avec les Compagnons du Devoir et du Tour de France. Bien que la fabrication robotisée moderne permette un contrôle dimensionnel précis lors de la production des blocs, notre objectif a été d'intégrer les techniques traditionnelles de taille de pierre, à la fois pour revaloriser les pratiques opératoires historiques des tailleurs et pour articuler les procédés numériques avec une expérimentation constructive in situ. Chaque bloc a été taillé à partir de blocs cubiques au lieu de blocs capables parallélépipédiques, une approche qui a réduit le nombre de surfaces à découper et simplifié le processus de production (Figure 10). Cette méthode nécessitait seulement deux coupes principales, ce qui a réduit les pertes de matériau. La précision géométrique a été assurée car les angles des interfaces étaient produits directement par la forme cubique, ce qui a réduit les erreurs de taille et renforcé l'efficacité structurale. La modularité des blocs assure en outre leur réemploi dans des configurations architecturales variées, renforçant la circularité du système.

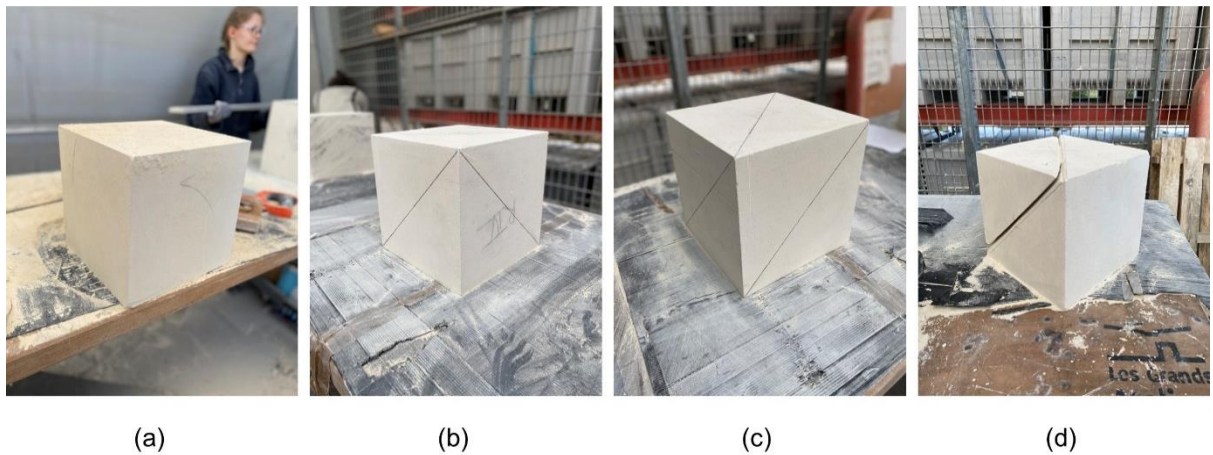


FIGURE 10. Validation de la fabrication des blocs : exemple de réalisation d'un bloc par un étudiant lors du workshop. (a) bloc capable mis à l'équerre ; (b) tracés des diagonales ; (c) vérification des lignes de coupe ; (d) première coupe.

L'assemblage des blocs internes a été réalisé selon un processus séquentiel par lignes horizontales, puis le cadre extérieur qui confine le système a été ensuite collé. Le mur autobloquant a été soumis à un chargement progressif jusqu'à une charge maximale de service engendrant des contraintes locales maximales de compression de 0,1 MPa (Figure 11). Ce niveau de charge n'a pas permis d'atteindre la rupture et demeure inférieur au résultat de l'analyse aux éléments finis, ce dernier indiquant une bonne tenue du mur jusqu'à une contrainte de compression uniforme en tête de 0,5 MPa. Au cours de ce chargement, aucun déplacement relatif entre les blocs n'a été observé dans le plan vertical des parties latérales du mur. Ces résultats encourageants mettent en évidence l'efficacité des optimisations apportées à la conception et aux méthodes de fabrication des blocs. Ils valident également la performance structurale apportée par la cohésion des interfaces collées.

