

FORMES



**ÉCO**  
MATÉRIAUX  
LES ENJEUX

# ÉCOMATÉRIAUX CONSTRUIRE UN AVENIR DURABLE

UN DOSSIER DE VALÉRIE LEVÉE

**La** Ville d'Asbestos, dans la MRC des Sources, est l'hôte du colloque *Rendez-vous des éco-matériaux*, tenu du 5 au 7 octobre 2015. Cet événement franco-québécois accueille des conférenciers qui dressent un portrait des éco-matériaux, de leurs usages et mise en marché. Des exposants donnent à voir et à toucher les éco-matériaux et apportent la note concrète en support aux paroles des conférenciers. En guise de suivi à ce « Rendez-vous », voici un tour d'horizon d'un secteur appelé à se développer.

## La MRC des Sources, terre d'accueil des éco-matériaux

Asbestos... Le minerai a donné son nom à la ville, puis à la MRC. Asbestos rime avec amiante et évoque encore fermeture de mine et déclin économique. Cette image est pourtant obsolète, car la région est en mutation. Déjà, en 2006, la MRC d'Asbestos devenait la MRC des Sources. Mais au-delà du nom, elle a surtout entrepris une reconversion de ses activités économiques en les axant sur le développement durable et souhaite promouvoir l'essor des éco-matériaux sur son territoire.

En 2007, alors que les activités en déclin de la mine Jeffrey sonnaient le glas de l'industrie de l'amiante, la MRC des Sources entreprenait une réflexion avec des chercheurs de l'Université de Sherbrooke sur les possibilités de diversification de son économie. « Ce qui était ressorti de notre territoire, explique le préfet de la MRC, **Hugues Grimard**, c'est que la diversification devait s'axer autour du développement durable; il fallait penser notre développement dans le souci des générations qui nous suivront. » La MRC des Sources a alors choisi d'opter pour l'Agenda 21 comme véhicule de planification de sa nouvelle démarche de diversification. Il s'agit d'un modèle de plan d'action axé sur les trois sphères du développement durable décrété lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro et qui peut être mis en place à diverses échelles territoriales. Mais les démarches d'Agenda 21 étaient balbutiantes au Québec, et surtout inadaptées à une échelle régionale. Pour atteindre ses objectifs, la MRC des Sources s'est tournée vers la France, où les démarches d'Agenda 21 trouvent écoute et adaptabilité à différentes échelles et paliers de gestion municipale, et ce, depuis plus de vingt ans. Ce fut donc avec l'appui du **ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie** français et de l'ensemble de ses professionnels spécialisés en planification de développement durable que la MRC a pu adopter, en 2014, son Agenda 21 et sa vision de développement territorial jusqu'en 2025.

Parallèlement à ce partenariat avec le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, la MRC des Sources a travaillé à établir

un partenariat avec la région Nord-Pas-de-Calais, située dans le nord de la France. Possédant des similitudes issues de leur passé minier et industriel commun, le partenariat avec le Nord-Pas-de-Calais devenait naturel et permettait à la MRC des Sources de percevoir concrètement comment de nouveaux choix appuyés sur les principes du développement durable avaient changé le visage de cette région et relancé le dynamisme économique de l'ensemble de cette dernière.

Entre-temps, le gouvernement libéral de Jean Charest, en 2012, avait annoncé une garantie de prêts de 58 millions de dollars pour relancer les activités de la mine Jeffrey. Toutefois, le gouvernement Marois qui prend le pouvoir en septembre 2012 transforme cette garantie de prêts en un Fonds de diversification économique de 50 millions de dollars. Par cette action, le gouvernement en place annonce la fin de l'ère minière dans la région d'Asbestos. Le besoin de diversification économique ressurgit avec vigueur. En 2013, la MRC élabore une Stratégie de diversification économique en l'arrimant à son Agenda 21. Cette Stratégie entend compléter les filières industrielles déjà existantes, comme la métallurgie, par le développement de filières émergentes, comme les technologies de l'information et les technologies environnementales. Rien dans le texte de la Stratégie ne précise la nature des technologies environnementales en question, laissant la porte ouverte aux possibilités. Une mission décisive au Nord-Pas-de-Calais allait donner l'orientation vers les éco-matériaux comme filière complémentaire aux entreprises existantes sur le territoire et comme créneau novateur pour la diversification économique de la région des Sources.

## Le hasard fait bien les choses

Dans la région Nord-Pas-de-Calais, l'**Association Création Développement Éco-Entreprises** (cd2e) œuvre à la transition écologique de l'économie régionale – et l'un de ses secteurs d'activité englobe l'écoconstruction et les éco-matériaux. Au printemps 2014, la MRC des Sources part à la rencontre du cd2e pour s'inspirer de cette expérience. « On trouvait intéressant de profiter de l'expérience européenne, pour voir comment ça pouvait se transposer chez nous », évoque Hugues Grimard. Curieux hasard, une semaine plus tard, le cd2e reçoit une autre visite québécoise, celle de l'architecte **André Bourassa**, lui-même ardent défenseur des éco-matériaux. Informé par le cd2e du projet de la MRC des Sources, de retour au Québec, il s'empresse de rendre visite à cette MRC voisine de chez lui pour signifier son intérêt dans le développement d'une filière des éco-matériaux au Québec. La MRC recevait ainsi un allié d'envergure. « On a des forces dans notre territoire, mais ça prend parfois quelqu'un capable de porter le message. On est fier et heureux de travailler avec M. Bourassa », assure Hugues Grimard.



## La vision d'une filière

Dans un scénario idéal, la filière comprendrait, à long terme, un écosystème d'entreprises de fabrication d'éco-matériaux et d'entrepreneurs capables d'installer ces éco-matériaux dans les projets d'architecture et d'urbanisme sur le territoire de la MRC. La MRC pense avoir des atouts pour concrétiser cette vision : des terres agricoles pour approvisionner les fabricants en matières premières, des parcs industriels, une culture de maillage interentreprises – déjà présente en métallurgie – qui pourrait se transposer aux éco-matériaux, le Fonds de diversification économique et un service de développement économique pour conseiller les entreprises. Les conseillers formés en développement durable et bien au fait de la Stratégie de diversification sauront orienter les entrepreneurs lorsque viendra le temps de présenter leur demande de financement au ministère responsable du Fonds. « Les éco-matériaux sont un créneau porteur inscrit dans notre Fonds de diversification économique, de sorte que, si une entreprise veut se lancer dans ce secteur, elle obtiendra une aide qu'elle n'aura pas ailleurs », estime Hugues Grimard.

À plus court terme et pour promouvoir cette nouvelle orientation économique, la MRC et M. Bourassa s'attellent au développement de bancs d'essai pour comparer la performance

énergétique de divers assemblages d'éco-matériaux. Des entreprises intéressées pourront soumettre leurs éco-matériaux à des tests d'efficacité énergétique. « On veut aussi travailler avec le Bureau de normalisation du Québec et la Régie du bâtiment du Québec pour normaliser les matériaux et les faire accepter dans le Code du bâtiment », ajoute Hugues Grimard. Cette démarche de normalisation est déjà amorcée en France depuis un nombre d'années, précise André Bourassa.

## Un rendez-vous

Le banc d'essai a été lancé lors du colloque *Le Rendez-vous des éco-matériaux* qui s'est tenu à Asbestos du 5 au 7 octobre prochain. Événement franco-québécois, il a réuni des acteurs de l'écoconstruction des deux rives de l'Atlantique pour faire connaître les éco-matériaux, les développements possibles, les avantages environnementaux, économiques et sociaux. Outre les conférences, cette occasion de réseautage fera peut-être émerger de nouvelles idées ou partenariats. Et au-delà des éco-matériaux, la MRC entend bien montrer son nouveau visage, celui d'un territoire dynamique et pluriel qui ne renie pas son passé, mais qui en tire des constats pour aller plus loin en prenant soin de construire un avenir durable pour les générations futures. ▀



Hugues Grimard, le préfet de la MRC des Sources et maire d'Asbestos.  
Source : MRC des Sources





## ÉCOMATÉRIAUX UNE TENTATIVE DE DÉFINITION

Certains parlent d'écomatériaux, d'autres de matériaux biosourcés. Mais encore? De quelles vertus environnementales doivent se parer les matériaux pour faire partie du club des écomatériaux? Il est logique de penser que les écomatériaux répondent aux critères du développement durable. Ils doivent donc, par exemple, provenir de sources renouvelables, limiter les effets néfastes sur l'environnement et la santé, profiter au développement socioéconomique, être réutilisables ou recyclables en fin de vie. Mais nuances et discernements s'imposent.

Les matériaux biosourcés, comme leur nom le suggère, sont issus de matière biologique. Mais le préfixe *bio* ne doit pas laisser sous-entendre une source organique, car même si le pétrole est une molécule organique, on ne saurait inclure, parmi les écomatériaux, des bardeaux d'asphalte fabriqués à partir d'hydrocarbures! Les matériaux biosourcés sont en fait issus de la biomasse forestière ou agricole. Il s'agit donc du bois et de ses dérivés et des matériaux fabriqués à partir du chanvre, du lin, de la paille ou autre plante cultivée, mais aussi de la laine de mouton. Toutefois, dans le cas de la biomasse agricole, il s'agit de mettre en valeur des résidus et non de détourner des terres agricoles pour faire pousser des matériaux de construction. « Toute la laine de mouton est jetée. On peut en faire des isolants, mais on ne va pas élever des moutons pour faire des isolants », prévient **André Bourassa**, architecte chez **Bourassa Maillé Architectes**. Par nature, les matériaux biosourcés sont issus de ressources renouvelables, *a priori* recyclables, et sont susceptibles de remplir d'autres critères du développement durable.

