

FAIRE PARPAING

**Esthétisation et mise en valeur d'un
matériau démocratique et biosourcé**

Livret de recherche

www.same-architectes.com

4°C entre toi et moi | Biennale d'architecture et de paysage d'Île-de-France | BAP!2025

5 Avenue de Sceaux, Versailles, FR
Appel à candidatures
Date limite de soumission du projet : 25.02.2025
Dates de l'exposition : 06.05.2025 - 13.07.2025
Commissaires : Sana Frini & Philippe Rahm
Programme : exposition et recherche
Architecte : SAME architectes
Collaborateur : Erik de Laurens sands solutions
Partenaire : Materrup

Suite à l'appel à projets pour l'exposition « 4°C entre toi et moi », le studio SAME participe à la Biennale d'Architecture et de Paysage d'Île-de-France 2025 avec son projet de recherche « Faire Parpaing ». Ce projet est mené en collaboration avec Erik de Laurens (sands solutions). Il est présenté au public pour la première fois à l'ENSA Versailles. L'amorce du projet a eu lieu au cours de l'année 2024, suite à notre expérience sur divers projets de logement collectif. Il a, par la suite, été adapté et a évolué pour répondre aux objectifs de l'exposition. Les parpaings d'argile exposés sont produits par l'entreprise française Materrup.



Dans un Paris tropicalisé, les enjeux écologique et socio-économique se joignent pour révéler une urgence : loger plus de gens dans des conditions (thermiques) vivables. SAME explore le potentiel du parpaing, élément le plus démocratisé de la construction contemporaine, poreux à l'air et brut, pour proposer un nouveau modèle. Par son anoblissement, une esthétique renouvelée, une matérialité biosourcée et, donc, une empreinte carbone drastiquement réduite, nous souhaitons donner notre réponse à la prégnance du réchauffement climatique.



La recherche « Faire parpaing » a émergé dans un contexte où l'architecture contemporaine est face à un double enjeu. D'un côté, le dérèglement climatique exige des acteurs du BTP à concevoir, bâtir et transmettre une architecture avec un faible impact sur l'environnement. De l'autre, le secteur de la construction traverse une crise économique majeure : les coûts de la construction augmentent, en parallèle la ville continue de se densifier, la population de s'accroître et le besoin de construire davantage du logement collectif de s'intensifier. Offrir une architecture à la fois qualitative, durable et à bas coûts devient un défi complexe.

La maçonnerie en béton aggloméré s'est avérée être une hypothèse à explorer. Synonyme d'une construction rapide, accessible et populaire, l'architecture en parpaing est, cependant, connotée négativement dans l'imaginaire collectif et perçue comme brute, commune, froide et de mauvaise qualité.

Dans cette première partie, le studio SAME propose une lecture du contexte dans lequel la recherche s'inscrit, en interrogeant l'hypothèse du parpaing à travers de multiples perspectives : climatique, économique, matérielle, réglementaire, esthétique, lexicale, théorique, historique.

ANCRER LA RECHERCHE DANS UN CONTEXTE PLUS LARGE

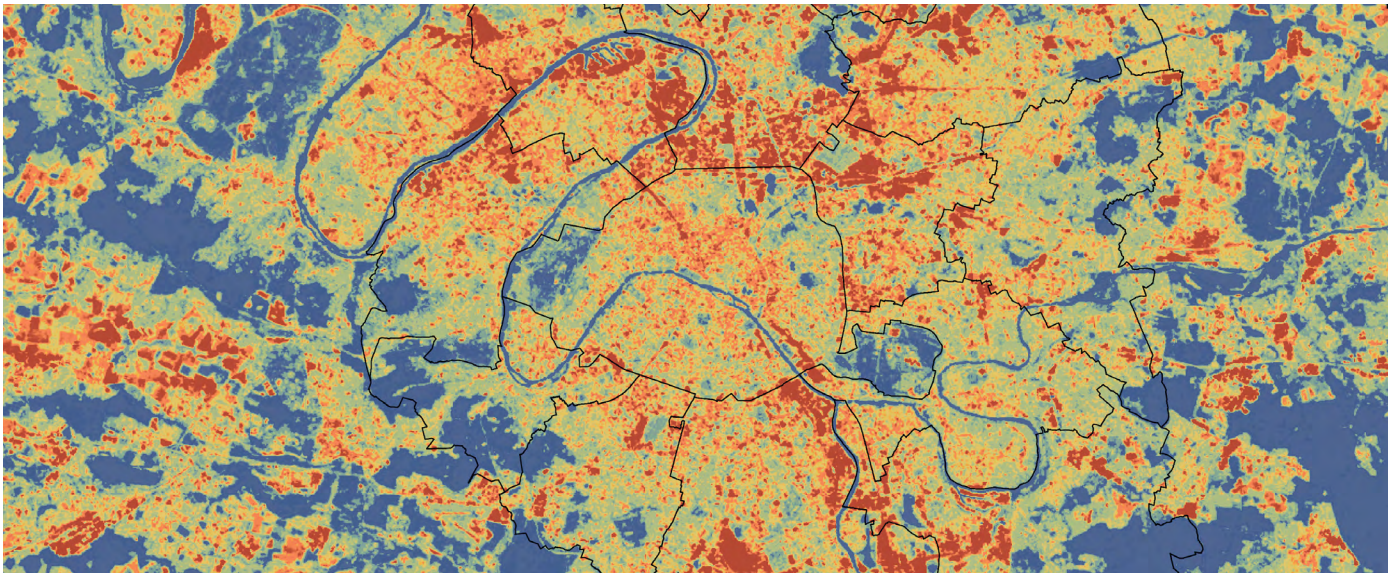
➤ Se projeter à l’horizon 2100

CHANGEMENT CLIMATIQUE

À l’horizon **2100**, la région d’Île-de-France ne sera nullement comme elle figure aujourd’hui. Comme d’autres régions qui se trouvent dans les latitudes nord, elle connaîtra une évolution de son **climat** et, par conséquent, de son aménagement territorial. Les différents rapports des climatologues de Météo France projettent une hausse de la température moyenne d’au moins +2.2°C d’ici 2100. Toutefois, cette hausse pourrait atteindre +4°C à la fin du siècle, si aucune politique climatique agissant contre les émissions de gaz à effet de serre (GES) n’est menée efficacement aujourd’hui¹. La dernière hypothèse, la plus catastrophique, est celle retenue par les scientifiques, comme évoqué dans le dernier rapport de synthèse du GIEC. Ils estiment qu’au niveau planétaire le réchauffement atteindrait +1,5 °C vers 2030, +2 °C vers 2050 et autour de +3 °C en 2100 par rapport à 1900². La France métropolitaine se réchauffe plus rapidement que la moyenne planétaire. Sa température moyenne annuelle pourrait atteindre +2 °C en 2030, +2,7 °C en 2050 et +4 °C en 2100.



Michael Wolf, *Paris roof tops #16*, Paris, France, 2014, photographie.



Carte thermographique de la région parisienne | Températures au sol et sur les toits de bâtiments enregistrées en été 2010, 38°C la plus haute, 15°C la plus basse | Source : ARUP

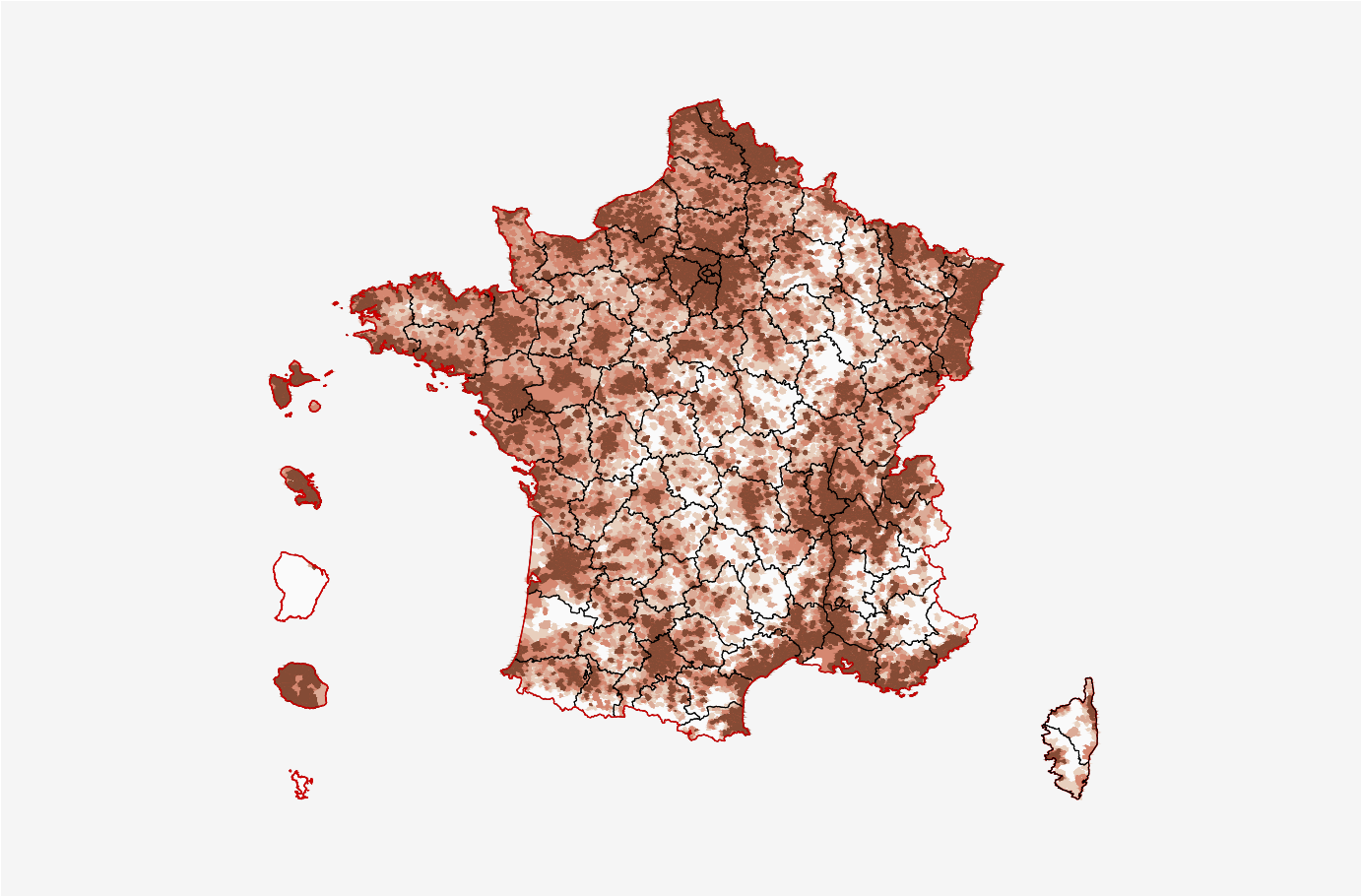
Paris compte parmi les villes les plus affectées par les différents scénarios du **réchauffement climatique**. Alors que la température moyenne annuelle en France devrait atteindre 14,2°C, elle pourrait monter à 15°C sur l’agglomération parisienne. La hausse de la température annuelle rendra le climat de la métropole parisienne proche du climat actuel des villes méditerranéennes (ex. Marseille ou Montpellier). Elle provoquera des phénomènes de **grande chaleur** et de **sécheresse en été**, et des **fortes précipitations en hiver**. Les périodes de fortes chaleurs seront de plus en plus fréquentes, longues et intenses. Le nombre de jours de **canicule** devrait atteindre 3 à 26 jours par an, au lieu d’un jour en moyenne actuellement.

Ces phénomènes météorologiques accentuent davantage l’**inconfort thermique** des villes à cause des **îlots de chaleur urbain** (ICU). En effet, dans les milieux urbains où les sols sont davantage artificialisés, le bâti est dense et les activités anthropiques sont abondantes, les ICU sont plus intenses qu’en périphérie. A titre d’illustration, durant la vague de canicule de 2003, une différence de 10°C a été observée entre le centre de Paris et le bois de Boulogne.

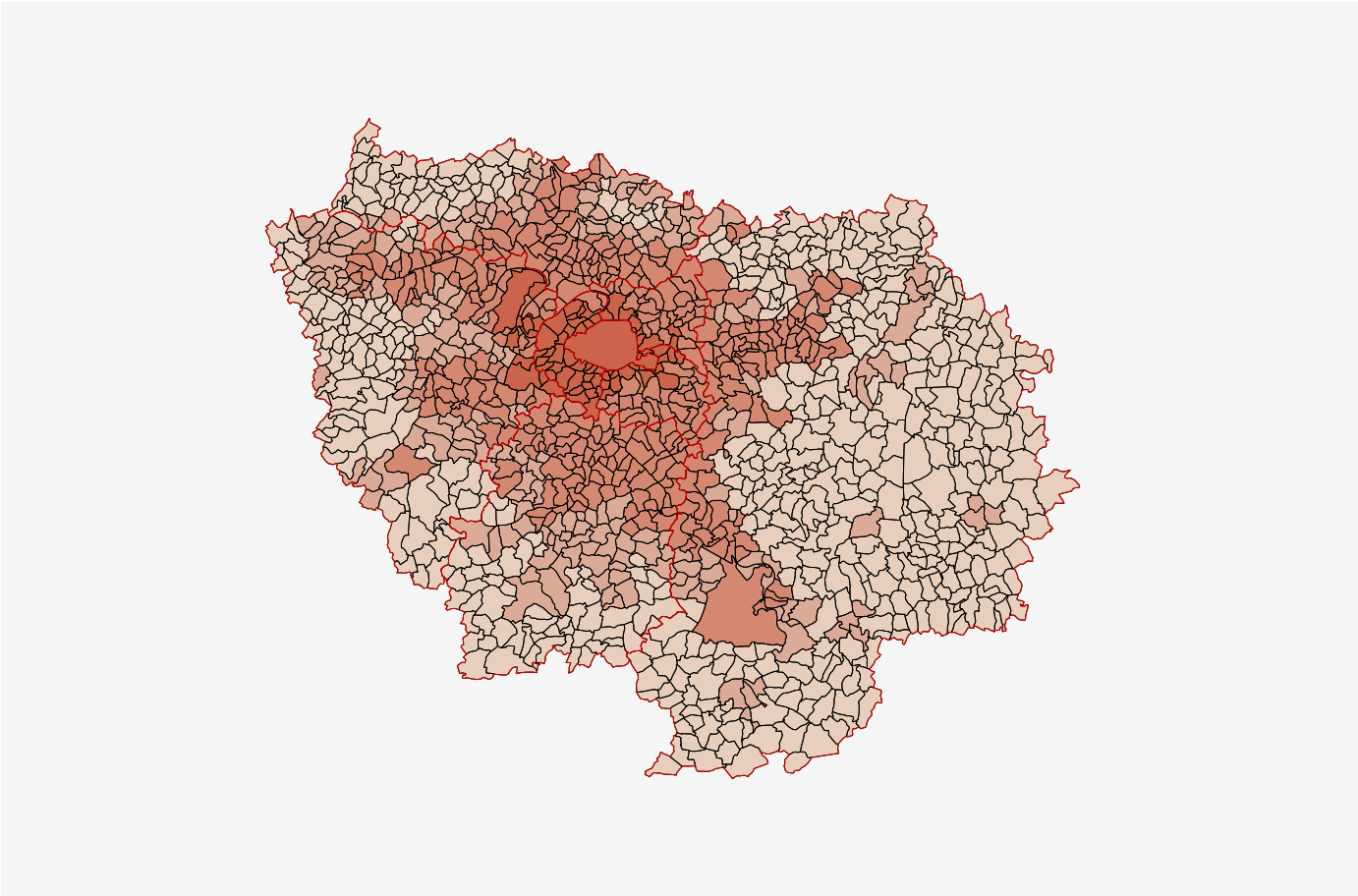
CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE ET DENSIFICATION URBAINE

Bien que l'enjeu climatique soit primordial et que tout acteur impliqué dans l'aménagement du territoire doive agir urgemment, il ne faut pas négliger que les territoires urbains en France sont en **carence des logements**. En effet, la crise du logement en France est une réalité depuis les années 1990. Actuellement, l'offre en logement social figure en manque³, tandis que la pauvreté s'intensifie, notamment chez les jeunes, les habitants de quartiers populaires et toute personne dont la survie dépend de revenus informels⁴. L'Agence nationale de contrôle du logement social considère que la disponibilité du logement social ne peut satisfaire que 33% des demandes⁵.

L'Île-de-France figure parmi les **zones les plus tendues** en France. Étant l'une des régions les plus peuplées en Europe, **le prix du logement** ne cesse d'augmenter. Dans les dix prochaines années, cette hausse de prix est estimée atteindre +47%⁶, rendant l'accès au logement encore plus difficile. De plus, les **projections démographiques** pour les prochaines décennies montrent que sa **population accroit** modérément mais qu'elle restera la plus jeune en comparaison du reste de la France métropolitaine⁷. Ainsi, créer des surfaces de **logements abordables** apparaît comme un impératif **incontestable**. Cela doit se faire rapidement et massivement, tout en confrontant la **densité importante du bâti francilien**.



Carte de la densité de la population sur l'ensemble du territoire français. | Document produit par SAME d'après *Densité de la population (habitants au km²)*, 2020 par Observatoire des territoires, ANCT 2023 - IGN Admin Express, cartographie interactive [en ligne] | Source : Insee, RP 1968-2020.



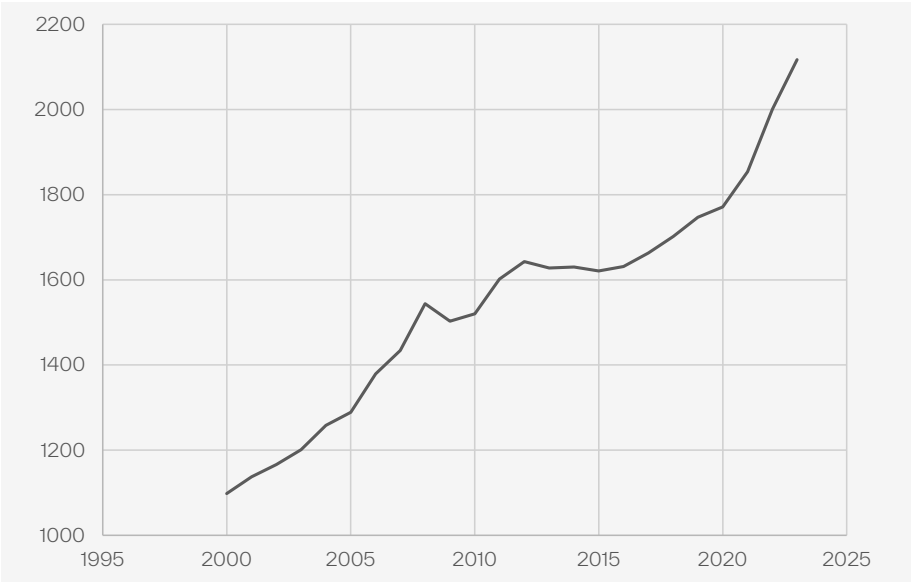
Carte des zones tendues de la région Île-de-France. | Document produit par SAME d'après le *Zonage ABC au 02/2022 Région Île-de-France* par DGALN/ICAPP/NUM (DD) du 10/03/2022 | Source : DHUP/FE5 (2014).