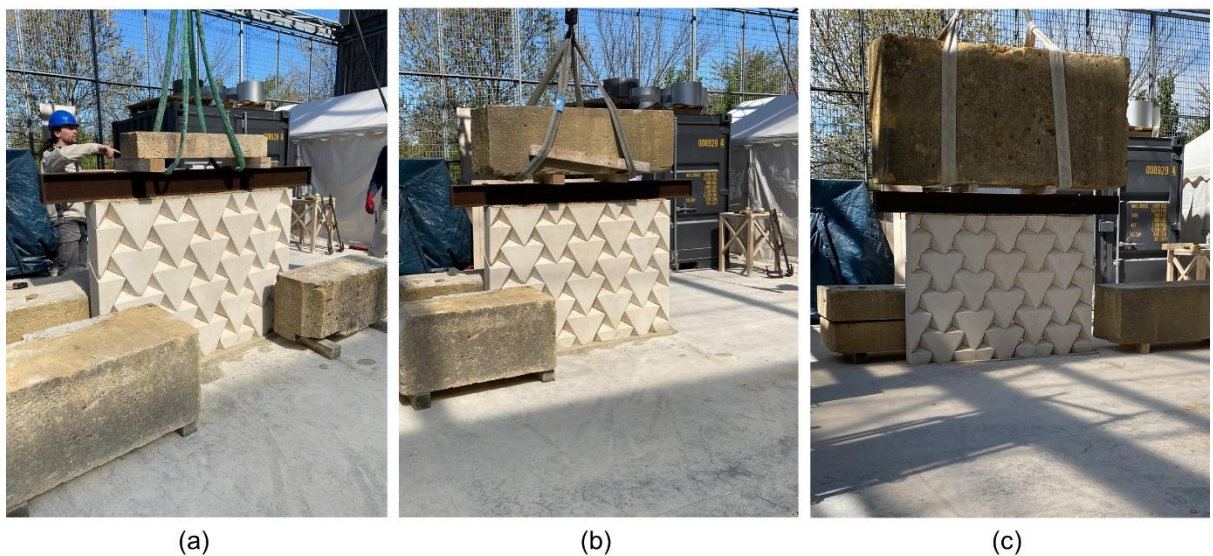


FIGURE 11. Essai de chargement vertical du prototype OctaMur : (a) une charge appliquée avec un bloc de 40kg, (b) une charge appliquée avec un bloc de 840kg, (c) palier de charge maximal avec un bloc de 2 t.

V.CONCLUSION

Le projet Octamur démontre le potentiel des systèmes autobloquants en pierre dans le contexte des enjeux contemporains de la construction. L'association d'une innovation géométrique, de l'utilisation de matériaux recyclés et de savoir-faire traditionnels illustre la capacité de ces approches à réinterpréter des techniques anciennes tout en limitant l'impact environnemental lié à la production de déchets et en garantissant des performances mécaniques adaptées.

Au-delà de l'expérimentation présentée, ce prototype ouvre des perspectives de recherche sur l'intégration de la pierre massive dans des systèmes constructifs répondant aux critères actuels de réemploi et de réduction de l'empreinte carbone par la minimisation des déchets. L'approche paramétrique développée pour le processus de conception informée et la fabrication constitue par ailleurs un outil de conception reproductible, permettant d'adapter les configurations aux contraintes de projet, aux ressources locales et aux exigences de performance.

Bien que limité par les conditions expérimentales initiales, le travail mené fournit une base méthodologique. Les études futures devront approfondir l'analyse des différents régimes non-linéaire et élargir l'évaluation à d'autres scénarios, tels que les sollicitations dynamiques. Ces investigations permettront d'affiner la compréhension du comportement mécanique des systèmes autobloquants et de renforcer leur potentiel d'intégration dans la construction durable contemporaine.