Les écomatériaux devraient inclure également les matériaux issus du recyclage, estime **André Bourassa** qui donne l'exemple des bardeaux de toit et des couvre-planchers fabriqués à partir de pneus. Les isolants en ouate de cellulose et les dalles Régénération que **Gaudreau Environnement** fabrique à partir de résidus de verre et de plastique sont d'autres exemples. Et pour le moment, il faut bien admettre que ces résidus

qui servent de matière première et qui arrivent constamment dans les centres de tri sont renouvelables.

Dans l'objectif de limiter les impacts environnementaux, les écomatériaux devraient être peu gourmands en énergie grise et, par extension, contribuer à construire des bâtiments peu énergivores. « On est obligé de voir l'impact des matériaux sur le bilan global du bâtiment. Et là, on se rend compte que certains matériaux sont un gouffre sur le plan énergétique », estime **Christophe Huon**, ingénieur chargé d'affaires chez **L'Autre Campus**, un bureau d'études en énergie et qualité environnementale des bâtiments. L'énergie grise, c'est toute cette énergie requise pour la fabrication, le transport, la mise en œuvre du matériau dans le bâtiment, son entretien et son traitement en fin de vie du bâtiment. Et dans ce sens, les matériaux locaux seront bien placés pour prétendre au titre d'écomatériaux. « Les écomatériaux, c'est aussi l'utilisation des matériaux locaux, pour développer une filière locale d'emploi, réduire les coûts de transport, qui sont énormes dans l'énergie grise d'un bâtiment », ajoute **Christophe Huon**.

### La zone grise des écomatériaux

De source renouvelable et locale, peu énergivore et recyclable... Ces quelques critères semblent se compléter, mais laissent apparaître quelques contradictions. Par exemple, le liège est certes un matériau biosourcé, mais au Québec, il est loin d'être local, ce qui alourdit son bilan énergétique. Comme le dit **André Bourassa** : « L'énergie grise, c'est une chose, mais la matière grise est encore plus importante! »

Inversement, la pierre, la terre, l'argile, tous ces matériaux naturels dont la transformation exige peu d'énergie et qui sont recyclables pourraient entrer dans la cour des écomatériaux, surtout s'ils sont extraits localement. Pensons aux ardoises d'**Ardobec**, une entreprise de la MRC des Sources, qui atterrirait sur la toiture d'une maison de cette même MRC. Mais ces matériaux sortis du sous-sol ne sont pas renouvelables. Quant à l'argile, c'est un excellent produit,

convient **André Bourassa**, en donnant l'exemple de l'édifice à bureaux **Green-Offices**, de **Givisiez** en Suisse, dont les composantes intérieures en argile crue ont permis de réduire l'énergie grise du bâtiment. « Mais si on prend l'argile dans nos meilleures terres agricoles autour de **Saint-Hyacinthe**, ça n'a pas de sens », nuance-t-il.

Autre bémol : tous les matériaux issus du recyclage ne sont pas recyclables. Les isolants en ouate de cellulose sont réutilisables, voire compostables. « Mais des matériaux composites à partir de plastique recyclé et de copeaux de bois, je ne pense pas que ce soit recyclable parce qu'à la fin, on ne peut pas séparer le bois du plastique », tempère **André Bourassa**. De plus, « recyclable » ne veut pas dire « recyclé ». « Des compagnies recyclent la moquette, mais combien de moquettes sont recyclées? Est-ce que la collecte est vraiment effective? » questionne-t-il. Assurément, l'écomatériau n'a pas de définition simple. « L'intelligence et la pertinence devraient présider les formules toutes faites qu'on peut nous servir », répète **André Bourassa**.

### Le verdict de l'ACV

De l'autre côté de l'Atlantique, dans le Nord-Pas-de-Calais en France, l'**Association Création Développement des Éco-Entreprises (cd2e)**, **Vanessa Pasquet**, spécialiste en ACV et en écoconception, mène avec ses collègues européens un projet sur les écomatériaux. « On a beaucoup travaillé au début pour définir ce qu'est un écomatériau, évoque-t-elle. Pour les Anglais, c'était plutôt un matériau issu du recyclage. Pour les Néerlandais, c'était plutôt un matériau issu de la biomasse. Pour nous, c'était plutôt un matériau issu de circuits courts. On s'est vite rendu compte qu'il fallait un outil objectif comme l'ACV pour nous aider. » L'ACV, qui prend en compte l'ensemble des flux de matières et d'énergie requis par un produit tout au long de son cycle de vie – donc de la conception jusqu'à la fin de vie, allait permettre de résoudre cette apparente divergence de points de vue entre les pays. Ensemble, ils ont collecté auprès des fabricants les flux entrant et sortant des matériaux candidats à être écomatériaux depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la sortie de l'usine et les ont compilés dans une base de données. Les matériaux conventionnels sont, eux, analysés à travers des bases de données génériques existantes. Deux ans de travail fastidieux ont abouti à la création de **CAP'EM Compass**, un outil gratuit disponible sur Internet (<http://www.capem.eu/capem/en/6943-compass.html>) et qui traduit la vision des cinq pays. Facile d'utilisation, il suffit d'entrer la performance thermique désirée et d'autres critères comme la provenance, la qualité acoustique, la résistance au feu... Ensuite, sur la base de l'ACV, **CAP'EM Compass** donne sa réponse : un choix de matériaux remplissant une même fonction et leurs impacts environnementaux de leur berceau au site de construction. Pour une comparaison complète de ces matériaux, il reste toutefois à ajouter les impacts de leur fin de vie. Cette démarche amène **Vanessa Pasquet** à conclure : « On ne parle pas d'écomatériaux; pour nous, c'est un abus de langage. Un écomatériau sera plus écologique qu'un autre si, et seulement si, il a de meilleurs résultats d'ACV pour une même performance. »

ACV, trois lettres pour « analyse du cycle de vie ». À l'Association Création Développement des Éco-Entreprises (cd2e), **Vanessa Pasquet**, spécialiste en ACV et en écoconception, mène avec ses collègues européens un projet sur les écomatériaux. « On a beaucoup travaillé au début pour définir ce qu'est un écomatériau, évoque-t-elle. Pour les Anglais, c'était plutôt un matériau issu du recyclage. Pour les Néerlandais, c'était plutôt un matériau issu de la biomasse. Pour nous, c'était plutôt un matériau issu de circuits courts. On s'est vite rendu compte qu'il fallait un outil objectif comme l'ACV pour nous aider. » L'ACV, qui prend en compte l'ensemble des flux de matières et d'énergie requis par un produit tout au long de son cycle de vie – donc de la conception jusqu'à la fin de vie, allait permettre de résoudre cette apparente divergence de points de vue entre les pays. Ensemble, ils ont collecté auprès des fabricants les flux entrant et sortant des matériaux candidats à être écomatériaux depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la sortie de l'usine et les ont compilés dans une base de données. Les matériaux conventionnels sont, eux, analysés à travers des bases de données génériques existantes. Deux ans de travail fastidieux ont abouti à la création de **CAP'EM Compass**, un outil gratuit disponible sur Internet (<http://www.capem.eu/capem/en/6943-compass.html>) et qui traduit la vision des cinq pays. Facile d'utilisation, il suffit d'entrer la performance thermique désirée et d'autres critères comme la provenance, la qualité acoustique, la résistance au feu... Ensuite, sur la base de l'ACV, **CAP'EM Compass** donne sa réponse : un choix de matériaux remplissant une même fonction et leurs impacts environnementaux de leur berceau au site de construction. Pour une comparaison complète de ces matériaux, il reste toutefois à ajouter les impacts de leur fin de vie. Cette démarche amène **Vanessa Pasquet** à conclure : « On ne parle pas d'écomatériaux; pour nous, c'est un abus de langage. Un écomatériau sera plus écologique qu'un autre si, et seulement si, il a de meilleurs résultats d'ACV pour une même performance. »



## LES LIMITES DE L'ACV

L'ACV n'apporte toutefois pas toutes les réponses. En théorie et comme son nom l'indique, l'analyse porte sur la vie complète d'un matériau, ou plus généralement d'un produit. Le problème est que la durée de vie d'un produit est complexe à estimer. D'une part, elle repose sur la déclaration du fabricant – que nul mécanisme ne vient vérifier – et, d'autre part, elle dépend des conditions d'utilisation du produit. Un autre problème se présente au moment de la comparaison des produits, car il faut comparer des choses comparables, c'est-à-dire des produits qui fournissent une même fonction. Les ACV sont réalisées pour une unité fonctionnelle. Par exemple, dans le cas d'un isolant, l'ACV porte sur l'isolation de 1 m<sup>2</sup> de mur pour obtenir une performance thermique donnée. Mais cette unité fonctionnelle, même pour des matériaux de même catégorie, peut varier, obligeant à des calculs acrobatiques pour comparer les matériaux. Même si elle apporte des éléments de réponse, l'ACV des matériaux de construction est un outil en développement sur lequel se penchent les chercheurs du cd2e en collaboration avec le **Centre interuniversitaire de recherche sur le cycle de vie des produits, procédés et services de l'École polytechnique de Montréal**.