➤ Adapter nos modes de bâtir

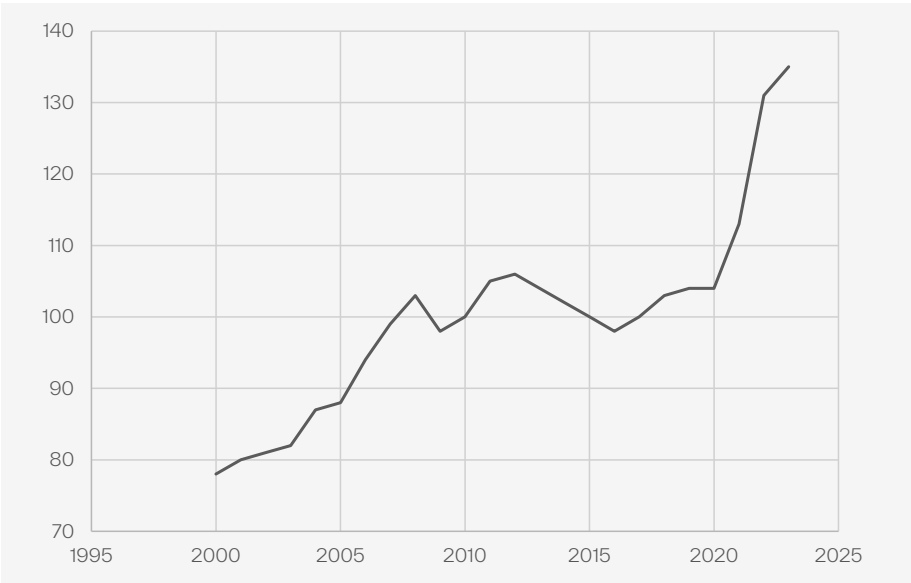
ARCHITECTURE D'URGENCE

Nous, architectes, sommes appelés à réfléchir, dessiner et chercher de nouvelles façons de construire afin de répondre au **double défi** de notre siècle : planifier l'adaptation de nos modes de bâtir face à la **tropicalisation du climat** tout en créant de **nouvelles surfaces de logements**. Une hypothèse est l'emploi de matérialités bio et géo sourcées, comme ceci est préconisé, par exemple, dans le nouveau plan local d'urbanisme bioclimatique de Paris⁸. Or, pendant la dernière décennie, le **coût de construction** des immeubles d'habitation, connexe au coût des matériaux, ne cesse d'augmenter. La conséquence indésirable est l'arrêt d'une pléthore des projets vertueux. Ainsi, le défi écologique devient également un **défi économique**. La problématique qui s'esquisse est la suivante : comment imaginer, bâtir et financer les futurs logements franciliens, adaptés à une hausse de température moyenne de 4°C ? Une hypothèse, déjà suggérée dans l'un de nos projets, est l'emploi du produit le plus abordable aujourd'hui, le **parpaing**.

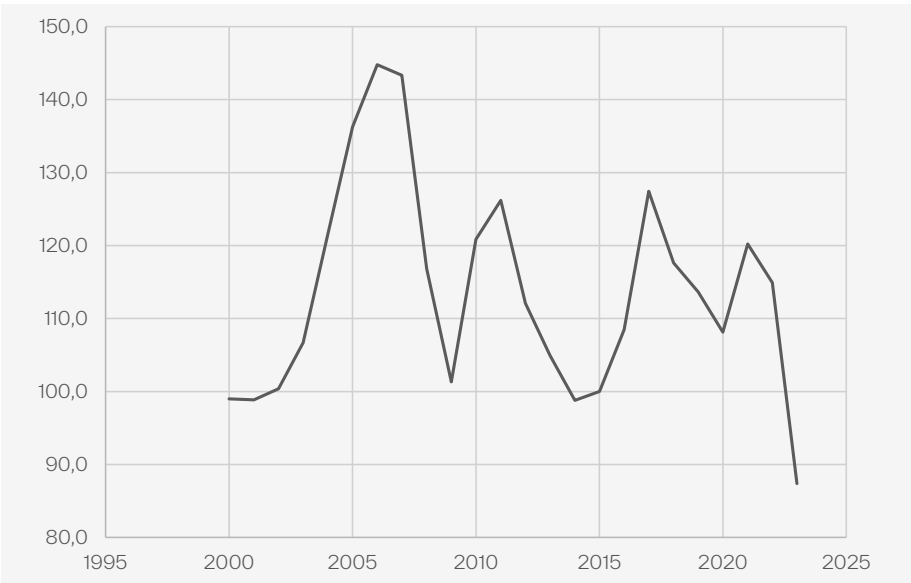
Ce matériau, dans sa forme brute, évoque dans l'imaginaire collectif une **architecture d'urgence**, comme celle que nous pouvons percevoir, par exemple, dans les quartiers défavorisés du Brésil (*favelas*). Son aspect **économique**, la **rapidité de sa pose**, et souvent, sa surface laissée non enduite, témoigne aujourd'hui une forme d'**architecture populaire**, et par extension, **vernaculaire**, qui s'échappe des codes académiques de l'architecture européenne. En effet, l'emploi du parpaing apparent en façade est interdit dans la majeure partie des PLU des communes franciliennes⁹.



Indice du coût de construction d'immeubles à usage d'habitation. | Source : INSEE



Indice du coût des matériaux dans la construction de bâtiments. | Source : INSEE

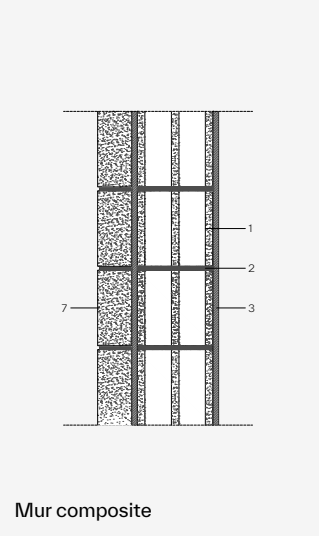
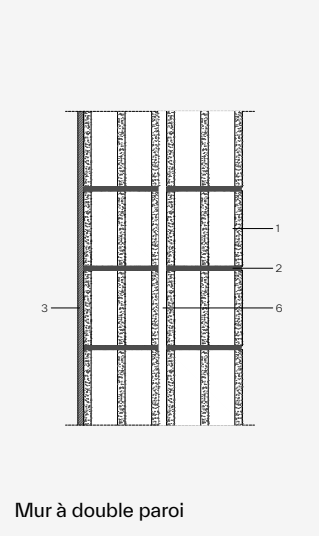
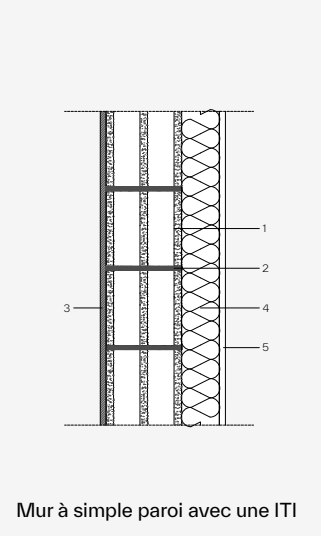
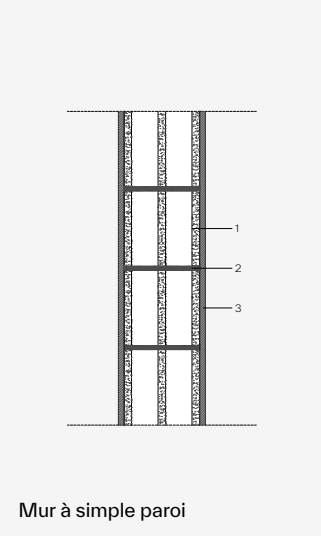


Nombre de logements (individuels et collectifs) mis en chantier. | Source : INSEE

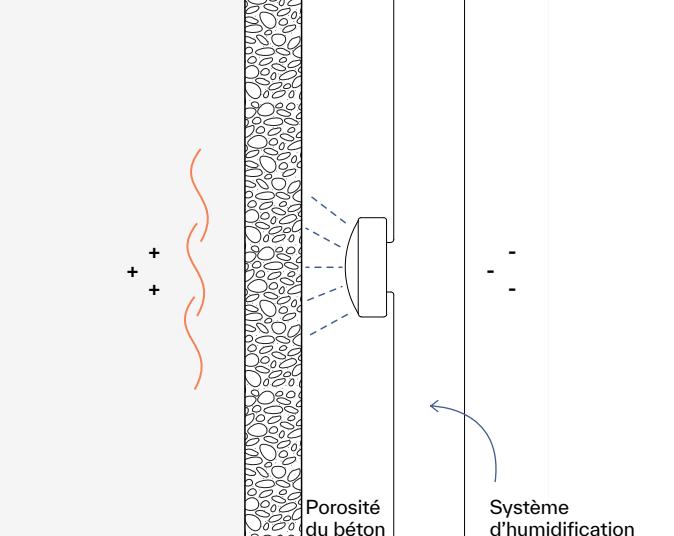
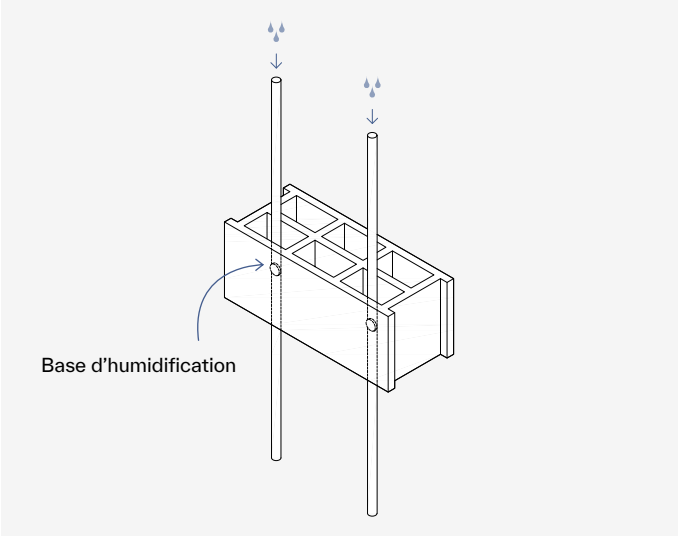
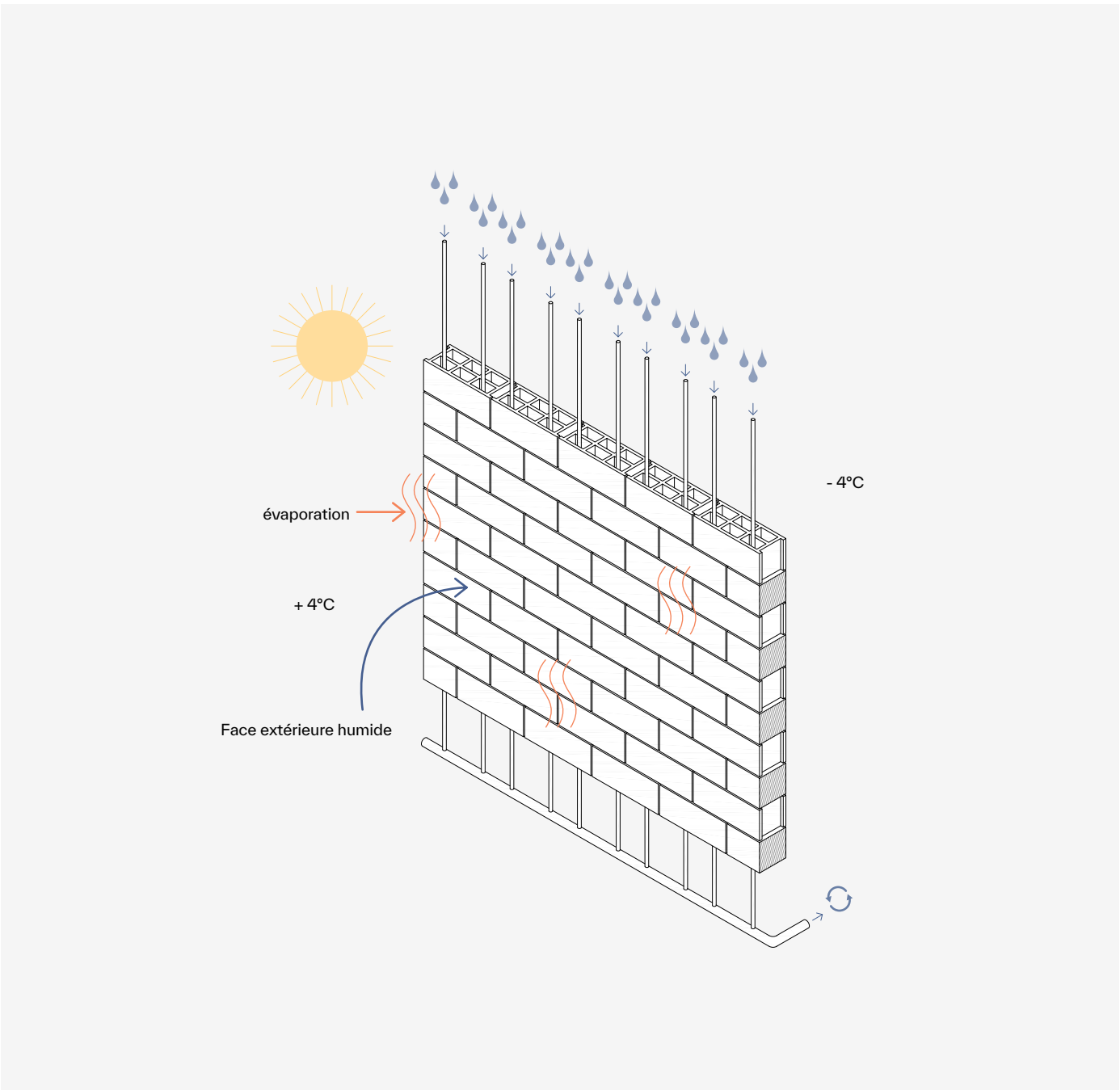
VERS UNE ENVELOPPE MOINS ÉTANCHE ?

Au-delà de sa connotation d’architecture d’urgence et de la considération de son **apparence brute** comme **inesthétique**, les réglementations techniques du bâtiment (DTU) exigent que tout type de mur de maçonnerie de parpaing soit **enduit**¹⁰. L’enduit, soit à l’intérieur soit à l’extérieur, agit comme une couche supplémentaire pour réduire la **porosité** de la matière et **imperméabiliser la surface du parpaing de l’air et de l’eau**.

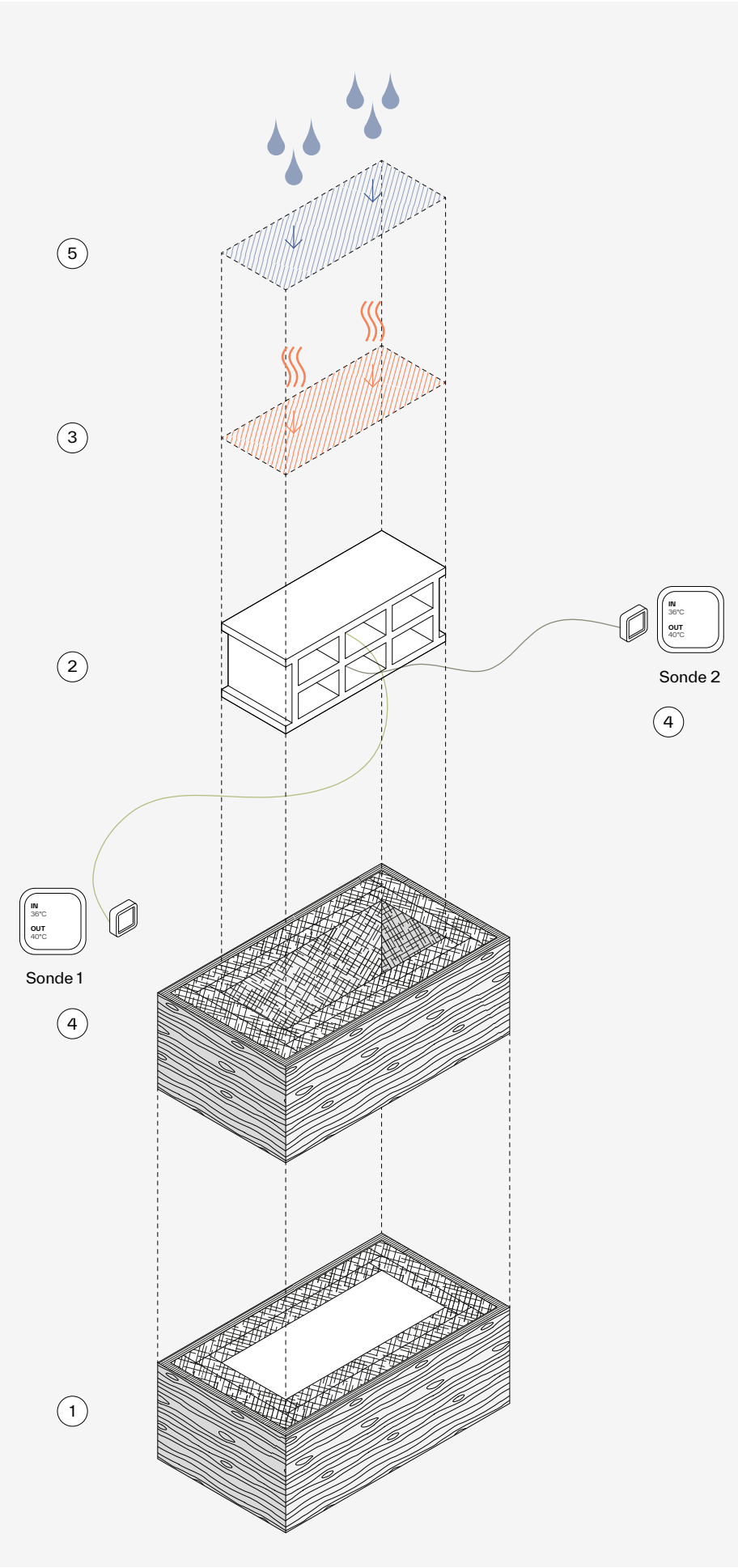
Aujourd’hui cette réglementation est conçue pour notre climat actuel. Toutefois, comment cette réglementation évoluerait pour un climat plus tropicalisé ? Dans un contexte de forte chaleur, la porosité du parpaing pourrait-elle être considérée comme un avantage ? Nous pouvons déjà imaginer que la **perméabilité du parpaing** pourrait bénéficier des techniques de **rafraîchissement passif**, comme un système de **refroidissement par évaporation**.



SAME, détails des types de mur en maçonnerie de parpaings de béton selon le DTU.
1. Bloc de béton creux | 2. Mortier | 3. Enduit | 4. Isolant | 5. Cloison | 6. Lame d’air | 7. Bloc de béton apparent



SAME, schémas de principe pour un système de rafraîchissement passif d’une façade en maçonnerie de parpaing de béton



SAME, outils et instruments de mesure pour l'expérience, axonométrie, 2025.

HYPOTHÈSE

Selon le DTU 20.1, le parpaing creux doit impérativement être recouvert d'un enduit afin de parer à sa porosité à l'eau et à l'air. Nous émettons l'hypothèse que cette porosité pourrait devenir un atout pour ce matériau. En effet, cette capacité à retenir de l'eau captive est intéressante pour qui cherche à refroidir par évaporation. Le rafraîchissement par évaporation est un mécanisme de thermodynamique dans lequel l'eau s'évaporant d'une surface poreuse, absorbe une quantité relativement importante de chaleur, réduisant d'autant la température sous la surface d'évaporation. La température de l'air sec peut ainsi être considérablement abaissée sans consommation énergétique. C'est cette hypothèse du rafraîchissement par évaporation à l'échelle du parpaing que nous proposons de vérifier ici.

PROTOCOLE D'EXPÉRIENCE

L'expérience consiste à mesurer dans le temps, la température dans les alvéoles d'un parpaing mis dans un environnement à 40 °C et isolé.

