

◀ Construction neuve de 25 logements sociaux et d'une crèche de 35 berceaux environ, à Paris (20^e), rue Orfila. Architecte : Mobile Architectural Office (MAO). RT 2012 - 20%, certification Cerqual, H&E profil A, Plan climat Ville de Paris.

Bioclimatisme et enveloppe d'abord

Construire passif et bas carbone, c'est d'ores et déjà possible. L'architecte et urbaniste Philippe Madec, rédacteur du *Manifeste pour une frugalité heureuse et créative* avec l'architecte Dominique Gauzin-Müller et l'ingénieur Alain Bornarel, détaille pour nous, dans un long entretien, sa pratique et la place de l'enveloppe du bâtiment : bioclimatique, passive et bas carbone. Concernant les systèmes et produits, tout est en place pour un changement d'échelle. Reste à avoir la volonté de faire. Deux exemples nous montrent la voie à suivre.

Dossier réalisé par Stéphane Miget

Sommaire

Interview de Philippe Madec, architecte, urbaniste, professeur et écrivain	pp. 30 à 33
Technologies au naturel	pp. 34 à 36
R + 8 ossature bois et chanvre projeté	p. 37
Ferme urbaine <i>high-tech/low-tech</i> et réemploi	pp. 38 à 40



Photo : Bruno Lévy

PHILIPPE MADEC, architecte, urbaniste, professeur et écrivain

« Tous nos choix sont dictés par ce principe : le respect de la planète et la volonté de mettre la nature au cœur du projet. »

5façades – Enveloppe passive et bas carbone, qu'est-ce que cela évoque pour vous ?

Philippe Madec – Commençons par l'enveloppe. Souvent, on me dit que le projet écologique coûte cher. Je réponds : « Oui, la qualité environnementale a un coût – si le contraire était vrai, ce serait très étrange. Néanmoins, nos budgets ne sont pas plus importants. » Et il ne faut pas qu'ils le soient : l'idée n'est pas de concevoir des bâtiments de plus en plus exclusifs et de moins en moins accessibles à tous. Donc dans le cas d'un budget normal, alors que l'on apporte davantage de qualité, il est nécessaire d'avoir une stratégie de répartition de l'argent. Où investissons-nous pour que ce budget soit utile longtemps ? Ma réponse est simple : dans l'enveloppe, en faisant en sorte que celle-ci soit préparée aux évolutions futures.

Concrètement, en quoi consiste cette préparation ?

L'enveloppe doit être d'emblée au niveau du passif,

mais pas du BBC. Le BBC est, pour moi, une étape problématique.

Pour quelle raison ?

Pour réhabiliter un bâtiment et le faire passer du BBC au passif, que va-t-on faire ? Ajouter des machines ? Non ! Il faut, dès le début, concevoir une enveloppe très performante. Sachant que cette notion (du passif) n'a pas de sens au sud de la Loire. C'est valable sur une ligne allant, plus ou moins, de Caen à Lyon. Atteindre ce niveau impose d'investir dans le gros œuvre et dans la structure, car nous devons veiller à ce que nos constructions ne répondent pas seulement aux conditions climatiques actuelles mais aussi à l'évolution du climat, aujourd'hui clairement connue. S'il y a des économies à faire, c'est sur le second œuvre – je préfère laisser l'intérieur brut et qu'il soit aménagé par les usagers – ou encore sur les lots techniques.

C'est-à-dire ?

Que voit-on aujourd'hui ? Des systèmes, même dits environnementaux, qui mettent en œuvre beaucoup plus de technologies. En quelques années, les lots techniques sont passés de 15 à 25 %, et le nombre d'incidents et de problèmes a augmenté en proportion. Pourquoi charger la barque avec des machines dont on n'a pas besoin ? Privilégions le *low-tech*, la conception bioclimatique. C'est ma position.

En revanche, pas d'économie sur l'enveloppe ?

Exactement ! Zéro économie. Une fois ce principe établi, il reste à définir comment concevoir l'enveloppe.

Cela passe par la frugalité heureuse et créative ?

La frugalité est une vertu positive. Son étymologie l'exprime : frugal, du latin *frugalis*, de *frux*, *gis*... c'est la récolte des fruits ! La récolte est heureuse quand elle n'abîme pas la terre et rassasie ceux qui la réalisent. Nous, architectes, ne faisons qu'utiliser et mettre en œuvre des ressources pour que les gens vivent bien, l'enjeu de la récolte est fondamental. Elle est heureuse et doit être créative, car après ces deux siècles de gabegie, nous devons être inventifs pour réussir à faire autrement. Tous nos choix sont dictés par deux principes : le respect de la planète et la volonté de mettre la nature au cœur du projet.

« Pourquoi charger la barque avec des machines dont on n'a pas besoin ? Privilégions le *low-tech*, la conception bioclimatique. C'est ma position. »

Avez-vous un exemple concret ?