## UN LABEL BÂTIMENT BIOSOURCÉ

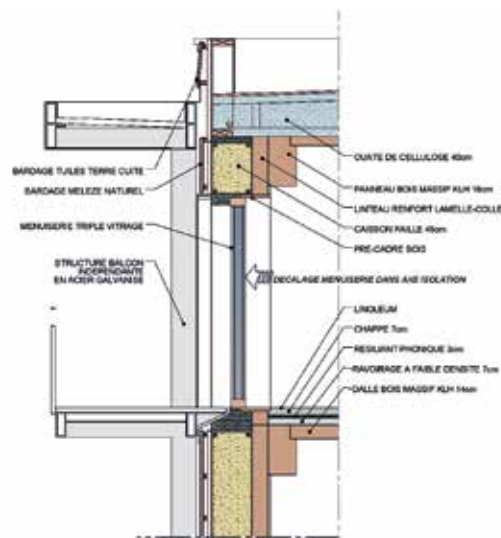
Le gouvernement français a mis en place en 2012 un label Bâtiment biosourcé. Le label peut être décerné aux bâtiments neufs – qu'ils soient résidentiels, commerciaux ou institutionnels – et qui intègrent des matériaux biosourcés. Le label se décline en trois niveaux selon la proportion de matériaux biosourcés dans le bâtiment. Selon le comité de travail nommé par le gouvernement pour définir les matériaux biosourcés, il s'agit de matériaux issus de la biomasse, c'est-à-dire de « matière d'origine biologique, à l'exception des matières de formation géologique ou fossile ». Le décret relatif à ce label donne l'exemple du bois et de ses dérivés, du chanvre, de la paille, de la plume ou de la laine de mouton et décrit ces matériaux comme ayant le double avantage environnemental d'être renouvelable et de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ce label vise aussi à promouvoir l'utilisation de ressources locales et le développement d'une éco-industrie dans les territoires.

## AGROMATÉRIAUX ENTRE AGRICULTURE ET CONSTRUCTION



Chanvre et construction.  
Source : C&B et Fabrice Malzieu

Gour de l'Arche, murs de façade en béton de chanvre  
Source : Dauphins-Architecture



Détails de construction. On remarque notamment l'absence de pare-vapeur et de tout autre piège à humidité dans le mur. L'assemblage de bois et de paille permet au bâtiment de réguler tout seul l'humidité.  
Source : Antoine Pagnoux

« Agromatériaux », un terme nouveau pour des matériaux anciens. Car depuis belle lurette, la paille, le chanvre ou le lin servent à isoler les maisons, à tisser des toiles et cordages. Disons qu'au XX<sup>e</sup> siècle, les matériaux apparemment plus modernes comme le béton, l'acier et les plastiques les ont mis au rancart. Mais au XXI<sup>e</sup> siècle, la modernité doit se conjuguer avec développement durable. Et les matériaux de jadis, qui ont traversé les siècles et prouvé leur durabilité, ont certainement une place à prendre dans les écomatériaux et le bâtiment durable. Ainsi, l'agriculture s'apprête à fournir des isolants naturels. Des bâtiments de paille et de chanvre s'érigent en France et au Québec, des bâtiments parfaitement solides, résistants au feu, confortables, et qui font faire des économies aux occupants.

### De bois et de paille

À Saint-Dié-des-Vosges, **ASP Architecture** a conçu pour le compte de la société immobilière **Le Toit Vosgien**, un bâtiment en bois et en paille certifié Passivhaus. Avec ses huit étages en panneaux de bois lamell-croisé (CLT), c'est le plus haut bâtiment français en bois. Sur le côté extérieur de ces panneaux sont fixées des caisses contenant chacune 5 bottes de paille de 38 cm de largeur. « On a utilisé le matériau le plus brut possible, les mêmes bottes qui sont dans les champs et dont la dimension nous allait parfaitement », rapporte **Antoine Pagnoux**, architecte chez ASP Architecture. Cette largeur de 38 cm correspond effectivement à l'épaisseur requise pour atteindre la performance thermique exigée par la certification Passivhaus. L'énergie intrinsèque pour la fabrication de ces caissons est donc réduite au minimum, d'autant plus que les bottes de paille viennent d'un champ situé à 30 km du chantier. C'est aussi un matériau renouvelable. « Depuis qu'on a fait le chantier il y a deux ans, la paille s'est déjà renouvelée au moins deux fois », observe l'architecte qui ajoute que « la paille, ce n'est pas du foin, c'est un déchet, ça ne se mange pas ». La production de ce matériau n'empiète donc pas sur la production alimentaire. À l'extérieur, des lattes de bois permettent de fixer un revêtement de tuiles de terre cuite ou des bardeaux de mélèze, tous deux locaux. Seule ombre au tableau en matière de circuit court et d'énergie grise, les éléments de CLT viennent d'Autriche pour la simple raison qu'il n'y a pas de fabricants en sol français.

Cet assemblage de bois et de paille pourrait brûler, craindront certains. La résistance au feu

est garantie par l'épaisseur de la structure en bois qui, elle, est commandée par le risque sismique de la région. « Une fois qu'on a dimensionné la structure par rapport aux séismes, on se retrouve avec des épaisseurs de CLT de 17 cm qui font que le bois et la paille vont avoir un très bon comportement au feu », assure Antoine Pagnoux. La couche externe va carboniser et faire office d'isolant pour protéger le cœur du bois. Quant à la paille, privée d'oxygène dans les caissons, elle se consume également très lentement et protège la structure. De plus, grâce à ses propriétés d'isolation et de déphasage thermique, il faut vingt minutes pour que la température d'un côté augmente d'un degré quand la température de l'autre côté est de 900 degrés. Nul besoin d'ajouter des gicleurs ou des panneaux de plâtre pour assurer que le bâtiment reste debout une heure telle que l'exige la réglementation.

En fait, selon Antoine Pagnoux, le plus gros danger n'est pas le feu, mais l'humidité. C'est pourquoi il n'y a pas de pare-vapeur ni aucun autre piège à humidité dans le mur. L'assemblage de bois et de paille permet au bâtiment de réguler tout seul l'humidité. « Comme tout est en fibre végétale, l'humidité va migrer à travers le mur. Si l'ambiance intérieure est saturée d'humidité, le bois l'absorbe et va la restituer lentement vers l'extérieur, et inversement si l'ambiance intérieure est trop sèche », décrit Antoine Pagnoux.

L'importante présence de matière végétale confère au bâtiment un bilan carbone positif. Les 600 m<sup>3</sup> de paille et les 1 000 m<sup>3</sup> de bois emmagasinent respectivement 200 et 1 000 tonnes de CO<sub>2</sub>eq. Ainsi, même si l'acier et le béton présents dans le bâtiment ont généré 100 tonnes de CO<sub>2</sub>eq, le bâtiment est un puits de carbone de 1 100 tonnes de CO<sub>2</sub>eq.

### Le retour du chanvre

Un autre architecte français, **Jean-Marc Naumovic**, s'est plutôt tourné vers le chanvre. Si l'homme tisse des toiles et des cordes de chanvre depuis des lustres, aujourd'hui, les usages du chanvre se sont diversifiés. Des graines, on tire de l'huile. La tige est défibrée pour séparer la fibre, qui est en quelque sorte l'écorce de la tige, et la chènevotte qui en est le cœur. De la fibre, on fait des papiers spéciaux, des plastiques et de la laine de chanvre qui sert d'isolant thermique. De la chènevotte, on fait du paillage horticole, de la litière pour les haras et du béton de chanvre. Pour fabriquer le béton de chanvre, la chènevotte est tamisée pour sélectionner les fragments de bonne

dimension qui serviront de granulats, lesquels seront mêlés à de l'eau et à un liant à base de chaux. Le béton de chanvre peut être coulé ou projeté sur une ossature porteuse (mur, sol ou toit). Il existe aussi des blocs qui s'utilisent comme des parpaings avec une ossature.

La première maison en béton de chanvre n'a que trente ans. Jean-Marc Naumovic a construit la sienne il y a une vingtaine d'années. Aussi, le matériau et les techniques de construction doivent-ils faire leurs preuves. C'est dans ce but qu'avec d'autres entrepreneurs, maîtres d'œuvre, agriculteurs, applicateurs, etc., il a participé en 1998 à la création de l'association **Construire en Chanvre** (CenC) dont il est aujourd'hui le président. La mission de CenC est de caractériser le matériau, d'établir le cadre réglementaire et les normes pour sécuriser la construction. « Un point important de CenC, explique M. Naumovic, c'est la régionalisation de notre association qui permettra d'être plus près des territoires, car il faut aussi regrouper les acteurs de façon régionale pour créer des synergies, des bassins versants de production, de transformation et d'application. Trois régions sont en cours de création; trois autres suivront. »

Les propriétés physico-chimiques du béton de chanvre lui confèrent des avantages reconnus en matière d'isolation et de confort intérieur. Un mètre carré de mur de 36 cm d'épaisseur possède une résistance thermique supérieure à 4 m<sup>2</sup> K/W. Les porosités de la chaux et de la chènevotte sont capables d'absorber et de restituer l'humidité, facilitent la migration de la vapeur d'eau et font du béton de chanvre un matériau à changement de phase. Ces propriétés permettent de réguler naturellement le taux d'humidité intérieur. Ainsi, en hiver, la condensation, en dégageant de la chaleur, maintient les murs intérieurs chauds; inversement, en été, la vaporisation, en absorbant la chaleur, maintient les murs frais. Ces capacités thermiques peuvent améliorer jusqu'à 50 % la résistance thermique affichée par le matériau.