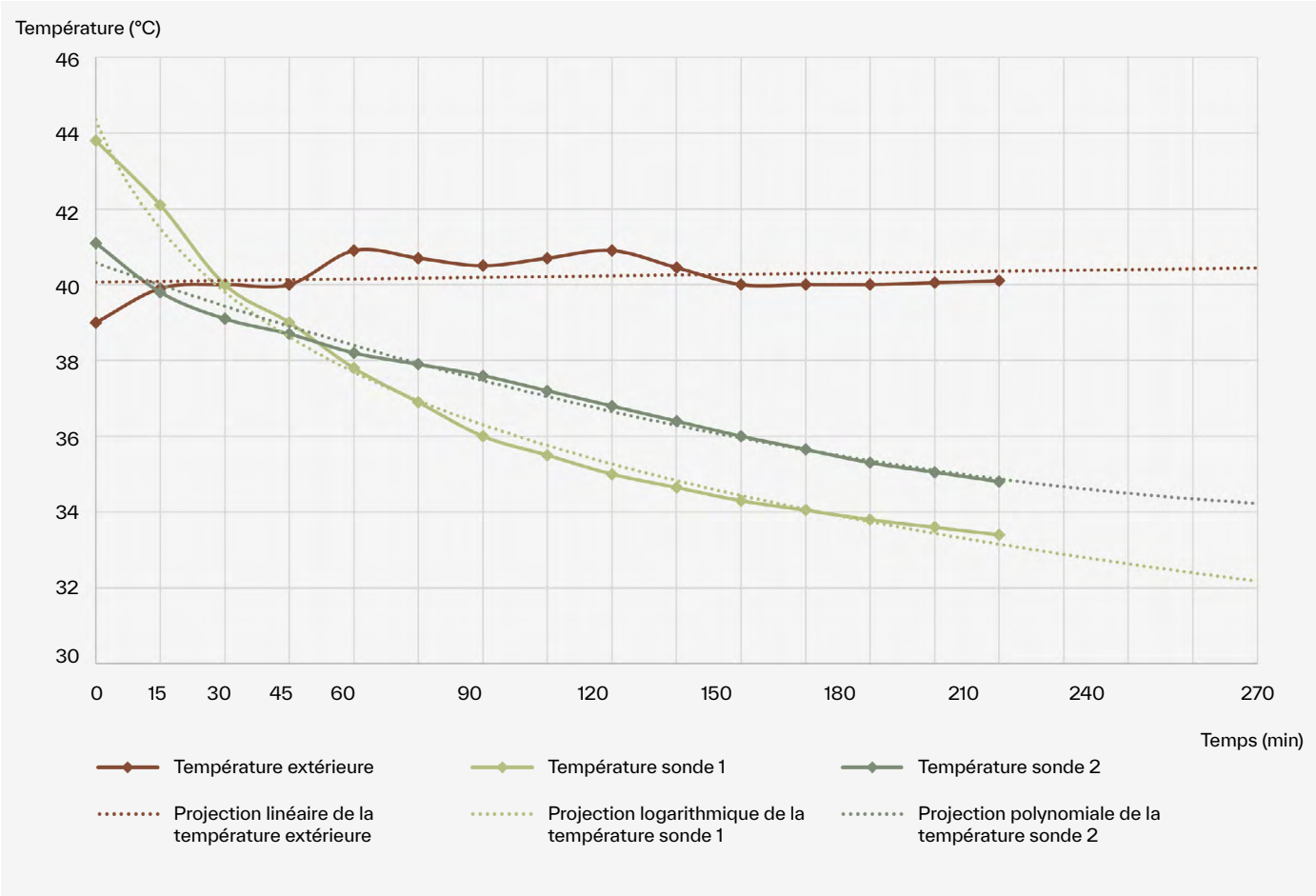
1. Fabrication d'un coffrage isolant enveloppant l'ensemble des faces du parpaing à l'exception de la face extérieure qui sera continuellement exposée à la chaleur.
2. Deux sondes thermiques sont fixées à l'intérieur du parpaing : la sonde 1 est placée au niveau de l'alvéole supérieure (la plus proche de la surface extérieure) et la sonde 2 est placée au niveau de l'alvéole inférieure. Le parpaing préalablement chauffé à 50 °C pendant 1 heure ainsi que les deux sondes sont placés à l'intérieur du coffrage isolé, selon le schéma ci-contre.
3. Une dernière sonde mesure la température extérieure afin de s'assurer qu'elle est bien constante à 40 °C, maintenue par une source extérieure de chaleur.
4. La température est relevée toutes les 15 minutes pendant les premières 60 minutes puis toutes les 30 minutes pendant 210 minutes.
5. Le parpaing est humidifié sur sa face exposée toute les 15 minutes à l'aide d'un pinceau mouillé.

OBSERVATIONS

Il est constaté que les températures intérieures (sondes 1 et 2) baissent toute les deux de manière significative de 44 °C à 33 °C pour la sonde 1 et de 41 °C à 35 °C pour la sonde 2. Quant à la sonde extérieure elle reste autour de 40 °C tout le long de l'expérience. Nous constatons donc un refroidissement plus rapide de l'alvéole directement sous la surface exposée (sonde 1) par rapport à l'alvéole inférieure (sonde 2). Cela montre qu'un refroidissement par évaporation a bien lieu.

CONCLUSION

Nous avons démontré que le parpaing creux pourrait être utilisé avec succès dans des systèmes abordables de refroidissement par évaporation. Outre la question de l'intégration des systèmes d'humidification dans des murs de maçonnerie de parpaing se pose la question des contraintes de DTU qui empêcheraient aujourd'hui d'explorer ces options et par extension, la question de son ennoblissement.



SAME, effet de l'humidification de la surface extérieure du parpaing sur la température des alvéoles intérieures, tableau de résultats, 2025.



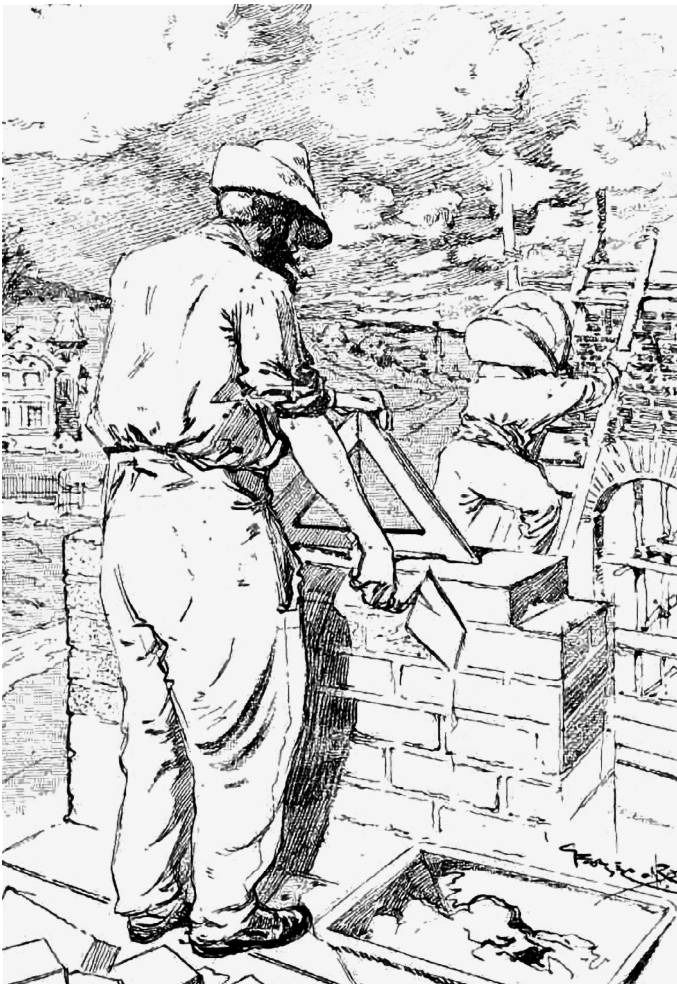
SAME, positionnement des sondes pour l'expérience du refroidissement passif, photographie, 2025.

➤ Faire parpaing

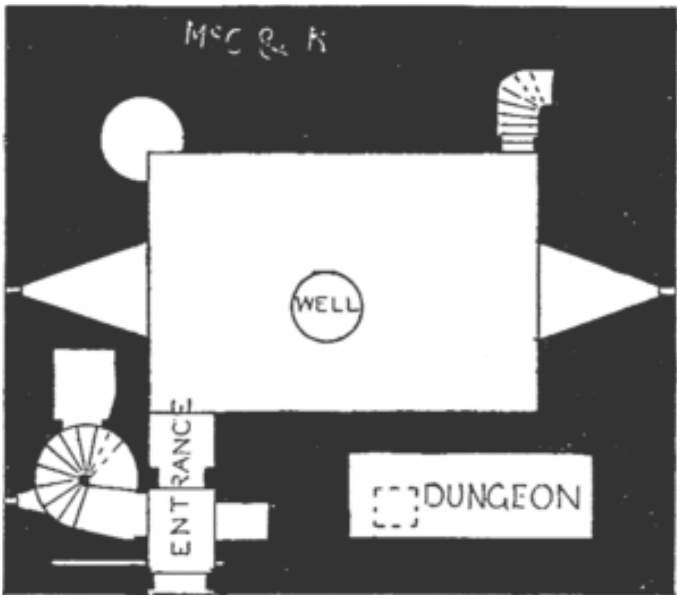
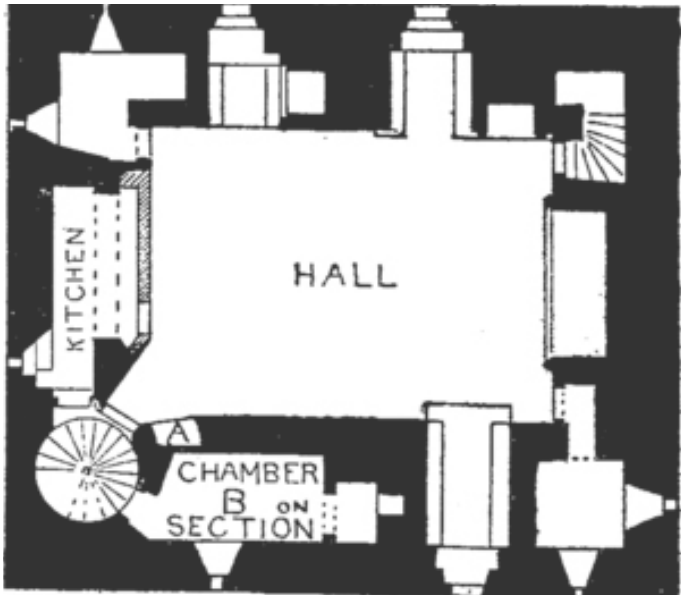
AUX ORIGINES DE LA MURALITÉ

Étymologiquement, l'origine du mot *parpaing* nous parvient du XIIIe siècle, probablement issu du latin populaire *perpetaneus*, signifiant « ininterrompu ». Le premier sens de ce terme désigne une pierre de taille ou moellon qui a deux faces ou parements à découvert et tient toute l'épaisseur d'un mur. Aujourd'hui, *parpaing* désigne plutôt un **élément de base d'une maçonnerie, de forme générale parallélépipédique**, mais de conception et de nature très variées, préfabriqué, de ciment, d'aggloméré, etc., plein ou creux, dont la plus petite dimension est celle de l'épaisseur du mur. L'expression « **faire parpaing** » caractérise le fait de traverser le mur de part en part pour en assurer la solidité¹¹. Dans le terme anglais *breeze-block*, le premier composant, signifiant **air**, décrit sa **densité légère** et sa **forme creuse**, suggérant sa **capacité à ventiler et apporter la lumière naturelle**¹².

À travers la sémantique du *parpaing*, la matérialité de cet élément de maçonnerie n'est pas spécifiée : il ne s'agit pas toujours d'un bloc de béton. En revanche, un **rapport étroit avec le mur** est expressément évoqué. De même, au sens inverse, la définition du mur n'indique pas un seul matériau possible. En effet, le *mur* se qualifie comme un ouvrage de maçonnerie vertical, avec une géométrie variable (épaisseur, hauteur, longueur), formé par la superposition des éléments (pierres, moellons, briques) liés entre eux par du mortier ou du ciment¹³. Cette définition du *mur* nous explique ses rôles premiers : **enclore un espace, séparer ou diviser les espaces, désigner des limites, soutenir et supporter des charges**.



Gravure d'un maçon.



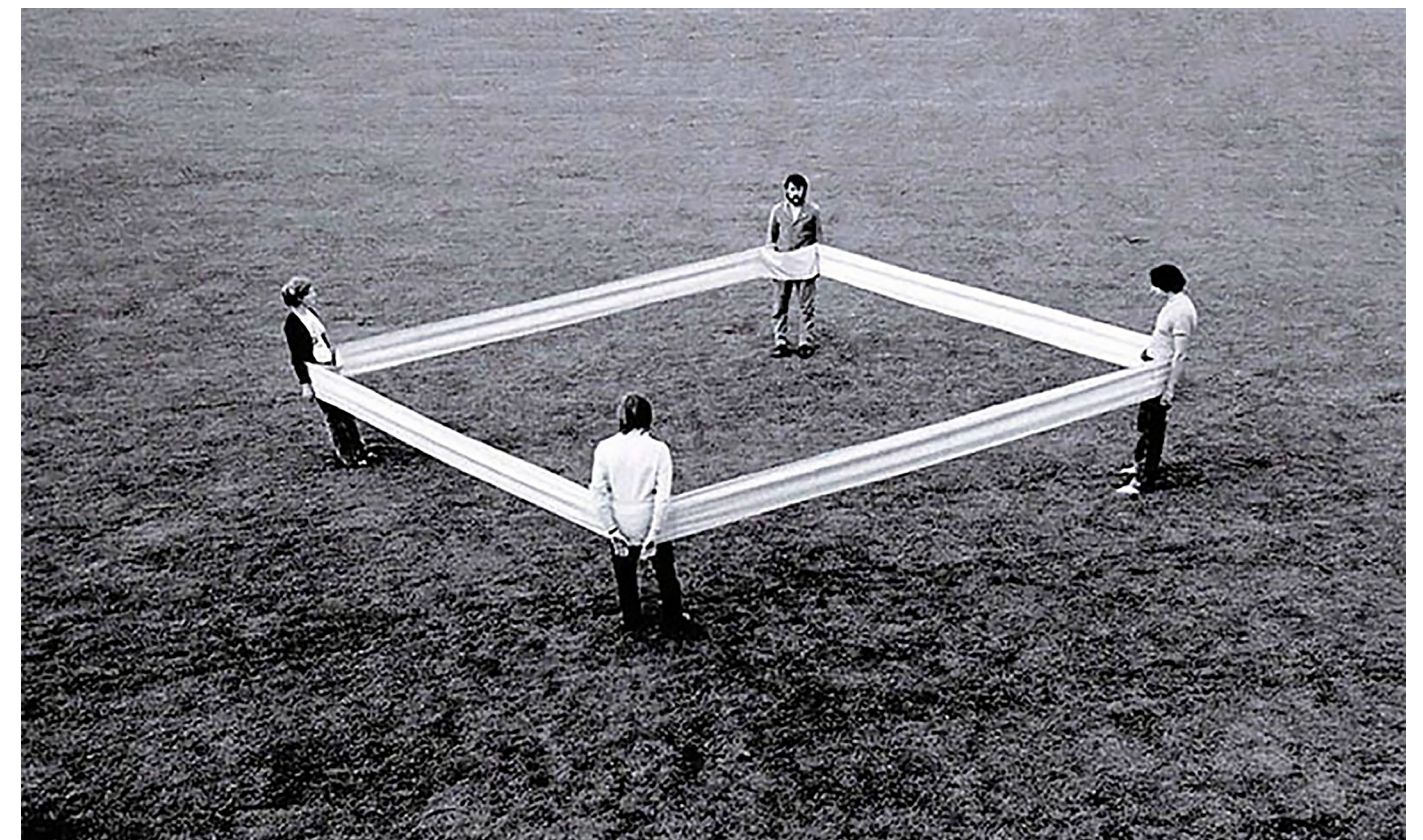
Château Comolongo, Ecosse, XVe-XVIe siècles, plans dessinés par MacGibbon et Ross.

C'est aussi ce qui s'affirme dans une lecture des origines de l'architecture. Dans le paradigme de la **cabane**, dite **primitive** le **mur** est un des quatre **éléments fondamentaux de l'habitat**. Il se dresse pour créer un espace clos, séparé et distingué de l'extérieur. Il définit et **marque l'espace domestique**. Il agit comme une barrière permettant de **se protéger du vent** et des intempéries défavorables pour le **confort thermique du corps humain**¹⁴. Or, la façon dont ce mur est composé et construit n'est pas uniforme. Vitruve dans le premier chapitre du deuxième livre décrit l'édification des murs avec plusieurs techniques :

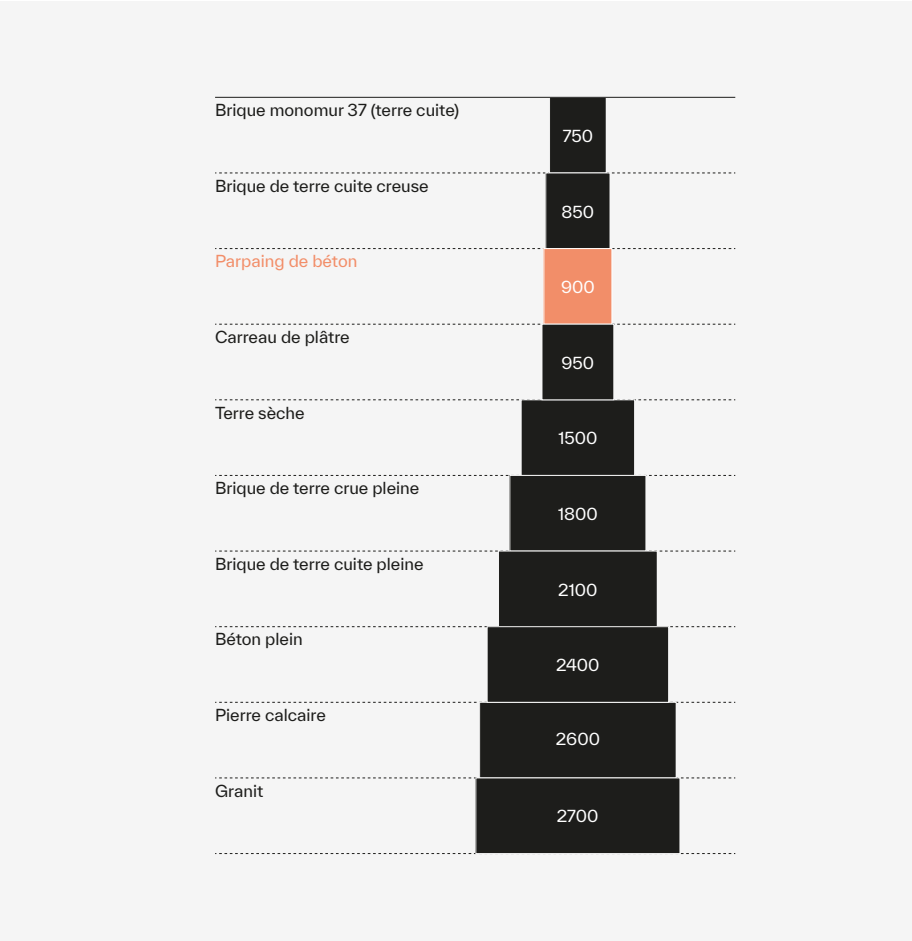
Aussi commencèrent-ils les uns à construire des huttes de feuillage, les autres à creuser des cavernes au pied des montagnes ; quelques-uns, à l'imitation de l'hirondelle qu'ils voyaient se construire des nids, façonnèrent avec de l'argile et de petites branches d'arbres des retraits qui purent leur servir d'abri. [...] Ils plantèrent [ensuite] des perches fourchues, qu'ils entrelacèrent de branches, et dont ils remplirent les vides avec de la terre grasse, pour en faire des murs. D'autres firent sécher des mottes d'argile, en construisirent des murs, sur lesquels ils posèrent en travers des pièces de bois et, en les recouvrant de roseaux et de feuilles, ils se mirent dessous à l'abri de la pluie et du soleil.¹⁵

Par une autre lecture de la théorie de la cabane primitive, comme celle développé par l'architecte allemand Gottfried Semper, l'élément fondamental du mur se définit plutôt par le terme de **l'enveloppe**. Selon lui, la définition de l'espace et la séparation entre dedans et dehors se réalise avec des techniques plus proches à l'art du textile (par exemple le tressage)¹⁶. Ainsi, l'enveloppe prend la figure d'un (re)vêtement, avec des qualités souvent ornementales.

Le parpaing est, alors, pensé comme un élément de maçonnerie qui compose un mur, ou plus largement une enveloppe. Cet élément de maçonnerie prend part à enclore un espace et **délimiter une interiorité**. Il participe à l'habitabilité de l'espace défini. De manière générale, **il évoque plutôt une géométrie qu'une matérialité**. Dépendant du contexte climatique dans lequel le projet se situe, il est possible que le parpaing prenne la forme d'une pierre, d'une brique, d'un aggloméré de béton ou d'un bloc d'argile.