Avant d'arriver aux détails techniques du mur, il faut repenser la relation entre le bâti et son environnement. Notamment sa relation au soleil : il offre chaleur et lumière. Dans le Nord et l'Est de la France, où les hivers imposent du chauffage, nous nous arrangeons pour que chaque logement reçoive deux heures de soleil le 21 décembre, jour le plus court de l'année. Cet apport solaire, gratuit, permet d'atteindre un niveau passif, sans avoir à ajouter de technologies. Avec une bonne orientation, une bonne solarisation, une bonne surface de vitrages pour capter, une bonne isolation et une bonne inertie à l'intérieur, il est possible de se passer de chauffage.

Autre élément important : chaque pièce doit recevoir de la lumière naturelle, ce qui évite d'utiliser l'éclairage électrique en journée. Il est indécent de concevoir des salles de bains et des toilettes comme des pièces aveugles, de dire d'une certaine manière aux gens qu'ils vont commencer leur journée en passant dans deux placards. Il s'agit juste d'une intelligence de projet. L'air est le troisième élément naturel. Il faut qu'il entre dans les logements afin que son renouvellement s'opère

de façon naturelle, plutôt que mécaniquement. Pourquoi, en France, a-t-on la plus mauvaise qualité d'air intérieur ? Parce que les systèmes de ventilation mécanique sont hygro-réglables : ce n'est pas un dispositif qui permet une bonne qualité de l'air.

Bref, ces trois éléments naturels – chaleur, lumière et air – ne coûtent rien ! Donc l'enveloppe, les façades, doivent être conçues pour faire en sorte que chacun d'entre eux puissent entrer dans le bâtiment.

Il y a aussi la question du confort d'été, d'autant plus importante que les épisodes caniculaires deviennent fréquents... Comment gérer celui-ci avec une enveloppe passive ?

Penser une enveloppe, c'est penser la porosité avant tout, les échanges entre intérieur et extérieur. Deux heures de soleil au 21 décembre, cela signifie que le soleil entre selon un angle bas. Se protéger du rayonnement en été lorsqu'il est haut n'est pas bien compliqué. Idem pour la ventilation. Si l'architecture est capable de faire entrer l'air, elle est capable de le faire passer la nuit donc, pour créer un déphasage entre le jour et la nuit. Dans la mesure où vous avez une inertie suffisante à l'intérieur du logement, les surchauffes sont gérées. Donc, on se protège du soleil... mais on ne met surtout pas de volets roulants ! Le volet roulant est une catastrophe : ses petites ouvertures entre lames sont insuffisantes pour le passage de l'air. Sur un logement non traversant exposé plein sud, les volets roulants coupent non seulement de l'extérieur, mais en plus, ils empêchent le passage de l'air et créent une surchauffe à l'intérieur...

Ce que je viens de décrire concerne la construction neuve. Sauf que le travail du 21^e siècle, c'est la réhabilitation.

Réhabilitation... Vous pensez à quoi ? Au patrimoine ancien ?

C'est tout le bâti déjà là. En Île-de-France, pourquoi construire, alors qu'il y a des millions de mètres carrés de bureaux vides, de logements inoccupés. Idem dans les bourgs : pourquoi faire des lotissements, alors qu'il y a des maisons inoccupées. Faut-il encore construire du neuf ? Pas sûr, voire non. Cette question se pose partout, mais pas de la même manière. Dans tous les cas, c'est « la » question à se poser au début de chaque projet. Ensuite, il faut surtout réhabiliter, ne rien démolir – et consolider si nécessaire. L'Ademe a été très claire sur le fait que réhabiliter pollue moins et utilise moins de ressources que la construction neuve. Quand je dis réhabiliter, c'est d'un point de vue technique bien sûr – ça finit toujours par être une réponse technique –, mais aussi sur le plan culturel et sociétal. Il faut que l'on retrouve de l'estime pour ce « monde » déjà là. La réhabilitation s'impose, il n'y a pas d'autre solution.

Ne vous sera-t-il pas rétorqué, par exemple, qu'il y a des barres HLM qu'il faut détruire ?

Les détruire est, à mon sens, une hérésie, à la fois sociale et contre la planète. D'autant plus que leur construction a généré tellement de pollution et dépensé tellement



Photo : Atelier Philippe Madec

d'énergie... Elles ont été construites à une époque où il n'y avait pas de VMC, elles ont des fenêtres dans les salles de bains et les toilettes ! Soit une certaine qualité de vie. Réhabiliter ces barres, c'est leur redonner le statut qu'elles avaient déjà en apportant ce qui est nécessaire pour que la vie contemporaine ait sa place. Beaucoup de gens n'en veulent plus pour des motifs économiques et d'étranges raisons sociales, rarement pour des raisons architecturales.

Chaque bâtiment est particulier, chaque mode constructif aussi. Comment aborde-t-on une réhabilitation ? Y a-t-il une règle que vous suiviriez ?