Côté incendie, les essais réalisés sur un mur de 30 cm d'épaisseur enduit des deux côtés de chaux ont rangé le béton de chanvre dans la classification française parmi les matériaux incombustibles. « Il faut brûler pendant quatre heures pour entamer cinq cm de béton de chanvre non enduit », illustre Jean-Marc Naumovic.

Par contre, le béton de chanvre ne joue pas de rôle structurel reconnu, même si des essais de CenC ont montré qu'il stabilise le mur. « On ne cherche pas à calculer sa contribution à la struc-

ture. On calcule la structure indépendante qui tient toute seule et on la remplit avec le béton de chanvre. »

La chènevotte incluse dans le béton de chanvre constitue évidemment un stockage de CO<sub>2</sub>. Ainsi, en sont à neuf étages », compare Jean-Marc Naumovic. Une maison de 100 m<sup>2</sup> nécessite plus de 6 tonnes de chènevotte, soit la production annuelle d'un hectare et demi. Le béton de chanvre ne consomme que 15 % de la chènevotte produite en France, la chènevotte étant elle-même un sous-produit de la fibre. Et même si, en France, c'est avant tout pour la fibre qu'on le cultive, le chanvre contribue aussi à l'alimentation. D'une part, parce que la graine fournit de l'huile et des protéines que l'on peut transformer en une sorte de tofu et, d'autre part, parce que le chanvre cultivé en rotation avec d'autres cultures joue un rôle important dans la pérennité des terres agricoles. En effet, la culture du chanvre est peu exigeante en intrants et étouffe les mauvaises herbes, ce qui réduit les besoins en herbicides pour la culture de l'année suivante. La France est un gros consommateur de pesticides et s'est donné une politique d'en réduire l'usage de 50 % en 2020. « Le chanvre s'articule dans cette politique de réduction des pesticides en France. Construire en chanvre est vraiment le mariage de l'agriculture et du bâtiment », résume Jean-Marc Naumovic.

### Situation québécoise

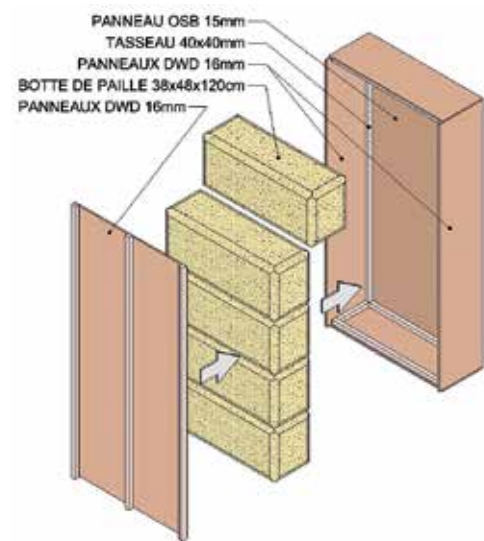
Du chanvre et des céréales pour fournir de la paille, il en pousse aussi au Québec – où les agromatériaux tentent une percée. **Olivier Lalonde** est chercheur en régie de culture au **Centre de recherche sur les grains**, un organisme de recherche à but non lucratif. Il étudie les potentiels bio-industriels des plantes, c'est-à-dire la possibilité de fabriquer divers matériaux et, notamment, des fibres naturelles pour remplacer les fibres synthétiques, les fibres de verre et même les métaux!

Depuis quelques années, le Québec cultive en

moyenne 500 ha de chanvre annuellement et la tendance est à la hausse. Mais au Québec, comme ailleurs au Canada, le chanvre est cultivé pour la graine. Comme la tige, qui se prend dans la machinerie, est une nuisance, les agriculteurs privilégient les cultivars à tige courte de 1,5 m seulement. En France, Jean-Marc Naumovic parle de chanvres jusqu'à 4 m de haut (c'est 2,5 m en général). En conséquence, le chanvre cultivé au Canada est trop court pour satisfaire les besoins de quiconque voudrait se lancer dans la production de béton de chanvre. Mais, soutient Olivier Lalonde, il existe des cultivars adaptés au climat canadien qui produisent des tiges de 2 à 3 m.

Le lin est une autre plante dont la fibre de bonne qualité pourrait aussi entrer dans la fabrication de matériaux de construction, à condition, comme pour le chanvre, de débiter la tige. Il est beaucoup cultivé dans l'Ouest – un peu moins au Québec, même si les conditions climatiques lui sont propices. Tout comme le chanvre, le lin au Canada est cultivé pour la graine. Pour ces deux plantes, le facteur limitant leur transformation en matériaux de construction est le défilage. « La question, confirme Olivier Lalonde, ce n'est pas si on est capable de les faire pousser, mais est-ce qu'on est capable de les débiter? » Toutefois, certaines entreprises ou organismes s'attellent au défi.

C'est lors d'un salon de l'habitat écologique en France en 2005 que **Sébastien Bélec** a eu l'idée de se lancer dans la fabrication de matériaux de construction en chanvre. En 2010, il concrétisait son idée avec la fondation de **MEM** à Rimouski. À ses débuts, il s'est heurté au manque de disponibilité de la fibre en sol canadien. « Il y a près de 20 000 ha de chanvre cultivés au Canada, mais c'est seulement pour la graine – et le chanvre alimentaire a très peu de paille », raconte Sébastien Bélec. Il faisait donc venir la matière première de France! Mais en 2012, il a acquis les terres pour cultiver et produire du chanvre à longue tige. Il s'est équipé pour séparer fibre et chènevotte et, avec des partenaires français, il a développé le mélange chaux-chanvre pour produire des blocs de béton de chanvre. Si MEM est autonome pour la fabrication des blocs, elle doit cependant sous-traiter la fabrication des isolants et du feutre à partir des fibres. Sébastien Bélec a fait caractériser la qualité acoustique et la résistance thermique de ses produits et convaincu quelques architectes et entrepreneurs de les utiliser. Déjà, une vingtaine de maisons sont construites en chanvre au Québec et autant aux États-Unis.



Le Toit Vosgien, un bâtiment en bois et en paille certifié Passivhaus. Avec ses huit étages en panneaux de bois lamellé-croisé (CLT), c'est le plus haut bâtiment français en bois. Sur le côté extérieur de ces panneaux sont fixées des caisses contenant chacune cinq bottes de paille de 38 cm de largeur. Source : Antoine Pagnoux

En Montérégie, **ArtCan** offre des formations pour construire une maison en chanvre. Côté lin et au Bas-Saint-Laurent, l'entreprise **Écosphère** travaille avec le **MAPAQ** et les agriculteurs locaux pour diversifier l'agriculture, l'économie et le paysage par la culture du lin. Ils ont inauguré la Route du lin, et des matériaux de construction pourraient éventuellement sortir de cette initiative.

Enfin, dans Lanaudière, des producteurs de tabac se sont convertis à la culture du chanvre et ont formé la **COOP Lanaufibres**. Ils ont obtenu, des paliers de gouvernement, le financement pour construire une usine de défilage, **Lanaupôle Fibres**, et se sont familiarisés avec la culture du chanvre, le temps que l'usine soit opérationnelle. « Mais les subventions étaient pour installer la ligne de défilage, pas pour recruter du personnel et faire tourner l'usine », déplore Olivier Lalonde. « Nous sommes plusieurs à espérer que cette situation changera pour le mieux et au bénéfice de tout le secteur », poursuit-il. Dans le même temps, le **Conseil national de recherches du Canada** (CNRC) conduit des recherches pour valoriser la paille de lin qui est brûlée dans l'Ouest canadien et s'intéresse à la machinerie de Lanaupôle Fibres, capable de défilier le lin autant que le chanvre.

Et la paille? Les cultures de céréales sont abondantes, et la paille n'a pas à être défilée pour

être mise en bottes et venir isoler les murs. Mais Olivier Lalonde explique que l'augmentation des surfaces cultivées en maïs s'est faite au détriment des autres céréales, ce qui a entraîné une production moindre en céréales à paille. Or, la paille a déjà un marché – celui de la litière animale –, et les besoins ne sont pas comblés! La paille de céréale se vend jusqu'à 180 dollars la tonne selon la région. « Si les producteurs vont chercher un revenu aussi intéressant avec le marché de la litière, je ne sais pas combien les gens qui veulent construire avec de la paille seront prêts à payer pour s'en procurer? » s'interroge Olivier Lalonde. Et si les constructeurs offrent un meilleur prix aux agriculteurs pour leur paille, l'isolant en paille sera-t-il vendu à prix compétitif avec les isolants conventionnels?

#### Faire pousser des matériaux de construction

Même si la situation diffère au Québec et en France, il est manifestement possible de produire des matériaux de construction de qualité à partir de plantes pour construire des bâtiments solides. Les agromatériaux contribuent aussi aux trois piliers du développement durable. Mais il ne faut pas éluder les questions déjà soulevées par les biocarburants.