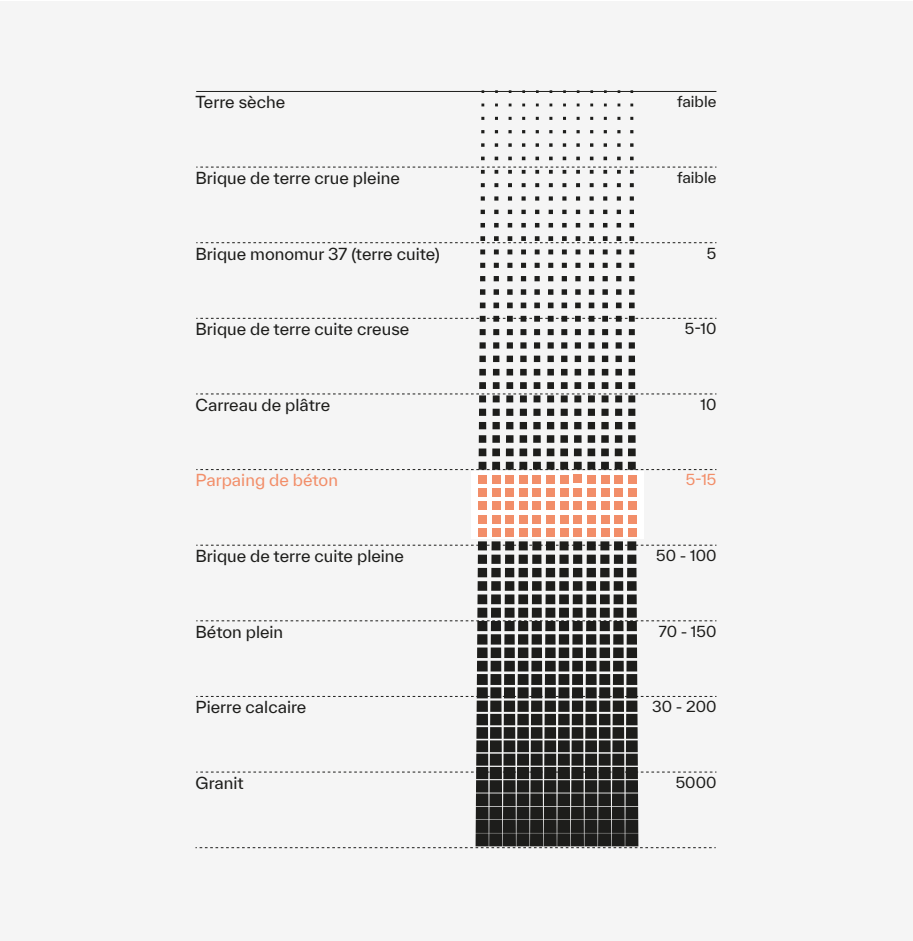
Franz Erhard Walther, *Werklager*, photographie, 1961-1972.



DENSITÉ

La densité d'un matériau, aussi appelée masse volumique, correspond à la masse de ce matériau par unité de volume. Elle s'exprime en kilogrammes par mètre cube (kg/m³). Plus un matériau est dense, plus il est lourd pour un même volume. La densité est un facteur essentiel en thermique des matériaux de construction, car elle influence la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur. Les matériaux à forte densité, comme la pierre ou le béton, ont une grande inertie thermique, ce qui signifie qu'ils mettent plus de temps à se réchauffer ou à se refroidir.

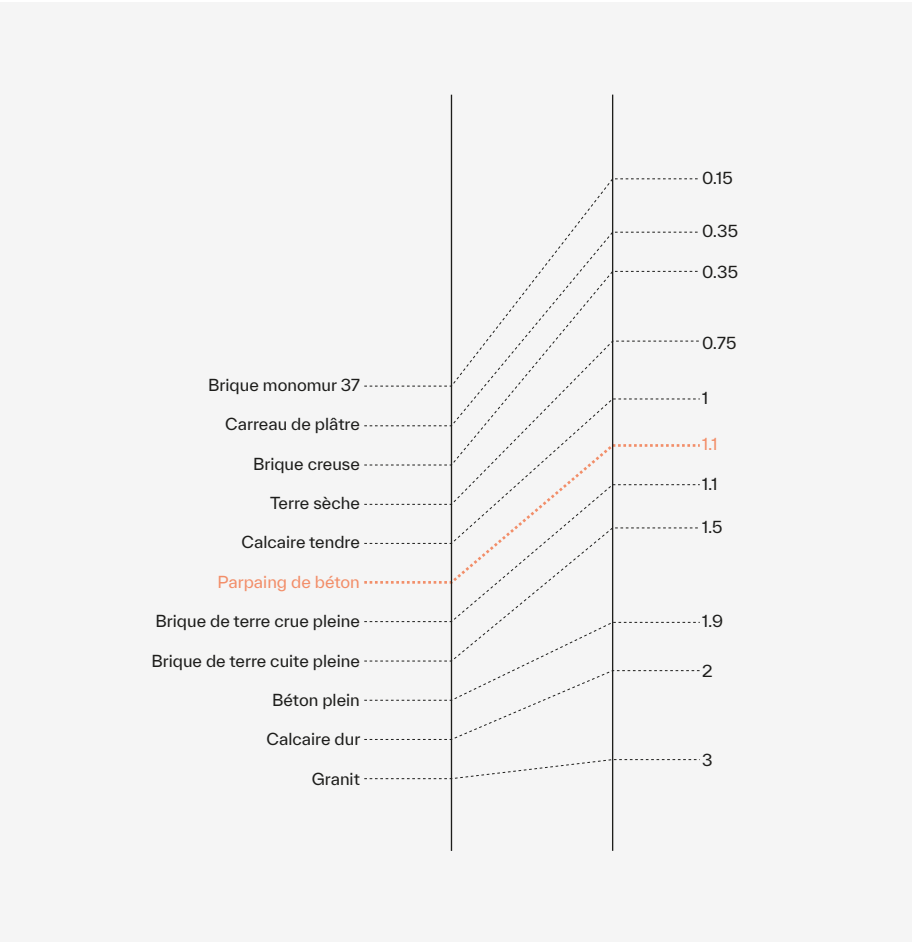
Le parpaing de béton est un matériau léger avec une densité égale à 900 kg/m³.



RÉSISTANCE À LA VAPEUR

La résistance à la vapeur d'eau d'un matériau, aussi appelée perméance ou perméabilité à la vapeur d'eau, est une mesure de la capacité d'un matériau à laisser passer ou non la vapeur d'eau. Elle se mesure au travers d'un coefficient nommé « μ » (mu), qui n'a pas d'unité. Plus ce coefficient est élevé, plus le matériau est étanche. Ce paramètre est essentiel à prendre en considération pour éviter les problèmes d'humidité dans les bâtiments, pouvant provoquer de la condensation ou des moisissures, qui peuvent détériorer les matériaux et diminuer l'efficacité énergétique de l'enveloppe.

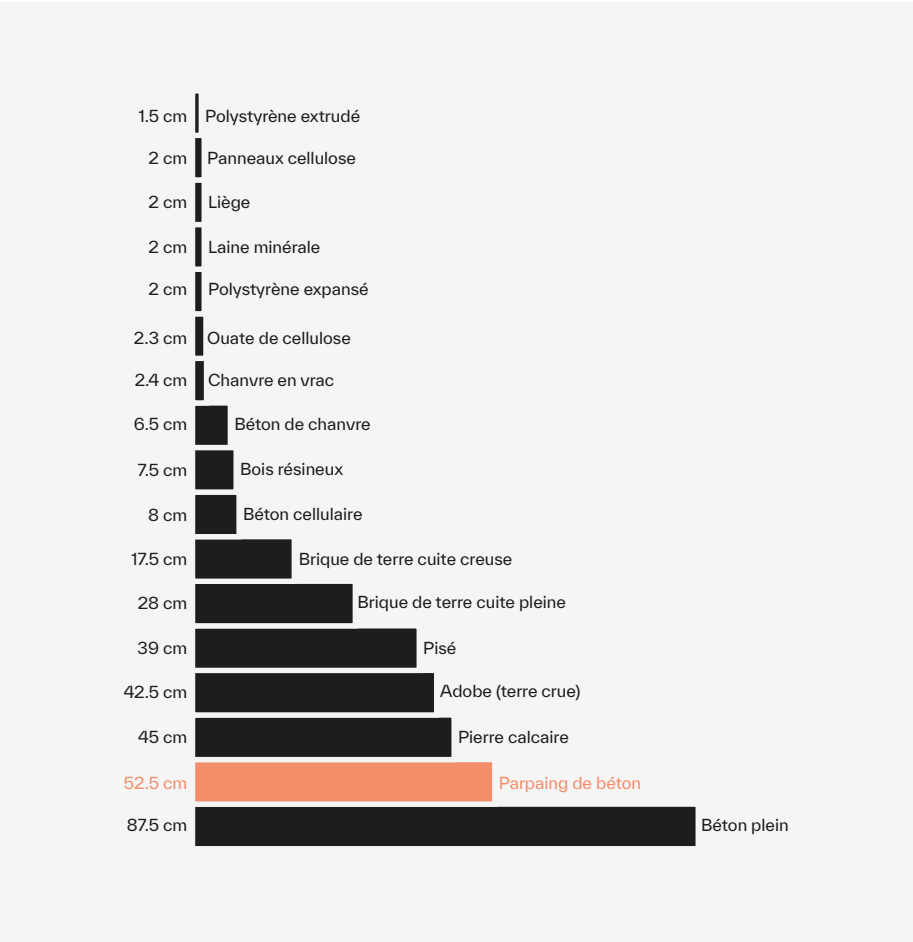
Le parpaing de béton est plutôt poreux, avec un coefficient entre 5 et 15.



CONDUCTIVITÉ THERMIQUE

La conductivité thermique d'un matériau (λ) représente sa capacité à conduire la chaleur. Elle est exprimée en watts par mètre-kelvin (W/m-K). Un matériau avec une forte conductivité thermique transmet rapidement la chaleur d'un côté à l'autre, tandis qu'un matériau avec une faible conductivité agit comme un isolant.

La conductivité thermique du parpaing est relativement faible (1.1 W/m-K).



CAPACITÉ D'ISOLATION THERMIQUE

Le comparatif des capacités d'isolation thermique permet d'établir selon le matériau l'épaisseur nécessaire pour atteindre un même coefficient d'isolation. Les isolants nécessitent une épaisseur relativement faible, tandis que les matériaux de maçonnerie doivent être beaucoup plus épais pour offrir une performance thermique équivalente.

Une épaisseur de 52.5 cm de parpaing de béton équivaut à une épaisseur de 2 cm de liège.

➤ Réinventer le parpaing de béton

RÉDUIRE SON IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Comme expliqué plus haut, le terme *parpaing* suggère plutôt une géométrie qu’une matérialité. Or, de nos jours le **parpaing de béton** est celui qui nous vient en premier à l’esprit. Il est le matériau le plus courant : **disponible** partout et **abordable**. Construire en béton dans le contexte du réchauffement climatique paraît paradoxal. En effet, le béton de ciment est un matériau polyvalent, solide, résistant mais ses qualités sont aujourd’hui contestées vis-à-vis des divers **enjeux environnementaux**. Il représente, après l’eau, la ressource le plus consommée sur Terre. Produit par la troisième industrie la plus énergivore au monde, il est responsable de 7% des émissions GES par an¹⁷. Par analogie, les parpaings de béton sont également des éléments de maçonnerie carbonés.

Pour **décarboniser le béton** et ses produits, des scientifiques et industriels expérimentent et éprouvent les limites de ces matériaux. Sur le marché, des **solutions alternatives au béton de ciment** existent déjà : le béton « bas carbone » diminue les émissions GES ; le « béton de bois », le « béton de chanvre », les « Blocs Terre » ou « Blocs Terre-Paille » substituent les agrégats par des matières plus vertueuses ; le « béton d’argile » et le « béton de plâtre » évitent l’emploi du ciment de Portland comme liant.

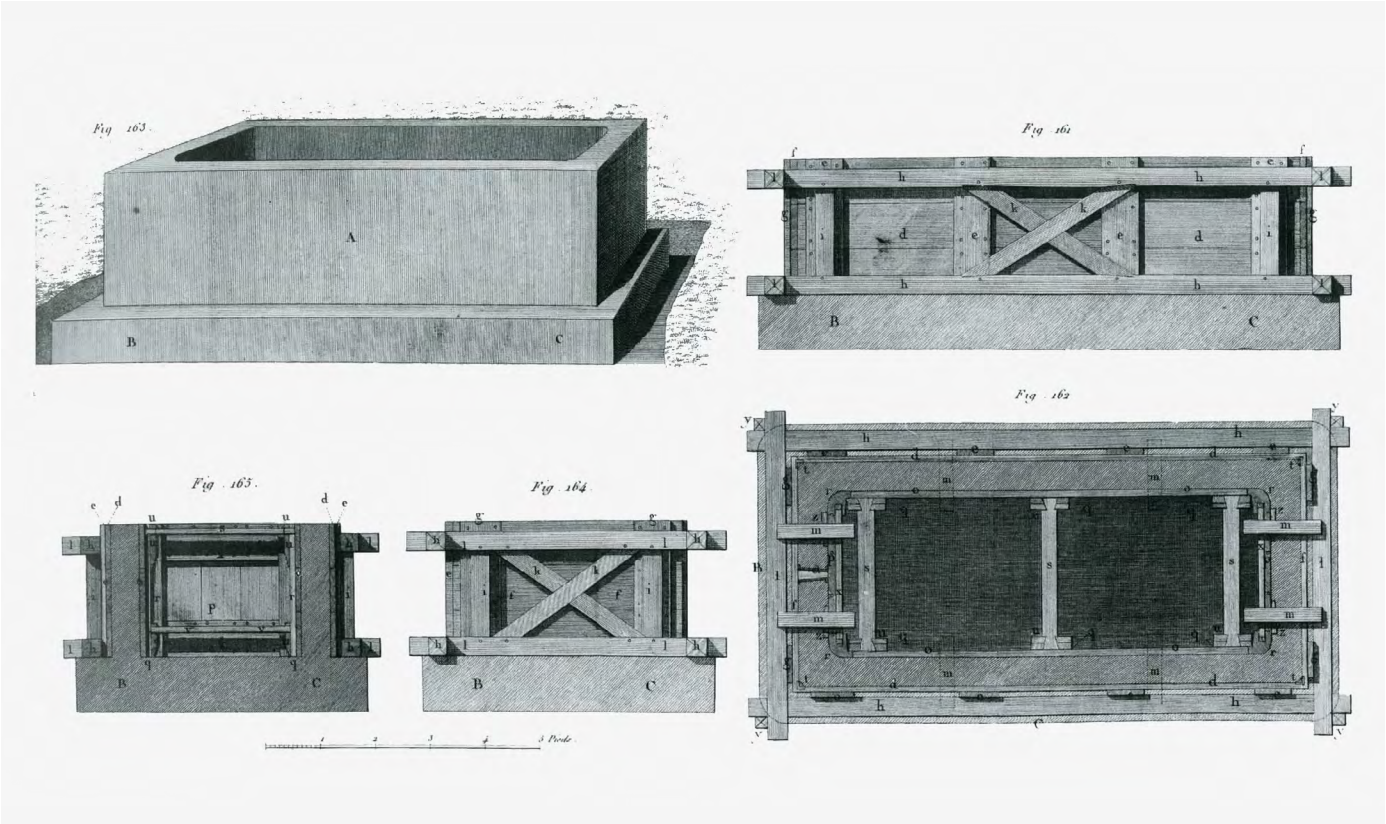


- 01 Materrup, « Bloc creux - B60 - 20 cm - FDES vérifiée », 20 x 20 x 50 cm, béton d’argile MCC1, structurel, production *ex situ*.
- 02 CarbiCrete, « CMU blocs de béton décarbonisés sans ciment », granulats + eau + scories d’acier + procédure de polymérisation au CO₂, 19 x 19 x 39 cm, structurel, production *ex situ* (Québec).
- 03 Biosys, « Bloc à emboîtement (BCE) », 30.8 x 30 x 60 cm, béton de chanvre = « Ciment Naturel Prompt » + granulats végétaux (chènevotte, anas de lin, balle de riz, miscanthus, etc.), porteur, non-structurel (à limiter pour des constructions R+1 avec toiture légère), production *ex situ*.
- 04 SAS Patrick Ceschin, « Blocs Terre » et « Blocs Terre-Paille », 60 x 50 x 120 cm, terre d’arène (+ paille) + eau + ciment blanc, porteur, non-structurel, production *ex situ*.
- 05 CCB Greentech, « béton de bois TimberROC », dimensions sur mesure, eau + ciment + granulats de bois, structurel, production *in situ*.
- 06 Ciguë, « Béton de plâtre », dimensions sur mesure, plâtre (recyclé ou non-recyclé) + granulats de gravats inertes de démolition (briques, tuiles ou béton concassés), non-structurel (recherche pour une chape), production *in situ*.
- 07 Loop Disseny, « Hydrosopic Mortar », dimensions sur mesure, céramique concassée + pierre recyclée + ciment blanc, non-structurel (mortier), production *in situ*.

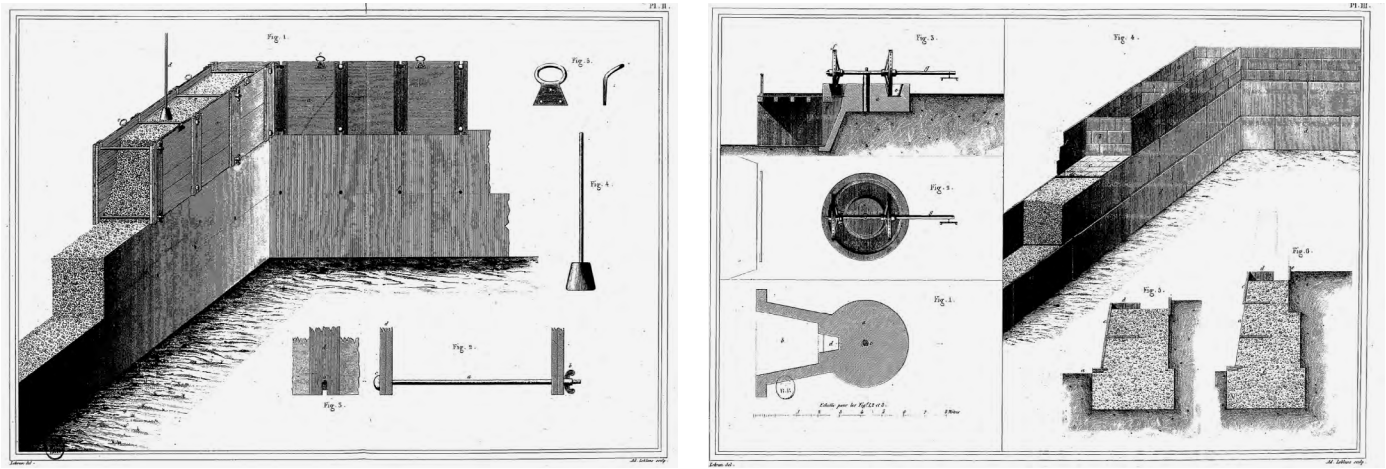
Il suffit de regarder les origines du béton pour trouver des solutions alternatives au parpaing de ciment. Car les origines du parpaing de ciment sont ancrées à l’histoire plus large du béton. La recette du béton de ciment, comme nous le préparons aujourd’hui, arrive assez tardivement. Avant l’invention du ciment de Portland et l’industrialisation du béton aux XIXe et XXe siècles, les **premiers bétons** se fabriquent à **base de chaux** dès l’époque néolithique. La chaux, produite par la calcination d’une pierre (calcaire), se mélange avec l’eau, des agrégats (sable) ou d’autres matériaux disponibles (paille, herbes sèches) pour construire un mortier¹⁸. Jusqu’au Ier siècle après J.C., la chaux, dite aérienne (« vive » ou « éteinte »), se durcit au contact de l’air ambiant¹⁹. Les Romains inventent la chaux hydraulique. Ils constatent que le mélange de chaux vive et des sables d’origine volcanique donne un produit qui se durcit au contact de l’eau, plus résistant et durable que le mortier à base de chaux aérienne²⁰.