Les réhabilitations sur ce type d'architectures ne sont pas si compliquées : l'isolation par l'extérieur, l'isolation de la toiture, le changement des menuiseries avec des systèmes qui autorisent une protection solaire et une ventilation sont la clé. Cela revient à ce que je disais pour la construction neuve, mais sur de l'existant, c'est plus rapide. Les cinq façades sont déjà là, il suffit de leur ajouter ce qui leur permettra d'avoir les qualités environnementales et énergétiques nécessaires aujourd'hui, et de les préparer à faire face à l'avenir.

Parlons matériaux... du béton par exemple ?

Le béton armé avec du ciment Portland, celui-là, je l'utilise le moins possible parce que c'est une catastrophe. La production du ciment, c'est entre 7 et 9 % des émissions de gaz à effet de serre. Ajoutez à cela le sable qui est devenu une pierre précieuse (les mafias s'en sont

emparées), l'eau employée en grande quantité, alors qu'elle est devenue rare. Le béton est un assoiffé : ce n'est pas tant l'eau que l'on met dedans, mais celle qui est nécessaire pour nettoyer le sable, les machines, les banches, les chantiers. Ce n'est pas pour rien que l'on parle de filière humide et de filière sèche. Vous ajoutez l'acier... Sans oublier qu'au bout de soixante ans, on le sait bien, il faut revenir sur les structures en béton et les reprendre. L'exemple, dans son horreur, est le pont de Gènes ! Mais aussi tous les tunnels de Bruxelles, etc.

« Faut-il encore construire du neuf ? Pas sûr, voire non. »

Oui, mais avons-nous la possibilité de faire autrement ?

En France, nous avons raison d'être fiers de nos constructeurs en béton. Ils ont fait un travail incroyable. Mais ce qu'ils ont mis en œuvre par le passé s'avère catastrophique en termes d'impact environnemental. Tous, y compris eux, l'ignoraient ; nous l'avons découvert ensemble. La question à se poser – je me la pose d'ailleurs depuis longtemps, d'autant plus en cette période de pandémie –, est celle-ci : « Que pouvons-nous conserver des modernes ? » Je veux bien garder leur savoir-faire précieux et celui des majors dans l'utilisation de la banche. Mais il faut se demander ce que l'on doit couler dans ces banches. Selon moi, il faut s'orienter vers la terre coulée – les recherches



Photo : Atelier Philippe Madec

en la matière sont légion – et vers tout ce qui apparaît aujourd'hui : bois, matériaux biosourcés, géosourcés, et vers les savoir-faire proches et disponibles. Notre principe : le bon matériau au bon endroit. Le bon matériau étant celui qui ne porte pas atteinte à la planète et résout le mieux un enjeu architectural et technique. Et surtout, que l'on arrête cette monoculture du béton qui entraîne en plus une perte incroyable de la culture architecturale. Si l'on met construction en béton + une procédure de Zac, vous obtenez la même architecture partout, de Lille à Marseille : mêmes dimensions des programmes, mêmes manières de construire...

Donc l'enveloppe est nécessairement biosourcée ?

Clairement, tout ce qui provient de l'industrie pétrolière, c'est non. Pas de polystyrène. Jamais de PVC non plus. Pour moi, c'est même parfois un motif de rupture avec un maître d'ouvrage ! Donc pas de PVC, et, plus largement, pas de matériaux carbonés. Idem pour les sols. Quand on travaille sur une maçonnerie en pierre, on peut isoler avec du béton de chanvre, tous deux perspirants. Pour des façades en bois, c'est de la laine de bois compressée, de la ouate de cellulose, de la paille. Il y a pléthore de solutions intelligentes. Aujourd'hui, on a tout ; je trouve que les industriels se sont montrés plus intelligents que les maîtres d'œuvre. Très tôt, dès que la HQE est arrivée, ils ont compris que leur métier allait changer et ont fait des propositions différentes. L'industriel est un chercheur, il est dans la recherche et l'action.

« Médiathèque et maison des Réfugiés, rue Jean-Qarré à Paris (19^e), Atelier Philippe Madec Architecture et Associé : « Réhabilitation attentive du bâti existant en béton, complétée par un élément vertical servant à établir le lien entre volumes et fonctions. Il est recouvert et protégé par une résille en bois tressé, bois et terre coulée. L'ensemble produit l'énergie nécessaire à son fonctionnement. »

Quelque chose à ajouter ?

Oui, à propos des artisans et des entreprises. Matériaux et savoir-faire sont indissociables. Une des grandes qualités du Creba (Centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien) est de mettre l'accent sur la formation des artisans. Ces derniers doivent être à même de réfléchir à des techniques différentes. Il faut les aider à se former, c'est presque une nécessité première : retrouver les savoir-faire et les adapter aux techniques nouvelles. On a les matériaux, mais il faut que les savoir-faire suivent, d'où la nécessité de formation. Il est capital de réorganiser le bâtiment et de l'aider en cela. L'enjeu est de faire disparaître la monoculture du béton et d'inventer ensemble la culture partagée de l'action écoresponsable.