Les terres arables ne devraient-elles pas servir à se nourrir avant que de produire des carburants ou des matériaux de construction? Dans la plupart des cas, les agromatériaux sont des coproduits d'une culture alimentaire. Olivier Lalonde ne favoriserait pas la culture dédiée pour les agromatériaux, tout simplement parce que ce ne serait pas rentable. Mais, nuanciant son propos, il ajoute que tout dépend de l'endroit où est cultivée la plante. « Dans le Bas-Saint-Laurent, en Mauricie, en Abitibi, et si la culture du lin ou du chanvre peuvent donner des rendements respectables sans ajouts d'intrants, où est le problème? questionne-t-il. Plusieurs terres sont moins propices à la culture alimentaire; tant qu'à avoir des friches, autant les exploiter avec des cultures peu exigeantes, qui vont alimenter un autre marché, contribuer au développement économique des régions, et ce, tout en respectant les principes de développement durable. »

À ce titre, même si les agromatériaux sont issus d'un coproduit d'une culture alimentaire, à trop vouloir rentabiliser cette culture au maximum en récoltant le grain et la tige, ne risque-t-on pas d'appauvrir le sol en le privant de quelques matières organiques? L'absence de matière organique au sol pourrait-elle aussi faciliter le ruissellement des eaux de pluie et le lessivage des engrais vers les cours d'eau? Ces questions se posent dans le cas des tiges de maïs récoltées dans un objectif de valorisation énergétique. Il est alors préconisé de laisser sur place un pourcentage minimum de paille ou de cultiver le maïs en rotation avec une autre culture dont la paille n'est pas prélevée. La question est loin d'être d'actualité pour le chanvre ou le lin, bien qu'à long terme, Olivier Lalonde y réfléchisse déjà, car pour dépolluer l'acte de construire, il ne faudrait pas transférer les impacts environnementaux du secteur de la construction au secteur agricole.

Dans le cas du chanvre, et aussi du lin, précise Jean-Marc Naumovic, il n'y a pas d'opposition entre le côté alimentaire, le bâtiment ou le textile. « Chaque partie de la plante doit être optimisée pour être rentable à toute la filière. Une tonne de graines peut fournir presque une tonne de protéines végétales, excellente pour l'alimentation humaine. Concernant le chanvre, la biomasse qu'il fournit serait en moyenne quatre fois supérieure par hectare et par an à la forêt. Il y a urgence de créer des modes de production soutenables pour la transition énergétique. »



MSL reçoit directement les copeaux de bois, qui sont pressés pour former des panneaux. Source : MSL

## 100 % RECYCLÉS

Les éco-centres et centres de tri ne désemplissent pas. Verre, plastique, bois, papier, métaux y arrivent sans fin. Des industriels, parfois associés à des chercheurs universitaires, donnent une deuxième vie à ces matières résiduelles. Ils en font leur matière première pour fabriquer des matériaux de construction à contenu recyclé. Il en existe toute une gamme, de quoi construire un édifice complet : du béton avec de la poudre de verre **Verrox** pour la structure; de la ouate de cellulose faite de journaux recyclés de **Benolec** ou **Igloo Cellulose** pour l'isolation, à moins de préférer les panneaux de copeaux de bois de **Matériaux Spécialisés Louiseville** (MSL); des bardeaux de pneus d'**Euroshield** ou d'**Enviroshake** pour le toit. À l'intérieur, de la peinture de **Boomerang** colorera les murs. À l'extérieur, **Gaudreau Environnement** fournira ses dalles **Regénération** pour les passages piétonniers, les aires de repos et les stationnements. Et les bancs en plastique recyclé de **Re-Plast** accueilleront le passant. Mais il n'est pas toujours facile de connaître la provenance des matières résiduelles dont sont constitués ces matériaux, le pourcentage de contenu recyclé, leur procédé de fabrication. Voici un plongeon au cœur de deux produits 100 % recyclés : les dalles de Gaudreau Environnement et des panneaux de MSL.

#### Des dalles de plastique et de verre

Dans ses centres de tri de Rimouski à Victoriaville, Gaudreau Environnement ramasse chaque année 8 000 tonnes de verre et 1 000 tonnes de sacs de plastique. Même si, à l'épicerie, les sacs réutilisables prennent le dessus sur les sacs plastiques, ces derniers sont loin d'avoir disparu. Pain, légumes, fruits viennent souvent dans un sac plastique. « Quand les gens vont magasiner, ils ressortent avec au moins 12 sacs différents », commente **Gabrielle Lapointe St-Pierre**, responsable des communications chez Gaudreau Environnement, qui assure que l'entreprise ne craint pas les problèmes d'approvisionnement. La faible demande pour le verre recyclé et un entreposage encombrant pour les sacs plastiques rendaient ces deux matières résiduelles problématiques et l'équipe de R et D de Gaudreau Environnement s'est mise en mode solution pour leur trouver une issue. Après quatre années de recherche, la dalle **Regénération** était née. Elle se compose de 75 % de verre et 25 % de plastique. La matière ne nécessite nul traitement préalable avant d'entrer dans le procédé de fabrication. « Une fois triée, on prend la matière telle quelle, on a la machine pour la mettre en morceaux », explique Gabrielle Lapointe-St-Pierre. Le plastique et le verre sont broyés, puis mélangés. Le mélange chauffé traverse une extrudeuse. Il en ressort une pâte dans laquelle le plastique sert de liant. Elle est moulée sous pression pour former les dalles 100 % recyclées. Un pied carré de dalle recyclé comporte ainsi 533 sacs de plastique et 25 bouteilles de verre. Selon Gabrielle Lapointe St-Pierre, les dalles ont l'apparence d'un béton foncé. « Les gens demandent le pourcentage de béton, ils sont convaincus qu'il y a du béton. » Il en existe de deux couleurs : gris clair – lorsque les

sacs foncés sont retirés – et gris foncé – lorsque les sacs ne sont pas triés selon leur couleur. L'entreprise envisage de recycler le plastique agricole blanc pour faire des dalles blanches qui pourraient éventuellement être teintées pour des marquages distinctifs sur les trottoirs ou les traverses de piéton.

Les dalles ont subi une panoplie de tests au **Centre de technologie minérale et de plâtrerie**. « Les dalles sont aussi durables et résistantes que le béton », assure Gabrielle Lapointe St-Pierre. Elles se prêteront donc parfaitement à la réalisation d'aires de stationnement, de places publiques, de terrasses, d'entrées commerciales... Et déjà les dalles ont trouvé place dans plusieurs municipalités, de Varennes à Rimouski en passant par Victoriaville et Stoneham. « On rencontre les municipalités où on fait la collecte sélective. C'est plus intéressant pour les gens de voir que c'est Gaudreau qui ramasse leurs bacs et qui fait les dalles. C'est vraiment leurs bouteilles qui se retrouvent dans les dalles. » Sur chaque site, un panneau explique effectivement la provenance des dalles. Mais Gaudreau, qui vise une plus large clientèle, présente aussi son nouveau produit dans les salons professionnels et envisage de l'offrir aux citoyens dans les quincailleries d'ici cinq ans.

Les dalles sont donc 100 % recyclées, mais sont-elles recyclables? Les dalles fraîchement posées ne sont pas encore arrivées en fin de vie, n'ont pas été démantelées, n'ont pas pris le chemin du centre de tri. Il est donc trop tôt pour dire si la boucle sera fermée. Toutefois, le potentiel est là, car « pendant les recherches, avec les rebuts, c'était très facile de faire refondre la matière », commente Gabrielle Lapointe-St-Pierre.

#### Des panneaux de copeaux

MSL, à Louiseville, a fait des copeaux de bois sa matière première. Fait intéressant, il s'agit d'une matière recyclée et biosourcée. Elle provient d'un rayon inférieure à 150 km et est issue des rebuts de construction et de consommation post-industrielle. « Il y a toute une industrie de récupération des rebuts de bois, qui les transforme en copeaux. Nous, nous achetons ces copeaux déjà broyés », commente **Patrick Wellington**, le vice-président et directeur général de l'entreprise. L'interdiction d'enfouir le bois devrait d'ailleurs favoriser la transformation des rebuts de bois en copeaux, ce qui devrait assurer l'approvisionnement en matière première. Ces copeaux passent dans un raffineur pour en extraire une pâte, qui est ensuite pressée pour en faire des panneaux qui sont séchés au four. La fabrication de ces panneaux 100 % recyclés ne requiert ni formaldéhyde, ni autre composé organique volatil ou autre produit toxique. Chaque année, MSL recycle ainsi 25 000 tonnes de bois, soit l'équivalent de 300 000 arbres. Les panneaux se déclinent en trois catégories de produits : les revêtements thermiques, les panneaux d'insonorisation et les panneaux pour toiture. Un ingrédient ignifuge est toutefois ajouté à certains panneaux de toiture. La qualité acoustique, la résistance au feu, la résistance structurale des panneaux ont été caractérisés par le **Centre national de recherches**



Les dalles **Regénération** de Gaudreau Environnement sont composées à 75 % de verre recyclé et 25 % de sacs de plastique recyclés. Ces dalles ont notamment été utilisées pour l'aménagement d'une aire de repos à côté de la bibliothèque de Stoneham-et-Tewkesbury. Photos : Gaudreau Environnement

**du Canada** (CNRC), **UL** et **FPInnovation**, et les panneaux ont reçu une certification du **Centre canadien de matériaux de construction**.