Pendant plusieurs siècles, les techniques du béton sont oubliées au profit de la construction en pierre. Il faut attendre la période moderne, et plus précisément à partir de la deuxième moitié du XVIIIe siècle, pour que le béton évolue vers ce que nous connaissons aujourd’hui. Avec plusieurs brevets d’inventeurs en France (ex. Louis Vicat) et en Angleterre (ex. John Aspdin), le béton fascine les ingénieurs et entrepreneurs de l’époque²¹.

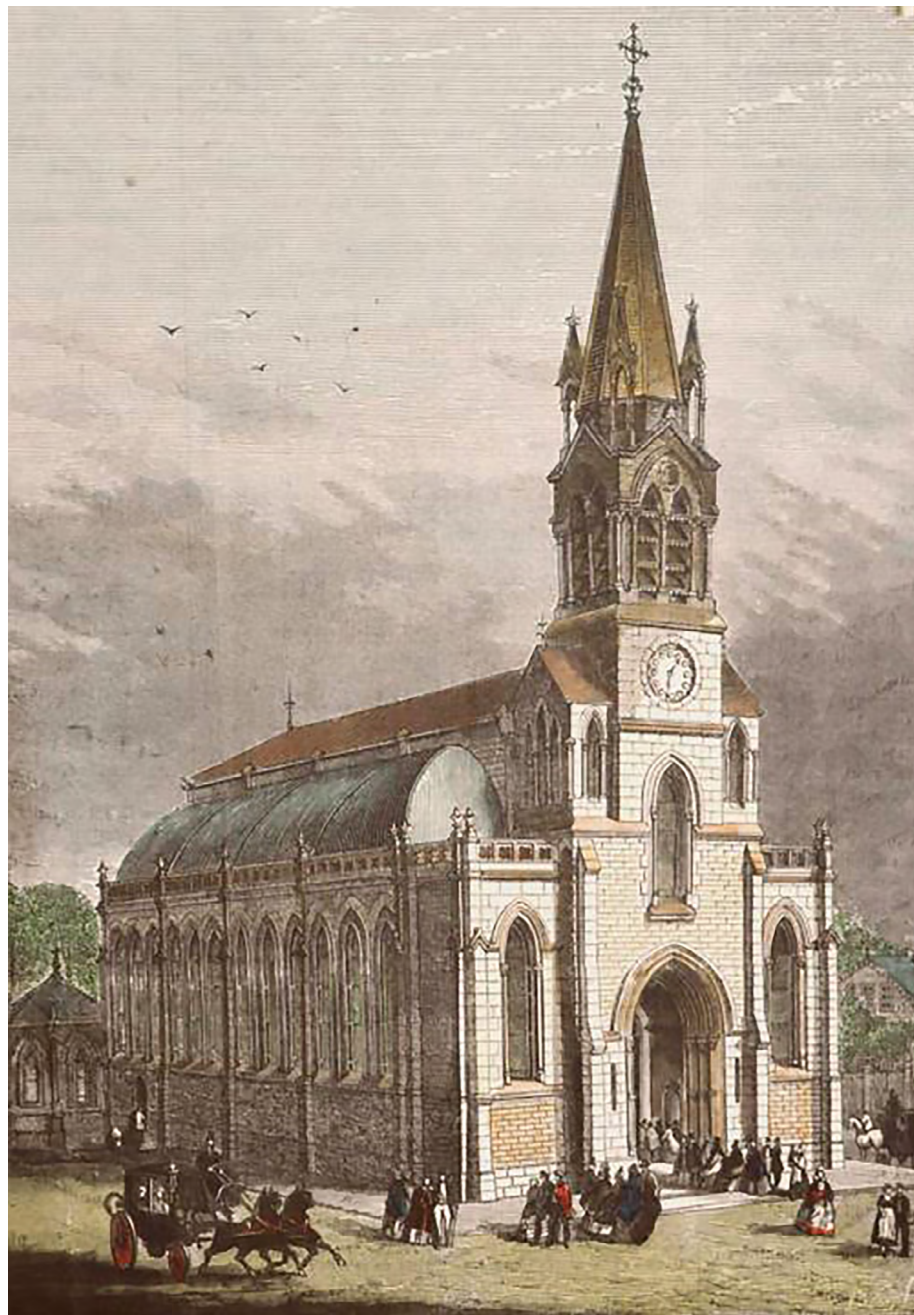
Les **premiers bétons agglomérés** sont apparus vers la deuxième moitié du XIXe siècle. Appelés aussi « **pierres factices** »²², ils sont les premiers parpaings en béton de ciment, avec une vocation à **remplacer à moindre coût les blocs de pierre de taille**. François Coignet, un industriel originaire de Lyon, propose des agglomérés de béton **inspirés du pisé lyonnais**²³. La formule de son béton consiste en un mortier de chaux avec très peu d’eau et une forte compression.



Fleuret, *L’art de composer des pierres factices aussi dures que le caillou*, Paris, 1807, planche illustrant une matrice en bois, gravure.



François-Martin Lebrun, *Traité pratique de l’art de bâtir en béton*, Paris, 1843, planches II et III illustrant le système et les outils de fabrication du béton aggloméré, gravure.



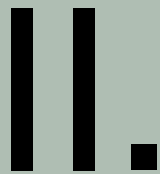
Louis-Auguste Boileau, *Église de Sainte-Marguerite*, Le Vésinet, France, 1862-1865, perspective.

Le matériau est moulé manuellement dans des matrices en bois dur (pour les pièces simples) ou métalliques (pour les grandes séries). Les blocs ainsi obtenus sont pleins. La première application de son béton aggloméré est l'église Sainte-Marguerite du Vésinet, projet de l'architecte Louis-Auguste Boileau. Ses agglomérés sont appréciés pour la rapidité de la prise et de l'aspect de sa couleur ocre²⁴.

Ainsi, les premiers bétons et, par extension, les premiers parpaings de béton sont issus des expérimentations avec des **matières accessibles**, comme **la chaux** ou **l'argile**. Aujourd'hui, nous devons préconiser un retour vers ces **bétons vernaculaires**, que nous pouvons caractériser comme des **bétons bio** et/ou **géo sourcés**.



Louis-Auguste Boileau, *Église de Sainte-Marguerite*, détail des modénatures en béton, Le Vésinet, France, 1862-1865, photographies de Laurent Koetz.



La deuxième partie réinterprète les enjeux initiaux de la recherche. Elle suggère la construction d'un imaginaire sémantique et iconographique autour de la thématique du parpaing. Des références issues des champs artistiques se mélangent à d'autres issues de l'histoire et de la théorie de l'architecture. Les deux planches de mots et d'images structurent les principes de la recherche, tout en immergeant son lecteur à un récit abstrait et une atmosphère sensible.

CONCEPTUALISER POUR
RÉINTERPRÉTER LE PARPAING

TROPICALISATION

Climat

Chaleur

Sécheresse

Précipitations

Ventilation

MURALITÉ

Protection

Délimitation

Intériorité

Verticalité

Épaisseur

MATÉRIALITÉ

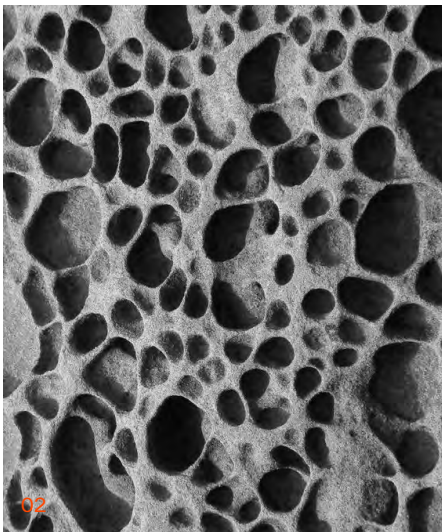
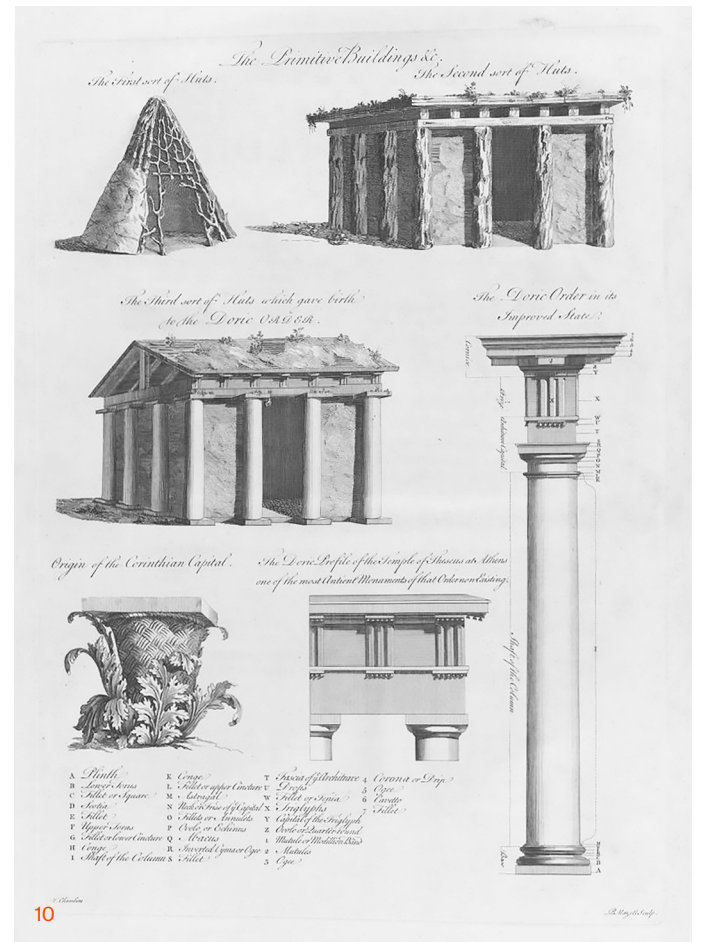
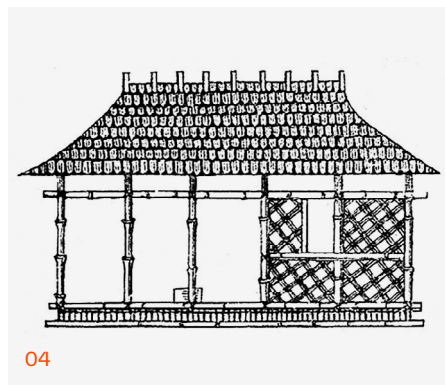
Poreuse

Austère

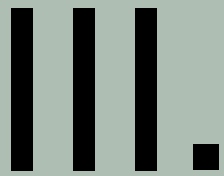
Granuleuse

Compacte

Géosourcée



- 01 Christo & Jeanne-Claude, *Running Fence*, Californie, États-Unis, 1972-1974, installation artistique.
- 02 [Texture poreuse d'une pierre], photographie.
- 03 André Bloc, *Habitacle n°1*, Meudon, France, 1962, sculpture.
- 04 Gottfried Semper, *Caribbean Hut*, 1851, coupe.
- 05 Mark Hagen, *To Be Titled (Additive Sculpture)*, 2010, sculpture en métal et ciment.
- 06 Ryan Lowry, photographie.
- 07 [Parpaings de béton], photographie.
- 08 Jost Ammann, *Le briquetier*, gravure sur bois, publiée dans Hans Sachs et Jost Amman, *Das Ständebuch* [Le livre des métiers], Leipzig 1568.
- 09 *Site mégalithique de Calanais* [Callanish], île de Lewis, Ecosse, 3000-2000 av.J.C., photographie de Edward Piper publiée dans Aubrey Burl, *Rings of Stone : The prehistoric stone circles of Britain and Ireland*, Londres, Weidenfeld & Nicolson, 1979.
- 10 William Chambers, *Évolution des premières constructions*, planche de gravures publiée dans William Chambers, *A Treatise on Civil Architecture*, Londres, 1759.

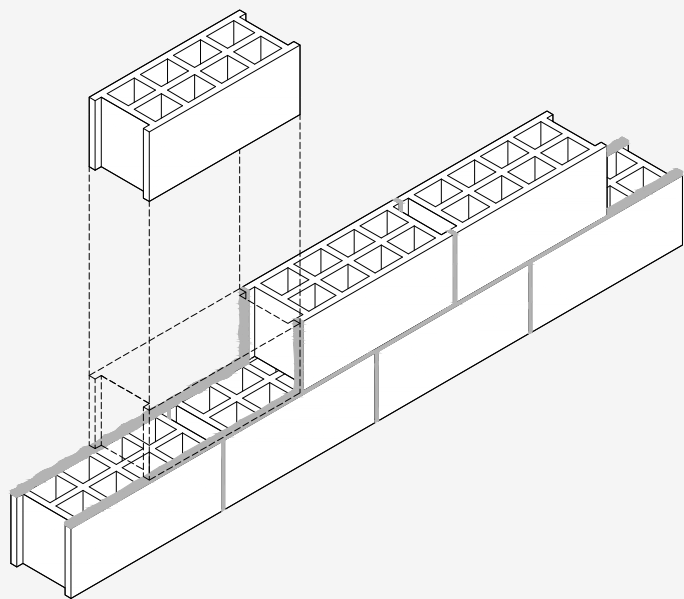


Les éléments de parpaing sont des produits standardisés, avec des dimensions précises et une forme qui suit un procédé industrialisé. Il y a quatre grandes catégories de parpaings, chacune liée à une mise en œuvre différente : les blocs creux, semi-pleins ou pleins, les blocs d'angle, les blocs de chaînage et les blocs à bancher. Au sein de chaque catégorie, des variations, majoritairement relatives à la largeur du bloc, existent.

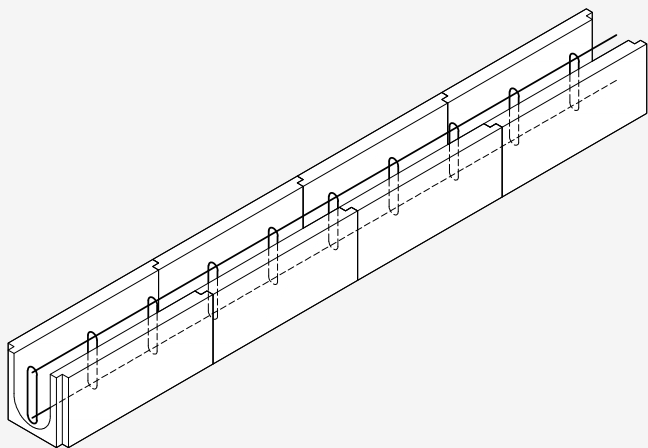
Après avoir répertorié une gamme large, mais pas exhaustive, des différents types de produits que nous trouvons sur le marché français, nous imaginons plusieurs hypothèses d'appareillage. Parmi ces hypothèses, certaines explorent un appareillage avec un seul produit, souvent le plus commun : le bloc creux de 20cm. D'autres appareillages associent également différentes typologies de parpaings, ou même différents épaisseurs. Quelques hypothèses suggèrent des éléments de colonnes ou de trumeaux, alors que d'autres ont une vocation plus ornementale, évoquant des dispositifs de moucharabieh.