Pionnier de l'écoresponsabilité en urbanisme et architecture, Philippe Madec reçoit, en 2012, le Global Award for Sustainable Architecture. Avec Dominique Gauzin-Müller et Alain Bornarel, il est rédacteur du *Manifeste pour une frugalité heureuse et créative*. Philippe Madec est membre de l'Académie d'architecture et du chapitre Europe du Club de Rome. Dernières parutions : *L'Écurie, Manifeste pour une architecture frugale*, avec Alain Bornarel et Pierre-Yves Brunaud, Muséo Éditions, 2018 ; « *We Archi* » 04 : *Atelier Philippe Madec*, éditions La découverte/Dominique Carré éditeur, 2019.

Technologies au naturel

Le développement de la construction passive entraîne dans son sillage l'utilisation de matériaux réputés naturels, biosourcés et géosourcés, ayant peu d'impacts sur l'environnement, tant sur le plan de la ressource, de l'énergie grise que du carbone. Au choix : bois, paille, chanvre, lin, bambou, terre crue, pierre...

Signe qui ne trompe pas, l'action des pouvoirs publics pour promouvoir les filières matériaux biosourcés et géosourcés constituées de PMI et PME. Pour preuve, le label Bâtiment biosourcé est une première pour la filière construction. Ce label, malheureusement méconnu, ne concerne que les constructions neuves, mais a instauré, pour la première fois, un référentiel public et officiel des matériaux biosourcés. Ou encore, la sortie en avril 2020 du guide des matériaux de construction biosourcés dans la commande publique. Édité par la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN) et la Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP), il s'adresse aux acheteurs, publics et privés, pour développer la part des matériaux biosourcés dans la passation de leurs marchés prévus par le Code de la commande publique. Autre signe encourageant : les nombreuses actions de recherches et développements. Car construire avec ces matériaux implique une réflexion globale sur leurs propriétés : structure, isolation, inertie, hygro-régulation, perspiration...

Fibres de bois

La filière bois est actuellement probablement la plus structurée et la plus à même de concurrencer – remplacer ? – les modes constructifs classiques : structure avec les bois d'ingénierie (lamellé-collé, CLT...) et second œuvre. Par exemple, les isolants à base de fibres de bois sont désormais systématiquement soumis aux critères de la certification Acermi (Association pour la certification des matériaux isolants). Ils sont aussi testés sur leur capacité de résistance au feu.

Paille et chanvre

De leur côté, la paille et le chanvre commencent à bien s'installer sur le marché, y compris dans la construction d'ERP. D'autant plus que ces fibres peuvent de surcroît être associées à la terre crue (bauge). Dans les deux cas, des règles professionnelles ont été rédigées, et les produits ont été testés sous toutes les coutures : feu, propriétés thermiques et acoustiques, tenue dans le temps... Des filières très actives qui



Photo : Aubertin

▲ Extension de 300m² d'une maison de retraite dans la Meuse : une façade bois/pierre locale constituée d'éléments simples et peu usinés facilitant la réutilisation. Collectif Studiolada



Photo : Sto

▲ 25 pavillons groupés, Le Toit Vosgien, ASP Architecture : ossature bois, caisson isolé avec de la ouate de cellulose, habillage tuiles en partie haute et ITE sous enduit mince avec isolation panneaux en fibres de bois (StoTherm Wood de Sto).

OLIVIER DUPONT, DIRECTEUR GÉNÉRAL
ADJOINT DU CTMNC¹ ET MEMBRE
DU CONSEIL D'ADMINISTRATION
DE L'INSTITUT CARNOT MECD

« Apporter les justifications
de performances résiduelles de réemploi. »

« La préoccupation des industriels est évidemment de produire des composants qui émettent le minimum de carbone. Deux exemples : des travaux sont en cours sur des technologies de rupture pour l'utilisation de nouvelles énergies (biogaz, hydrogène...)



Photo : MECD

utilisable dans les process ; d'autres sur une meilleure gestion des géosourcés comme l'utilisation de sédiments pour fabriquer des briques. Nous nous intéressons aussi à l'économie circulaire. L'objectif étant d'accompagner la démarche pour lever les freins qui subsistent, que ce soit à travers la revalorisation, le recyclage, le réemploi ou l'évolution des solutions constructives pour faciliter leur démontabilité. Un projet financé par la Fondation Bâtiment-Energie est en cours pour définir une méthodologie permettant de justifier le réemploi de huit familles de produits : parquet, faux-plafond, menuiserie bois, charpentes bois et métalliques, mur en brique, couverture tuile et façade en pierre. Il s'agit d'apporter les justifications de performance résiduelle de réemploi et de donner un cadre aux assureurs afin qu'ils puissent évaluer le risque et envisager l'abandon de surprime d'assurance. »

¹ Centre technique de matériaux naturels de construction

accompagnent les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre sur les points de vigilance en fonction des problématiques (feu, humidité, etc.).

Adobe, pisé, torchis...