Sonopan, un panneau d'insonorisation, a trouvé sa place dans la construction résidentielle et les condominiums. « Les propriétaires de condo ne supportent plus d'entendre le bruit d'autrui, observe Patrick Wellington. Ils choisissent de vivre en ville et exigent une qualité d'insonorisation parce que cela fait partie de la qualité de vie. Il y a un besoin réel qu'on vient combler. »

Eco4, un panneau d'isolation thermique, vient combler un autre besoin, celui de la qualité de l'air intérieur. « Il y a une tendance néfaste depuis vingt ans à monter des cloisons avec des panneaux qui ne respirent pas. Des moisissures s'installent dans la cloison, et il y a des problèmes respiratoires dans la résidence, explique Patrick Wellington. Eco4 est un panneau isolant perméable à la vapeur d'eau. Il permet au mur de respirer et minimise les risques de moisissure. » Par ailleurs, il est aussi insonorisant.

Les panneaux sont recyclables. Les déchets générés par la fabrication et les panneaux non conformes retournent dans le processus de fabrication. Le recyclage post-consommation est tout aussi possible. Les panneaux installés peuvent être récupérés pour produire d'autres panneaux. C'est déjà arrivé : la matière première qui arrive à l'usine comprend parfois des rebuts de panneaux de MSL. La boucle est bouclée et elle peut se répéter : « On peut recycler sept fois une même fibre », affirme Patrick Wellington.

## DE L'ÉCOMATÉRIAU À L'ÉCOBÂTIMENT



Cette belle maison a été rénovée par le cd2e dans le cadre du projet Réhafatur. Elle sert de démonstration pour montrer comment utiliser les écomatériaux en contexte de rénovation.

Photo : Isabelle Cari

À Saint-Dié-des-Vosges, l'immeuble de logements sociaux est constitué d'une ossature en panneaux de bois CLT sur lesquels sont rapportées des caisses remplies de paille.

Source : ASP Architecture



Des écomatériaux, c'est bien, mais encore faut-il les assembler correctement pour ne pas construire une passoire énergétique. Entre l'écomatériau et l'écoconstruction se logent donc l'écoconception et l'écoconstruction. Du maître d'ouvrage aux artisans, toute la chaîne de valeurs doit développer les bons réflexes et adopter les bonnes pratiques.

Dans le Nord-Pas-de-Calais, au nord de la France, l'Association Création Développement des Éco-Entreprises (cd2e) se décrit comme un moteur de développement des écoactivités et entend justement insuffler un vent d'écoconstruction dans le secteur du bâtiment. Lors d'une étude, baptisée BUILD [avniR], visant à intégrer l'écoconception dans le secteur du bâtiment, « on s'est posé la question; quels sont les acteurs clés, les acteurs à convaincre, les acteurs avec lesquels on doit travailler », relate Vanessa Pasquet qui est spécialiste en analyse de cycle de vie (ACV) et en écoconception au cd2e. Les premières personnes à convaincre sont certainement les maîtres d'ouvrage quand ils déterminent le niveau de performance environnementale d'un bâtiment et le cahier de charges correspondant. En France, certains maîtres d'ouvrage sont ouverts à la réflexion, particulièrement dans le cas de bâtiments publics qu'ils veulent souvent exemplaires. Mais d'autres fois, la réflexion est arrêtée, le cahier de charges est fixé et c'est aux ingénieurs et architectes de concevoir le bâtiment pour qu'il atteigne la performance prescrite. À moins que cela ne soit spécifié dans le cahier de charges, ils auront à choisir les matériaux en les conjuguant avec une démarche d'efficacité énergétique. Pour guider le choix des matériaux, Vanessa Pasquet et ses collègues ont développé l'outil CAP'EM Compass. Sur la base de l'ACV, il compare les performances environnementales de matériaux qui remplissent une même fonction. Les concepteurs peuvent alors coupler les résultats de CAP'EM Compass à des logiciels d'architecture et d'ingénierie pour écoconcevoir un bâtiment.

Dans le Grand Est, Christophe Huon œuvre aussi en écoconception des bâtiments chez L'Autre Campus, un bureau d'études en énergie et qualité environnementale des bâtiments, où il est ingénieur chargé d'affaires. À partir des objectifs du projet et des exigences du maître d'ouvrage, il détermine les meilleures solutions et les compare en matière de performances envi-

ronnementales, sociales et économiques. « On les compare avec une approche globale, donc d'ACV, sur la provenance des matériaux, l'énergie grise, la durabilité des matériaux, leur traitement préalable, leur recyclabilité, mais aussi en termes de confort et de santé pour les occupants, de rentabilité économique, de faisabilité technique, de délais de chantier, de développement local... » décrit Christophe Huon. Il reste cependant pragmatique et prêt aux compromis pour déterminer la meilleure solution acceptable par le client. Il applique aussi les principes du bioclimatisme devenus obligatoires dans la réglementation thermique 2012 (RT 2012) pour les bâtiments neufs. « Dans la réglementation thermique, au moment du dépôt du permis de construire, on a l'obligation de présenter une note de calcul qui montre qu'on a pris en compte tous les aspects bioclimatiques. Par exemple, si le bâtiment n'est pas suffisamment compact ou si le recours aux énergies renouvelables est insuffisant, le permis de construire sera refusé. » Cette note de calcul, c'est le coefficient Bbio pour Besoins bioclimatiques. Il traduit les besoins de chauffage, de refroidissement et d'éclairage, indépendamment des systèmes énergétiques installés. Il dépend de l'isolation, de la perméabilité à l'air et des apports solaires, de sorte que pour diminuer le Bbio, il faut optimiser l'orientation du bâtiment, l'inertie thermique des matériaux, le dimensionnement et le positionnement des fenêtres, soigner les flux d'air... Les solutions sont multiples et parfois aussi simples que de profiter d'une haie d'arbres pour rafraîchir le bâtiment ou le protéger du vent du nord, ou d'inclure des volets ou pare-soleil pour réduire les apports thermiques du soleil estival. Christophe Huon parle aussi de travailler la compacité du bâtiment pour diminuer la surface déperditive. « Fini les bâtiments tarabiscotés en France », commente-t-il. Le risque est de conduire à des bâtiments cubiques et sans âme, des « boîtes à chaussures » comme les appelle Christophe Huon. C'est là que l'architecte a tout son rôle à jouer pour compléter la démarche de l'ingénieur thermicien, en donnant un cachet à l'édifice et en le positionnant dans le paysage. Du même souffle, Christophe Huon prône la simplicité technologique. « Une fois qu'on réduit les besoins de consommation énergétique, les équipements deviennent secondaires. On ne peut pas démarrer une démarche par le biais

des équipements », croit-il. Toujours pragmatique, il lutte contre le surdimensionnement des équipements, car « la performance et la pérennité de la démarche passent par la simplicité », ajoute-t-il. Il donne en exemple de pérennité et de bioclimatisme la ville de Ghardaïa en Algérie où les bâtisseurs ont appris à profiter du vent, de l'inertie thermique, de la terre. Un condensé de savoir-faire millénaire à remettre à l'ordre du jour et à mettre en œuvre intelligemment, car il n'y a pas de recettes toutes faites. « On ne vend pas un bâtiment sur catalogue. On est obligé d'envisager un projet au cas par cas, en y mettant de la matière grise. Un bâtiment n'est performant que dans son environnement et avec ses usagers. Un bâtiment excellent, à énergie positive, si on le déplace 100 m plus loin sera peut-être le pire bâtiment de l'année. »

### L'écorénovation aussi

La RT 2012 ne concerne pas encore la rénovation, mais les concepteurs ont de la latitude pour appliquer certains principes. Évidemment, ils ne pourront pas modifier l'orientation du bâtiment, mais ils peuvent revoir l'organisation des espaces intérieurs. Pour réduire les besoins en climatisation, ils peuvent par exemple transformer la pièce la plus chaude en espace de rangement et installer les bureaux dans les aires plus fraîches. « On peut travailler sur l'inertie thermique du bâtiment ou revoir le positionnement des vitrages », propose Christophe Huon, convenant qu'il s'agit là de rénovations lourdes. Mais surtout, sur un vieux bâtiment déjà constitué d'écomatériaux, le choix des écomatériaux s'impose quand vient le temps de le rénover. « On ne peut pas mettre un enduit hydrofuge sur une maison en pierre ou en ossature bois pour ne pas bloquer le transfert de vapeur d'eau. On doit respecter des règles de perméance à la vapeur d'eau, de gradients de température. Cette science est dans les règles de l'art, pas dans la réglementation », rappelle Christophe Huon.

En collaboration avec le cd2e, Ekvation (un regroupement régional pour la performance environnementale du bâtiment) a justement suivi cette approche dans son projet Réhafatur. « On a rénové une maison en réfléchissant bien aux matériaux à employer, où et comment les mettre en œuvre », explique Vanessa Pasquet. Cette maison ainsi rénovée sert de démonstrateur pour

exposer des solutions de rénovations du bâtiment ancien utilisant des écomatériaux. Des visites et des formations sont régulièrement organisées pour permettre aux professionnels du bâtiment de s'approprier les techniques d'écorénovation déployées. Ekvation équipe aussi la maison de divers instruments pour évaluer les performances hygrothermiques des parois. Ainsi, dans une perspective plus large d'écoconstruction, Réhafatur doit conduire à la production de guides de bonnes pratiques à l'intention des professionnels de la filière pour qu'ils mettent en œuvre les écomatériaux dans les règles de l'art. Car le bon vouloir du maître d'ouvrage et le travail des ingénieurs et architectes en amont ne valent rien si les matériaux sont mal posés en aval.