ESQUISSEZ DES HYPOTHÈSES D'APPAREILLAGES

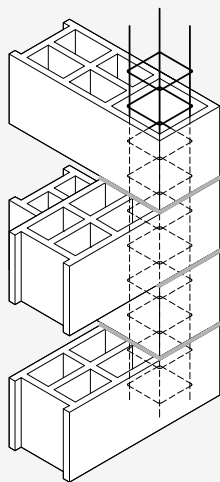
BLOCS CREUX



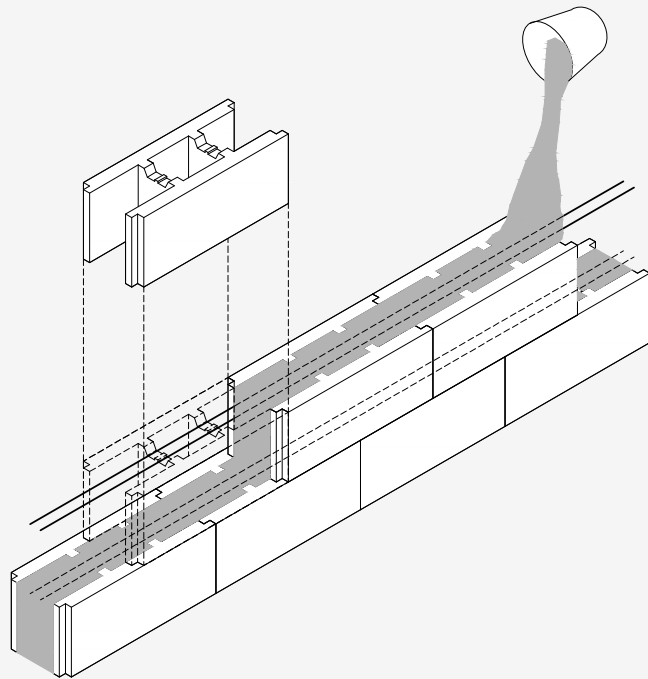
BLOCS DE CHAÎNAGE HORIZONTAL



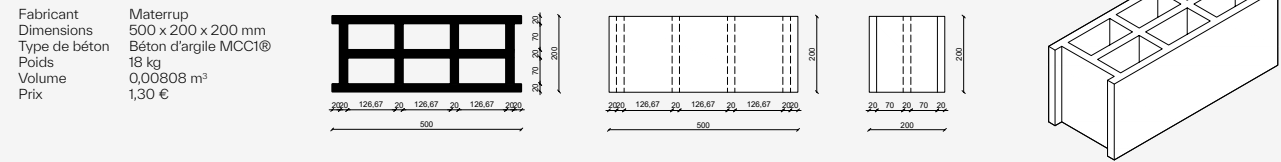
BLOCS D'ANGLE - CHAÎNAGE VERTICAL



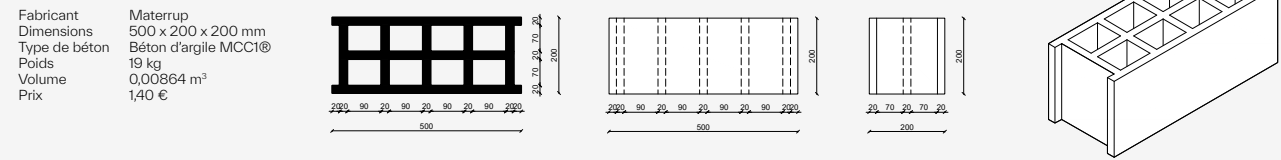
BLOCS À BANCHER



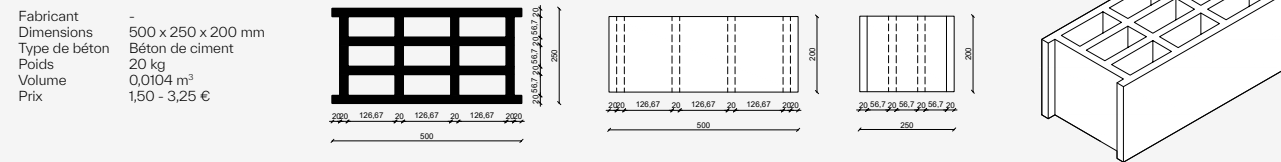
BLOC CREUX 6 ALVÉOLES 20CM



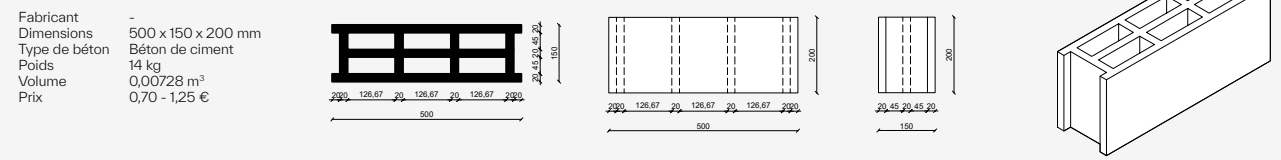
BLOC CREUX 8 ALVÉOLES 20CM



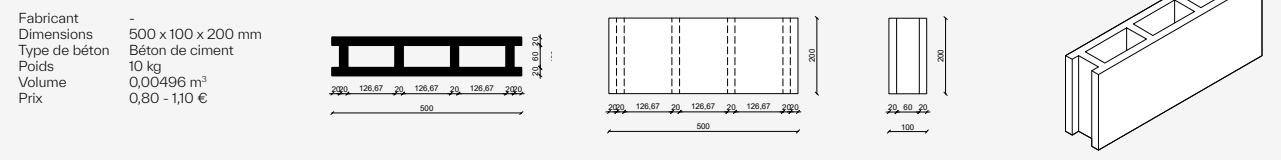
BLOC CREUX 9 ALVÉOLES 25CM



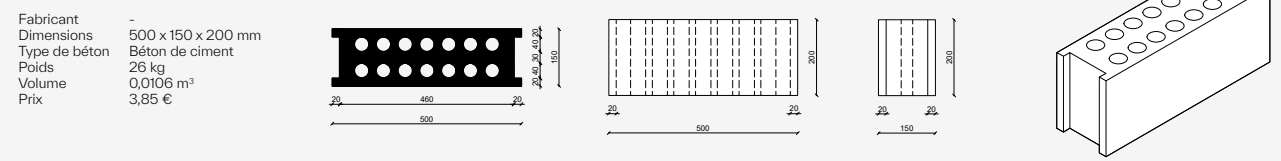
BLOC CREUX 6 ALVÉOLES 15CM



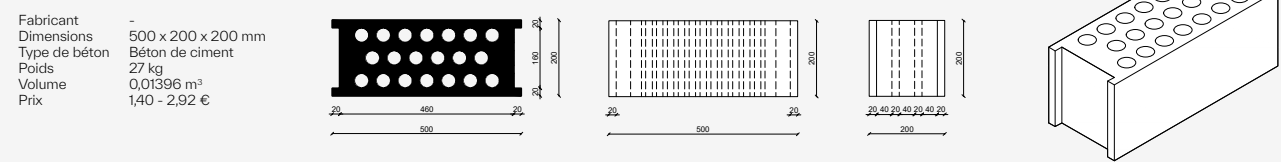
BLOC CREUX 6 ALVÉOLES 10CM



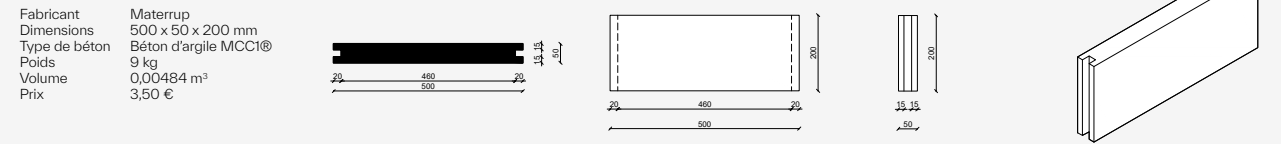
BLOC SEMI-PLEIN 15CM



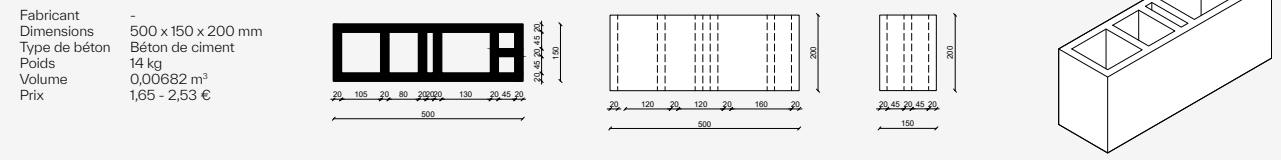
BLOC SEMI-PLEIN 20CM



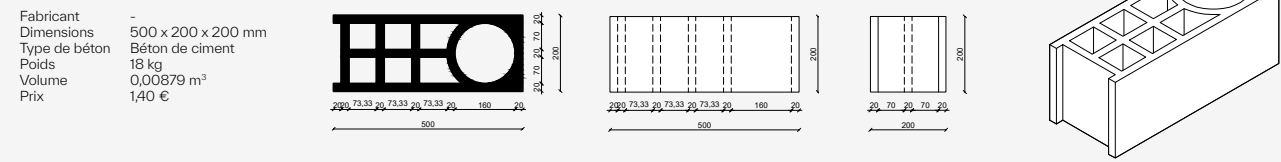
BLOC PLEIN 5CM



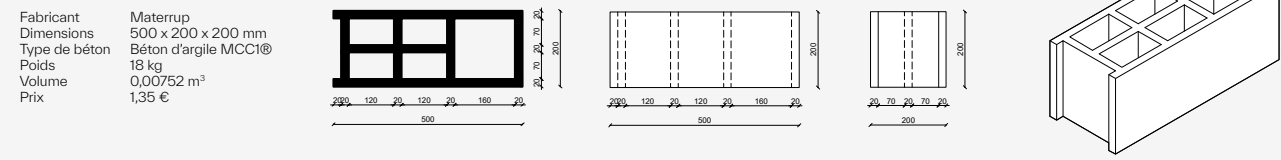
BLOC D'ANGLE - CHAÎNAGE VERTICAL 15CM



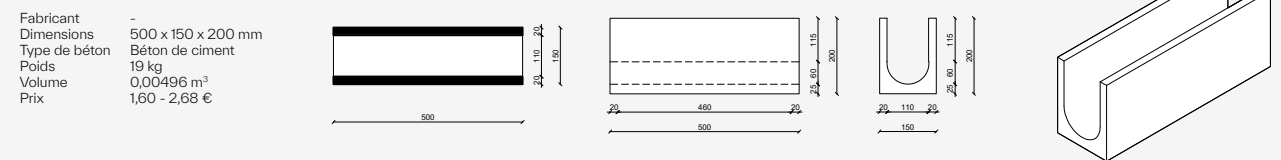
BLOC D'ANGLE - CHAÎNAGE VERTICAL 20CM (ROND)



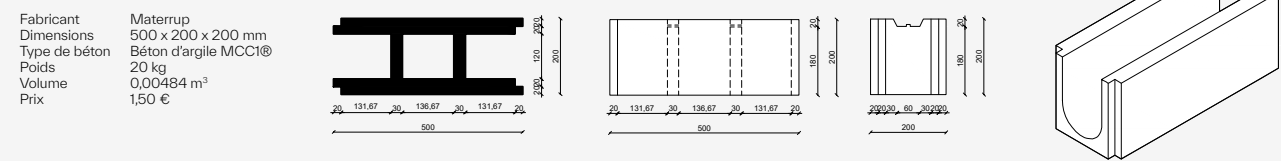
BLOC D'ANGLE - CHAÎNAGE VERTICAL 20 CM (CARRÉ)



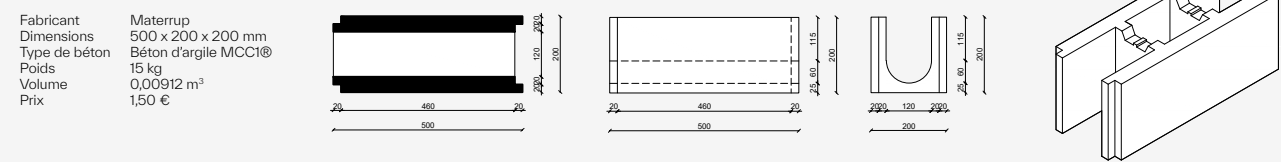
BLOC DE CHAÎNAGE 15CM

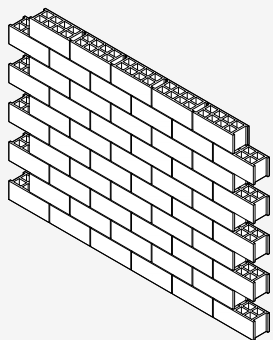


BLOC DE CHAÎNAGE 20CM

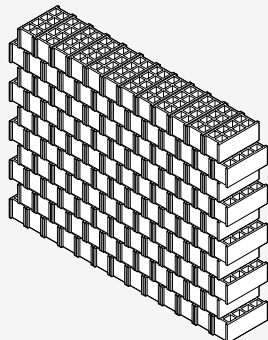


BLOC À BANCHER

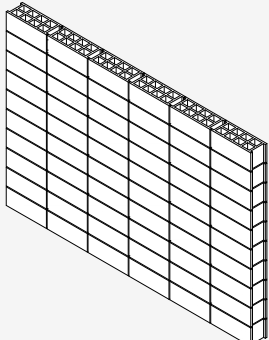




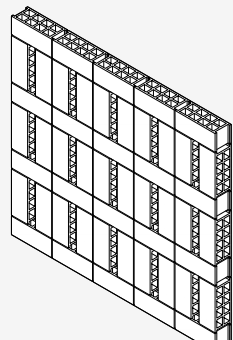
Hypothèse 001
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 10 u/m²
Prix /m² 13 €/m²



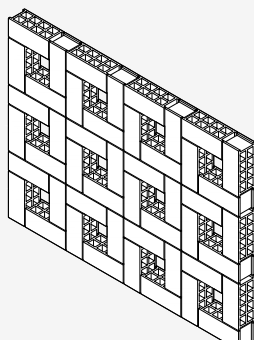
Hypothèse 002
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 50 cm
Nombre / m² 23 u/m²
Prix /m² 30 €/m²



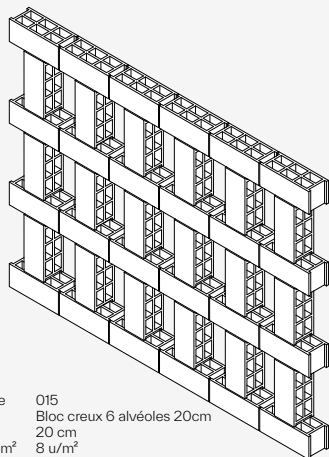
Hypothèse 003
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 10 u/m²
Prix /m² 13 €/m²



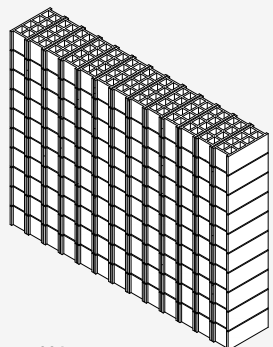
Hypothèse 013
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 8 u/m²
Prix /m² 10 €/m²



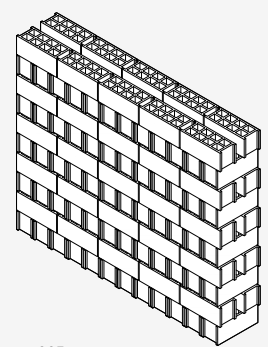
Hypothèse 014
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 8 u/m²
Prix /m² 10 €/m²



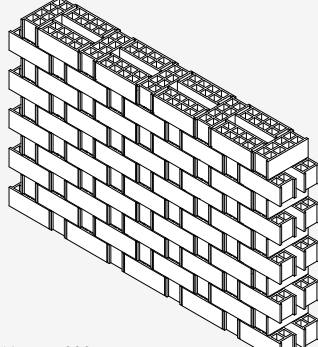
Hypothèse 015
Produits Bloc creux 6 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 8 u/m²
Prix /m² 10 €/m²



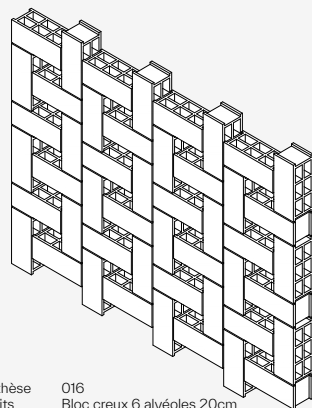
Hypothèse 004
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 50 cm
Nombre / m² 23 u/m²
Prix /m² 30 €/m²



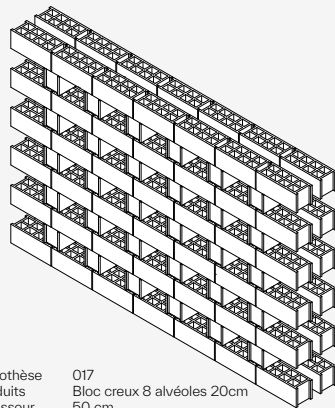
Hypothèse 005
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 50 cm
Nombre / m² 21 u/m²
Prix /m² 27 €/m²



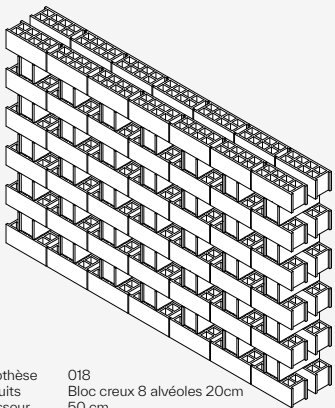
Hypothèse 006
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 50 cm
Nombre / m² 20 u/m²
Prix /m² 26 €/m²



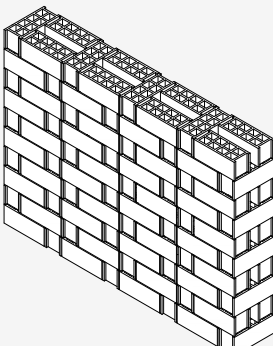
Hypothèse 016
Produits Bloc creux 6 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 8 u/m²
Prix /m² 10 €/m²



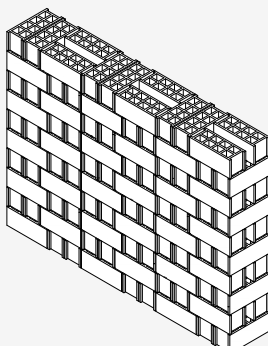
Hypothèse 017
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 50 cm
Nombre / m² 14 u/m²
Prix /m² 18 €/m²



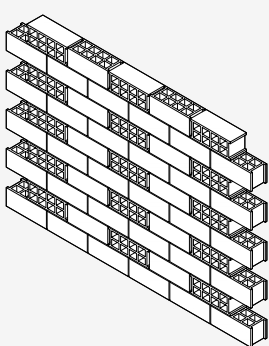
Hypothèse 018
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 50 cm
Nombre / m² 15 u/m²
Prix /m² 19 €/m²



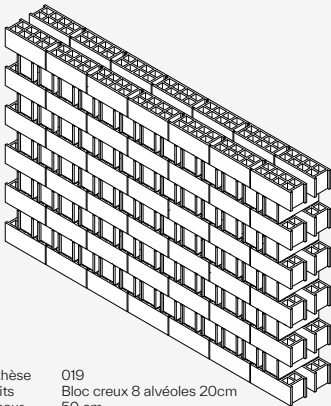
Hypothèse 007
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 50 cm
Nombre / m² 21 u/m²
Prix /m² 27 €/m²



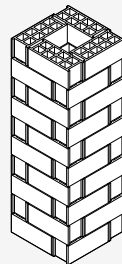
Hypothèse 008
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 50 cm
Nombre / m² 21 u/m²
Prix /m² 27 €/m²



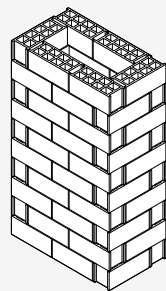
Hypothèse 009
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 19 u/m²
Prix /m² 13 €/m²



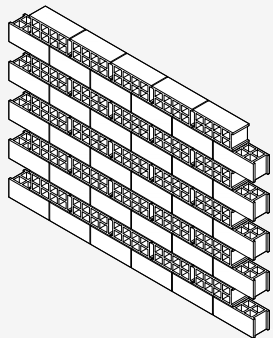
Hypothèse 019
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 50 cm
Nombre / m² 19 u/m²
Prix /m² 25 €/m²



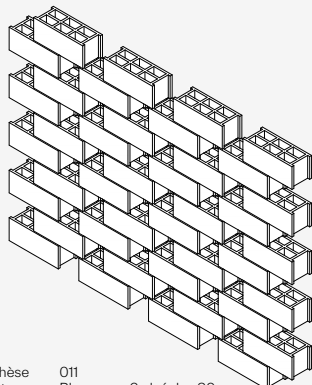
Hypothèse 020
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 71 cm
Nombre / m² 27 u/m²
Prix /m² 35 €/m²



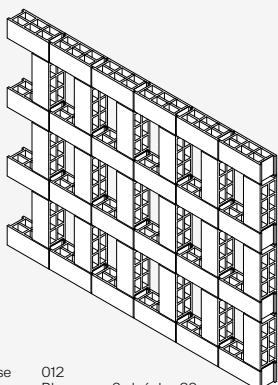
Hypothèse 021
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 71 cm
Nombre / m² 24 u/m²
Prix /m² 31 €/m²



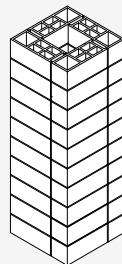
Hypothèse 010
Produits Bloc creux 8 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 10 u/m²
Prix /m² 13 €/m²



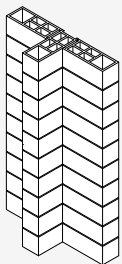
Hypothèse 011
Produits Bloc creux 6 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 8 u/m²
Prix /m² 10 €/m²



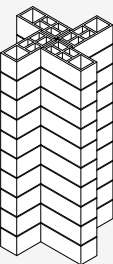
Hypothèse 012
Produits Bloc creux 6 alvéoles 20cm
Épaisseur 20 cm
Nombre / m² 8 u/m²
Prix /m² 10 €/m²



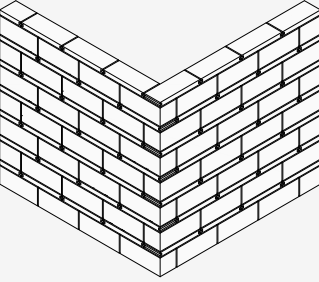
Hypothèse 022
Produits Bloc d'angle - chaînage vertical 20cm (carré)
Épaisseur 70 cm
Nombre / m² 27 u/m²
Prix /m² 35 €/m²



Hypothèse 023
Produits Bloc d'angle - chaînage vertical 20cm (carré)
Épaisseur 120 cm
Nombre / m² 20 u/m²
Prix /m² 26 €/m²



Hypothèse 024
Produits Bloc d'angle - chaînage vertical 20cm (carré)
Épaisseur 120 cm
Nombre / m² 27 u/m²
Prix /m² 35 €/m²



Hypothèse

Produits

025
Bloc creux 20cm + bloc d'angle 20cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

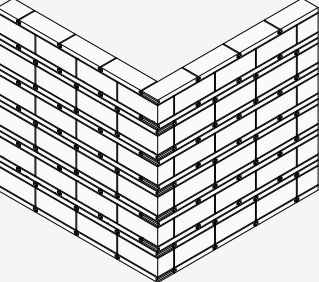
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

14 u/m²

25 €/m²



Hypothèse

Produits

026
Bloc creux 20cm + bloc d'angle 20cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

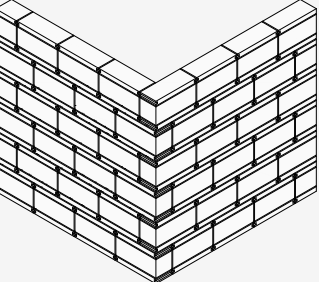
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

18 u/m²

36 €/m²



Hypothèse

Produits

027
Bloc creux 20cm + bloc d'angle 20cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

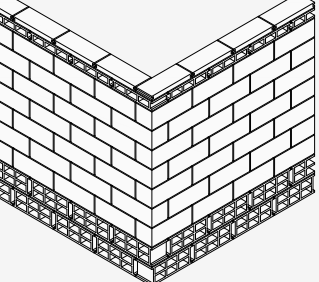
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

18 u/m²

36 €/m²



Hypothèse

Produits

034
Bloc creux 20cm + bloc creux 10cm + bloc d'angle 20cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

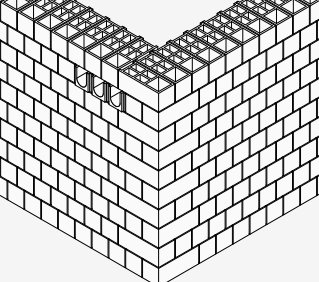
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