Autre matériau qui retrouve enfin le chemin des chantiers : la terre crue. Ce mode constructif est celui qui a le plus souffert de l'industrialisation et de la perte des savoir-faire. Adobe, pisé, torchis, enduits, autant de techniques qui ne demandent qu'à revivre car en totale adéquation avec les besoins de la construction bas carbone : peu ou pas de transport (ressource prélevée sur le chantier), peu ou pas de consommation d'énergie grise, des qualités d'inertie et de régulation de l'humidité.

Terre crue

Les ingénieurs de l'École nationale supérieure d'architecture de Grenoble (Ensag) et CRATerre (Centre international de la construction en terre) cherchent à déterminer la relation entre les phénomènes de condensation et d'évaporation au sein du matériau. La question qu'ils se posent : la terre crue est-elle un matériau à changement de phase ? Des expérimentations prometteuses et désormais à grande échelle sont également conduites pour couler la terre crue à l'état liquide comme un béton. Il s'agit, là, de recherches sur l'influence de la dispersion des argiles sur la rhéologie du matériau. Un pas vers la normalisation et l'utilisation à grande échelle.



Doc. : North By Northwest Architectes

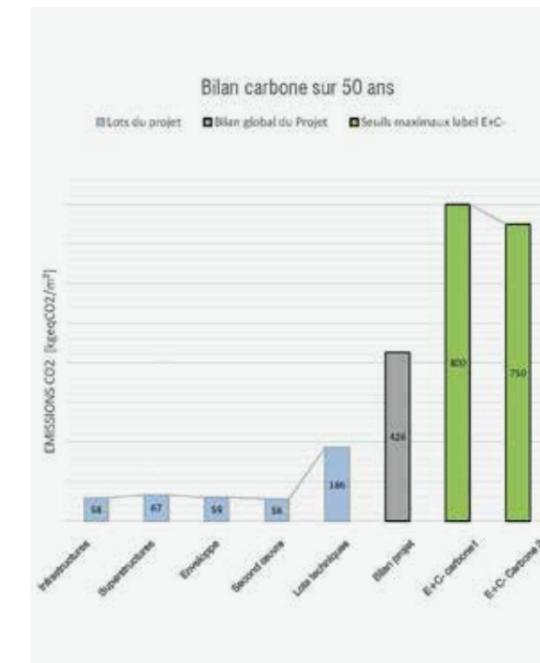
Une première en France ! À Boulogne-Billancourt, un immeuble R+8 haut de 25 m, comprenant 15 logements, est construit en béton de chanvre. Maître d'ouvrage engagé, l'Immobilier 3F est à l'origine de cette construction : « L'enjeu pour ces projets avec financement public, explique Adrien Biggi, responsable de projet au sein de la direction de la construction Île-de-France d'Immobilier 3F, est d'arriver à des solutions intéressantes sur le plan architectural, social et environnemental, tout en maîtrisant le coût et l'entretien. »

Niveau C2 du label expérimental E+C-

Un choix qui apporte à la fois la durabilité – 100 ans, si l'on se réfère à l'ACV ministère de l'Agriculture de 2007 et à la FDES n° 2-54 de 2019 ; l'isolation acoustique et thermique – coût estimatif de chauffage + ECS T3 < 20€ par mois, consommation estimée à 41 kWh/m² ; la régulation hygrométrique ; le traitement des façades sans pont thermique ; la production locale et la limitation importante de l'impact carbone – l'immeuble atteint facilement le niveau C2 du label expérimental E+C-. « Certes, cette solution présente un léger surcoût (5 à 10 %), mais elle s'inscrit dans nos engagements en matière de développement durable : limiter notre empreinte écologique en tant que maître d'ouvrage et réduire la facture énergétique de nos locataires en tant que bailleur social », précise Adrien Biggi.

R+8 OSSATURE BOIS ET CHANVRE PROJÉTÉ

▼ Le cumul des bilans CO₂ des produits de construction des différents éléments composant l'immeuble affiche une valeur de 426 kg_{eq} CO₂/m², sur une période de 50 ans pour une valeur maximale autorisée de 750 kg_{eq} CO₂/m², soit -57% par rapport à la valeur seuil du niveau 2 de l'expérimentation E+C-.



Doc. : LM Ingénieur

Projection mécanique

Sur le plan technique, les concepteurs ont opté pour une solution mixte associant béton traditionnel pour la structure (prédalle et prémurs) et béton de chanvre pour les deux façades principales, l'une sur rue, l'autre sur jardin. Le béton de chanvre est projeté mécaniquement sur des panneaux à ossature bois préfabriqués en atelier. De 3 à 4 m de largeur et 2,50 m de hauteur, ils sont fixés sur la structure porteuse. Un point important qui permet, dans un espace contraint, d'optimiser la logistique chantier. Autre élément notable, cette solution technique est reproductible et adaptable à toutes les typologies architecturales.