### Huit étages de bois et de paille

À Saint-Dié-des-Vosges, l'immeuble de logements sociaux que ASP Architecture a réalisé pour la société immobilière Le Toit Vosgien est un bon exemple de conception et de mise en œuvre judicieuse des écomatériaux. Le bâtiment de huit étages est certifié Passivhaus, mais cette certification n'était pas l'objectif premier du maître d'ouvrage. « L'objectif qui m'a été donné, explique Antoine Pagnoux, architecte chez ASP Architecture, était que les locataires payent le moins de charges locatives possibles. » Le résultat est plutôt éloquent : chauffage, ventilation, entretien ne coûtent que 11 euros par mois par logement. Le climat de cette localité des Vosges perchée à 400 m d'altitude n'a rien de méditerranéen. Les concepteurs ont considéré l'énergie d'opération du bâtiment, mais aussi l'énergie grise liée à la construction du bâtiment, ce qui les a orientés vers les écomatériaux. « Pour un bâtiment classique en béton et plastique, le coût environnemental de la construction équivaut à cinquante années de fonctionnement d'un bâtiment vertueux. Si on ne construit pas avec des matériaux biosourcés, on impacte la planète pour cinquante ans », poursuit l'architecte. L'immeuble est donc constitué d'une ossature en panneaux de bois CLT sur lesquels sont rapportées des caisses remplies de paille. Les architectes et ingénieurs ont appliqué une démarche hiérarchisée qui commence par l'application de principes bioclimatiques. Par exemple, les balcons sont dimensionnés pour laisser entrer le soleil en hiver, mais pour faire de l'ombre en été. Les matériaux

ont ensuite été choisis et dimensionnés pour atteindre la performance thermique voulue. « On a fait un énorme manteau thermique avec 40 cm d'épaisseur de paille et du triple vitrage », décrit Antoine Pagnoux. Toutes les calories, autant de l'eau chaude que de l'air, sont récupérées. Finalement, « le bâtiment est tellement bien orienté pour capter tous les apports solaires possibles, tellement bien isolé et on récupère tellement les calories qu'il n'y a plus besoin de chauffer », commente Antoine Pagnoux. Sauf en hiver où une pompe à chaleur de 30 kW reliée à 12 puits géothermiques permet de combler les besoins en énergie pour les 26 logements.

Le bâtiment sobre en technologie se régule tout seul sans l'intervention des occupants. « La paille permet au mur de respirer, ce qui n'aurait pas été le cas si on avait mis du polystyrène devant le bois. C'est une façon de faire simple avec le moins de technologie embarquée possible pour que ce soit pérenne », commente Antoine Pagnoux.

De plus, le coût de 11 euros par mois n'est pas la prévision d'une simulation, mais un chiffre résultant de situations réelles où les locataires ne font rien de particulier pour réduire leur consommation d'énergie. Aucun changement de comportement ne leur a été demandé pour réduire le chauffage ou la durée de la douche. Pourtant, les économies monétaires réalisées semblent leur faire prendre conscience des bénéfices de vivre dans un bâtiment écoconçu et, plus largement, de protéger l'environnement. « On a relevé des comportements des locataires qui n'ont rien à voir avec le bâtiment. Ils trient davantage les déchets ou prennent moins la voiture », rapporte Antoine Pagnoux, qui se réjouit qu'un bâtiment écoconçu ait des répercussions positives au-delà du bâtiment lui-même. Et la région en profite aussi, car l'argent non dépensé pour se chauffer est réinjecté dans l'économie locale.

Au-delà du bâtiment, il y a le quartier et la ville. Selon Christophe Huon, l'écoconstruction amène à promouvoir la mitoyenneté, le regroupement de l'habitat pour réduire la consommation des ressources. Vanessa Pasquet parle aussi d'appliquer les outils d'ACV à l'échelle du quartier en tenant compte de l'emplacement des bâtiments et de la mobilité. L'écoconception devrait donc déteindre sur l'urbanisme. Parlerons-nous bientôt d'éco-urbanisme? ▀

# DÉVELOPPEMENT DES FILIÈRES DES ÉCOMATÉRIAUX : UN LONG CHEMIN

**La** paille, c'est ringard; le béton de chanvre, une lubie d'écolos... « La terre, dans la tête des gens, c'est Ouagadougou! » ajoute **Christophe Huon**, ingénieur chargé d'affaires chez **L'Autre Campus**, un bureau d'études en énergie et qualité environnementale des bâtiments. Les écomatériaux souffrent d'un déficit de notoriété et ce n'est pas le seul obstacle au développement de leur filière. Il faudra caractériser leurs performances, les mettre en marché, établir des règles de bonnes pratiques, faire connaître les écomatériaux et leurs usages à tous les acteurs du bâtiment. Un cheminement qui prend du temps et des ressources.

## Assurer la qualité du matériau et le savoir-faire

C'est pour créer des certifications et établir des règles professionnelles pour les matériaux de construction en chanvre qu'une poignée d'architectes, d'entrepreneurs et de maîtres d'œuvre français a fondé en 1998 l'association **Construire en chanvre** (CenC). CenC est financée par des producteurs de chanvre, des fabricants de liants et surtout par **Interchanvre**, un organisme public qui supervise le développement équilibré des différents débouchés du chanvre. Le béton de chanvre est constitué de chènevotte, le cœur de la tige de chanvre, mélangée à un liant à base de chaux et d'eau. Mais le mélange n'a rien d'improvisé. Différents paramètres de la chènevotte sont contrôlés et sanctionnés par le label Granulat Chanvre développé par CenC. Les chanvriers qui veulent alimenter la filière du béton de chanvre doivent donc faire labéliser leur chènevotte sur un protocole élaboré par CenC. Le mélange liant-chènevotte doit aussi répondre à des exigences physiques (structurelle, compression, déformation...) et de performance énergétique. Des laboratoires certifiés et membres de CenC testent les mélanges selon des protocoles établis par CenC pour homologuer les couples chanvre-liant, qui sont ensuite publiés sur le site de CenC. N'importe quelle chènevotte ne peut pas être mélangée à n'importe quel liant. Par exemple, la trop forte teneur en fibre peut altérer la prise du béton de chanvre à cause de la plus forte teneur en sucre.

Toute la démarche doit reposer sur un outil in-

dustriel solide pour assurer une capacité de production et une qualité régulière. « On ne peut pas partir d'un petit bricolage dans un coin et il faut une puissance financière importante au départ », soutient **Jean-Marc Naumovic**, architecte et président de CenC. Il donne l'exemple de la **CAVAC**, une coopérative agricole qui fournit maintenant de la fibre et de la chènevotte labélisée : « Elle a mis les moyens pour faire de la recherche et développement et monter une usine de défibrage, et elle est devenue rentable au bout de cinq ans. L'industrialisation du chanvre doit être opérée par des acteurs qui ont les moyens de leurs ambitions, car l'outil industriel coûte assez cher; la certification et la commercialisation, aussi. »

Avec des experts du Centre scientifique et technique du bâtiment, des architectes et la supervision de l'Agence Qualité Construction du gouvernement, CenC a établi les règles professionnelles pour mettre en œuvre le béton de chanvre. « Dans ces règles, il est écrit qu'il faut un couple liant-granulat validé, une chènevotte labélisée, avoir suivi une formation et il faut observer nos règles professionnelles. Si vous faites ça, vous avez une assurabilité, car les assurances veulent des sécurités », décrit Jean-Marc Naumovic. Deux modules de formation disponibles à l'automne 2015 permettront aux architectes, ingénieurs et entrepreneurs d'apprivoiser ce matériau. Deux autres modules de perfectionnement seront disponibles à l'automne 2016. Il reste à faire connaître le matériau et à en faire valoir les avantages. C'est un peu le point faible de CenC, reconnaît Jean-Marc Naumovic : « Ce qui nous intéresse, c'est d'abord de sécuriser le produit avant de le promouvoir. L'inverse serait préjudiciable. »

## Promouvoir les écomatériaux

Dans le nord de la France, la démarche de l'**Association Création Développement des Éco-Entreprises** (cd2e) complète celle de CenC. Acteur de l'écotransition, le cd2e accompagne les entreprises à prendre le chemin de la transition énergétique. « L'Association est née il y a vingt-deux ans avec le principe que l'environnement peut générer de l'activité et de l'emploi », décrit **Alain Lucas**, consultant en écoconstruction au cd2e. Dans le secteur de la construction, l'Association a créé un regroupement d'institutions sur toute la chaîne de valeur du secteur du bâtiment, qui part de la recherche jusqu'à la consommation en passant par l'architecture et la distribution et qui s'emploie à promouvoir les écomatériaux. Ainsi, au sein du cd2e, la plateforme [avniR] a développé l'outil **CAP'EM Compass** qui aide à choisir les matériaux en comparant leurs impacts environnementaux. Pour déployer cet outil parmi les bureaux d'études, les architectes et les maîtres d'ouvrage, [avniR] organise des sessions de formation, parfois en présence d'un ingénieur ou d'un architecte qui explique comment il a intégré l'ACV à sa démarche. La plateforme travaille aussi avec des centres d'enseignement pour qu'ils intègrent l'ACV à leurs cours.