13 u/m²

28 €/m²



Hypothèse

Produits

035
Bloc d'angle 20cm + bloc de chaînage 20cm

Épaisseur

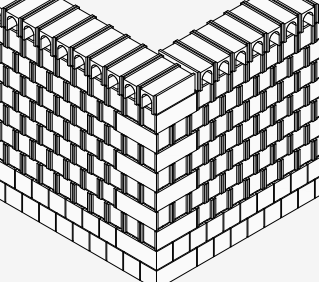
Nombre / m²

Prix /m²

50 cm

23 u/m²

31 €/m²



Hypothèse

Produits

036
Bloc creux 20cm + bloc d'angle 20cm + bloc de chaînage 20cm

Épaisseur

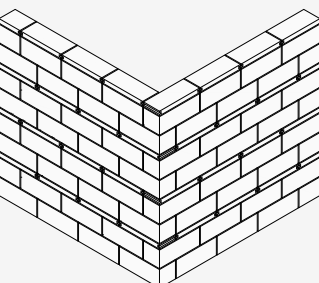
Nombre / m²

Prix /m²

50 cm

22 u/m²

29 €/m²



Hypothèse

Produits

028
Bloc creux 20cm + bloc d'angle 20cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

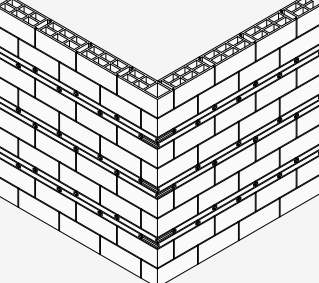
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

12 u/m²

20 €/m²



Hypothèse

Produits

029
Bloc creux 20cm + bloc d'angle 20cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

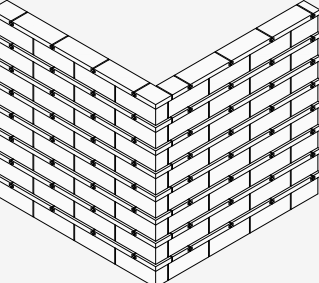
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

14 u/m²

24 €/m²



Hypothèse

Produits

030
Bloc creux 15cm + bloc d'angle 15cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

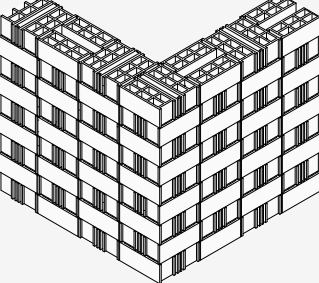
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

16 u/m²

29 €/m²



Hypothèse

Produits

037
Bloc creux 20cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

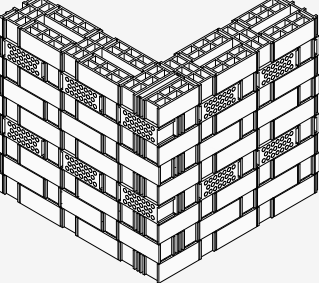
Nombre / m²

Prix /m²

50 cm

23 u/m²

35 €/m²



Hypothèse

Produits

038
Bloc creux 20cm + bloc semi-plein 20cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

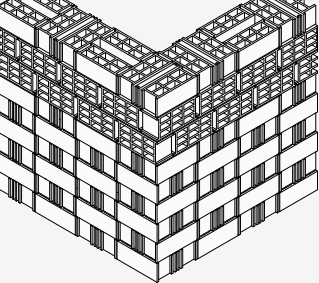
Nombre / m²

Prix /m²

50 cm

19 u/m²

32 €/m²



Hypothèse

Produits

039
Bloc creux 20cm + bloc creux 25cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

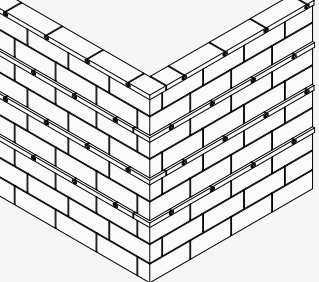
Nombre / m²

Prix /m²

50 cm

22 u/m²

40 €/m²



Hypothèse

Produits

031
Bloc creux 15cm + bloc d'angle 15cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

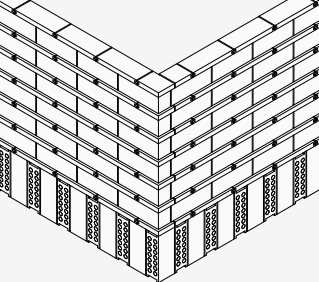
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

13 u/m²

21 €/m²



Hypothèse

Produits

032
Bloc creux 15cm + bloc d'angle 15cm + bloc semi-plein 15cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

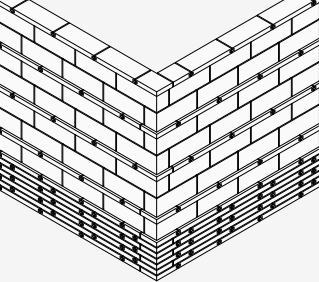
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

16 u/m²

35 €/m²



Hypothèse

Produits

033
Bloc creux 15cm + bloc d'angle 15cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

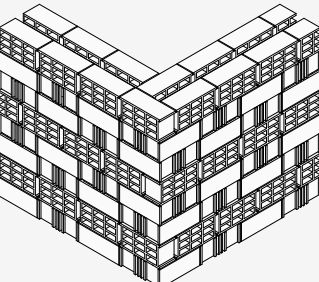
Nombre / m²

Prix /m²

20 cm

18 u/m²

34 €/m²



Hypothèse

Produits

040
Bloc creux 20cm + bloc creux 25cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

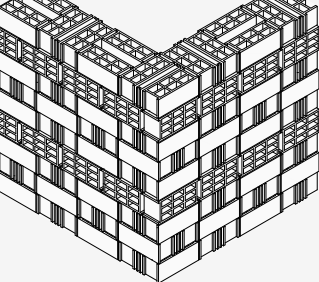
Nombre / m²

Prix /m²

50 cm

19 u/m²

39 €/m²



Hypothèse

Produits

041
Bloc creux 20cm + bloc creux 25cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

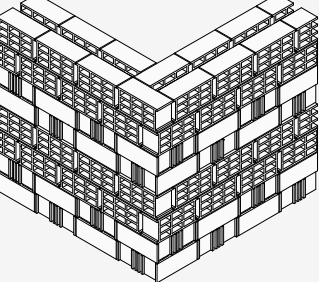
Nombre / m²

Prix /m²

50 cm

22 u/m²

40 €/m²



Hypothèse

Produits

042
Bloc creux 20cm + bloc creux 25cm + bloc plein 5cm

Épaisseur

Nombre / m²

Prix /m²

50 cm

18 u/m²

41 €/m²

IV.

Comme évoqué dans les lectures bibliographiques sur les origines du parpaing, cet élément de maçonnerie cherchait à imiter ou ressembler à un bloc de pierre, présenté même comme une pierre factice. Or, les parpaings contemporains disposent de plus de différences que de similarités avec la pierre. Parmi leurs différences, une consiste de les opposer sur le procédé de fabrication. Le parpaing est un bloc de béton moulé, en forme de parallélépipède, manufacturé avec des dimensions standards, et destiné à une production de masse. Au contraire, un bloc de pierre est extrait directement d'une carrière, taillé sur mesure et en fonction de la dextérité de l'artisan, il peut prendre des dimensions et des formes différentes. *In fine*, nous retrouvons dans la distinction entre parpaing de béton et bloc de pierre l'opposition entre industrie et artisanat, entre sérialité et unicité, entre matérialité brute et noble.

Une série de quatre diptyques juxtapose des références contemporaines d'architecture en pierre et leur reproduction en projetant leur façade en maçonnerie de béton aggloméré. Par cet exercice de juxtaposition, nous espérons interroger l'acceptabilité d'une façade en parpaings non enduits et identifier les problématiques qui se posent pour une façade en parpaing apparent comme l'échelle et les proportions des éléments, le contexte dans lequel le projet s'insère, l'appareillage, l'association avec d'autres matériaux et la possibilité d'affiner les détails.

JUXTAPOSER POUR PERCEVOIR LE PARPAING AUTREMENT



SAME, *École de design d'iX campus*, Saint-Germain-en-Laye, France, livraison en 2025.
Photographie : © 11h45.



SAME, projection de la façade de l'Ecole de design d'iX campus en parpaing de béton, photomontage, 2024.



Rafael Moneo, *Ayuntamiento de Murcia*, Murcia, Espagne, 1998.
Photographie : © Michael Moran (OTTO).



SAME, projection de la façade de l'Ayuntamiento de Murcia en parpaing de béton, photomontage, 2024.



Barrault Pressacco, *immeuble de logements rue Oberkampf*, Paris, France, 2017.
Photographie : © Giaime Meloni.



SAME, projection de la façade de l'immeuble de logements rue Oberkampf en parpaing de béton, photomontage, 2024.



Raphaël Gabrion, *immeuble de logements rue Cèvennes*, Paris, France, 2021.
Photographie : © Photos Javier Callejas.



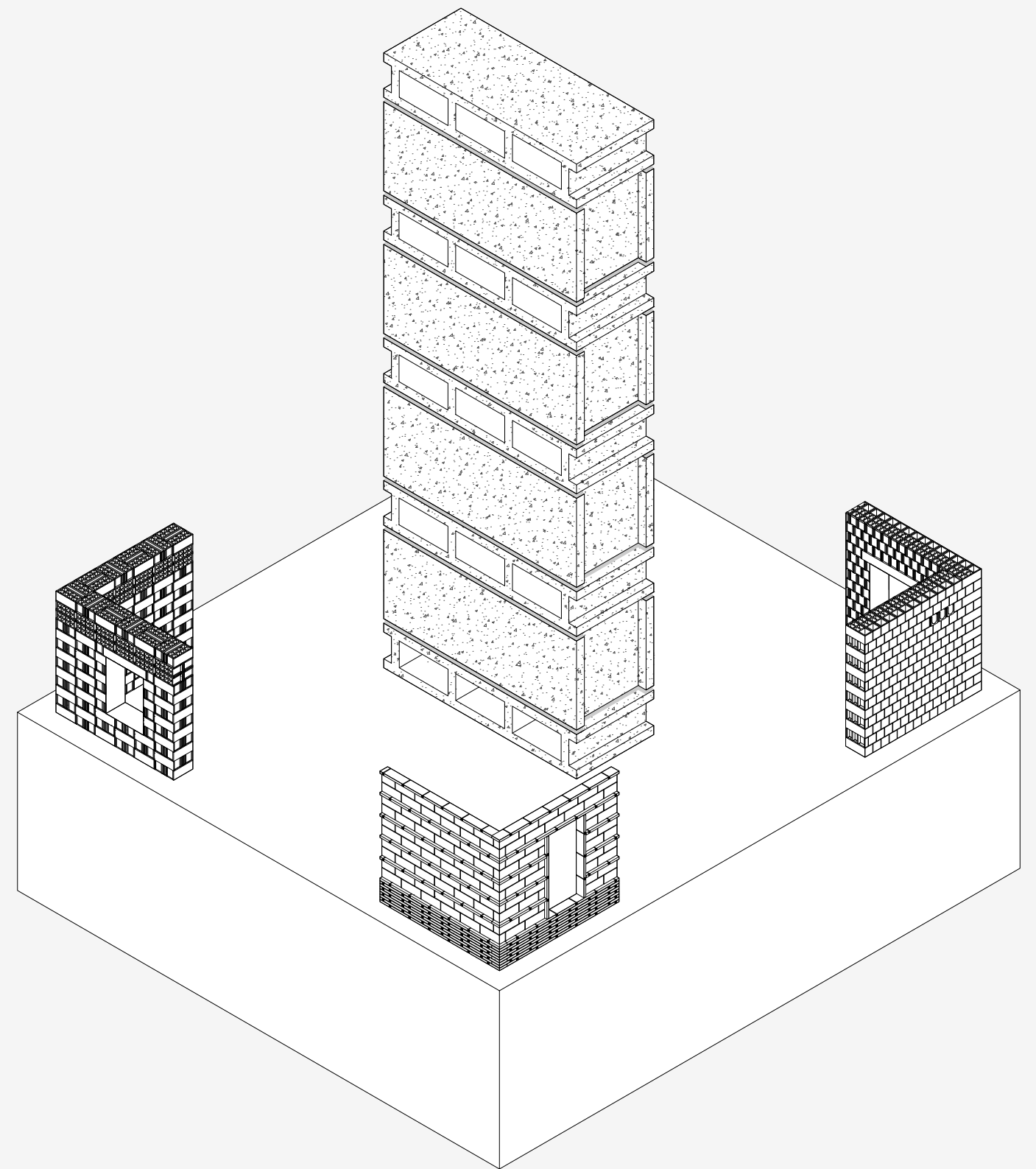
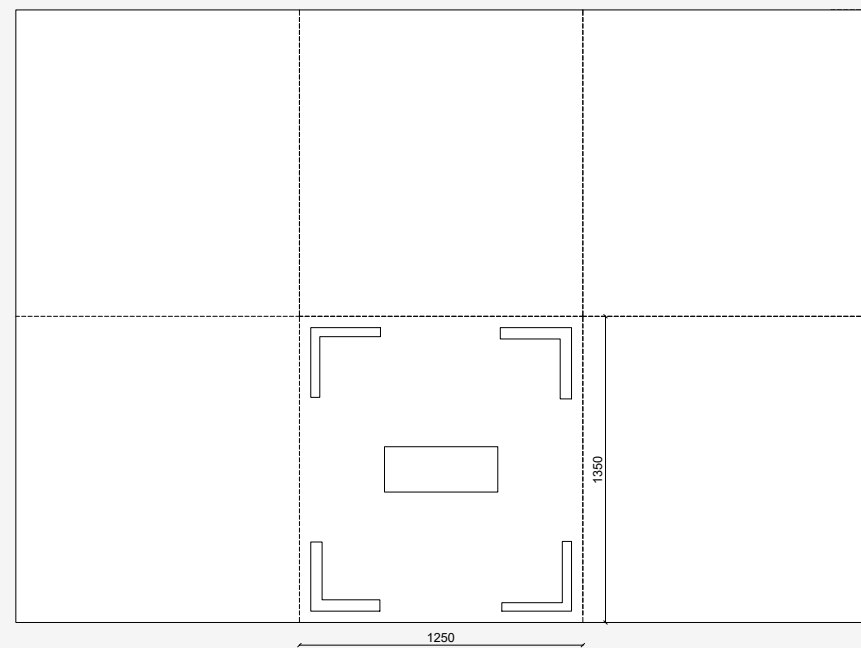
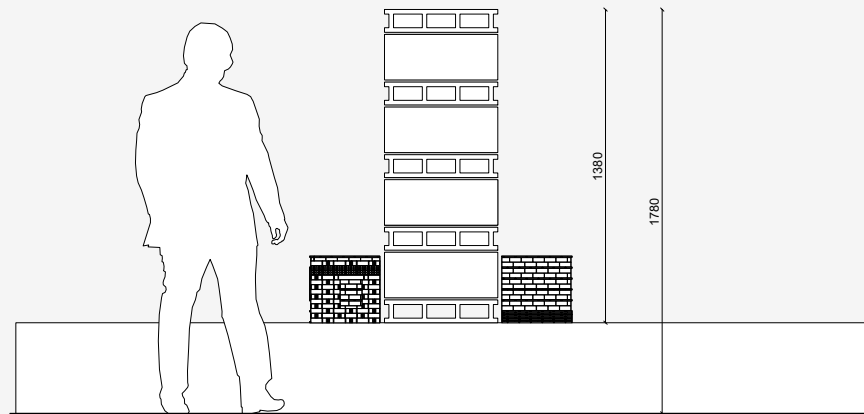
SAME, projection de la façade de l'immeuble de logements rue Cèvennes en parpaing de béton, photomontage, 2024.

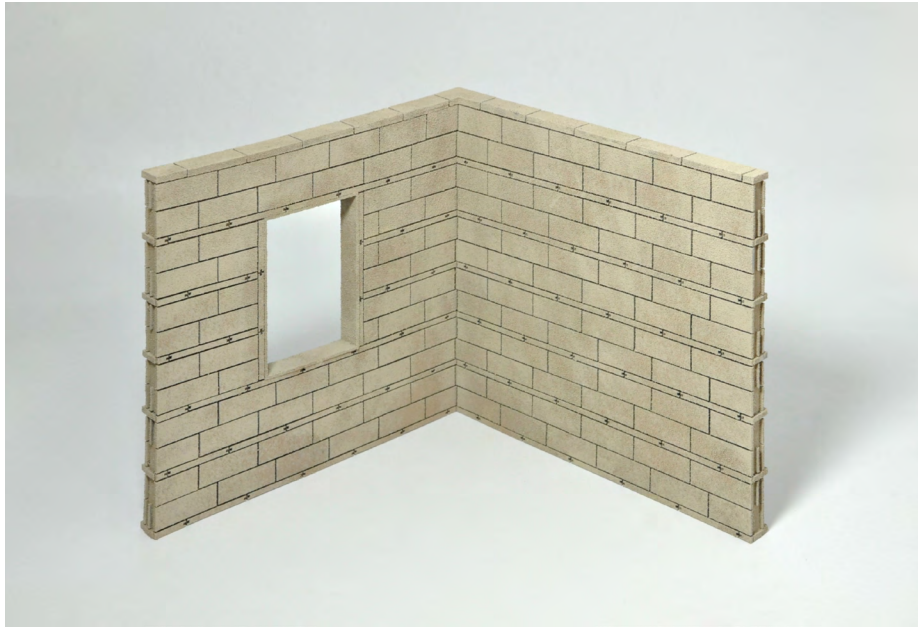
V.

Pour l'exposition « 4°C entre toi et moi », SAME se concentre sur l'exploration des appareillages de parpaings biosourcés. En requestionnant leur composition architectonique, leur matérialité, leur couche superficielle de finition, nous tentons de travailler une nouvelle esthétique vernaculaire. L'air, l'eau, la terre sont les éléments symbiotiques qui permettent à Paris de construire ses nouveaux interstices. La pierre d'Hausmann solide et noble appartenait à son temps. Le parpaing biosourcé, d'argile dans notre cas, tente de résoudre les questions de quantités, de disponibilité et de viabilité à l'orée de 2100.