REFERENCES

- Anastas, Y., Baverel, O., Brocato, M., 2024. Design-to-construction workflow for free-form Abeille stone structures.
- Bisoffi-Sauve, M., 2016. Etude des ouvrages maçonnés en pierre par la méthode des éléments discrets : caractérisation et modélisation du comportement cohésif des joints (These de doctorat). Bordeaux.
- Brocato, M., Deleporte, W., Mondardini, L., Tanguy, J.E., 2014. A proposal for a new type of prefabricated stone wall. *International Journal of Space Structures* 29, 97–112. <https://doi.org/10.1260/0266-3511.29.2.97>
- Brocato, M., Mondardini, L., 2012. A new type of stone dome based on Abeille's bond. *International Journal of Solids and Structures* 49, 1786–1801. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2012.03.036>
- Colibri [WWW Document], 2022. . Food4Rhino. URL <https://www.food4rhino.com/en/app/colibri> (accessed 8.9.25).
- Dyskin, A., Estrin, Y., Kanel-Belov, A.J., Pasternak, E., 2003a. Topological interlocking of platonic solids: A way to new materials and structures. *Philosophical Magazine Letters* 83, 197–203. <https://doi.org/10.1080/0950083031000065226>
- Dyskin, A., Estrin, Y., Kanel-Belov, A.J., Pasternak, E., 2003b. A new principle in design of composite materials: reinforcement by interlocked elements. *Composites Science and Technology* 63, 483–491. [https://doi.org/10.1016/S0266-3538\(02\)00228-2](https://doi.org/10.1016/S0266-3538(02)00228-2)
- Dyskin, A., Estrin, Y., Kanel-Belov, A.J., Pasternak, E., 2001. A new concept in design of materials and structures: assemblies of interlocked tetrahedron-shaped elements. *Scripta Materialia* 44, 2689–2694. [https://doi.org/10.1016/S1359-6462\(01\)00968-X](https://doi.org/10.1016/S1359-6462(01)00968-X)
- Dyskin, A., Estrin, Y., Pasternak, E., Khor, H.C., Kanel-Belov, A.J., 2003c. Fracture Resistant Structures Based on Topological Interlocking with Non-planar Contacts. *Adv. Eng. Mater.* 5, 116–119. <https://doi.org/10.1002/adem.200390016>
- Estrin, Y., Krishnamurthy, V.R., Akleman, E., 2021. Design of architected materials based on topological and geometrical interlocking. *Journal of Materials Research and Technology* 15, 1165–1178. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.08.064>

- Frezier, A.-F. (1682-1773) A. du texte, 1754. La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois, pour la construction des voûtes et autres parties des bâtiments civils & militaires, ou Traité de stéréotomie à l'usage de l'architecture, par M. Frézier,... Nouvelle édition corrigée et augmentée. T. 3.
- Khor, H.C., 2008. Mechanical and structural properties of interlocking assemblies iv, 232 p.
- Loing, V., Baverel, O., Caron, J.-F., Mesnil, R., 2020. Free-form structures from topologically interlocking masonries. *Automation in Construction* 113, 103117. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103117>
- Perelló, M., Rabasa, E., 2022. Las siete vidas de la bóveda plana de Abeille. *Inf. constr.* 74, e470. <https://doi.org/10.3989/ic.90648>
- Perraudin, G., 2015. Chai viticole de Nizas. URL <https://atelierperraudin.com/travaux/chai-viticole-de-nizas/> (accessed 1.7.25).
- Vekinis, M., Zarcone, R., Ciblac, T., 2024. A New Load-Bearing Stone Construction Method: Digital Modeling and Construction of Two Prefabricated Freestone Walls. pp. 746–756. https://doi.org/10.1007/978-3-031-71867-0_50
- Zarcone, R., 2025. A Methodological Approach for Informed Design Between Tradition and Innovation, in: Corrao, R., Campisi, T., Colajanni, S., Saeli, M., Vinci, C. (Eds.), *Proceedings of the 11th International Conference of Ar.Tec. (Scientific Society of Architectural Engineering)*. Springer Nature Switzerland, Cham, pp. 757–769. https://doi.org/10.1007/978-3-031-71867-0_51