L'activité phare du cd2e pour faire connaître les matériaux est sans conteste le **Théâtre de l'écoconstruction** mis sur pied en 2012. On y



La Ville d'Asbestos mettra à la disposition des entreprises un service de bancs d'essai pour mesurer la performance énergétique des matériaux.  
Source : Guillaume Holvoët

## LES BANCS D'ESSAI D'ASBESTOS

Dans sa démarche de développement durable et de promotion des écomatériaux, la **Ville d'Asbestos** s'est jointe à **André Bourassa**, architecte chez **Bourassa Maillé Architectes**, pour mettre sur pied un centre de bancs d'essai. L'objectif est d'évaluer l'énergie requise pour chauffer un volume construit avec différents assemblages de matériaux. « Les matériaux sont évalués un à un, ce qui est un non-sens, déplore André Bourassa, car il y a des matériaux qui travaillent bien ensemble pour obtenir une meilleure performance. » Par exemple, il regrette que la masse thermique et la diffusion ne soient pas prises en compte. Il illustre cette lacune avec la certification Novoclimat qui exigeait inutilement un pare-vapeur intérieur pour un mur en CLT qui, avec une conception appropriée, n'en aurait pas besoin. « Le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques ne considère pas la notion de diffusion; elle promet des murs qui ne diffusent pas. En hiver, on porte un manteau qui diffuse parce que c'est plus confortable, mais on habite une maison qui ne diffuse pas! » s'insurge-t-il. Les bancs d'essai consisteront à construire une petite structure avec une composition de mur donnée, d'installer une unité de chauffage électrique et de chauffer pour atteindre la consigne de température fixée. Une lecture chaque heure permettra de mesurer l'énergie requise pour chauffer la structure et d'évaluer la performance énergétique réelle de l'assemblage de matériaux mis en œuvre dans le mur.

Les entreprises intéressées à mettre en marché des matériaux pourront donc profiter des bancs d'essai pour en comparer la performance. Elles fourniront les matériaux et, moyennant quelques frais, l'organisation des bancs d'essai installera les matériaux et fera les mesures. Bien sûr, l'entreprise pourra utiliser les résultats à sa guise, mais l'organisation des bancs d'essai en fera aussi une divulgation.

André Bourassa souhaite aussi que les bancs d'essai se ménagent une marge de manœuvre financière pour évaluer les matériaux orphelins, ceux qui ne sont pas sur le marché. Les bancs d'essai pourraient ainsi prendre l'initiative de tester des copeaux de bois, par exemple. Ces matériaux bruts, qui ne résultent pas d'un processus de transformation industrielle, ne sont pas inclus dans la réglementation. Pourtant, dans une démarche d'écoconstruction qui vise à minimiser l'énergie grise et les émissions de GES, ces matériaux – comme la paille ou les copeaux de bois – utilisés presque à leur état naturel prennent tout leur sens.

trouve une matériauthèque, qui permet de voir et de toucher les écomatériaux, et une exposition de systèmes de construction – particulièrement d'enveloppes de bâtiment. Les assemblages de matériaux sont présentés sous forme d'écorchés, c'est-à-dire des panneaux de murs coupés pour en voir l'intérieur. Alain Lucas accompagne des étudiants et des professionnels pendant deux à trois heures à travers les écorchés. « On parle de caractéristiques physiques, d'ACV, de principes de confort, de transfert d'humidité et de chaleur », raconte-t-il. Beau succès, car le Théâtre a reçu 1 000 visiteurs en 2014.

En complément du Théâtre, le cd2e organise des « Rendez-vous produits », où le fabricant ou le distributeur fait une présentation technique d'un produit ou d'une technologie en réponse à une problématique donnée.

## Développer une économie collaborative et régionale

Avec le Théâtre de l'écoconstruction et le travail de la plateforme [avniR], les professionnels du bâtiment sont informés des avantages des écomatériaux et ils seront plus enclins à les intégrer dans leurs projets. Mais encore faut-il que ces écomatériaux soient disponibles sur le marché. Et ils sont là. « Les matériaux biosourcés sont arrivés dans les magasins de grande distribution, affirme Alain Lucas. C'est un indicateur extrêmement positif. » On trouve effectivement dans les grandes quincailleries, comme Leroy Merlin ou Castorama, de la laine de bois ou des isolants de coton recyclé. Mais ces matériaux ne sont pas toujours fabriqués en France. « La laine de lin vient de notre région, est transformée en Suisse et revient chez nous, illustre Alain Lucas. On a acquis le principe d'utilisation des écomatériaux, et maintenant, on développe les filières courtes. On veut recentrer l'activité et fonctionner dans une économie circulaire », poursuit-il. D'ailleurs, le cd2e a aussi un pôle d'activité orienté sur le recyclage qui permet de boucler la boucle. Conformément à la mission du cd2e, l'écotransition pourra alors rimer avec activité économique.

Comme le suggère le terme *écotransition*, il ne s'agit pas forcément de la création de nouvelles entreprises qui se lanceraient dans la fabrication d'écomatériaux, mais d'entreprises existantes qui transformeraient leurs produits. Alain Lucas donne l'exemple d'un fabricant de parpaings qui intégrerait une composante végétale dans son ciment. L'idée est aussi de rassembler les acteurs d'une filière pour les amener à collaborer. « On pense que c'est dans la collaboration que se renforcera le développement économique », poursuit Alain Lucas. Déjà, les filières du bois, du lin, du chanvre, de la paille et de la terre s'organisent. « Dans ces groupes de travail, on monte des projets. Dans le cas de la paille, nous sommes allés voir les agriculteurs et les paysans. Le ballot de paille n'est pas cher, mais le système constructif en bois fait monter le prix. On a travaillé sur la densité et le format des ballots de paille pour qu'ils entrent dans une structure plus économique qui ne génère pas de déchets. On est vraiment dans la collaboration pour que tout le

monde en profite. »

## Fabriquer et vendre des écomatériaux au Québec

Au Québec, des entreprises comme **Matériaux Spécialisés Louiseville** (MSL) ou **Gaudreau Environnement**, qui fabriquent des matériaux à contenu recyclé, peuvent être considérés comme des acteurs de l'écotransition prônée par le cd2e. C'est dans la poursuite de leurs activités qu'ils ont développé leurs matériaux. Ils les ont fait caractériser par des laboratoires et en font la promotion. Mais ils ne peuvent pas compter sur une association dédiée aux écomatériaux pour consolider leurs efforts. « Valider que le nouveau produit rencontre les normes applicables à son utilisation, c'est la partie facile », constate **Patrick Wellington**, le vice-président et directeur général de MSL. Faire connaître le produit auprès des architectes, des entrepreneurs, du réseau de distributeurs et des consommateurs est, selon lui, une tâche plus ardue. Chaque palier nécessite une stratégie marketing adaptée dans les salons professionnels, auprès des associations ou sur les chantiers. Toutefois, ces entreprises en écotransition peuvent s'appuyer sur leurs ressources antérieures, contrairement à **Sébastien Bélec** qui, ne partant de rien, a fondé l'entreprise **MEM** pour fabriquer et vendre des produits en chanvre. C'est sans doute ce qui a aiguillé son choix de s'atteler d'abord à la commercialisation avant de passer en mode fabrication. « Je me suis attaqué à la commercialisation dès le départ, pour faire connaître le produit et créer une demande sur le marché et justifier un investissement par rapport à des équipements nous permettant de devenir autonomes dans notre production », explique-t-il. Les premières années, il faisait venir la matière première de France et la faisait transformer par un sous-traitant nord-américain pour la revendre. Ses premiers clients et revenus lui ont permis de monter un plan d'affaires crédible et d'obtenir du financement pour investir dans des terres et de la machinerie. Il a donc acquis une terre pour cultiver le chanvre et s'est équipé pour le défibrer. Il est donc devenu autonome sur toute la ligne de production, de la culture au bloc de béton de chanvre.

Pour pouvoir vendre ses produits, il les a fait caractériser par des laboratoires indépendants pour obtenir les valeurs de résistance thermique et acoustique. Il reste maintenant à faire connaître le produit auprès des architectes et des entrepreneurs, en se présentant dans les salons canadiens et américains. C'est du côté américain qu'il trouve le plus d'ouverture. Le marché de la construction écologique y est en pleine expansion, selon lui, et des magasins de matériaux se sont déjà montrés intéressés par ses produits. Au Québec, « on est envahi par de la fausse publicité qui fait croire que des produits comme l'uréthane giclé sont écologiques, déplore-t-il. On est en retard. » Sans doute manque-t-il quelques associations comme le cd2e ou CenC pour regrouper les forces et structurer l'essor des écomatériaux. L'initiative de la **MRC des Sources** pourrait donner un coup de pouce pour rattraper ce retard. ■



L'activité phare du cd2e pour faire connaître les matériaux est le Théâtre de l'écoconstruction. On y trouve une matériauthèque et une exposition de systèmes de construction.  
Photo : Théâtre de l'écoconstruction