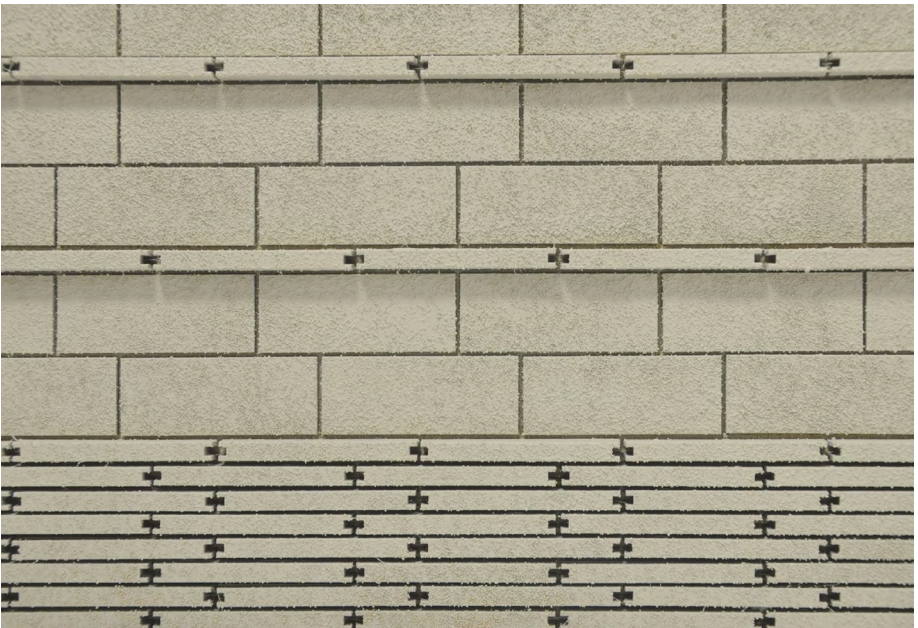
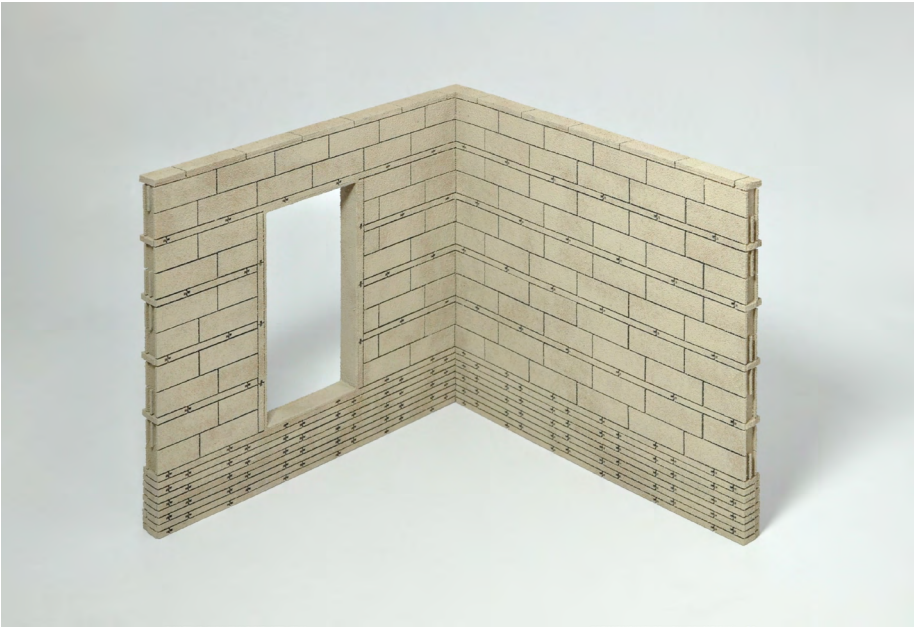
Sur l'espace de la table qui nous est dédié, nous fabriquons un mock-up à l'échelle 1 d'une pile en parpaings de béton d'argile. Celui-ci est placé au centre de la table. Aux quatre angles, nous exposons des maquettes architecturales à l'échelle 1/10, représentant des hypothèses d'appareillage.

TRANSMETTRE ET EXPOSER
« FAIRE PARPAING »

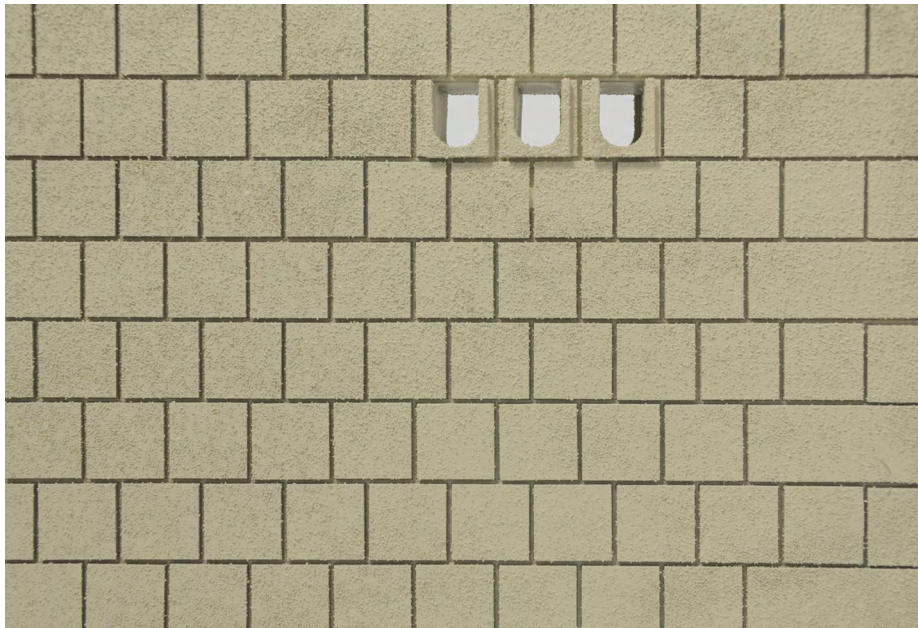
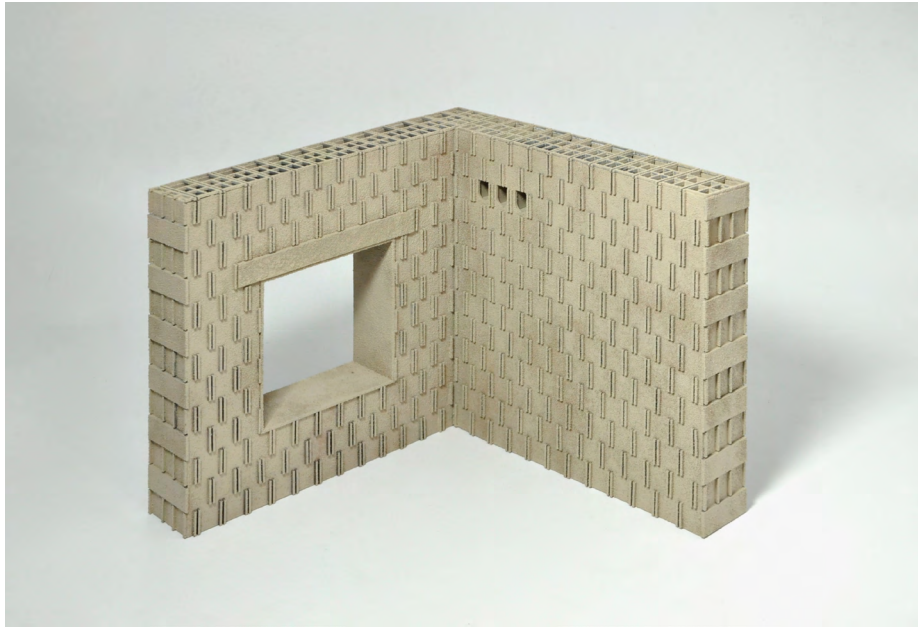
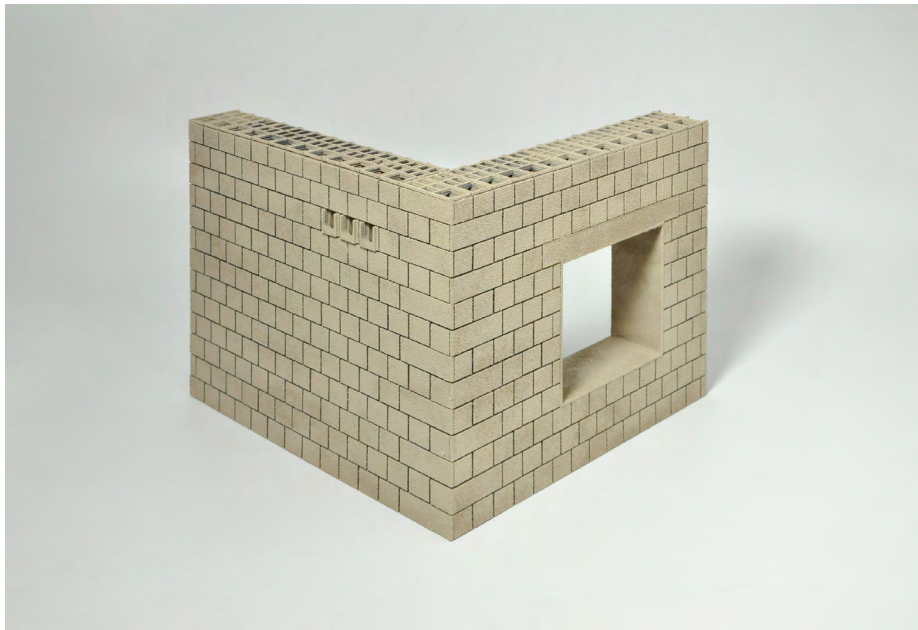




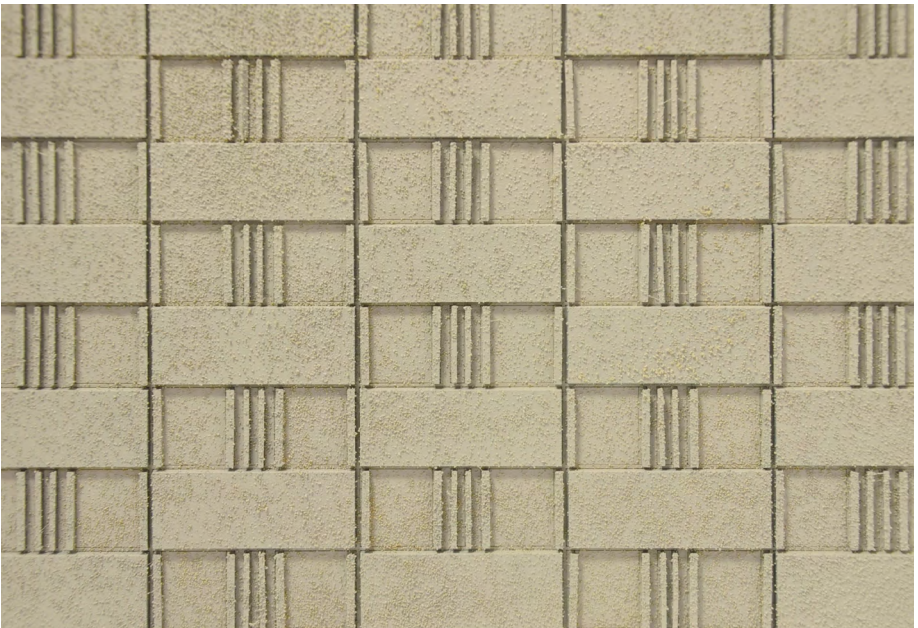
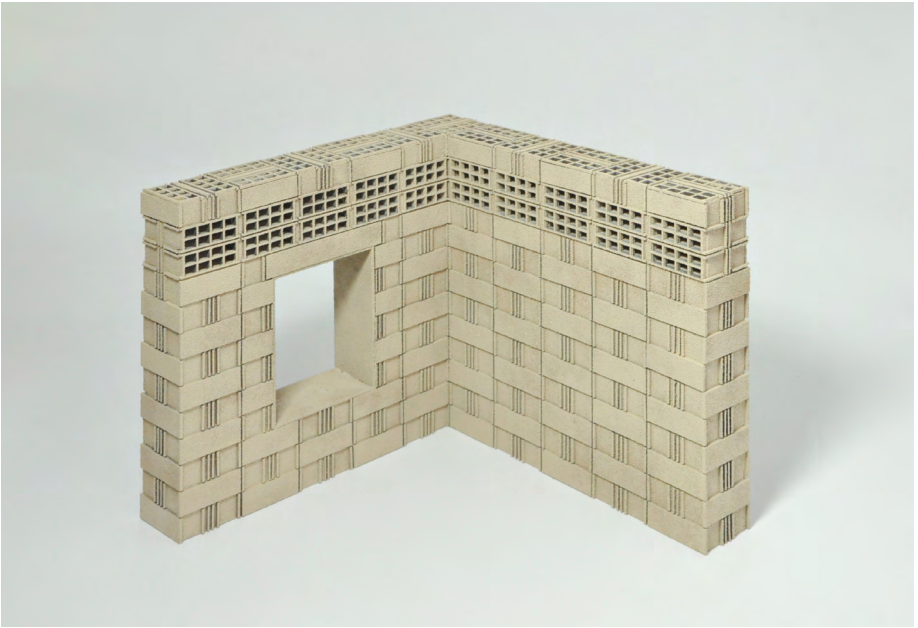
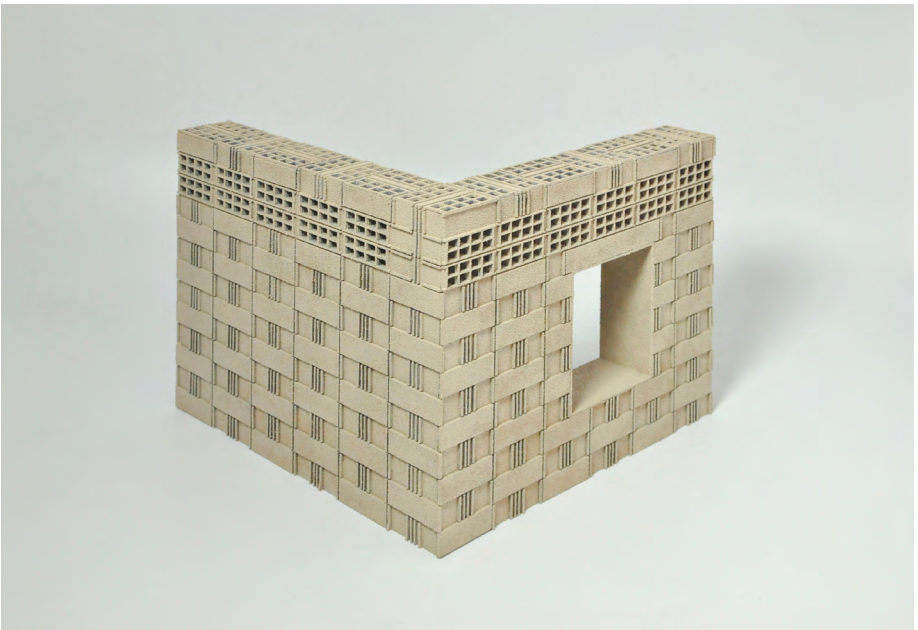
SAME, *hypothèse 025*, maquette, 2025.



SAME, *hypothèse 033*, maquette, 2025.



SAME, *hypothèse 035*, maquette, 2025.



SAME, *hypothèse 039*, maquette, 2025.

NOTES

1 | Météo-France, « À quel climat s’adapter selon la TRACC ? », rapport, octobre 2024. Disponible sur : <https://meteofrance.com/changement-climatique/quel-climat-futur/le-climat-futur-en-france>

2 | Core Writing Team, Hoesung Lee, José Romero (dir.), *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Genève (Suisse), IPCC, 2023.

3 | Agence nationale de contrôle du logement social, « Quelle adéquation entre l’offre et la demande de logement social dans les territoires de France métropolitaine ? », rapport, mai 2020, p. 3.

4 | Fondation Abbé Pierre, « L’état du mal-logement en France 2022 », rapport, n° 27, 2022, p. 12.

5 | « La demande est trop importante sur la plus grande partie du territoire métropolitain français. Il existe en moyenne un logement pour trois demandes. Le manque de logements sociaux est prépondérant dans les territoires tendus ».

Agence nationale de contrôle du logement social, *op.cit.*, p. 18.

6 | Ce chiffre est une estimation antérieure à l'inflation actuelle.

Knight Frank, « Transformation de bureaux en logements : Utopie ou véritable opportunité ? », étude, juin 2021, p. 30-34.

7 | INSEE, « Projections démographiques en Île-de-France à l’horizon 2070 : vieillissante, la région resterait la plus jeune de France métropolitaine », étude, novembre 2022. Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6666275>.

8 | Ville de Paris, *Plan local d’urbanisme bioclimatique : Paris plus verte et solidaire*, novembre 2024, t. 1, p. 54, 101, 103, 126, 152, 154, 183, 185, 205, 207.

9 | Plusieurs PLU des villes franciliennes ont été consultés pour conclure à ce constat. Nous citons ici trois exemples.

Cf : Ville de Vitry-sur-Seine, *Plan local d’urbanisme*, avril 2022.

Ville de Colombes, *Plan local d’urbanisme*, décembre 2023.

Etablissement Public Territorial de Plaine Commune, Plan Local d’Urbanisme intercommunal de Plaine Commune, février 2020 (en cours de révision).

10 | CSTB, *DTU 20.1 Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs*, juillet 2020.

11 | Dictionnaire de l’Académie Française, 9e édition (actuelle), *parpaing*, s.d., [<https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9P0725>], consulté le 21 février 2024.

[Anon.], s.v. « bloc de béton », dans Jean-Luc Blin-Lacroix, Jean-Paul Roy, *Le dictionnaire professionnel du BTP*, Paris, Éditions Eyrolles, 2011, [<https://www.editions-eyrolles.com/Dico-BTP/definition.html?id=1295>], consulté le 21 février 2024.

[Anon.], s.v. « parpaing », dans Jean-Luc Blin-Lacroix, Jean-Paul Roy, *Le dictionnaire professionnel du BTP*, Paris, Éditions Eyrolles, 2011.

Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL) *parpaing*, s.d., [<https://www.cnrtl.fr/definition/parpaing>], consulté le 21 février 2024.

12 | Cambridge English Dictionary, *breeze-block*, s.d., [<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/breeze-block>], consulté le 15 mars 2025.

13 | Dictionnaire de l’Académie Française, 9e édition (actuelle), *mur*, s.d., [<https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9M3182>], consulté le 15 septembre 2024.

Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL) *mur*, s.d., [<https://www.cnrtl.fr/definition/mur>], consulté le 15 septembre 2024.

14 | Philippe Rahm, *Histoire naturelle de l’architecture : Comment le climat, les épidémies et l’énergie ont façonné la ville et les bâtiments*, Paris, Pavillon de l’Arsenal, 2020, chap. 1, « Pourquoi notre nature homéotherme a donné naissance à l’architecture ».

15 | Vitruve, *De l’architecture [De architectura]*, [circa Ier siècle av.J.C.], livre II, chap. 1.

16 | Gottfried Semper, *Du style et de l’architecture : écrits 1834-1869*, trad. de l’allemand par Jacques Soullou et Nathalie Neumann, Marseille, Parenthèses, 2007 [1851], chap. « Les Quatre éléments de l’architecture : Contribution à une architecture comparative ».

Cité également dans : Isabelle Kalinowski, « Qu’est-ce qu’un mur ? Mur de pierre, enclos et tressage de couleur chez Gottfried Semper », *Gradhiva*, n° 25, 2017, p. 80-105.

17 | AFP, « Le béton-ciment, troisième “pays” des émissions de gaz à effet de serre », *GEO*, 19 octobre 2021. Disponible sur : <https://www.geo.fr/environnement/le-beton-ciment-troisieme-pays-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-206744>.

18 | Nadia Hoyer, *Matériaux et architecture durable : fabrication et transformation, propriétés physiques et architecturales, approche environnementale*, Malakoff, Dunod, 2020, p. 111-112.

19 | Marc Frochaux, « Le béton, un principe universel : entretien avec Salvatore Aprea », *Tracés*, novembre 2020, *Laisse béton ?*, [<https://www.espazium.ch/fr/actualites/le-beton-un-principe-universel-entretien-avec-salvatore-aprea>], consulté le 12 mars 2024.

20 | Yves Malier, « De Marcus Vitruvius aux nanomatériaux, ou l’apport de la singulière histoire du béton à une réflexion prospective sur la recherche universitaire en génie civil », actes des 25^{emes} Rencontres AUGC (Bordeaux, 23-25 mai 2007), [<https://www.iut.u-bordeaux.fr/gc/augc07/>], consulté le 12 mars 2024.

21 | Cf : Cyril Simmonet, *Le béton. Histoire d’un matériau : Économie, technique, architecture*, Marseille, Éditions Parenthèse, 2005.

22 | Cédric Avenier, « Béton : les mots et les choses », dans Philippe Genestier, Pierre Gras (dir.), *Sacré béton, Fabrique et légende d’un matériau du futur*, Lyon, Libel, 2015, p. 14-21.

Cédric Avenier. « Les ciments prompts naturels », *Monumental : revue scientifique et technique*, n° 1, 2006, p.100-103.

23 | François Coignet, *Bétons agglomérés appliqués à l’art de construire*, Paris, Librairie scientifique, industrielle et agricole E. Lacroix, 1861.

24 | Laurent Koetz, *Imiter. Inventer : Les cathédrales de Louis-Auguste Boileau (1812-1896)*, Paris, Éditions des Cendres, 2023, chap. IV, « Révolution architecturale et nouveaux matériaux », sous-chap., « L’église Sainte-Marguerite au Vésinet : un chantier exceptionnel ».

S A M E

Studio SAME

53 rue Meslay, Paris III

01 47 07 27 41

contact@same-architectes.com

www.same-architectes.com