Maître d'ouvrage : Immobilière 3F
Maître d'œuvre : North By Northwest Architectes (NXNW)
BE (structure, enveloppe, environnement et thermique) : LM Ingénieur
Entreprises : JR Bat (projection) et Valbois (préfabrication panneaux bois)
Produits : chaux Tradical Thermo et Chanvribat de BCB Tradical

FERME URBAINE HIGH-TECH/LOW-TECH ET RÉEMPLOI

L'enveloppe est conçue pour s'adapter au climat extérieur en toute saison de façon passive et obtenir une ambiance hygrothermique intérieure confortable, avec un minimum de dépense d'énergie.



Photo : Archipel Zéro

Le bâtiment *Résilience* de la coopérative d'insertion Novaedia, située à Stain (93), implanté au sein de La Ferme des Possibles, est le résultat de la mise en adéquation d'une pratique architecturale et de convictions fortes de son architecte, Frédéric Denise : « Cela fait dix ans que je cherche à être de plus en plus sobre dans ma pratique. Je me suis fixé une feuille de route pour, petit à petit, parvenir à travailler avec les matériaux à disposition, peu transformés et locaux : terre crue, bois/paille et ceux issus du réemploi. » Avec un objectif : « Sortir du projet expérimental et rendre ces pratiques ordinaires, y compris pour des opérations de grande envergure. »

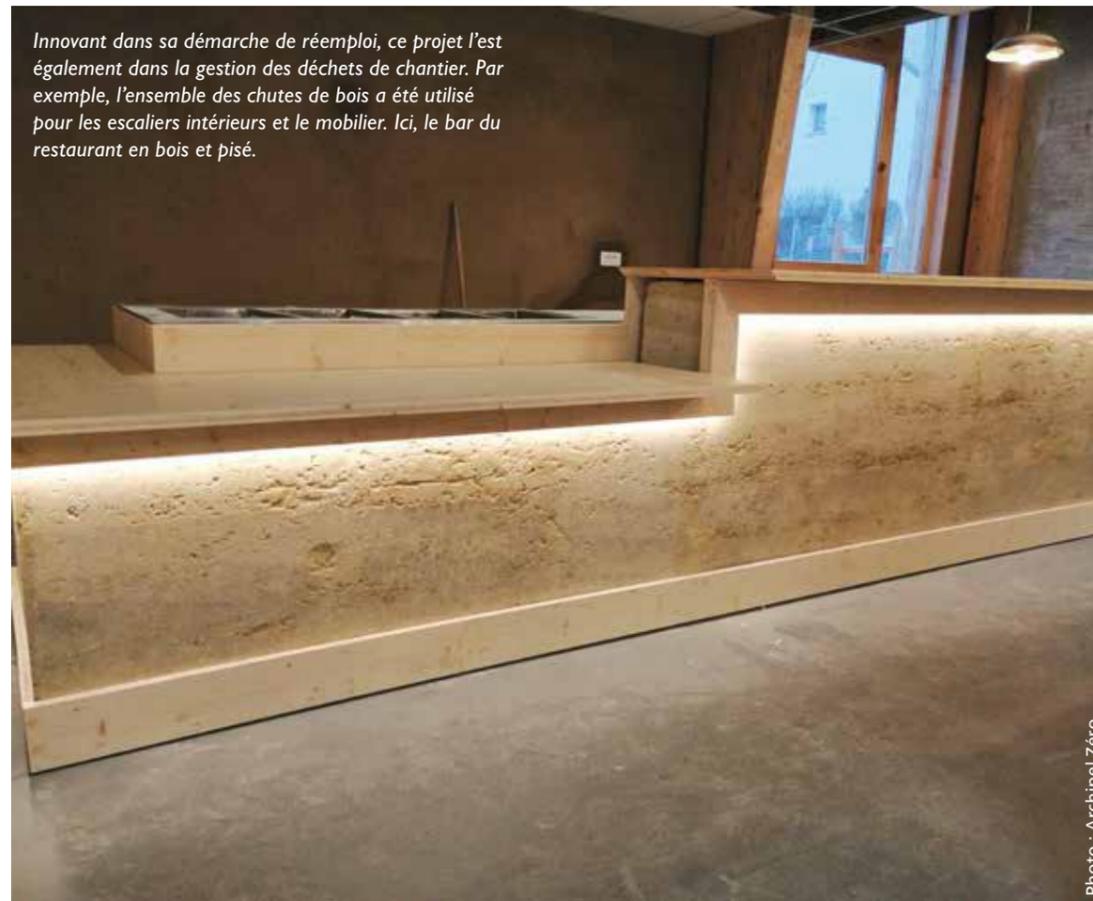
Le bâtiment *Résilience* suit cette voie tracée par l'architecte. Situé entre une zone pavillonnaire et une Zac, il regroupe sur deux niveaux (1800m²) le siège de la société coopérative, des espaces de bureaux, de *coworking* et d'activités pédagogiques, un laboratoire de cuisine, un restaurant et un pôle logistique. « Le réseau Bellastock (voir encadré, NDLR) m'a contacté pour être mandataire du projet. La coopérative était demandeuse d'un bâtiment réalisé avec des produits de réemploi. J'ai proposé d'aller plus loin : architecture bioclimatique, recours systématique aux matériaux biosourcés bois/paille et terre crue du terrain. »

Un projet original car il associe deux approches a priori contradictoires, liées à l'activité de la ferme urbaine. Soit une approche *low-tech*, à très basse énergie grise, avec l'emploi de matériaux biosourcés locaux et le réemploi, qui

met en jeu des méthodes passives pour réguler l'ambiance hygrothermique. Et également une approche *high-tech* visant un très haut rendement – productif et qualitatif – avec l'installation, pour les chambres froides (certaines étant négatives), d'une thermofrigo-pompe dont l'énergie perdue lors de la production de froid et de chaud est récupérée pour les zones cuisines.

Sur le plan architectural, la structure en bois lamellé-collé (portique qui porte le toit) et CLT en Douglas (Piveteaubois) reprend les codes des pavillons alentour : « Un toit à double pente sur un axe nord-sud lui donne la morphologie d'une longère en cohérence avec sa vocation agricole », détaille Frédéric Denise. Les gabarits sont également respectés, la hauteur de la construction étant similaire à celle des maisons voisines : 9m de hauteur de faitage et 5,80m de hauteur à l'égout de toit. La longère est partitionnée dans la longueur, selon l'organisation des locaux et le séquençage de la chaîne de production. Les différentes fonctions se distinguent dans le traitement des façades et du toit : « Dans ce séquençage, on retrouve, du nord au sud – du parking vers le soleil –, la partie mutualisée, la partie « paniers », un espace tampon d'accueil, la partie équipe activité, la partie production traiteur avec cuisine et restaurant. Le siège social et la serre sont situés à l'étage. »

L'enveloppe proprement dite est réalisée selon les critères de l'architecture bioclimatique. Soit, pour les façades ouest et sud, une double peau composée d'une première façade



Innovant dans sa démarche de réemploi, ce projet l'est également dans la gestion des déchets de chantier. Par exemple, l'ensemble des chutes de bois a été utilisé pour les escaliers intérieurs et le mobilier. Ici, le bar du restaurant en bois et pisé.

Photo : Archipel Zéro

vitree, réalisée avec des menuiseries à simple vitrage de réemploi : « En acajou, elles proviennent de la démolition d'un bâtiment de logements à Épinay-sur-Seine et ont été adaptées à la structure bois de la façade ». Et un second mur en caissons bois/paille enduits à la terre. Entre ces deux façades, un espace tampon de 2m de largeur distribue les différentes zones du bâtiment : « Non chauffé, il met à l'abri les circulations et profite de l'effet de serre pour créer un espace tempéré en hiver. »

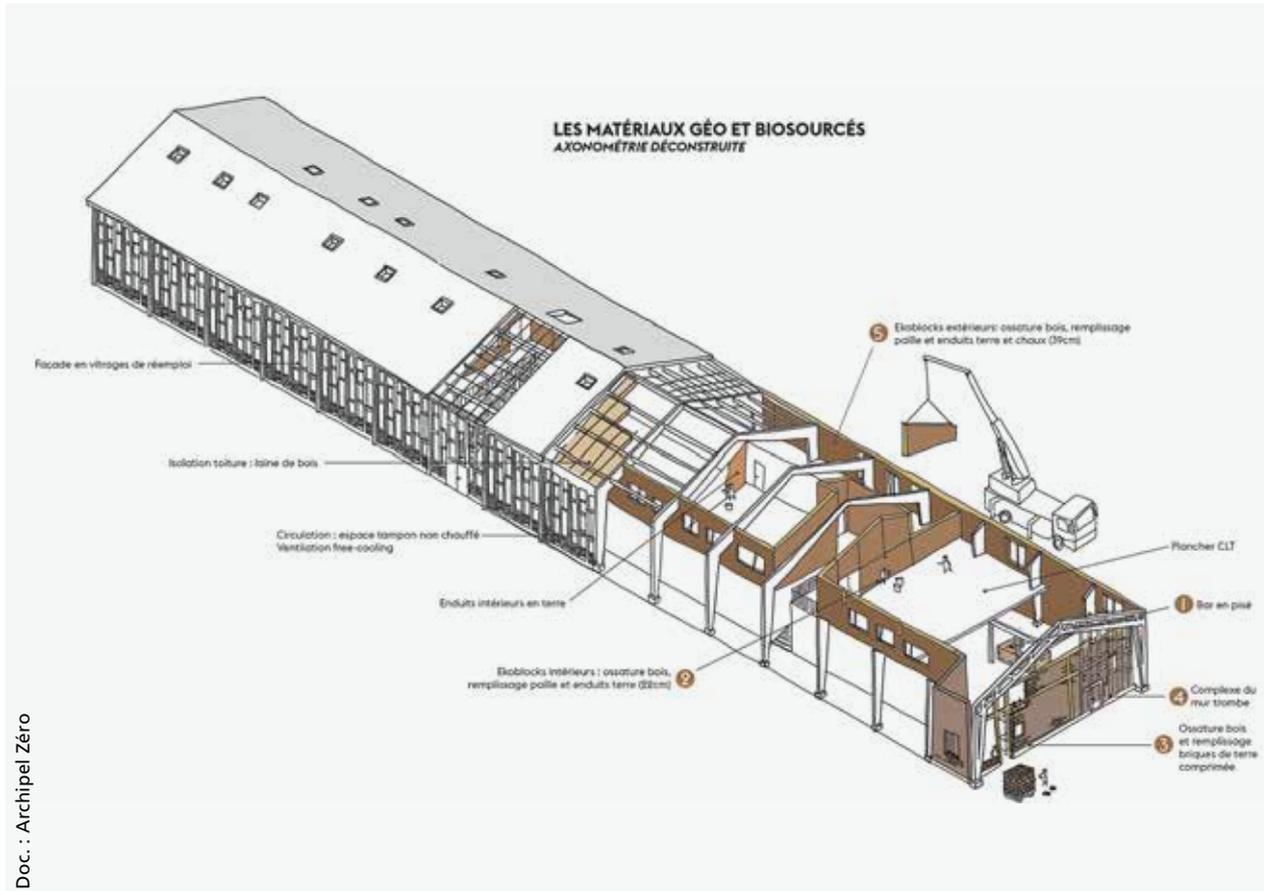
Compte tenu de la conception du bâtiment, l'architecte a été particulièrement attentif au confort d'été : « Les façades vitrées sont protégées par des écrans qui s'adaptent au parcours du soleil suivant les saisons, le plus simplement possible. » La façade sud est ombragée par un débord de toiture et des brise-soleil horizontaux fixes, dont la disposition laisse passer le soleil en hiver. Particularité : cette façade, qui est aussi celle du restaurant, est doublée à l'intérieur par un mur Trombe, lequel encadre le restaurant et apporte de l'inertie thermique nécessaire à l'ouvrage – chaleur en hiver et fraîcheur en été : « Bellastock avait à disposition 10 000 briques de terre crue (BTC), l'idéal pour un mur Trombe. Je sais de façon intuitive qu'il aura toute son utilité, il fera l'objet d'une étude sur la durée. »

La façade ouest, quant à elle, est ombragée l'été en partie haute par des stores extérieurs et, en partie basse, par une haie fruitière à feuilles caduques : cassissiers, framboisiers, groseilliers. Au nord, la façade technique, qui abrite les



Photo : Archipel Zéro

▲ Les panneaux (Ekoblocks) sont composés d'une double ossature bois et d'un remplissage en botes de paille compressée, recouverts à l'intérieur comme à l'extérieur d'un enduit de terre de 2 cm d'épaisseur, réalisé en atelier, dans le respect du référentiel Pro-Paille. Tenue au feu : une heure.



garages pour la logistique, est quasiment aveugle. Celle qui est située à l'est bénéficie d'un mode constructif à caisson paille enduit avec un mortier de chaux et percée de quelques fenêtres pour éclairer les bureaux.

Confort d'été toujours : un système de ventilation naturelle (*freecooling*) a bien sûr été prévu, « soit des aménages d'air en partie basse des façades et une évacuation par les nombreuses fenêtres de toit. La façade sud est dotée de nombreux ouvrants de façon à pouvoir s'adapter, à tout moment, à n'importe quelle situation ».

Reste la question du coût ? « La coopérative n'avait pas de trésor de guerre, le projet est donc très économique : 1 100 euros/m² HT, hors coût de la cuisine. » Le concept et les matériaux utilisés ne sont donc pas plus onéreux : « On a tendance à croire l'inverse. Pourtant, on arrive à les rendre attractifs, la paille est quasiment gratuite et les matériaux de réemploi le sont la plupart du temps. » Et ce d'autant plus que, selon Frédéric Denise, la façade double peau, telle qu'elle est conçue, contribue fortement à faire baisser le coût du projet : « Concevoir une façade qui gère à la fois l'aspect thermique, l'apport de lumière, l'étanchéité à l'eau et à l'air, la ventilation naturelle, etc., est très complexe et très cher. En revanche, le fait de la diviser en deux autorise des économies de matériaux grâce au réemploi pour la première façade et à la conception, derrière, d'une paroi isolante simple, enduite de terre crue. Sur ce projet, la double façade permet d'être à bas coût, tout en étant performante. »



▲ Le mur Trombe construit en brique de terre crue.

Maître d'ouvrage : Novaedia
Maître d'œuvre : Archipel Zéro, Frédéric Denise

BELLASTOCK

Coopérative d'architecture expérimentale, Bellastock est pionnière en France dans la pratique des matériaux de réemploi. Elle apporte une expertise sur le réemploi en fiabilisant l'assurabilité des travaux, l'approvisionnement des ressources, en étudiant leur employabilité et leur mise en œuvre avec l'architecte du projet.